



EIA
Estudo de Impacto Ambiental

**Nova Transnordestina Missão Velha (CE) – Porto de
Pecém (CE)**
Estado de Ceará

Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN)

São Paulo
Agosto de 2008 – revisão 01

Índice

4.	Diagnóstico Socioambiental.....	3
4.1.	Meio Físico.....	3
4.1.1.	Clima e Meteorologia.....	3
4.1.1.1.	Clima e Meteorologia: All.....	3
4.1.2.	Geologia, Geomorfologia e Solos.....	12
4.1.2.1.	Geologia, Geomorfologia e Solos: AID.....	12
4.1.2.2.	Geologia e geomorfologia: AID/ADA.....	61
4.1.2.3.	Topografia: ADA.....	66
4.1.2.4.	Recursos Minerais: ADA.....	66
4.1.3.	Recursos Hídricos Superficiais.....	68
4.1.3.1.	Recursos Hídricos Superficiais: All.....	68
4.1.3.2.	Recursos Hídricos Superficiais: AID/ADA.....	96
4.1.3.3.	Recursos Hídricos Subterrâneos.....	149

Lista de Figuras

Figura 4.1-1 - Pluviosidade – Média Mensal

Figura 4.1-2 - Temperatura – Média Mensal

Figura 4.1-3 - Nebulosidade

Figura 4.1-4 - Insolação Total

Figura 4.1-5 - Evaporação

Figura 4.1-6 - Umidade Relativa

Figura 4.1-7 - Províncias Estruturais da Borborema e Parnaíba sobre modelo digital do terreno, com indicação do Trecho Fortaleza – Teresina – São Luís da CFN. (modificado de Bizzi et. al, 2003).

Figura 4.1-8 - Sistema ou Região de Dobramentos Nordeste, adaptado de Santos et al (1984), contendo os Principais Lineamentos ou Zonas de Cisalhamento, com destaque para a Zona SO (Sobral/Pedroll)

Figura 4.1-9 - Representação das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.

Figura 4.1-10 - Distribuição das bacias hidrográficas ao longo do traçado da ferrovia no Estado de Ceará

Figura 4.1-11 - Localização dos reservatórios existentes no Estado de Ceará.

Figura 4.1-12 - Pressão sobre os recursos hídricos (demanda total/ Q média %)

Figura 4.1-13 - Quantidade de Usos

Figura 4.1-14 - Quantidade de impactos

Figura 4.1-15 - Estado Trófico

Figura 4.1-16 - Salinidade para consumo humano com base na análise da concentração de cloretos (mg/L)

Figura 4.1-17 - Salinidade para irrigação ilustrada de acordo com as restrições

Figura 4.1-18 - Sodicidade para irrigação, ilustrada de acordo com as restrições

Figura 4.1-19 - Qualidade de água para abastecimento - IQA

Figura 4.1-20 - Salinidade para irrigação

Figura 4.1-21 - Sodicidade para irrigação

Figura 4.1-22 - Distribuição dos domínios e aquíferos no Estado do Ceará

Figura 4.1-23 - Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade com base Foster *et al*, 2002

Lista de Mapas

Mapa 4.1-1 - Geologia na AID

Mapa 4.1-2 – Geomorfologia

Mapa 4.1-3 - Potencial Natural de Erosão

Mapa 4.1-4 – Recursos Hídricos na AID

Mapa 4.1-5 – Domínios Hidrogeológicos

Mapa 4.1-6 – Vulnerabilidade dos Aquíferos

Lista de Anexos

Anexo 4.1-1 – Pontos de Campo do Meio Físico

Anexo 4.1-2 – Registro Fotográfico dos Levantamentos do Meio Físico

Anexo 4.1-3 – Resultados dos Monitoramentos da Qualidade da Água

4. Diagnóstico Socioambiental

4.1. Meio Físico

A metodologia utilizada para elaboração dos estudos de meio físico consistiu essencialmente de pesquisa, coleta, análise e adequação de dados existentes na literatura especializada, complementados por dados primários obtidos em incursões de campo. Foi possível, assim, elaborar um conjunto de informações ordenado e sistematizado de forma a possibilitar a percepção sinótica do ambiente em sua dimensão física, assim como projetar seu comportamento dinâmico com base nas principais funções de força reconhecidas nos sistemas descritos a seguir.

Os resultados obtidos são apresentados sob a forma de um estudo circunstanciado, itemizado segundo proposição do Termo de Referência e ainda embasado em abordagens clássicas de análise e integração de dados relacionados ao meio físico. Desta forma foi procedida a descrição das principais feições e compartimentos climáticos, geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, geomorfológicos, pedológicos, correlacionando-os com processos relacionados à gestão dos recursos hídricos e vulnerabilidade destes aos impactos ocasionados pela instalação do empreendimento e posterior operação de sistemas de transporte de carga ferroviários.

Ademais dos textos descritivos, a apresentação deste estudo é complementada por uma série de mapas, figuras e gráficos, necessários à sua perfeita compreensão.

Para a representação das características geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e outras, foram utilizados elementos das folhas topográficas da SUDENE na escala de 1:100.000, escala média de trabalho adotada neste estudo para fins de caracterização da Área de Influência Direta (AID). A Área de Influência foi contextualizada segundo compartimentos hidrográficos e unidades geoambientais reconhecidas para a região em estudo.

Todos os dados e informações aqui dispostos são oriundos de fontes oficiais, a exemplo do CPRM, ANA, IBGE, dentre outras instituições, ademais da experiência e conhecimento profissional de cada um dos técnicos responsáveis e envolvidos na sua confecção.

4.1.1. Clima e Meteorologia

4.1.1.1. Clima e Meteorologia: All

A) Considerações Metodológicas

A caracterização climatológica regional, em mesoescala, foi efetuada com base nos dados de estudos regionais elaborados por instituições estaduais e federais como: DNOCS, SUDENE, FUNCEME, INPE, IBGE, INMET, além dos dados da Normal Climatológica de três estações meteorológicas publicados pelo Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET, 1992).

Tais dados foram necessários para caracterização do clima na região, com informações sobre o regime de chuvas, temperatura, umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade, sendo abordada a dinâmica climatológica da área do traçado da ferrovia.

A Tabela 4.1-1, a seguir, mostra quais são as Estações Meteorológicas utilizadas no presente estudo, suas localizações e o período de coleta de dados.

Tabela 4.1-1 - Estações Meteorológicas

Código	Estação	Tipo	Município	Período de Dados
82686	Iguatu	Meteorológica	Iguatu	1961 - 1990
82586	Quixeramobim	Meteorológica	Quixeramobim	1961 - 1990
82487	Guaramiranga	Meteorológica	Mulungu	1961 - 1990

Fonte: DNMET, 1992

B) Classificação Climática

Na área de influência da ferrovia, o clima caracteriza-se por uma diferenciação na distribuição espacial das precipitações. Esse padrão decorre dos sistemas de circulação atmosférica responsáveis pelo regime e instabilidade de chuvas. Dentre os sistemas de circulação atmosférica que atuam na região, o de maior frequência é o Sistema Norte, representado pela “Convergência Intertropical” (CIT). No final do verão quando o CIT alcança sua posição mais meridional, produz máximos índices pluviométricos.

Os mecanismos do clima atuantes na região são muito complexos. São vários os fenômenos atmosféricos que se superpõem a fatores de ordem física ditados pela geografia local, como as serras e a proximidade do mar.

O clima predominantemente é o semi-árido e caracteriza-se pela irregularidade do período chuvoso. As chuvas concentram-se de 3 a 4 meses (normalmente de fevereiro a junho), ocorrendo nesse período elevadas médias de pluviosidade. Porém nos meses posteriores há uma queda brusca de pluviosidade, com escassez de chuvas quase que por completo. As médias térmicas são elevadas, variando entre 26°C e 29°C, com dias muito quentes e noites amenas.

Em todo o Estado, os dias mais frios ocorrem geralmente em julho e os mais quentes, entre outubro e janeiro. Em pelo menos 8 meses do ano chove muito pouco e a temperatura média alcança 29°C em algumas regiões do sertão. Nos meses de chuva, normalmente fevereiro a maio (devido à irregularidade da pluviosidade, em alguns anos o período de chuvas pode extrapolar esse intervalo ou ser até menor), as temperaturas médias decrescem um pouco, se aproximando dos 25°C.

Ainda sob a caracterização do clima, há a classificação de Köppen, que classifica a região em dois tipos:

- **Tipo Aw** - Clima quente e úmido com chuvas de outono, ocorrendo próximo ao litoral da área em estudo, tanto no Estado do Ceará como no Estado do Maranhão.
- **Tipo Bsh** - clima semi-árido, caracterizado como clima seco ou xerófilo. As temperaturas são altas, em torno dos 30º com chuvas escassas no inverno.

As amplitudes térmicas são relativamente grandes, com a temperatura variando desde mínimas de 17°C até máximas próximas a 40°C. Dependendo da localidade, a pluviosidade pode variar de menos de 500 mm até perto de 1.000mm anuais, sendo, no entanto, sempre irregularmente distribuídas. As serras e o litoral, no entanto, gozam de um clima menos insalubre, com temperatura e umidade mais favoráveis ao verdor.

Considerando-se a variação espacial dos índices de umidade, a tipologia climática regional é característica dos climas úmidos e semi-árido, onde os excedentes hídricos são sazonalmente concentrados em curto período de tempo. A concentração das chuvas é responsável por freqüentes alagamentos. A estação chuvosa ocorre de fevereiro a abril, sendo abril o mês mais chuvoso e outubro o mais seco.

Na região do traçado da ferrovia a direção e a intensidade dos ventos são influenciadas pelas massas de ar e pelas regiões serranas, que desviam a direção normal dos ventos que é de sul para norte.

C) Principais Elementos Atmosféricos

Para a caracterização do comportamento dos elementos climáticos foram utilizados os dados da normal climatológica de três estações meteorológicas próximas ao futuro traçado. As mais próximas são a Estação Meteorológica de Quixeramobim e Iguatu, que distam cerca de 5 km e 6 km, respectivamente, do traçado e a Estação Meteorológica de Guaramiranga dista cerca de 20 km. As três estações atualmente são operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

A Tabela 4.1-2 a seguir mostra as normais climatológicas das estações meteorológicas de Iguatu, Quixeramobim e Guaramiranga – CE.

Tabela 4.1-2 - Normais Climatológicas Anuais – Estações Meteorológicas de Iguatu (82686), Quixeramobim (82586) e Guaramiranga (82487) – CE.

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	Iguatu	Quixeramobim	Guaramiranga
	Período: 61/90	Período: 61/90	Período: 61/90
Pressão Atmosférica Anual	986,5 mb	987,7 mb	916,5 mb
Temperatura Média Anual	25,6 °C	26,6 °C	20,5 °C
Temperatura Máxima Anual	31,7 °C	32,5 °C	25,1 °C
Temperatura Mínima Anual	20,3 °C	22,8 °C	17,8 °C
Temperatura Máxima Absoluta	38,5 °C	38,2 °C	30,6 °C
Temperatura Mínima Absoluta	7,0 °C	16,2 °C	10,0 °C
Precipitação Total Anual	2279,0 mm	858,5 mm	1674,2 mm
Precipitação Máxima 24 horas	153,6 mm	111,2 mm	257 mm
Evaporação Total	1988,0 mm	2069,5 mm	654,7 mm
Umidade Relativa	61,8 %	65,5 %	83,3 %
Insolação Anual	2897,6 h	2760,7 h	1903,4h
Nebulosidade	4,9	5,5	6,6

Fonte: Normais Climatológicas (1961 – 1990), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992

Pluviosidade

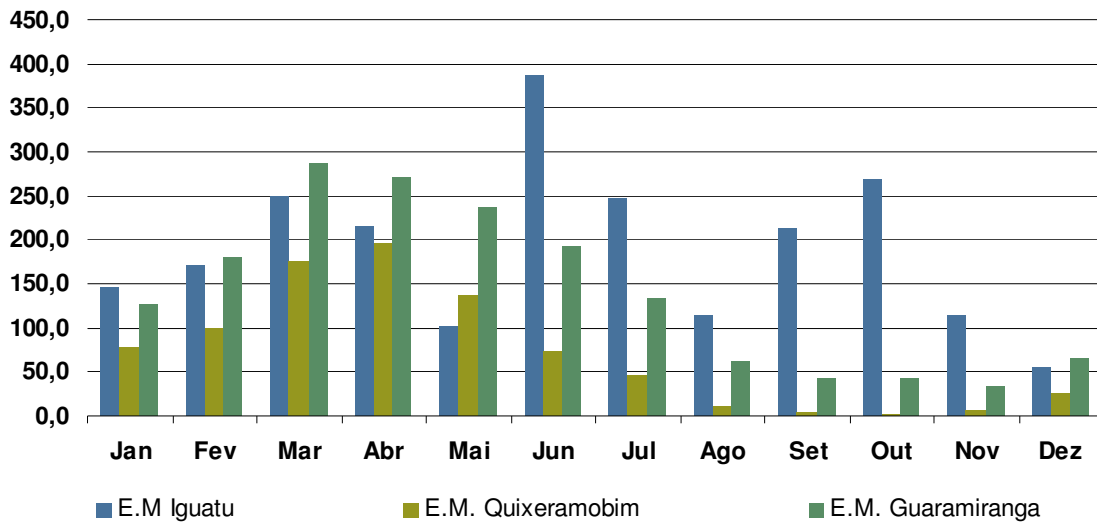
Por meio da análise regional dos registros pluviométricos da área de interesse do estudo é possível obter um determinado conhecimento sobre a distribuição superficial das precipitações.

Para a análise da pluviosidade foram utilizados os dados da normal climatológica das estações de Iguatu, Quixeramobim e Guaramiranga (Figura 4.1-1).

Com os dados obtidos, pode-se verificar que a pluviosidade na região do empreendimento concentra-se no primeiro semestre, com maior intensidade nos meses de fevereiro a abril. No segundo semestre a índice pluviométrico sofre um grande decréscimo, sendo que, nos meses de setembro a novembro chegam próximos de 0 mm.

Comparando a pluviosidade anual, com exceção de E.M. de Quixeramobim, as outras estações registram valor anual superior a 1.500 mm.

Figura 4.1-1 - Pluviosidade – Média Mensal



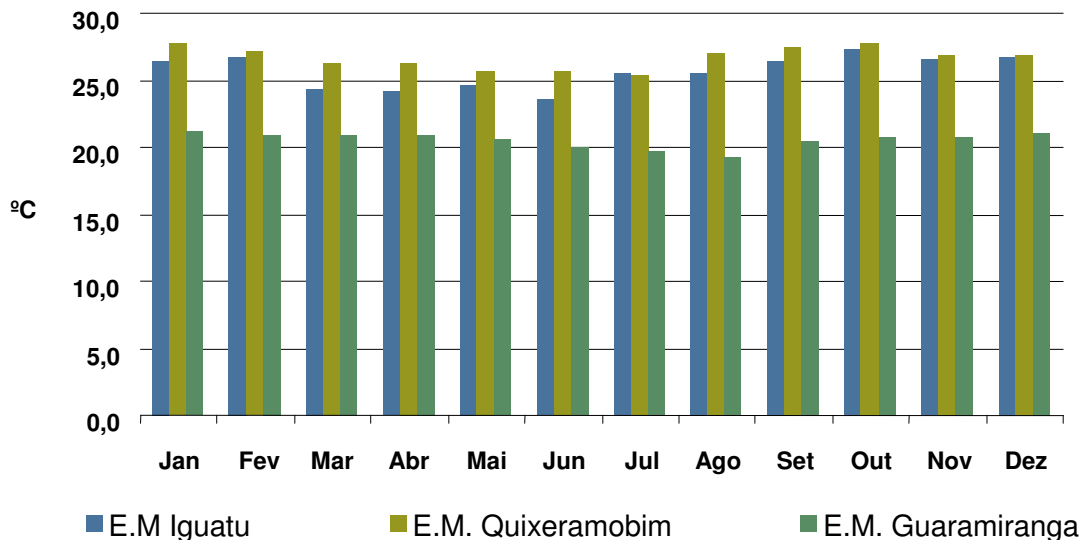
Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

Temperatura

Como visto anteriormente, na região do entorno do futuro traçado da Nova Transnordestina as temperaturas médias ficam por volta dos 26°C e 29°C, e isso pode ser verificado nos dados das três estações meteorológicas utilizadas neste estudo.

Observando o gráfico a seguir, nota-se que as médias mensais das temperaturas são superiores a 25°C em quase todos os meses do ano, com exceção da estação de Guaramiranga, onde a média fica por volta de 20°C. Essa diferença de registro de temperatura pode ser explicada, devido ao fato de que a E.M. de Guaramiranga possui uma altitude de 870 metros em relação ao nível do mar, enquanto as estações de Iguatu e Quixeramobim situam-se a apenas 216 e 211 metros de altitude, respectivamente.

Figura 4.1-2 - Temperatura – Média Mensal



Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

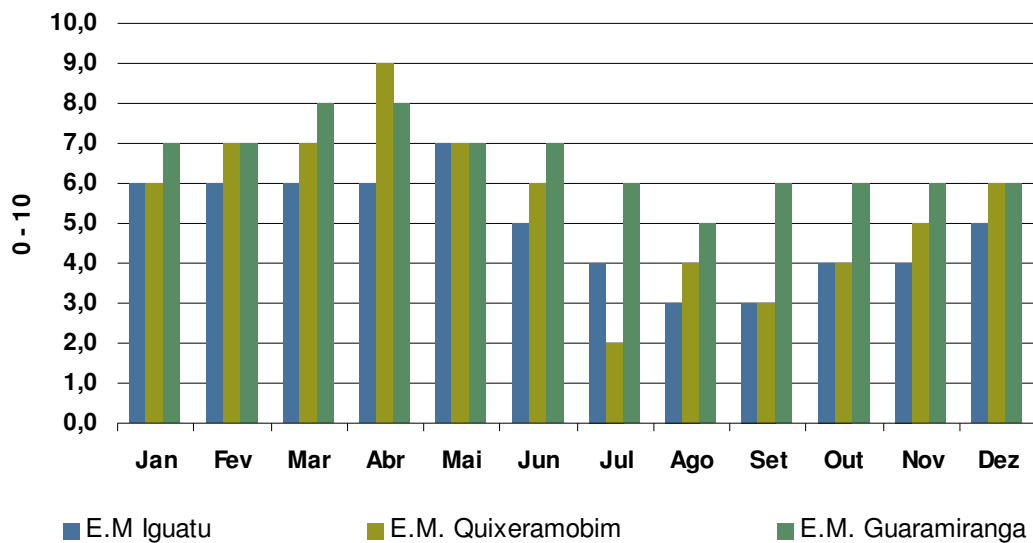
Nebulosidade

Os dados da normal climatológica das três estações mostram que os meses de janeiro a junho são os que possuem maior média de incidência de nebulosidade e os meses de julho a setembro os que possuem as menores médias.

A incidência de nebulosidade está diretamente ligada ao aumento ou declínio da temperatura, por isso, nos meses de inverno a nebulosidade é menor e nos meses de verão a nebulosidade é maior.

A Figura 4.1-3 mostra a variação da nebulosidade durante os meses segundo a norma climatológica das estações avaliadas.

Figura 4.1-3 - Nebulosidade



Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

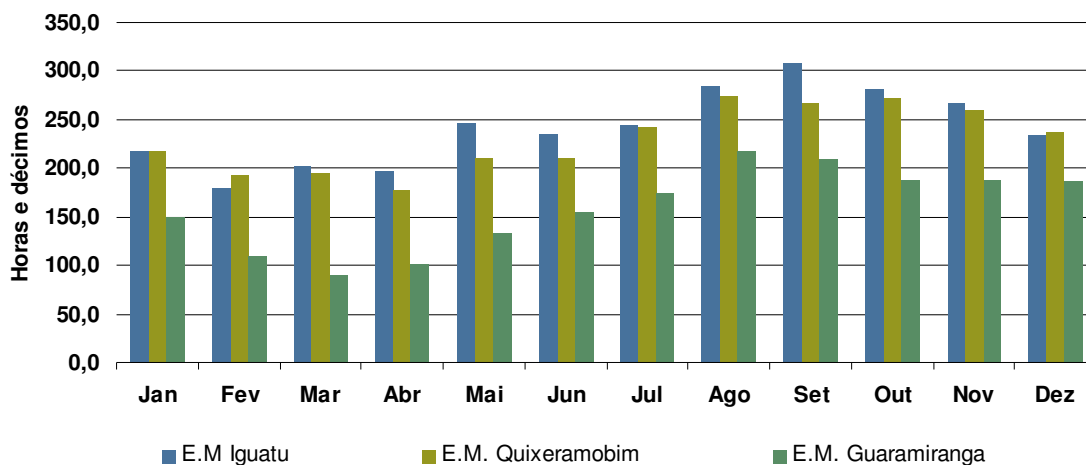
Insolação

No Nordeste a radiação solar é um dos fatores mais atuantes. Nas baixas latitudes, esta é tanto mais intensa quanto menor o ângulo de incidência dos raios solares, o que contribui para que as temperaturas médias anuais sejam tão elevadas.

A Figura 4.1-4 mostra as médias mensais de insolação total (horas e décimos), nas estações de Iguatu, Quixeramobim e Guaramiranga. Observa-se que os meses de julho a novembro são os que possuem maior insolação, e é quase o mesmo período em que a o índice de nebulosidade é menor, pois insolação e nebulosidade são aspectos ligados diretamente.

Sendo assim, os meses de maior nebulosidade são os que possuem menor insolação, nesse caso, os meses de janeiro a maio.

Figura 4.1-4 - Insolação Total



Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

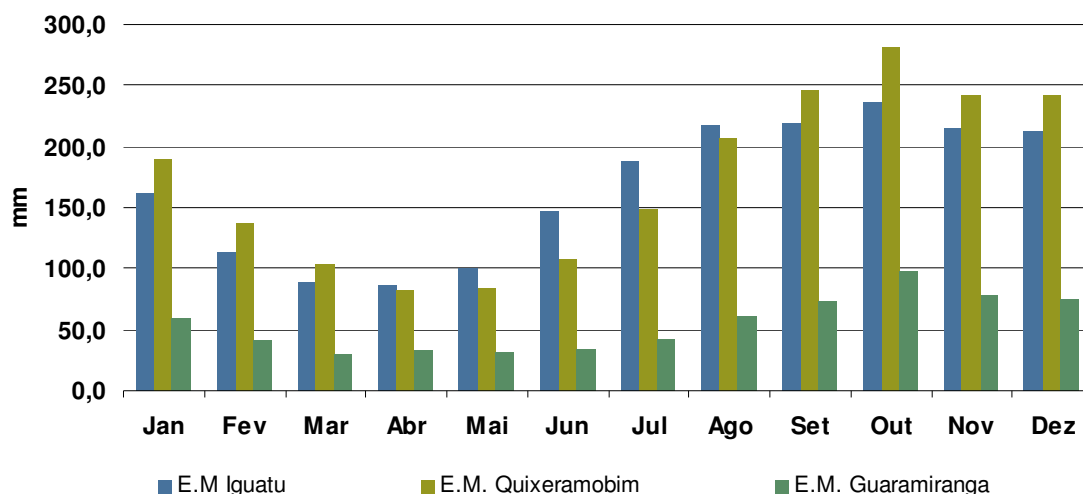
Evaporação

O termo evaporação, em climatologia, é utilizado para descrever a perda de água de superfícies aquáticas ou de solo nu. Os fatores determinantes da taxa de evaporação de uma determinada área são: umidade, radiação solar, temperatura e velocidade dos ventos (Ayoade, 2003).

As altas temperaturas da região em estudo propiciam um intenso processo de evaporação. O Gráfico a seguir mostra a média de evaporação (mm) registrada pela normal climatológica das estações em questão.

Pode-se observar que nos meses de agosto a dezembro ocorrem os maiores índices de evaporação, e nos meses de janeiro a maio ocorrem os menores índices.

Figura 4.1-5 - Evaporação



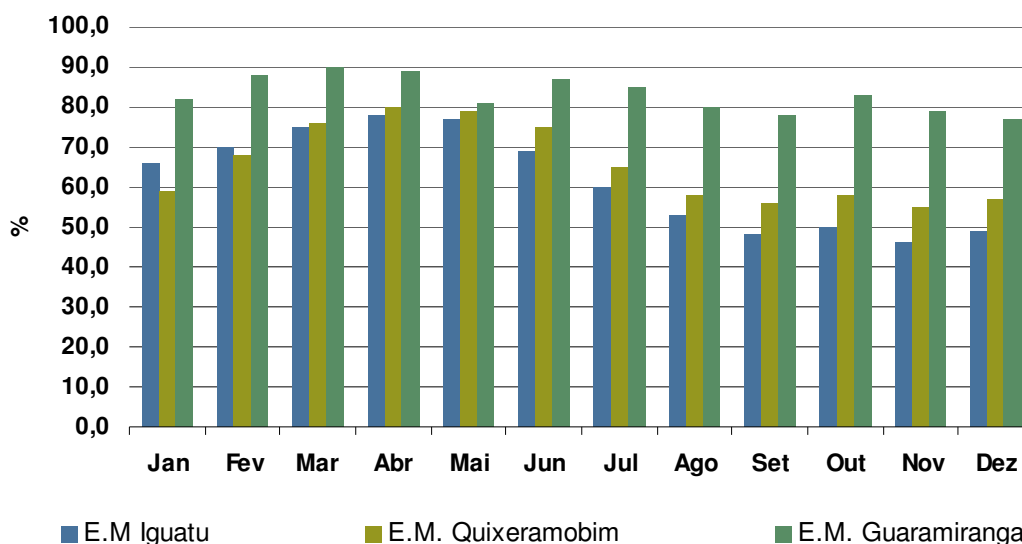
Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

Umidade Relativa

A umidade é medida para descrever a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera. A umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado (Ayoade, 2003).

A Figura 4.1-6 a seguir mostra que a umidade relativa do ar nos meses de agosto a dezembro são as menores registradas, sendo inferior a 60%, com exceção da estação de Guaramiranga, e os meses de janeiro a julho são os que possuem maiores índices de umidade relativa, superiores a 60%.

Figura 4.1-6 - Umidade Relativa



Fonte: Depto. Nacional de Meteorologia, 1992.

D) Considerações Finais

Com base nas informações obtidas, pode-se classificar o clima do entorno do futuro traçado da Nova Transnordestina como semi-árido, com temperaturas elevadas durante o ano todo, com grande amplitude pluviométrica ao longo do ano.

4.1.2. Geologia, Geomorfologia e Solos

4.1.2.1. Geologia, Geomorfologia e Solos: AID

A) GEOLOGIA

O estudo geológico foi realizado a partir de consultas no Serviço Geológico do Brasil (CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), no DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, no IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará - UFC, através das publicações da “Revista de Geologia”.

Inserido na porção setentrional da Província Borborema, na denominada Região de Dobramentos do Nordeste, o estado do Ceará apresenta mais de 85% de sua área formada por terrenos pré-cambrianos, constituídos por rochas metamórficas de baixo e alto grau e rochas ígneas. As demais áreas apresentam coberturas sedimentares de idades fanerozóicas até o recente.

A configuração geológica desta província resulta de eventos tectono-magmáticos ocorridos durante o ciclo Brasileiro, de idade Proterozóica, bem como do tectonismo ocorrido no paleozóico e no mesozóico, que geraram um arcabouço estrutural caracterizado por extensos falhamentos com orientação E-W e NE-SW, delimitando um mosaico de terrenos com características distintas.

Os esforços tectônicos a que foi submetida a região, imprimiram às rochas deformações dúcteis e rúpteis, caracterizadas por falhamentos normais e de rejeito direcionais, dobramentos, foliações miloníticas e fraturamentos de origem extensional e de cisalhamento. Essas deformações foram mais intensas no âmbito do embasamento, onde se mostram mais evidentes.

As unidades precambrianas são parcialmente cobertas por pacotes sedimentares paleozóicos e cenozóicos da bacia do Parnaíba, no limite oeste do estado, e das bacias costeiras e interiores (Potiguar, Araripe, Iguatu entre outras menores), respectivamente. O extremo nordeste do estado é recoberto pela porção ocidental da bacia Potiguar, que se estende sobre a plataforma continental, chegando até a base do talude. Sedimentos recentes recobrem toda a região litorânea, com espessuras de poucas dezenas de metros. Os principais domínios estruturais, limitados por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes foram individualizados em um contexto colisional Neoproterozóico do ciclo Brasileiro.

- Domínio Piancó-Alto Brígida: formado por seqüências metavulcano-sedimentares e metassedimentares e por rochas plutônicas neoproterozóicas. Sua área encontra-se representada por biotita-hornblenda gnaisses, de coloração cinza claro a médio, granulação fina a média, por vezes migmatizados, com estrutura dobrada, localmente com intercalações anfíbolíticas, pouco a medianamente fraturados. As fraturas encontram-se freqüentemente seladas, com contato rocha x rocha ou preenchidas por material quartzo-feldspático. Ao norte, tal domínio é limitado pela zona de cisalhamento Patos com orientação E-W.

Tabela 4.1-3 - Litologias do Domínio Piancó-Alto Brígida

Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Grupo Cachoeirinha: Formações Santana dos Garrotes e serra do Olho d'Água	Filito siltítico, metarenito, sericita xisto, metavulcânicas ácida e intermediária (Nsg), metaconglomerado polimicto, grauvaca, quartzito (qt) e calcário cristalino (Noa)
Grupo Salgueiro	Muscovita xisto, com intercalações de quartzito, quartzo xisto, filito, xisto ferruginoso e talco xisto.
Complexo Riacho Gravatá	Muscovita quartzito, muscovita xisto, por vezes grafitoso, calcário cristalino, metavulcânicas básica, ácida e intermediária, quartzo-muscovita xisto, filito, metavulcânica básica e metarenito, biotita-clorita xisto, anfibólio xisto, quartzo-clorita xisto, filito negro grafitoso, com níveis de quartzito ferrífero bandado.
Complexo Piancó	Biotita-hornblenda gnaissé às vezes migmatizado, incluindo anfibolito e rocha calcissilicática (Mp1); cordierita xisto incluindo biotita-hornblenda gnaissé, anfibolito e raramente calcário cristalino (Mp2).

- Domínio Granjeiro: Formado principalmente por rochas de idade arqueana e paleoproterozóica, com uma pequena relíquia neoproterozóica. Consiste de uma seqüência supracrustal sobre o embasamento arqueano, ambos intensamente afetados pela orogênese Brasileira e limitados a norte pelas zonas de cisalhamento Farias Brito e Tatajuba.

Tabela 4.1-4 – Litologias do Domínio Granjeiro

Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Formação Lavras da Mangabeira	Muscovita-biotita xisto, com ou sem granada-biotita xisto, clorita-sericita xisto, filito e quartzito com metaconglomerado na base.
Ortognaisses indiscriminados	Ortognaisse de composição granodiorítica-granítica subordinadamente tonalítica com intercalações de calcário cristalino e anfibolito.
Suíte Inharé	Diques e pequenas intrusões de anfibolitos e hornblenditos.
Complexo Santa Cruz	Ortognaisses tonalíticos, augen gnaisses e leucogranito-gnaisses.
Complexo Serrinha-Pedro Velho	Migmatitos com mesossoma de ortognaisses tonalítico-graníticos, com anfibolitos (diques) e leucossomas graníticos de injeção (unidade Serrinha); migmatitos trondjemíticos, incluindo hornblenda leucogranitos, granulitos félsicos, clinopiroxênio gnaisses, ortognaisses tonalíticos com granada e rochas calcissilicáticas (unidade Porto Velho).
Complexo São José do Campestre	Sienogranitos metaluminosos subalcalinos.
Ortognaisse TTG	Ortognaisses de composição tonalítica-trondjemítica-granítica.
Complexo Granjeiro	Ortognaisses máfico-intermediários, com intercalações de metabasaltos, metagabros, serpentinitos, talco xistos (raros periotitos), quartzitos, formações ferríferas, cordierita-biotita xistos, biotita gnaisses, calcários cristalinos, metacherts, granada metabasitos, raros gonditos.

- Domínio Orós-Jaguaribe: possui uma evolução complexa, envolvendo um embasamento paleoproterozóico e uma entidade tectônica intraplaca mesoproterozóica, que inclui granitóides anorogênicos e uma seqüência vulcano-sedimentar que varia de um ambiente de rifte para uma margem passiva. Todo o conjunto foi intensamente deformado pela Orogênese Brasileira, formando um cinturão de cisalhamento brasileiro. O arcabouço atual é de uma série de blocos de embasamento, alternados com faixas reliquias de uma cobertura vulcano-sedimentar originalmente mais contínua.

Tabela 4.1-5 - Litologias do Domínio Orós-Jaguaribe

Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Grupo Orós	Granada-biotita xisto, quartzito, metavulcânicas (ácida e básica), calcário cristalino, hornblenda-biotita gnaiss, rocha calcissilicática e anfibolito.
Grupo Jaguaribe	Metavulcânicas (ácida e básica), metachert quartzito micácio às vezes ferruginoso, biotita-muscovita xisto, calcário cristalino e rocha calcissilicática.
Grupo Serra de São João	Biotita-muscovita xisto, quartzo-muscovita xisto, anfibólio gnaiss, muscovita quartzito, quartzito feldspático, metacon-glomerado, anfibolito e calcário cristalino.
Suíte Magmática Serra do Deserto	Hornblenda-biotita augen gnaiss e biotita augen gnaiss.
Complexo: Acopiara e Jaguaretama	Ortognaisses de composição granodiorítica-tonalítica e granítica, gnaiss anfibolítico, augen gnaiss, paragnaisses e xistos com granada, ± sillimanita e ± grafita, com variado grau de migmatização. Intercalam-se níveis calcário cristalino, rochas calcissilicáticas e quartzitos.

- Domínio Ceará Central: forma uma faixa de direção aproximada NE-SW, limitada pelas zonas de cisalhamento dextrais, de Senador Pompeu, a norte, e de Aiuaba, a sul. Os seus afloramentos se iniciam, na parte oeste do domínio, próximo aos sedimentos da Bacia do Parnaíba e se prolongam para nordeste. Este domínio, que ocupa uma extensa área do estado, é caracterizado por uma tectônica recumbente de larga escala e nappes bem preservados, envolvendo gnaisses policíclicos e supracrustais com deslocamento.

Tabela 4.1-6 - Litologias do Domínio Ceará Central

Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Grupo Ceará	Micaxistos variados, quartzitos e gnaisses a duas micas, com intercalações de metacalcários e lentes subordinadas de calcissilicáticas.
Granitóides Sintectônicos	Ortognaisses porfíricos, de coloração cinza, foliados, composição granítica e granodiorítica e idade em torno de 2.100Ma.
Complexo Acopiara	Rochas gnáissico-migmatíticas, de caráter essencialmente paraderivado, localmente enriquecidas por material grafitoso e/ou scheelitífero.
Complexo Tonalítico-Granodiorítico	Rochas gnáissico-migmatíticas, ortoderivadas, associadas a corpos de anfibolitos, metacalcários, charnockito e metaul-tramáficas.

- Domínio de Dobramentos do Médio Coreau: correspondente ao Cinturão Orogênico, ocorre a noroeste da zona de cisalhamento Sobral-Pedro II e é formado por embasamento policíclico arqueano e seqüências vulcano-sedimentares meso e neoproterozóicas. Englobando uma variada gama de litótipos com distintasidades e origens em uma mesma unidade tectônica.

Tabela 4.1-7 - Litologias do Domínio Dobramentos do Médio Coreau

Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Grupo Jaibaras	Conglomerado polimíticos, filitos, xistos e seqüências vulcânicas.
Grupo Ubajara	Arcóseos, grauvacas conglomeráticas, calcários, arenitos, quartzitos e filitos.
Grupo Martinópolis	Xistos, quartzitos, clorita e sericita.
Grupo São Joaquim	Quartzitos, calcissilicáticas e xistos.

De uma maneira geral, a faixa de terreno onde está inserido o trecho em estudo é constituída por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, pertencentes ao embasamento pré-cambriano; rochas de baixo grau de metamorfismo pertencentes ao Grupo Jaibaras, do Cambriano; rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, coberturas de rochas sedimentares terciário-quadernárias e formações superficiais constituídas por sedimentos quadernários.

Tendo em vista os propósitos do presente trabalho, é feita, a seguir, uma descrição sucinta das diferentes unidades geológicas que compõem a faixa de terreno em estudo, partindo-se das mais antigas para as mais recentes, de acordo com a escala de tempo geológico.

a) *ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO*

Arqueano: A (T – B) Complexo Maracaçumé: gnaisses e migmatitos de composição tonalítica a granítica; corpos anfíbolitos concordantes, retrabalhados nos ciclos Transamazônico e Brasileiro.

Paleoproterozóico: PPcc, Unidade Canindé do Complexo Ceará: paragnaisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortognaisses ácidos, rochas metabásicas: metagabros, anfíbolitos com ou sem granada, e gnaisses dioríticos, associados ou não a enderbitos; PP(cq): lentes de quartzitos; PP(cca): metacalcários; PPbe, Complexo Serra da Boa Esperança: Muscovita-quartzo xistos, granada-biotita-feldspato-quartzo xistos e magnetita-muscovita quartzitos; e, PPci, Unidade Independência do Complexo Ceará: paragnaisses e micaxistos aluminosos (em parte migmatíticos), incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e, mais raramente, anfíbolitos; PPci(iqx): micaxistos, paragnaisses e quartzitos.

Paleoproterozóico/Neoproterozóico: PP(NP)cc: tratos onde são comuns os jazimentos estratóides e diqueiformes de granitóides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, gnaissificados ou não e, em parte, facoidais, associados ao Grupo Canindé do Complexo Ceará.

Neoproterozóico/Paleoproterozóico: NP(PP)ts, Complexo Tamboril-Santa Quitéria: associação granito-migmatítica, envolvendo granitóides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfiríticos, gnaissificados ou não, em jazimentos de geometrias e dimensões diversas; para e ortognaisses migmatíticos, além de rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e, localmente, rochas ferríferas e metaultramáficas (relacionadas, no geral, ao Complexo Ceará e sendo, as primeiras, freqüentes como enclaves dos granitóides); NP(PP)(tsy) – granitóide Uruburetama (corpos menores fotointerpretados); (1180Ma) e NP(PP)yc - conjunto similar ao NP(PP) ts.

Neoproterozóico (Intrusivas): NPγ: Granitóides diversos: biotita-granitos, monzogranitos, sienitos, quartzomonzonitos e granitos porfiríticos, em parte somados num mesmo espaço cartografado.

b) *ROCHAS DE BAIXO GRAU DE METAMORFISMO DO GRUPO JAIBARAS*

Cambriano: Ojp, Formação Pacujá do Grupo Jaibaras: arenitos líticos e arcoseanos, micáceos e de granulometria variável, folhelhos e siltitos vermelhos, micáceos, leitões

conglomeráticos; cores escura, roxo-avermelhada e, acessoriamente, esverdeada e creme; estratificação plano-paralela e laminação; metamorfismo de muito baixo grau / fluvial; e, Oja, Formação Aprazível do Grupo Jaibaras: ortoconglomerados grossos e polimíticos, com matriz arcoseana e, normalmente, sem acamamento. Ambiente fluvial.

c) *ROCHAS SEDIMENTARES DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA*

A Bacia sedimentar do Paranaíba apresenta uma coluna sedimentar com espessura da ordem de 3.400m. Classificada como intracratônica típica (Brito Neves, 1985), é preenchida por sedimentos predominantemente siliciclásticos de idades que vão do Siluriano ao Triássico, designados como grupos Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim. A Figura 4.1-7 apresenta a coluna estratigráfica geral para essa bacia.

Na faixa em estudo, contudo, ocorrem apenas as formações descritas a seguir:

Siluriano: Ssg, Grupo Serra Grande: conglomerados e arenitos, em parte feldspáticos, com intercalações de siltitos e folhelhos / fluvial entrelaçado, marinho raso e glacial.

Devoniano (Grupo Canindé): Dp, Formação Pimenteiras: Arenitos, siltitos e folhelhos. Ambiente marinho raso; Dc, Formação Cabeças. Arenitos e siltitos. Ambientes fluvial, estuário e marinho raso; e, DCI, Formação Longa: Folhelhos e siltitos. Ambiente marinho raso.

Carbonífero: Cpo, Formação Poti, do Grupo Canindé: Arenitos, siltitos e folhelhos. Ambiente deltaico e litorâneo; e Cpi, Formação Piauí do Grupo Balsas: Arenitos, siltitos, folhelhos e calcários. Ambientes continental fluvial e litorâneo, com intercalações marinhas.

Permiano: Pm, Formação Motuca.

- Seção Superior: arenitos vermelhos, finos a médios, com grãos esféricos e foscos, localmente micáceos e argilosos.
- Seção Média: siltitos e folhelhos esverdeados, bem laminados, com fraturas preenchidas por aragonita. Intercalações de leitos de calcário argiloso, gipsita e calcita fibrosa.
- Seção Inferior: arenitos finos a médios, róseos e esbranquiçados, com grãos subarredondados a esféricos, foscos e friáveis. Localmente folhelhos e siltitos arenosos, vermelho-tijolo, micáceo, calcífero, com fraturas preenchidas por calcita e aragonita. Localmente barita e sílex. Estruturas de colapso e freqüentes dobramentos. Ambiente fluvial-deltaico-eólico-lagunar com fraca contribuição marinha. Clima semi-árido e quente.

Ppf, Formação Pedra de Fogo do Grupo Balsas: Arenitos, folhelhos, calcários e silexitos. Ambientes marinho raso e litorâneo.

- Seção Superior: siltitos e folhelhos arroxeados, micromicáceos com laminação de carbonato e silexito.
- Seção Média: arenitos amarelados, muito finos a médios mal selecionados, argilosos,

- Seção Inferior: siltitos violáceos, creme-esbranquiçados, argilosos, micromicáceos, raramente calcíferos, fossilíferos, parcialmente silicificados com abundantes nódulos de silixitos. Níveis de arenito fino, argiloso com grãos subarredondados. Intercalações de leitos de gipsita e bancos de argilito com nódulos de silixito. Estratificação cruzada e estrutura de escorregamento. Ambiente fluvial-deltáico com contribuição eólica e marinha. Clima semi-árido e quente.

Jurássico Superior: JSc, Formação Corda.

- Seção Superior: intercalações de argilitos, siltitos e folhelhos fossilíferos com arenitos arroxeados, médio-grosseiros-grosseiros com grãos arredondados e foscas, com seixos de quartzo e níveis de argila;
- Seção Inferior: em contato com basaltos, a seqüência inicia-se por arenitos grosseiros a conglomeráticos, arroxeados, com blocos de basalto (até 20cm), calcita, sílex e argilito; quando repousa sobre outras unidades, consiste de arenitos finos e médios, com grãos subarredondados e brilhosos. Intercalação de calcários silicificados e mudstone. Estratificação cruzada e plano-paralela. Ambiente fluvial-eólico. Clima semi-árido a desértico.

JSl, Formação Serrote do Limoeiro: Arenitos vermelhos a roxos, finos a médios, friáveis, bem classificados, caulínicos, com boa estratificação em acamamento médio, intercalados com siltitos e argilitos vermelhos, além de folhelhos verde-oliva, localmente fossilíferos. Lacustre raso e fluvial; Jsl, Formação Iborepi: Arenitos branco-amarelados, de granulação grossa a conglomeráticos, mal classificados, friáveis, com acamamento espesso e irregular, além de estratificações cruzadas. Leques aluviais e bancos de arenitos fluviais anastomosados.

Cretáceo: Kim, Formação Malhada Vermelha: Ritmitos de siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos e verdes, bem estratificados em delgadas intercalações subsidiárias de margas e calcários; Kic, Formação Icó: Arenitos arcoseanos e líticos, grossos e conglomeráticos, em bancos espessos, com estratificação cruzada; intercalações de arenitos médios a finos, vermelhos, além de folhelhos e margas. Leques aluviais coalescentes.

d) COBERTURAS DE ROCHAS SEDIMENTARES TERCIÁRIO-QUATERNÁRIAS

Terciário Paleógeno/Neógeno: ENb, Grupo Barreiras Indiviso: arenitos argilosos de tonalidade variegada (amarelada, avermelhada e esverdeada), matriz argilo-caulínica, com cimento argiloso, ferruginoso e, às vezes, silicoso; granulação fina a média, com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos na base (podem-se encontrar, no topo, areias silticas bem classificadas). Sistema fluvial com esporádicas corridas de lamias.

Terciário (Neógeno) / Quaternário: NQc, Coberturas sedimentares de espriamento aluvial: Sedimentos arenosos, argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjado, avermelhado e amarelado; apresentam-se, em certos locais, cascalhosos e laterizados na base. Fluvial; NQm, Formação Moura: Conglomerados polimíticos, na base, de matriz arenosa grossa e de fraca diagênese, mal selecionados e pobremente cimentados por material siltico-arenoso de cor vermelha a creme; areias de granulometria variável, de tonalidades avermelhadas e amareloclaras; siltitos vermelhos no topo. Fluvial.

e) **SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS**

Quaternário/Holoceno: QHfm, Depósitos flúvio-marinhos: areia, silte, argila e vasa; Qa, Depósitos aluviais (localmente coluviais): argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzo-feldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas. Ambiente fluvial, em parte com influência marinha; e, Qd, Depósitos eólicos litorâneos (dunas fixas/paleodunas): areias de granulação fina a média, raramente siltosas, quartzosas ou quartzo-feldspáticas, bem selecionadas, de tonalidades cinza-clara e alaranjada no topo e avermelhadas na base (inconsolidadas ou consolidadas)/eólico litorâneo.

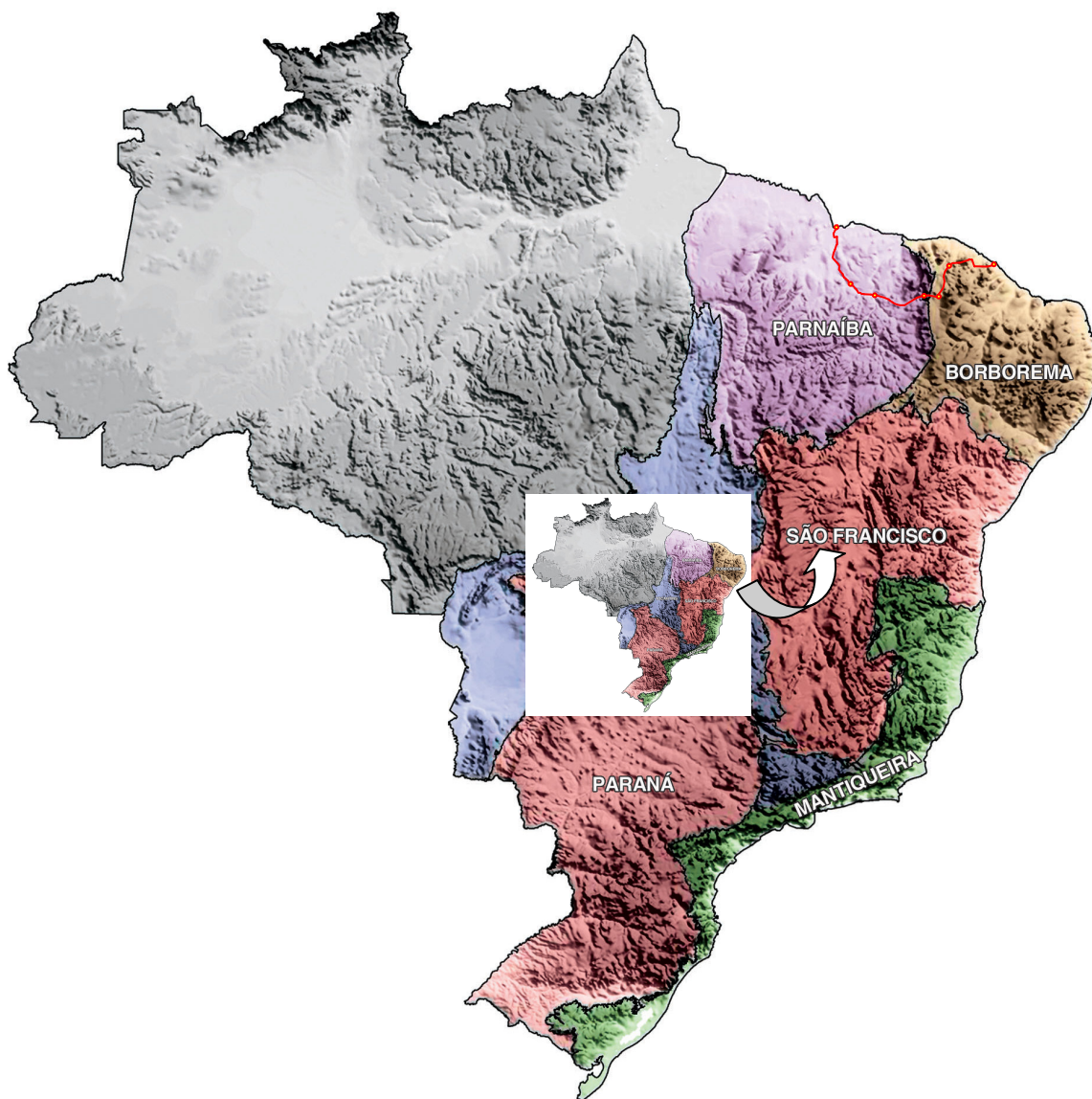
B) Geologia Estrutural

Do ponto de vista geotectônico, o trecho em estudo atravessa duas das Províncias Estruturais do Escudo Atlântico, definidas conforme Almeida et. al (1981): A Província da Borborema e a Província Parnaíba (Figura 4.1-7).

A Província Borborema constitui uma entidade tectônica que teve sua configuração atual definida durante o Ciclo Brasileiro. Tal ciclo foi composto por uma série de eventos tectono-orogênicos, desencadeados no final do Proterozóico Superior, resultando na formação de rochas magmáticas consolidadas na parte superior da crosta.

Essa província é constituída por faixas separadas por maciços medianos ou anticlinais de grandes dimensões, os quais expõem o embasamento Pré-Brasiliano. Toda a área foi submetida a diversos processos tectônicos, que resultaram em várias fases de dobramentos. As direções de dobramentos não apresentam vergências regionais bem definidas. A datação dos eventos de metamorfismo, de magmatismo e de intrusões de granitóides sintectônicos é de aproximadamente 650M.a. a 700 M.a. O aparecimento de granitóides tarditectônicos é registrado como do início do Cambriano, cerca de 500M.a. a 600M.a.

Figura 4.1-7 - Províncias Estruturais da Borborema e Parnaíba sobre modelo digital do terreno, com indicação do Trecho Fortaleza – Teresina – São Luís da CFN. (modificado de Bizzi et. al, 2003).



Brito Neves (1983) e Santos et al., (1984) classificaram a Província da Borborema, também chamada de Região dos Sistemas de Dobramentos Nordeste, em domínios estruturais. A classificação da província feita por estes autores é muito semelhante, havendo divergência no nome dado, por cada autor, aos domínios por eles classificados. Apresenta-se, a seguir, a classificação do Pré-Cambriano Nordestino feita por Santos et al. (1984) e, entre parênteses, a feita por Brito Neves (1983):

- Domínio do Médio Coreáú (I - Domínio do Rio Coreáú),
- Domínio Cearense (III - Domínio Jaguaribeano),

- Domínio Transnordestino (V - Domínio Central),
- Domínio Extremo Nordeste (IV - Domínio Centro-Oriental);
- Domínio Sergipano (II - Domínio Sergipano).

A Figura 4.1-8 apresenta a Região ou Sistema de Dobramentos Nordeste, de acordo com Santos *et al.* (1984).

A Bacia do Parnaíba tem seu arcabouço influenciado por feições estruturais do embasamento cristalino. Trata-se de uma bacia tipicamente intracratônica e essencialmente Paleozóica, embora com depósitos mesozóicos cobrindo extensas áreas. Ocupa uma área de 600.000km², sendo preenchida por rochas sedimentares terrígenas que atingem espessuras de mais de 3.000m, dos quais 2.500m são de idade Paleozóica.

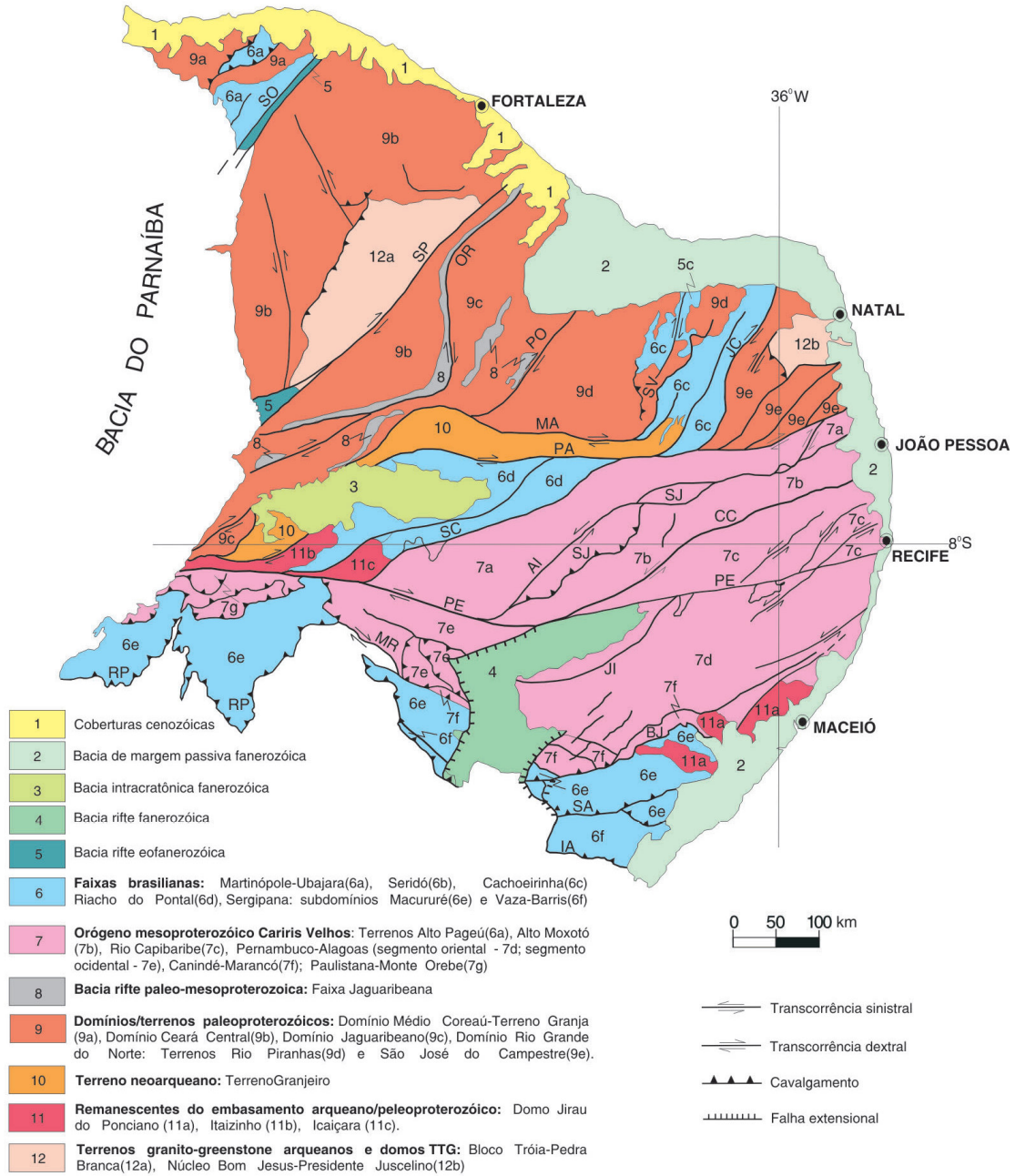
Tendo em vista a compartimentação tectônica acima descrita, o trecho em estudo apresenta dois níveis bastante diversos de complexidade estrutural.

A porção que corresponde à maior parte do Estado do Ceará está compreendida dentro da Província da Borborema e mais precisamente dentro da região pertencente ao Domínio Ceará Central-DCC.

Esse domínio está situado entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu. Consiste de embasamento gnáissico, formado durante a colagem transamazônica, com a inclusão de um importante núcleo Arqueano (Maciço Tróia-Tauá), além de conter uma série de seqüências supracrustais neoproterozóicas, remanescentes de cinturões de dobramentos (quartzitos, pelitos, unidades carbonáticas menores), e plutonismo brasileiro expressivo (Neoproterozóico Superior).

O Domínio Ceará Central separa-se do Domínio Médio Coreaú-DMC pelo Lineamento Transbrasiliano, chamado nesse trecho de Lineamento ou Zona de Cisalhamento Sobral/Pedro II. Ao longo dessa importante zona, ocorre uma série de bacias transtensionais e plútons pós-orogênicos, alguns destes parcial ou totalmente cobertos pelas rochas sedimentares Fanerozóicas da Bacia do Parnaíba.

Figura 4.1-8 - Sistema ou Região de Dobramentos Nordeste, adaptado de Santos et al (1984), contendo os Principais Lineamentos ou Zonas de Cisalhamento, com destaque para a Zona SO (Sobral/Pedroll)



Partindo-se de Fortaleza, após estreita faixa correspondente aos sedimentos costeiros, até as proximidades de São Luís do Curú, a ferrovia atravessa rochas cristalinas pertencentes ao Domínio Ceará Central-DCC, que nesse trecho apresentam orientações preferenciais Nordeste-Sudoeste. Destaca-se como importante feição estrutural o antiforme de Catuama, com direção NNE, que corta a faixa estudada entre Catuama e Umantuba, associado às rochas metamórficas paleoproterozóicas da Unidade Canindé.

A Zona de Cisalhamento Sobral/Pedro II é a principal feição estrutural dessa porção do trecho em estudo. Corresponde à extremidade nordeste do Lineamento Transbrasiliano. Esse lineamento corresponde a um cinturão de faixas de cisalhamento de extensão transgondwânica, ou seja, afeta todo o continente sul americano. Possui trend ou direção preferencial Nordeste-Sudoeste e envolve tanto a infra como a supra-estrutura crustal. Está relacionado com importantes lineamentos magnéticos.

A Bacia do Parnaíba apresenta forma quase circular. Os falhamentos da borda oeste, os mergulhos das camadas geológicas dirigidos para o interior da bacia, assim como os respectivos eixos de maior subsidência das unidades Serra Grande e Cabeças e, finalmente, as intrusões de diabásio, constituem fatores geológicos que condicionam fortemente a hidrogeologia da área. Na porção da ferrovia que atravessa a bacia não se verificaram estruturas tectônicas de maior relevância, em função da cobertura sedimentar. Através da análise do mapa verifica-se que são freqüentes falhamentos com direções predominantemente Nordeste–Sudoeste e menos freqüentemente Noroeste-Sudeste.

Mapa 4.1-1 - Geologia na AID

Folha 1

Folha 2

Folha 3

Folha 4

C) Geomorfologia

As formas do relevo representam a expressão espacial de uma superfície, compondo desta maneira, as diferentes configurações da paisagem geomorfológica. As formas do relevo foram esculpidas pela ação de um determinado processo, representando, assim, um acentuado relacionamento entre as formas e os processos.

O relevo de uma região é resultado das interferências dos agentes internos modificadores do mesmo e também das forças externas, pois através do tipo de relevo, do clima, da cobertura vegetal, solos ou até mesmo do arranjo estrutural litológico é que se podem obter as diferenciações de paisagens no Planeta. Estas paisagens constantemente modificadas pelo ser humano, em função dos interesses deste, que necessita do espaço para construir sejam habitações, fábricas, comércios ou mesmo para plantações, provoca com o transcorrer deste tipo de situação o desequilíbrio dos ambientes naturais. (Christofoletti, 1999).

O relevo cearense engloba compartimentos bastante diferenciados, que se justificam por mecanismos genéticos complexos. Ressalta-se a prevalência das superfícies rebaixadas do sertão recobertas por caatingas, extensas depressões periféricas de bordos de bacias sedimentares em contato com rochas do escudo cristalino, desenvolvidas no sentido dos fundos dos vales ou do litoral por declives suavemente inclinados.

Estas depressões atestam os efeitos pronunciados de processos erosivos a que estiveram submetidas no Pleistoceno, constantemente interrompidas por formas residuais elevadas que constituem os relevos serranos. Observa-se uma diversificação da paisagem dos sertões, com surgimento não apenas destas serras, mas também das planícies aluviais.

Mais especificamente, na região onde se insere o Trecho Missão Velha – Porto de Pecém da ferrovia, o relevo é marcado por superfícies de altimetrias variadas, contendo áreas mais elevadas que estão dissecadas, resultando em formas tabulares aplainadas, em vales aplainados e em superfícies de baixa altimetria, como as áreas com planícies e acumulação de sedimentos.

O Mapa Geomorfológico do trecho da ferrovia, que se encontra a seguir, denominado Geomorfologia na AID folhas 1 a 4, é produto da compilação dos mapas geomorfológicos do Projeto RADAM e de imagens de radar SRTM.

A região está compartimentada em três grupos de relevo: o domínio das serras e planaltos, a região dos vales e as vertentes. Apesar do relevo movimentado, existem grandes áreas planas ou suavemente onduladas. A altitude média fica em torno de 400m a 600m. O relevo nestas áreas se caracteriza por linhas que vão desde as formas subtabulares até as planícies fluviais. Nessas maiores cotas de altimetria destacam-se as cabeceiras dos principais cursos das bacias hidrográficas pertencentes à região estudada.

No trecho da AID, a ferrovia cruzará, desde o interior do Estado até o litoral, por intervalos relativamente grandes de formações do Planalto Sertanejo, Planície Fluvial (Jaguaribe), novamente Planalto Sertanejo, Depressão Sertaneja e finalmente, já no litoral, Planície Litorânea. A seguir apresentam-se os descritivos para para cada formação destacada no trecho de caminhamento da ferrovia projetada.

A Planície Litorânea - Trata-se de uma faixa de terra que acompanha paralelamente a faixa costeira, com largura de 5km a 10km e constituída por sedimentos arenosos recentes intensamente trabalhados pela ação eólica, constituído de um vasto cordão de dunas móveis submetidas a uma contínua mobilização das partículas de areia. À retaguarda das dunas móveis, dunas de geração mais antiga revestidas por vegetação, com indício de processos pedogenéticos.

Ao lado das dunas, as planícies flúvio-marinhas, desenvolvidas através de um processo combinatório de agentes fluviais e marinhos, marcam a paisagem da planície litorânea. Ocorrência de mangues que se dispõem longitudinalmente às calhas fluviais. Os cursos d'água de menor caudal chegam a ser barrados formando lagoas costeiras. O posicionamento das dunas tem papel decisivo para explicar o padrão anastomótico ou labiríntico, verificadas nos baixos cursos d'água, ou os freqüentes desvios das embocaduras.

Na faixa costeira observa-se, às vezes, a presença de inúmeras pontas que quebram, de quando em quando, a retificação do litoral (Jericoacoara, Iguape, Mucuripe, entre outras). A ocorrência das mesmas é justificada pela constituição litológica de maior resistência, associadas aos afloramentos de quartzitos ou às concreções lateríticas. É comum a existência de paredões costeiros esculpturados, falésias observadas em Paracuru, Caucaia, Camocim, Jericoacoara, Morro Branco.

Depressão Sertaneja – Compreende em termos de extensão geográfica, a unidade de maior expressividade. Representa uma superfície embutida, entre planaltos cristalinos e/ou sedimentares, com níveis altimétricos entre 100m a 350m, topografia aplainada ou ligeiramente ondulada e recoberta por caatingas de porte e flora diferenciáveis conforme a localização.

Por sua extensão, a depressão sertaneja apresenta mudanças de natureza litológica e edáfica. Nota-se o desenvolvimento de uma superfície de erosão que, truncando os mais diferenciados tipos de rochas, enseja a elaboração de um vasto aplainamento desenvolvido por processos de pediplanação condicionado pela semi-aridez mais rigorosa.

A distribuição espacial dos solos é bastante complexa, associações das mais diversificadas. Na depressão sertaneja as condições climáticas de semi-aridez se tornam mais agudas, com totais pluviométricos que dificilmente ultrapassam a 800 mm. O que identifica o clima regional é o regime pluviométrico irregular, tanto no tempo quanto no espaço. Esta irregularidade alcança casos extremos de secas ou de chuvas excessivas.

Nas áreas deprimidas do sertão se evidenciam rampas suavemente inclinadas, com declives da ordem de 3% a 8%. O caimento topográfico se orienta no sentido dos fundos dos vales, ou do litoral, a partir da base dos níveis elevados dos planaltos sedimentares, de maciços residuais ou das cristas e inselbergs.

Na maior parte do sertão a capacidade de incisão linear da drenagem é incipiente o que justifica a pequena amplitude entre os interflúvios e fundos de vales. Quando a drenagem se adensa e as rochas tenras prevalecem, há condições para que a topografia se mostre mais dissecada e os interflúvios assumam formas de topos convexados.

A dinâmica morfogenética das depressões sertanejas esta estreitamente correlacionada com os condicionantes climáticos e com o caráter caducifólio do revestimento florístico. A amplitude diurna das temperaturas é o principal fator que conduz à desagregação física das

rochas. As chuvas torrenciais, por outro lado, têm papel decisivo no processo de remoção do material alterado.

O revestimento florístico pouco contribui para deter os efeitos das enxurradas. O material superficial vai aos poucos sendo removido pela ação do lençol de escoamento e pelo lençol concentrado (erosão laminar). Disso resulta a menor profundidade dos solos e a ocorrência de pavimento desértico (chão pedregoso) pela pequena capacidade transportadora do lençol de escoamento.

Um conjunto de características ambientais serve para definir a fisiografia da depressão sertaneja, destacando-se: pronunciada diversificação litológica pela ocorrência de rochas cristalinas, cristalofilianas e sedimentares, de diferentes origens e idades; condições climáticas semi-áridas responsáveis por processos físicos de alteração das rochas e pela ação de escoamento difuso e concentrado com elevado poder no transporte de detritos finos.

Processos erosivos chegam a truncar indistintamente litologias e estruturas, conduzindo à elaboração das superfícies erosivas (pedimentos) que identificam o sertão; revestimento generalizado de caatinga que tem papel irrelevante para deter ou atenuar os efeitos da ação erosiva; pequena espessura do manto de alteração das rochas, com grande frequência de solos pedregosos; capacidade diminuta da incisão linear promovida pela rede de drenagem.

Planalto Sertanejo - Morfológicamente caracteriza-se por uma intensa dissecação do relevo, dando formas predominantemente aguçadas e convexas, dispostas segundo uma direção preferencial SW-NE e S-N. Trata-se de uma área de grandes dobramentos e falhamentos, que se refletem no relevo através de extensos alinhamentos de cristas, geralmente paralelas entre si. Isto pode muito bem ser observado na porção central e setentrional da área, nas serras dos Bastiões, Maia e Flamengo. A serra do Arneiroz, de forma semicircular, assemelha-se a uma estrutura elevada, erodida na sua parte interna, sendo constituída por crista quartzítica que, em sua porção central, é seccionada pelo rio Jaguaribe.

Destacam-se no Planalto Sertanejo, áreas elevadas, em regra com topos planos ou em início de dissecação. Entre elas, pode-se destacar as serras da Quaresma, Quincuncá, Mocambinho, Pombas, Marruás e Serra Nova. Cristas e colinas fortemente entalhadas tendem a circundar estas áreas elevadas, notadamente as serras da Quaresma e Quincuncá.

Outro aspecto geomorfológico, nesse planalto, são os interflúvios tabulares esculpidos nas rochas sedimentares da bacia de Cococi.

Planícies Fluviais – Representam formas de deposição fluvial que, por oferecerem melhores condições de utilização agrícola, contrastam com os setores interfluviais com solos mais restritivos para uso. Dentre as planícies mais expressivas, cita-se as formadas pelos rios Jaguaribe, Banabuiu, Salgado, Acaraú, Curu, Coreau, Aracatiaçu, Aracatimirim e Poti.

Transversalmente podem ser observados setores homogêneos: a vazante - compreende o talvegue e o leito menor do rio, submetido a cheias periódicas. Na área de vazante a largura é dependente do débito e do regime fluvial e atinge, para os rios maiores, até 1000m a 1200m. Nela podem ser notadas a presença de bancos de areia e "croas".

Imediatamente após a área da vazante, identifica-se a várzea que compreende a maior parte da planície fluvial. É uma área de terras planas, desenvolvidas em ambas as margens, com largura que superam a 10km, para rios de maior escoamento. O material constituinte é de

natureza aluvial. Mais raramente pode-se notar a ocorrência de leitos de divagação do rio, em particular nos baixos cursos, quando a velocidade do fluxo hidrológico é sensivelmente diminuída. A várzea só chega a ser atingida pelas águas do escoamento fluvial por ocasião de chuvas excessivas que provocam a ocupação do leito maior excepcional.

Às vezes as várzeas apresentam pequenos compartimentos mais elevados e abrigados, mesmo durante as cheias excepcionais, as "várzeas altas". Em geral o que prevalece é a chamada "várzea baixa", ocupada por vegetação ciliar de carnaubais. O limite da planície com os interflúvios é marcado pela ocorrência de terraços fluviais - pequenas barrancas recobertas por seixos pouco arestados que compreendem parcelas representativas dos antigos leitos de inundações fluviais.

Nas planícies fluviais o nível hidrostático encontra-se a uma profundidade que pouco supera a 5 metros, possibilitando que haja durante a estação seca um aproveitamento do lençol freático por meio de cacimbas ou de poços pouco profundos. Nos rios maiores é freqüente a presença de pequenas lagoas alimentadas pelo extravasamento de água do leito menor, quando se transpõe o obstáculo representado pelo dique marginal (pequena barranca fluvial que separa o leito menor da área de várzea).

Mapa 4.1-2 – Geomorfologia

Folha 1

Folha 2

Folha 3

Folha 4

D) Pedologia

A área objeto do presente estudo trata-se de uma faixa de terras ao longo do eixo da ferrovia, com cerca de 25 km de cada lado, e que se estende desde as proximidades do Porto de Pecém até a região de Missão Velha, no Estado do Ceará. Portanto liga o estado do Ceará de sul a norte (litoral).

No que diz respeito à ocorrência e arranjo dos solos, observa-se uma razoável relação entre os tipos de solos, as diversas regiões climáticas e a natureza do substrato geológico.

Em pequena faixa na porção litorânea, ocorrem solos arenosos em relevos aplanados, refletindo a natureza sedimentar do material litológico presente. Tais solos, originalmente denominados Areias Quartzosas Marinhas e que recebe a denominação atual de Neossolos Quartzarênicos Órticos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), tratam-se de solos extremamente arenosos e muito pobres do ponto de vista químico.

À medida que se afasta da costa, os solos estão direta ou indiretamente ligados a litológicas cristalinas antigas (pré-cambrianas) e, ainda nas proximidades desta (arredores de Fortaleza), quando ainda sob regime pluviométrico de maiores precipitações desenvolvem-se solos livres de pedras e cascalhos e com profundidade considerável. Principalmente nas áreas aplanadas, do tipo Argissolos com média e baixa fertilidade natural, embora em meio a eles, expressivas ocorrências de solos salinos (Planossolos Solódicos) são verificadas, quer devido à influência marinha, quer por ação da deficiência hídrica acentuada, já significativa nesta porção, o que é de certa forma indicado pela presença da vegetação nativa do tipo caatinga.



Foto 4.1-1 - Área de ocorrência de solos salinos no ambiente da caatinga. Presença da palmeira carnaúba.



Foto 4.1-2 - Perfil de Planossolo Nátrico Órtico típico. Região da Caatinga.



Foto 4.1-3 - Perfil de Neossolo Litólico Eutrófico típico, fase pedregosa. Ambiente de Caatinga.



Foto 4.1-4 - Aspecto da vegetação de Caatinga.

A partir daí para sul, em ambientes cada vez mais secos, onde a vegetação natural varia de caatinga hipoxerófila para caatinga hiperxerófila, sucedem-se solos característicos destes ambientes, que são solos de pequena (Neossolos Litólicos) ou mediana profundidade (Luvisolos) na maior parte das vezes de alta fertilidade natural e apresentando pedregosidade, rochosidade ou cascalhos no perfil.

Outros solos dotados de elevada quantidade de minerais primários de fácil alteração (Neossolos Regolíticos) e solos com expressiva salinidade (Planossolos Nátricos e Solódicos), além de rochas aflorantes (Afloramentos de Rochas), são também comuns.

Em síntese, há nesta região o predomínio de solos férteis, porém quase sempre de pequena espessura e com presença de uma série de impedimentos de ordem física como cascalhos e pedregosidade, o que se torna limitante para exploração agrícola comercial, mecanizada.

Deve-se também considerar um déficit hídrico elevado, chegando à casa de 8 meses secos em alguns locais, fato que inviabiliza totalmente a atividade de exploração agrícola sem a prática de irrigação.

Segundo a metodologia de avaliação de aptidão agrícola de Ramalho Filho & Beek (1995), regiões com estas características climáticas, mesmo tendo solos de boa fertilidade natural ocorrendo em relevos aplanados, apresentam limitação muito forte por deficiência hídrica e tais terras são consideradas aptas apenas para pastagens nativas e ainda assim com restrições.

As principais classes de solos presentes na área de influência direta são descritas a seguir, caracterizando suas propriedades, suas aptidões e restrições de uso.

Argissolos

Assim são denominados solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, e satisfazendo ainda os seguintes requisitos: horizonte plúntico se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superior do horizonte B textural; e horizonte glei se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superior do horizonte B textural.

São de baixa e alta fertilidade natural, apresentando na maioria das vezes horizonte A do tipo moderado, porém ocorrendo também com bastante frequência os tipos proeminente e fraco. Ocupam desde posições de terraços (tabuleiros costeiros), até situações de relevo forte ondulado e montanhoso, onde algumas vezes apresentam cascalhos, pedregosidade e/ou rochoso.

No caso desta classe, muitas são as limitações à utilização agrícola, embora nem sempre sejam ocorrências sistemáticas. As situações que apresentam maior quantidade de limitações são aquelas onde ocorrem em condição de topografia movimentada, com declives muito fortes que limitam a mecanização agrícola e condicionam elevada vulnerabilidade à erosão, além de algumas vezes apresentarem, pedras e boulders no perfil, caracterizando as fases pedregosa e rochosa, que também são limitantes à mecanização e desenvolvimento de raízes.

A presença do horizonte B textural, de permeabilidade lenta, condicionando elevada susceptibilidade à erosão e a baixa fertilidade natural para algumas unidades (distróficos), são os fatores mais determinantes para estes solos nesta região.

- *Argissolo Vermelho-Amarelo:* De cores vermelho-amareladas no matiz 5YR com valores e cromas maiores que 4 na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, inclusive BA.

Ocorrem solos de alta e baixa fertilidade, sob vegetação de Caatinga, tanto na região da costa, quanto na região do sertão. Estão associados à ocorrência de rochas cristalinas pré-cambrianas.

São muito expressivos da área de trabalho e ocupam relevos desde aplanados à bastante movimentados. Os solos distróficos ocupam as porções mais úmidas nas proximidades de Fortaleza.

A representação deste tipo de solo (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO) em mapas, com relação à identificação das unidades de mapeamento dos solos são divididas em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico, considerando também as variações e camadas pouco definidas entre os horizontes de transição. A seguir a relação de identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos:

PVAd1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, plíntico, textura arenosa/argilosa, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano.

PVAd2 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, relevo plano.

PVAd3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, plíntico, textura arenosa/argilosa, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, substrato granito e migmatito, relevo plano e suave ondulado.

PVAd4 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, plíntico e típico, textura arenosa/argilosa e média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAd5 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, plíntico e típico, textura arenosa/argilosa e média, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, plíntico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAd6 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso.

PVAe1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico argissólico, textura argilosa e média, A moderado, relevo suave ondulado.

PVAe2 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, textura arenosa/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe4 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado. PE38

PVAe5 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado a forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e arenosa, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado a montanhoso.

PVAe6 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe7 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano.

PVAe8- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

PVAe9 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, textura arenosa, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAe10 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, textura arenosa/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

PVAe11 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico latossólico, textura média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, plíntico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAe12 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

PVAe13 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe14 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, plíntico, textura arenosa/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/argilosa, A fraco, relevo plano .

PVAe15- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

PVAe16 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado e plano + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAe17 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano.

PVAe18 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

PVAe19 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase

pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

PVAe20 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado.

PVAe21 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe22 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado.

PVAe23 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado.

PVAe24 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado a montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado.

PVAe25 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso.

PVAe26 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe27 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

PVAe28 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

PVAe29 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média /argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo forte ondulado e montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa, substrato granito e migmatito, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

PVAe30 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abruptico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo plano e suave ondulado +

NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, plíntico, textura arenosa/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

Luvissolos

Solos constituídos por material mineral, com argila de atividade alta, alta saturação por bases e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A, que é dos tipos fraco e moderado principalmente, ou de horizonte E, e satisfazendo ainda o seguinte requisito:

- horizontes plíntico, glei e plânico, se presentes, não satisfazem os critérios para Plintossolos, Gleissolos e Planossolos, respectivamente, ou seja, não devem coincidir com a parte superficial do horizonte B textural.

São comuns nas regiões mais secas, sob vegetação de caatinga, portanto dentro dos limites do semi-árido ou do sertão nordestino, que neste caso corresponde à maior parte da área.

É comum na superfície dos mesmos a ocorrência de calhaus e matacões, bem como a presença de sulcos e ravinas evidenciando a sua elevada vulnerabilidade à erosão, embora se localizem em áreas com um pequeno quantitativo de chuvas.

Decorrem da grande vulnerabilidade à erosão, da pequena profundidade e ocorrência de pedregosidade em algumas unidades. Entretanto, a elevada fertilidade natural, faz com que apresentem muito bons resultados quando utilizados com sistemas de manejo adequados e com uso de irrigação.

Como para todos os demais solos desta região, a questão climática, mais especificamente a deficiência hídrica é a principal limitação.

- *Luvissolo Crômico*: São os Luvissolos que apresentam o caráter crômico na maior parte do horizonte B, inclusive BA.

A representação deste tipo de solo (LUVISSOLO CRÔMICO) é dividida em Luvissolo Crômico Órtico Típico ou Vertissólico. A seguir a relação de identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos:

TCo1 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado.

TCo2 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

TCo3 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo4 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo5 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado,

relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

TCo6 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa e não pedregosa, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

TCo7 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado.

TCo8 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo9 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo plano e suave ondulado.

TCo10 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

TCo11 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

TCo12 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

TCo13 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado.

Neossolos

Nesta Ordem do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), estão agrupados solos pouco evoluídos, que não apresentam horizonte B diagnóstico.

- *Neossolo Litólico:* São solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, com horizonte A ou horizonte hístico sobre a rocha, ou sobre horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% ou mais de sua massa (por volume) constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm e apresentando um contato lítico dentro de 50 cm da superfície.

Em razão da grande diversidade de materiais de origem, apresentam características muito variadas de uma maneira geral.

As fases pedregosa e rochosa e a presença de cascalhos são muito comuns para esta classe. A fertilidade natural é alta e ocorrem em relevo desde aplanado a montanhoso, originados na maior parte das vezes a rochas pré-cambrianas cristalinas.

A pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e de fragmentos de rocha no perfil, a grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo muito acidentado, são as limitações mais comuns.

Entretanto, a questão climática, ou seja, a deficiência hídrica é sem dúvida a principal limitação na maior parte da região.

As áreas de ocorrência destes solos, em praticamente todos os casos, são mais apropriadas para preservação da flora e fauna.

São expressivos nas áreas mais secas, comumente na região do sertão ou limites para esta, sob vegetação de caatinga.

A representação deste tipo de solo (NEOSSOLO LITÓLICO) conforme a identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos é relacionada a seguir:

RLe1 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e siltosa, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe2 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe3 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe4 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

RLe5 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado.

RLe6 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado a montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe7 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe8 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

RLe9 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, relevo ondulado.

RLe10 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco e moderado, fase pedregosa, substrato migmatito, gnaisse e quartzito, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta, A fraco e moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe11 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

RLe12 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado.

RLe13 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

RLe14 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado.

RLe15 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado a montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe16 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado a montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe17 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa, A moderado, relevo ondulado.

RLe18 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, relevo ondulado e suave ondulado.

RLe19 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado.

- *Neossolo Flúvico*: são os Neossolos que apresentam caráter flúvico, os seja, são Neossolos derivados de sedimentos aluviais, com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando ambos ou um dos requisitos:
- Decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo; e ou
- Camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200cm da superfície.

Horizontes ou camadas glei ou horizontes ou camadas de cores pálidas ou com mosqueados de redução em quantidade comum ou abundante, podem ocorrer apenas a profundidades superiores a 50 cm da superfície.

Apresentam saturação por bases elevada, argila de atividade alta e características físicas muito variáveis, o que é responsável pela presença de solos arenosos e argilosos e com seqüência de horizontes bastante variada.

Apresentam como limitação mais forte a possibilidade de inundação em algum período do ano.

Ocorrem em relevo plano ou suave ondulado de diques e planícies de inundação de alguns rios da região, originados de sedimentos aluvionares recentes.

A representação deste tipo de solo (NEOSSOLO FLÚVICO) conforme a identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos é relacionada a seguir:

RYve1 - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado e chernozêmico, relevo plano.

RYve2 - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano.

RYve3 - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano.

RYve4- NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano.

- *Neossolos Quartzarênicos Órticos:* São os Neossolos Quartzarênicos de boa drenagem, assim caracterizados: solos minerais, bem a fortemente drenados, normalmente profundos ou muito profundos. Têm seqüência de horizontes do tipo A e C. São normalmente muito pobres, com capacidade de troca de cátions e saturação de bases muito baixas, devidas principalmente ao baixo conteúdo de argila.

Têm cores amarelas, vermelhas e vermelho-amareladas, e apresentam além da baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes e, grande propensão ao desenvolvimento de erosão profunda (voçorocas e ravinas).

Ocorrem geralmente em condição de relevo plano e têm como material de origem, sedimentos arenosos.

Decorrem principalmente da extrema pobreza dos solos, refletida em capacidade de troca de cátions e saturação por bases muito baixas e da textura muito arenosa, que condiciona baixíssima retenção de umidade e de eventuais elementos nutrientes aplicados.

São particularmente susceptíveis à erosão em profundidade, em razão de sua constituição arenosa com grãos soltos, condicionando fácil desagregabilidade de seu material constituinte, o que facilita o desbarrancamento, principalmente no caso de barrancos de beira de estradas e de “caixas ou áreas” de empréstimo, para retirada de material para construção.

São mais comuns na faixa litorânea, nas regiões de praias, entretanto ocorrem também na região do sertão, sob caatinga, como componentes subdominantes junto a outros solos.

A representação deste tipo de solo (NEOSSOLO QUARTZARÊNICO) é identificada como RQo - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco, relevo plano e suave ondulado.

Planossolos

Solos minerais hidromórficos ou semihidromórficos, com mudança de textura abrupta ou com transição abrupta, associadas à acentuada relação textural entre o horizonte A ou o E e o horizonte B plânico, que por sua vez tem alta densidade aparente, cores de redução e/ou mosqueados decorrentes de drenagem imperfeita ou má.

São solos rasos ou de profundidade média, com permeabilidade lenta abaixo da superfície, em decorrência da porosidade total muito baixa. Isto favorece o encharcamento temporário a que estão sujeitos, em consequência da situação topográfica baixa de áreas receptoras de águas, provenientes de cotas mais elevadas.

São característicos das áreas mais secas, ocorrendo desde a próxima à costa (Planossolos Háplicos solódicos) até as regiões bem mais secas (Planossolos Nátricos Órticos).

As principais limitações em todos os casos decorrem da drenagem imperfeita ou má, alta densidade aparente, permeabilidade lenta no horizonte B plânico e presença de elevados teores de Na, para os solos com os caracteres sódico (Planossolos Nátricos Órticos) e solódico (Planossolos Háplicos solódicos).

São, do ponto de vista morfológico, muito propensos aos processos erosivos, particularmente aqueles de ação superficial. A presença do horizonte B plânico com muito baixa permeabilidade e a acentuada variação textural, são os principais condicionantes de sua elevada erodibilidade, entretanto há que se ressaltar que a sua ocorrência em locais planos e abaciados, com tendência à acumulação de água e sedimentos, de certa forma ameniza o problema.

Na região apresentam deficiência hídrica acentuada no longo período de estiagem e no período seco apresentam encharcamento devido à baixa permeabilidade do horizonte plânico.

A representação deste tipo de solo é identificada como:

SNo1 - PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

SNo2 - PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A fraco, relevo plano.

- *Planossolo Nátrico:* São os Planossolos que apresentam horizonte plânico com ocorrência do caráter sódico imediatamente abaixo de A ou E. De modo geral ocorrem na região do sertão.

- *Planossolo Háptico*: São os Planossolos que apresentam horizonte plânico sem ocorrência do caráter sódico, embora o caráter solódico esteja presente em boa parte das unidades. Ocorrem na região do sertão até próximo à costa.

A representação deste tipo de solo (PLANOSSOLO HÁPLICO) está relacionada conforme a identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos, a seguir:

SXe1 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, textura arenosa/argilosa cascalhenta, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

SXe2 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe3 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

SXe4 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e plano.

SXe5 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado.

SXe6 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, plíntico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

SXe7 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe8 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

SXe9 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco e moderado, substrato gnaisse, granito e migmatito, relevo plano e suave ondulado.

SXe10 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, relevo suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

SXe11 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano.

SXe12 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, plíntico, textura arenosa/média e argilosa, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco e moderado, fase pedregosa, substrato gnaise, granito e migmatito, relevo plano e suave ondulado.

Vertissolos

Conforme o SiBCS, são solos constituídos por material mineral com horizonte vértico dentro de 100cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, e apresentando, além disso, os seguintes requisitos:

- teor de argila de, no mínimo, 300g/kg nos 20cm superficiais, após misturados;
- fendas verticais no período seco, com pelo menos 1cm de largura, atingindo, no mínimo, 50cm de profundidade, exceto no caso de solos rasos, onde o limite mínimo é de 30cm de profundidade;
- ausência de contato lítico, ou horizonte petrocálcico, ou duripã dentro dos primeiros 30cm de profundidade;
- em áreas irrigadas ou mal drenadas (sem fendas aparentes), o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser igual ou superior a 0,06 ou a expansibilidade linear é de 6cm ou mais;
- ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico.

Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de umidade no solo, fendas profundas na época seca, e evidências de movimentação da massa do solo, sob a forma de superfície de fricção (slickensides), devido à presença de argilas expansíveis ou mistura destas com outros tipos de argilominerais. Apresentam permeabilidade muito lenta internamente.

A seqüência de horizontes pode ser dos tipos A-Cv ou A-Biv-C. Variam de pouco profundos a profundos. Em termos de drenagem, variam de imperfeitamente a mal drenados.

Do ponto de vista químico, são solos com alta capacidade de troca de cátions, alta saturação por bases (>50%), teores elevados de cálcio e magnésio e alta relação Ki (>2,0). A reação de pH mais freqüente situa-se na faixa neutra para alcalina, podendo, menos freqüentemente, ocorrer na faixa moderadamente ácida.

A textura é argilosa ou muito argilosa e têm consistência, variando de muito dura a extremamente dura quando seco, firme a extremamente firme quando úmido, e muito plástica e muito pegajosa quando molhado.

São desenvolvidos em ambientes abaciados de planícies de inundação recentes de rios e córregos, a partir de sedimentos com predomínio de materiais de textura fina e com altos teores de cálcio e magnésio.

- *Vertissolo Háptico*: são os Vertissolos que não apresentam horizonte glei dentro de 50cm da superfície, ou entre 50cm e 100cm, nem o caráter ebânico dentro de 100cm da superfície.

Têm ocorrência pouco expressiva na área, tendo sido detectados como dominantes em algumas unidades de mapeamento (VXo 1 a VXo3), dispersos pela região do Sertão.

A representação deste tipo de solo (VERTISSOLO HÁPLICO) está relacionada conforme a identificação de legendas das unidades do mapeamento de solos, a seguir:

VXo1 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico chernossólico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano.

VXo2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo suave ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano.

VXo3 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico chernossólico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, textura arenosa/média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

AFLORAMENTOS DE ROCHAS

Representam locais onde rochas encontram-se expostas na superfície do terreno, tanto em forma descontínua (matacões e/ou “boulders”) como em forma contínua (lageado).

Tratam-se de locais onde os vegetais superiores não encontram meios para se desenvolver.

Constituem elementos secundários em várias unidades de mapeamento, principalmente junto a Neossolos Litólicos (unidades RLe) e são também dominantes na unidade AR.

A representação da unidade de mapeamento é identificada como: AR - AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

EROSÃO DAS TERRAS

A questão da erosão necessariamente deve ser avaliada sob pontos de vista distintos no que diz respeito a sua forma de manifestação, em razão da diferença na natureza de seus fatores predisponentes.

Em razão disto tem-se a erosão superficial, comumente conhecida como laminar e/ou em sulcos, que se desenvolve quase que exclusivamente na superfície dos terrenos e basicamente determinada pelas características dos solos, pela topografia do terreno e pela natureza das chuvas. Têm-se também as formas de erosão em profundidade, conhecidas como voçorocamento e ravinamento, e que são condicionadas tanto pelos fatores mencionados acima quanto por características do subsolo (natureza do substrato geológico ou profundidade do mesmo) e dinâmica hídrica subsuperficial.

No caso da erosão superficial, as agressões se dão quase que exclusivamente na superfície dos solos e o desenvolvimento dos processos erosivos está condicionado por fatores como características dos solos (erodibilidade), agressividade das chuvas (erosividade), tipos de relevo (que determinam os tipos de escoamento), cobertura vegetal e tipos de uso e manejo do solo. Logo, a combinação destes fatores determina a maior ou menor predisposição de uma área ou região. A erosão em profundidade por sua vez é determinada pela combinação dos fatores tipos de solos, características das chuvas, tipos de relevo e principalmente a natureza do substrato litológico.

Neste trabalho procurou-se com dados provenientes exclusivamente do mapa de solos (tipos de solos e relevo), avaliar a maior ou menor vulnerabilidade à erosão superficial (laminar e sulcos), dos diversos ambientes das unidades de mapeamento do mapa. Portanto é elaborado um julgamento das características do meio físico no tocante à sua vulnerabilidade, sem a consideração de outras variáveis como fatores climáticos, uso e manejo dos solos, que são fatores de grande importância neste processo.

Metodologia e Dados Utilizados

Para efeito de determinação da perda de solos, ou seja, do desgaste de suas camadas pelo carreamento das partículas pelas águas das chuvas, quando sob utilização agropecuária, foi desenvolvida por WISCHMEIER & SMITH em 1958 a “Equação Universal de Perdas do Solo” (USLE), que prevê a perda de solos sob determinado tipo de uso e manejo agrícola e possibilita a escolha das práticas conservacionistas mais viáveis técnica e economicamente, para determinada área, mantendo-se as perdas de solos a níveis “toleráveis”.

A referida equação, também conhecida como “USLE” é representada por $A = R.K.L.S.C.P$, onde:

A = Perda média anual de solos em $Mg.ha^{-1}.ano^{-1}$

R = Fator erosividade das chuvas em $MJ.ha^{-1}.mm^{-1}$

K = Fator erodibilidade dos solos em $Mg.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$

LS = Fatores declive e comprimento de rampa

C = Fator práticas conservacionistas

P = Fator tipo de cultura

Para efeito de escolha das práticas conservacionistas mais adequadas para cada situação, a equação tem mostrado inegável sucesso em várias partes do mundo. Entretanto é limitada a determinados tipos de erosão e para pequenas propriedades, não se adequando para avaliações da fragilidade dos ambientes no seu todo.

Embora não desenvolvida para este fim, esta Equação tem sido utilizada como pano de fundo para estudos qualitativos da vulnerabilidade natural dos ambientes, refletida na predisposição natural das terras à erosão superficial, visto que contempla todos os fatores predisponentes deste tipo de processo erosivo.

Alguns desses fatores tem natureza duradoura, como as características do relevo, do clima e dos solos e refletem a estrutura física dos ambientes, enquanto outros têm natureza mais efêmera e de certa forma estão ligados às diversas formas de intervenção humana, o que dificulta a sua utilização para efeito de cartografia.

Assim, o presente trabalho procurou, com base nos fatores da “USLE” de natureza mais duradoura, caracterizar e hierarquizar os diversos ambientes das áreas de estudo de acordo com sua maior ou menor susceptibilidade à erosão superficial, condicionada principalmente pela interação dos seus fatores determinantes de natureza física, que em outras palavras representa a sua propensão natural.

Organizaram-se, com base em informações de literatura, os fatores da Equação (USLE) de natureza duradoura extraídos do mapa de solos (solos e tipos de relevo) em categorias distintas com relação à forma com que atuam os processos erosivos.

O fator climático determinado pelas características das chuvas, não foi levado em consideração diretamente devido tanto à dificuldade de obtenção de dados pluviométricos (determinados com pluviógrafos) necessários para a caracterização do potencial erosivo das chuvas, quanto à dificuldade de se espacializar em mapa as áreas de influência de cada estação pluviométrica considerada.

Com relação à incidência de chuva, importante mencionar que embora se trate de uma área relativamente pequena, se verifica em seus limites regiões muito distintas no tocante a quantidade e distribuição de chuvas, o que certamente determina potenciais erosivos das chuvas muito distintos entre as mesmas, que devem ser consideradas, no caso de estudos quantitativos de maior detalhe.

Também é importante mencionar que mesmo nas partes mais à oeste, onde a quantidade de chuvas diminui sensivelmente em relação ao litoral, adentrando as áreas de caatinga, as chuvas embora em pequena quantidade, tem elevado potencial erosivo, o que pode ser facilmente comprovado nas áreas de solos como os Luvisolos Crômicos, muito comuns nestas regiões mais secas, onde a presença de fragmentos grosseiros de rochas na parte superficial do solo (pavimento desértico), e a constante presença de sulcos e ravinas, são indicativos de forte incidência de processos erosivos.

Em síntese, usaram-se basicamente informações sobre as características dos solos em contraposição as características do relevo para estabelecer as categorias de susceptibilidade natural à erosão superficial das terras da área.

Os fatores declive e comprimento de rampa da “USLE” foram considerados através das formas de relevo identificadas no mapa de solos, que são parte integrante das unidades de mapeamento. Portanto as classes de relevo **plano** (declives de 0 a 3%); **suave ondulado** (declives de 3 a 8%); **ondulado** (declives de 8 a 20%), **forte ondulado** (declives de 20 a 45 %) e **escarpado e montanhoso** (declives maiores que 45%), foram as classes utilizadas.

Os solos foram agrupados em quatro classes de erodibilidade distinta, com base em resultados quantitativos experimentais constantes na literatura especializada e com base na análise de suas características intrínsecas conforme também o fizeram a Fundação IBGE (Del’Arco et al., 1989) e a CNEC Engenharia (SEPLAN/MT, 2000). Foram definidas as seguintes classes de erodibilidade dos solos:

- **Fraca** – Nesta classe constam solos homogêneos, profundos, com horizonte B latossólico de textura argilosa e livres de cascalhos ou concreções. Em geral apresentam baixos valores de erodibilidade calculada. Tem os Latossolos argilosos como os solos representativos.

- **Moderada** - Nesta classe constam solos homogêneos, profundos, com horizonte B latossólico ou B textural de textura média tendendo para arenosa, ou textura arenosa em todo o perfil. Em geral apresentam baixos valores de erodibilidade calculada. Tem como principais representantes Latossolos de textura média Argissolos de textura arenosa/média, Gleissolos, Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos, Neossolos Regolíticos não fragipânicos.
- **Forte** – Nesta classe constam solos relativamente profundos, porém com algum tipo de impedimento físico a permeabilidade interna, tais como horizonte B textural ou plânico de textura argilosa, descontinuidade litológica, mudança textural abrupta, caráter planossólico, presença de fragipã, ou gradiente textural elevado. Em geral apresentam intermediários valores de erodibilidade calculada. Tem como principais representantes os Argissolos, Luvisolos, Planossolos, Nitossolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Regolíticos fragipânicos.
- **Muito Forte** - Nesta classe constam solos de pequena profundidade, associada a elevados teores de silte e ocorrência de outros elementos restritivos à drenagem. Em geral apresentam altos valores de erodibilidade calculada. Tem como principais representantes os Neossolos Litólicos, Planossolos Nátricos, Argissolos abruptos e lépticos.

a) *Potencial a Erosão*

A inserção da AID nestas classes pode ser visualizada nos Mapa de Potencial Natural de Erosão na AID folhas 1 a 4, a seguir. A análise da interação dos fatores erodibilidade dos solos e características do relevo, conforme o a Tabela 4.1-8 – Interação dos Fatores Erodibilidade dos Solos e Tipos de Relevo:

Tabela 4.1-8 - Interação dos Fatores Erodibilidade dos Solos e Tipos de Relevo

Erodibilidade dos Solos	TIPOS DE RELEVO				
	Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado	Escarpado Montanhoso
Fraca	Fraca	Fraca	Fraca Moderada	Moderada Forte	Forte
Moderada	Fraca Moderada	Moderada	Moderada Forte	Forte	Forte Muito Forte
Forte	Moderada	Moderada Forte	Forte	Forte Muito Forte	Muito Forte
Muito forte	Moderada	Moderada Forte	Forte	Muito Forte	Muito Forte

Classes de Susceptibilidade à Erosão:

Fraca (Fr) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de fraca erodibilidade ocorrendo em condição de relevo plano.

Fraca/Moderada (FrM) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de fraca erodibilidade ocorrendo em condição de relevo ondulado e/ou solos de moderada erodibilidade ocorrendo em condição de relevo plano.

Moderada (M) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte e muito forte erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo plano e solos caracterizados como de moderada erodibilidade ocorrendo em condição de relevo suave ondulado.

Moderada/Forte (M/F) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte e muito forte erodibilidade, ocorrendo em condição de suave ondulado, solos caracterizados como de moderada erodibilidade ocorrendo em condição de relevo ondulado e solos caracterizados como de fraca erodibilidade em condição de relevo forte ondulado.

Forte (F) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte e muito forte erodibilidade ocorrendo em áreas de relevo ondulado, solos caracterizados como de moderada erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo forte ondulado e solos caracterizados como de fraca erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo escarpado e montanhoso.

Forte/Muito Forte (F/MF) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte erodibilidade ocorrendo em áreas de relevo forte ondulado e solos caracterizados como de moderada erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo escarpado/montanhoso.

Muito Forte (MF) – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte e muito forte erodibilidade ocorrendo em áreas de relevo escarpado/montanhoso.

Especial (E) – Corresponde a áreas de planícies de inundação e ilhas de rios. São áreas submetidas a uma dinâmica hídrica especial, com alternância de períodos de cheia com períodos de seca, que sobrepujam em importância a vulnerabilidade natural, determinada pelas demais características.

Mapa 4.1-3 - Potencial Natural de Erosão

Folha 1

Folha 2

Folha 3

Folha 4

4.1.2.2. Geologia e geomorfologia: AID/ADA

A) Caracterização geológica de campo da ADA

O percurso o longo da faixa da Área Diretamente Afetada (ADA) do trecho Missão Velha – Pecém, no Estado do Ceará, foi realizado no período entre 20 e 26 de julho de 2008. A aquisição de dados de campo envolveu documentação e anotações *in loco*, acompanhados de registro fotográfico em mais de 60 pontos de observação das feições geológicas e geomorfológicas dos terrenos visitados. A tabela com as descrições de campo e indicação do registro fotográfico é apresentada no Anexo 4.1-1, enquanto no Anexo 4.1-2 é apresentado o registro fotográfico, no qual constam pouco mais de 120 fotos.

Os trabalhos de campo foram realizados num percurso com início no Porto de Pecém e chegada em Missão Velha, onde as obras de construção do trecho Missão Velha – Salgueiro da ferrovia já se encontram em andamento. A descrição dos terrenos, contudo, é ora apresentada na ordem crescente das progressivas do traçado, partindo do km 0, em Missão Velha, e terminando no Porto de Pecém (km 525, aproximadamente).

Características dos Terrenos

As unidades litoestratigráficas atravessadas pelo traçado ferroviário Missão Velha – Pecém são bastante diversificadas e encontram-se no domínio de três unidades geomorfológicas principais, correspondentes às da Planície Litorânea, Depressão Sertaneja e Planalto Sertanejo. Subordinadamente, aparecem algumas amplas planícies aluviais, entre as quais destaca-se a extensa planície do rio Jaguaribe e afluentes, na região de Iguatu, no domínio do Planalto Sertanejo. Uma vez que a direção geral do traçado da ferrovia é N-S e a distribuição das unidades geológicas se dá com os seus limites orientados na direção aproximada E-W, elas são quase sempre atravessadas ortogonalmente pelo traçado.

A Planície Litorânea ocupa uma faixa com mais de 5 km de largura, entre o Porto de Pecém e as proximidades do km 519 do traçado, o qual passa daí a se desenvolver no domínio da Depressão Sertaneja até a altura do km 238. Nesse trecho, até o km 217, o traçado bordeja a área limítrofe com o Planalto Sertanejo para, do km 217 até o km 0, em Missão Velha, encontrar-se situado integralmente no domínio dessa última unidade geomorfológica. Dentro desse domínio, entre os km 125 e 140, destaca-se a grande planície do rio Jaguaribe, num contexto distinto da superfície de pediplanação que caracteriza o Planalto Sertanejo, o qual encerra um importante conjunto de inselbergs rochosos concentrados na região de Quixadá.

Essa compartimentação geomorfológica tem grande importância, uma vez que a suscetibilidade dos terrenos aos processos do meio físico, sobretudo com relação a erosão e assoreamento, tem menor ligação com a litologia do que em outros contextos, tendo em vista o clima seco do Nordeste (onde são incipientes as coberturas de solos) e a intensa pediplanação a que foram submetidos os terrenos.

Dados e Observações de Campo

As diferentes características dos terrenos, sobretudo no que diz respeito à natureza das unidades litológicas e das coberturas de solos, são apresentadas e discutidas a seguir no sentido de Missão Velha a Pecém, iniciando do km 0 em direção ao fim do traçado (~km 525), ao contrário do itinerário seguido nos trabalhos de campo.

O começo do traçado da ferrovia, em Missão Velha, encontra-se em área de arenitos finos a médios paleozóicos, de coloração rosada a esbranquiçada, bastante alterados, pertencentes à Formação Mauriti. Os terrenos são planos a suavemente ondulados, correspondentes ao relevo do Planalto Sertanejo (fotos 25_0278, 27_0280 e 28_0281 – ponto 66). Os arenitos encontram-se bem expostos em escavações para obtenção de material de empréstimo destinado a aterro da ferrovia já em construção. Nesse local encontram-se bastante alterados, incoesos, mostrando-se suscetíveis a erosão, sobretudo quando expostos à superfície do terreno sem qualquer tipo de proteção (v. foto 25_0278).

Pouco mais adiante, nas redondezas do km 5 do traçado, afloram no leito e margens de riacho atravessado pelo traçado, arenitos esbranquiçados muito grossos, conglomeráticos, com pedregulhos, também pertencentes à Formação Mauriti. Exibem nítida estratificação cruzada planar e tangencial de baixo ângulo de mergulho, sendo muito coesos e resistentes quando frescos (foto 22_0276 – ponto 65).

Entre aproximadamente as progressivas 7 e 33 o traçado cruza o domínio de micaxistos e filitos, com intercalações de metagrauvacas e metaconglomerados, pertencentes à Formação Santana dos Garrotes, de idade neoproterozóica. Os xistos são aflorantes ou subaflorantes, sob a forma de rocha alterada e mais raramente rocha fresca, quando adquirem coloração cinzenta escura e se tornam muito duras e resistentes (fotos 15_0270 – ponto 61 e 14_0269 – ponto 60).

O relevo do domínio do Planalto Sertanejo na área dos xistos caracteriza-se pela presença de pequenas colinas e morrotes, apresentando-se bastante movimentado e com padrão de drenagem dendrítica (fotos, 19_0273, 20_0274 – ponto 64 e 11_0266 – ponto 60). O relevo mais acidentado, associado à drenagem dos terrenos xistosos, pode localmente dar origem a pequenas surgências de água, de caráter temporário (foto 10_0265 – ponto 60). Na foto 12_0267 (ponto 60) é ilustrada delgada cobertura pedregosa recobrimdo xistos alterados da Formação Santana dos Garrotes, característica das superfícies de pediplanação do Planalto Sertanejo.

Entre as progressivas 33 e 47 é cruzada ortogonalmente faixa de rochas gnáissicas e granodioríticas, no âmbito do Planalto Sertanejo, relacionadas ao Complexo Granjeiro (fotos 9_0264 – ponto 59, 3_0259 e 5_0261 – ponto 58). O relevo é plano, com pequenas elevações esparsas e localizadas, inclusive nas proximidades do rio Salgado, como denotam as fotos 8_0263, 17_0271, 18_0272 – ponto 63 (ainda no domínio dos xistos da Formação Santana dos Garrotes), 36A_0218, 1_0257 e 3_0259 – ponto 58. O traçado da ferrovia acompanha o rio Salgado desde Missão Velha, no km 0, até perto do km 47, no ponto 58, onde, durante a visita ao local, encontrava-se no início a perfuração de poço tubular para captação de água subterrânea da FUNASA (foto 4_0260 – ponto 58).

Do km 47 ao 70 o traçado atravessa área de xistos, quartzitos e metaconglomerados neoproterozóicos da Formação Lavras da Mangabeira, com pequenas manchas

correspondentes a coberturas de arenitos avermelhados e arroxeados jurássicos da Formação Serrote do Limoeiro. Os quartzoxistos da Formação Lavras da Mangabeira são ilustrados na foto 34A_0217 do ponto 57, em terrenos suavemente ondulados do Planalto Sertanejo (foto 33A_0216 – ponto 57).

A partir do km 70, em trecho até perto do km 84, reaparece faixa de gnaisses e granitóides arqueanos, em área, como acontece ao longo de quase todo o traçado ferroviário, onde os limites das unidades litoestratigráficas são atravessadas ortogonalmente por ele. O relevo é suavemente ondulado e corresponde ao do Planalto Sertanejo (fotos 31A_0214 e 32A_0215 – ponto 56).

Entre os km 84 e 97 são cruzados, sempre ortogonalmente, gnaisses migmatizados com intercalações de anfibolitos, quartzitos e rochas calcissilicáticas, pertencentes ao Complexo Jaguaratama, incluindo três delgadas faixas de ocorrência de gnaisses graníticos da Suíte Granitóide Serra do Deserto e biotita-anfibolito gnaisses do Grupo Orós (fotos 19A_0203 e 22A_0206 – ponto 54). A alteração das rochas, associada ao relevo levemente colinoso do Planalto Sertanejo, deu origem, nesse trecho, a processos erosivos manifestados em estrada vicinal com o leito aprofundado no horizonte “C” (saprolito de rocha), expondo-o à superfície e à ação das intempéries. Esse representa o único trecho do traçado em que foram observados processos erosivos (fotos 24A_0208 e 28_0212 – ponto 54).

Por outro lado, é nesse trecho que foram observadas as mais expressivas coberturas de solos superficiais, de coloração avermelhada e natureza areno-siltosa pouco argilosa, com espessuras da ordem de poucos metros, de origem em boa parte coluvionar. O conteúdo em argila parece ser suficiente para conferir a esses solos alguma coesão e plasticidade, podendo se mostrar adequados ao uso como material de empréstimo para aterros compactados (fotos 25A_0209, 26A_0210 – ponto 55 e 29A_0213 – ponto 54).

Do km 97 até o 105, após atravessar cerca de 8 km em xistos e gnaisses do Grupo Orós, o traçado adentra pequenos tabuleiros residuais de arenitos finos, siltitos e folhelhos cretáceos, com níveis de arenitos grossos arcósianos e conglomerados, pertencentes às Formações Malhada Vermelha e Icó (fotos 13A_0197, 14A_0198 – ponto 52 e 10A_0194 – ponto 51). É comum a presença de cobertura pedregosa sobre a superfície dos tabuleiros sedimentares (foto 18A_0202 – ponto 53). Os depósitos cretáceos estão em boa parte embutidos na planície aluvial do rio Jaguaribe e afluentes, provavelmente associados a abatimento no interior de gráben ou fossa tectônica.

A Planície Aluvial do rio Jaguaribe é atravessada pelo traçado por uma extensão ao redor de 34 km, desde o km 109 até o 143, e distingue-se por conter depósitos aluviais holocênicos e amplas manchas de ocorrência da Formação Moura, constituída por conglomerados basais polimíticos e areias de granulometria variável, além de siltes, provavelmente representando depósitos de terraços fluviais quaternários. Nas fotos 11A_0195, 12 A_0196 – ponto 51 e 8A_0192 – ponto 50, são ilustrados aspectos do rio Jaguaribe e da extensa planície aluvial da drenagem a ele associada.

A partir do km 143 o traçado adentra gnaisses, com micaxistos, anfibolitos e calcissilicáticas subordinados, pertencentes à Unidade Acopiara, de idade paleoproterozóica. Essa unidade se estende até o km 233, onde aparece formando uma estreita faixa com orientação NNE, espremida entre os domínios da Suíte Granitóide Itaporanga a leste e do Complexo Cruzeta a oeste. As fotos 6A_0191 – ponto 49, 3A_0188 – ponto 48, 36_0184 – ponto 47, 32_0180 –

ponto 46, 30_0178 – ponto 45, 25_0173, 27_0175 e 28_0176 – ponto 44, mostram diversos aspectos das rochas da Unidade Acopiara. Nesse trecho do traçado encontra-se a área limítrofe dos domínios do Planalto Sertanejo e da Depressão Sertaneja, na altura do km 230, se bem que o limite entre essas duas unidades geomorfológicas tangencia o traçado por uma extensão com perto de 30 km.

No domínio do Planalto Sertanejo distingue-se ainda relevo levemente ondulado, com pequenas elevações e eventuais coberturas de solos avermelhados, arenosos e pouco argilosos, possivelmente adequados ao uso como materiais de empréstimo (fotos 4A_0189 – ponto 49, 2A_0187 – ponto 48, 0A_0186 – ponto 47, 33_0181 – ponto 46 e 31_0179 – ponto 45). Já no domínio da Depressão Sertaneja, o relevo mostra maior grau de pediplanação e os pavimentos rochosos aparecem com maior freqüência na superfície natural dos terrenos (foto 23_0171 – ponto 43).

Do km 233 ao 245 são atravessados gnaisses graníticos da Unidade Mombuca do Complexo Cruzeta, que afloram com freqüência à superfície, como mostram as fotos 17_0166 e 20_0169 – ponto 42. Uma vez que esse ponto encontra-se na área de transição entre o Planalto e a Depressão Sertaneja, ainda persistem algumas delgadas coberturas de solos avermelhados no domínio da Depressão Sertaneja (fotos 19_0168 e 20_0169 – ponto 42).

Na foto 18_0167 (ponto 42) é ilustrada lagoa ou açude próximo ao eixo do traçado da ferrovia, numa situação que se repete em diversos locais ao longo da faixa da ADA. Essas lagoas, mesmo sendo temporárias, suscitam maior atenção com relação a impactos decorrentes da implantação do empreendimento ferroviário.

Entre os km 245 e 342 o traçado se desenvolve no domínio de granitos e granodioritos porfiróides, de granulação grossa, pertencentes à Suíte Granitóide Itaporanga. Nessa região atravessada pelo traçado, o relevo da Depressão Sertaneja distingue-se por extensas planícies de pediplanação, nas quais sobressaem-se numerosos Pães de Açúcar ou Inselbergs rochosos, alguns com grande tamanho e altura, que caracterizam a bela paisagem da região de Quixadá e Quixeramobim.

Essas feições e outras características dos terrenos da ADA nesse extenso trecho são ilustradas nas fotos 11_0160, 14_0163 (ponto 41), 6_0156, 7_0157, 9_0158 (ponto 39), 32A_0145, 2_0152, 3_0153, 4_0154 (ponto 38), 28A_0141 (ponto 37), 11A_0124, 19A_0132 (ponto 36), 25A_0100, 30A_0105 (ponto 35), 18A_0094, 20A_0096 (ponto 34), 16A_0092 (ponto 32), 5A_0081, 10A_0086, 11A_0087 e 13A_0089 (ponto 31). Esse longo trecho é interrompido, entre os km 309 e 331, por faixa onde predominam gnaisses graníticos da Unidade Mombuca do Complexo Cruzeta (foto 17_0093 – ponto 33).

No trecho entre os km 342 e 364 ocorrem três faixas, com largura em média ao redor de 5 km cada uma, constituídas, no rumo de Pecém, a primeira por granitóides estratóides associados ao Grupo Canindé, do Complexo Ceará, a segunda por gnaisses e metamáficas da Unidade Algodões, e a terceira por gnaisses graníticos do Complexo Cruzeta, todas elas situadas no domínio da superfície de pediplanação da Depressão Sertaneja (fotos 0A_0076, 1A_0077 – ponto 29 e 33_0071 – ponto 28).

Do km 364 até perto do km 408, o traçado da ferrovia se desenvolve essencialmente no domínio de corpos estratóides e diqueiformes de granitóides neoproterozóicos associados ao Grupo Canindé do Complexo Ceará. Nesse trecho existem manchas irregulares esparsas de

coberturas neogênicas e/ou quaternárias, constituídas por depósitos arenosos com proporções variadas de argila, localmente com cascalhos e laterização na base. Há ainda pequeno corpo, conformando faixa estreita e alongada na direção E-W, constituído por rochas granitóides diversas, de idade neoproterozóica.

As fotos 26_0064, 30_0068, 31_0069/32_0070 – ponto 26, 14_0052, 15_0053, 16_0054 – ponto 23, 10_0048, 11_0049, 12_0050 – ponto 22, 6_0044, 7_0045 – ponto 21, 4_0042 – ponto 20, 30_0030, 32_0032, 33_0033 e 35_0035 – ponto 19, ilustram diversos aspectos do relevo, das planícies aluviais e das rochas ao longo desse trecho do traçado ferroviário, ainda no domínio da Depressão Sertaneja.

Entre os km 408 e 432, aproximadamente, o traçado situa-se no domínio de gnaisses e micaxistos, com intercalações de quartzitos, metacalcários e rochas calcissilicáticas da Unidade Independência do Complexo Ceará, de idade paleoproterozóica. Entre os km 405 e 415 são atravessadas coberturas terciárias correspondentes a arenitos argilosos variegados do Grupo Barreiras Indiviso. Na foto 29_0029 (ponto 18) é mostrado aspecto do relevo na Depressão Sertaneja em área de afloramentos de rochas da Unidade Independência.

A partir do km 432 reaparecem os gnaisses da Unidade Canindé do Complexo Ceará, no relevo da Depressão Sertaneja, onde existem pequenas serras rochosas residuais e inselbergs (fotos 25_0025 e 27_0027 – ponto 17). Essa unidade litoestratigráfica se estende até o km 517 e é afetada por algumas intrusões de granitóides diversos neoproterozóicos e pequenas intrusões alcalinas dispersas, de idade terciária, da Suíte Magmática Messejana.

Existem ainda manchas de coberturas sedimentares neogênicas a quaternárias. Nesse extenso trecho do traçado são assinaladas duas importantes planícies aluviais no âmbito da Unidade Canindé, correspondentes às drenagens dos rios Cahuípe e Ceará. Nas fotos 24_0024 (ponto 15), 23_0023 (ponto 14), 21_0021, 22_0022 (ponto 13), 19_0019 (ponto 11), 17_0017, 18_0018 (ponto 9), 14_0014, 15_0015, 16_0016 (ponto 8), 12_0012, 13_0003 (ponto 7), 11_0011 (ponto 6) e 9_0009 (ponto 4), são ilustrados as diferentes feições de relevo e geológicas nesse trecho do traçado.

As unidades pré-cambrianas até aqui descritas, antes da passagem para a Planície Litorânea, cedem lugar a estreita faixa, entre os km 517 e 519, ainda no domínio da Depressão Sertaneja, de depósitos sedimentares terciários do Grupo Barreiras. No âmbito dessa unidade litoestratigráfica são conhecidas explorações de grandes volumes de material de empréstimo para uso em aterros compactados (fotos 29_0379 e 32_0382 – ponto 3a).

Do km 519 até o Porto de Pecém, na altura do km 525, o traçado encontra-se em área de depósitos essencialmente eólicos, associados a duas gerações distintas de formação de dunas, correspondentes às dunas costeiras no domínio da Planície Litorânea (fotos 8_0008 – ponto 3, 6_0006, 5_0005 – ponto 2, 3_0003 e 1_0001 – ponto 1).

No Anexo 4.1-1 consta a tabela de pontos de observação e documentação de campo e no Anexo 4.1-2 é apresentado o registro fotográfico.

4.1.2.3. Topografia: ADA

O projeto geométrico está apresentado no Caderno do Projeto Geométrico, em anexo, onde se tem a topografia da ADA.

4.1.2.4. Recursos Minerais: AID e ADA

Os recursos minerais observados em sobreposição ou próximos à Área de Influência Direta da ferrovia são divididos em dois grupos, a saber metálicos e não metálicos. As Tabelas 4.1-9 e 4.1-10 apresentam um panorama geral para cada um dos Estados no que tange as reservas e produção aferidas para o ano de 2005, segundo Anuário Mineral Brasileiro, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral em 2006. A seguir é apresentada listagem específica para AID, considerando a sobreposição espacial das áreas de pesquisa e lavra com os municípios reconhecidos como inseridos na AID e na ADA.

Tabela 4.1-9 - Reservas minerais – 2005 (DNPM, 2006)

Classe/Substâncias		Reservas			
Medida		Indicada	Inferida	Lavrável	
Metálicos					
Cobre	t Cu	350.634	68.092	-	-
Ferro	t	7.828.420	17.729.278	-	25.557.698
Lítio (Lepidolita)	t Li ₂ O	26	41	2	-
Manganês	t	40.572	20.286	-	40.572
Não-Metálicos					
	m ³	n.d	n.d.	n.d.	n.d.
Areia Industrial	t	17.152.716	-	-	5.875.777
Argilas Comuns	t	15.395.582	2.323.602	1.686.619	14.801.518
Argilas Plásticas	t	747.378	-	-	600.139
Argilas Refratárias	t	360.000	95.000	-	351.560
Calcário (rochas)	t	2.570.394.076	1.948.262.758	1.460.342.252	2.013.985.137
Calcita	t	7.140.044	6.075.885	-	7.140.044
Diatomita	t	303.889	-	-	294.130
Dolomito	t	5.244.292	7.602.081	33.301.000	12.846.373
Filito	t	9.330.341	-	-	9.330.341
Fosfato	t P ₂ O ₅	9.809.589	-	-	9.809.589
Gipsita	t	4.068.671	-	-	4.058.071
Leucita e Nefelina	t	17.526.338	4.625.000	670.000	1.751.338
Magnesita	t	73.122.888	53.430.110	134.750.000	80.830.841
Quartzo	t	268.800	29.041	617.819	268.800

Classe/Substâncias		Reservas			
		Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Rochas (britadas) e cascalho	m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Rochas Ornamentais	m ³	583.392	-	-	583.392
Rochas Ornamentais (Granito e afins)	m ³	3.432.036.869	170.894.351	1.262.610	1.703.540.388
Rochas Ornamentais (Mármore e afins)	m ³	12.670.137	2.898.881	12.902.761	9.940.146
Silex	t	1.921.802	3.444.066	-	1.824.269
Tufo Vulcânico	t	5.802.846	-	-	5.802.846
Gemas e Diamantes					
Gemas (Primárias)	kg	452	-	-	452

Tabela 4.1-10 - Produções bruta e beneficiada de minério – 2005 (DNPM, 2006)

Classe/Substâncias	Quant. (ROM)	Contido	Teor Médio
Metálicos			
Ferro	39.511 t	11.073,05 t	28,03% Fe
Não-Metálicos			
Areia	5.442.465 m ³	-	-
Areia Industrial	15.794 t	-	-
Argilas Comuns	918.086 t	-	-
Argilas Plásticas	23.175 t	-	-
Argilas Refratárias	4.770 t	-	-
Calcário (rochas)	2.681.008 t	-	-
Calcita	111 t	-	-
Dolomito	54.139 t	-	-
Gipsita	69.979 t	-	-
Leucita e Nefelita-Sienito	970 t	-	-
Magnesita	85.670 t	-	-
Rochas (brita) e cascalho	773.172 m ³	-	-
Rochas Ornamentais - outras	3.232 m ³	-	-
Rochas Ornamentais (Granito)	21.593 m ³	-	-
R. Ornamentais (Mármore)	204 m ³	-	-
Sal Marinho	69.000 t	-	-
Silex	97.533 t	-	-
Tufo Vulcânico	75.437 t	-	-

4.1.3. Recursos Hídricos Superficiais

O presente item apresenta a caracterização dos recursos hídricos superficiais das áreas de influência da Ferrovia Nova Transnordestina Missão Velha (CE) – Porto de Pecém (CE), Estado de Ceará. Para tanto foram analisados os dados e as informações sobre as bacias hidrográficas que serão atravessadas pela futura ferrovia.

Os dados analisados contemplam informações sobre a disponibilidade hídrica, as demandas setoriais de água para as bacias de interesse e informações sobre a qualidade das águas.

4.1.3.1. Recursos Hídricos Superficiais: All

A) HIDROLOGIA SUPERFICIAL

a) Rede Hidrográfica

O Estado do Ceará, localizado na região Nordeste, apresenta 93% de seu território inserido no polígono das secas. Os rios cearenses apresentam seus cursos, geralmente, na direção geral sudoeste-nordeste, a maioria dos quais assume caráter intermitente.

A infra-estrutura hídrica do Estado é constituída basicamente pelas obras de acumulação, obras de distribuição e obras pontuais. Apesar de todas as condições desfavoráveis, não apresentando um escoamento uniforme durante o ano, os deflúvios médios dos rios do Estado somados alcançam a ordem de 12 bilhões de metros cúbicos anualmente, correspondente a uma dotação específica de 2,57 l/s/km². Para que se ressalte a importância, esse número representa cerca de 13% de todo deflúvio da Região Hidrográfica Costeira do Nordeste Oriental (685.303 km²), que equivale 93 bilhões de metros cúbicos por ano, representando 4,29 l/s/km² (ANA, 2002).

A região estudada apresenta uma densa rede de drenagem, porém, a grande maioria dos rios possui caráter intermitente, apresentando fluxo d'água em superfície somente nas épocas de cheias. O regime hidrológico dos cursos d'água no Ceará é condicionado, e principalmente afetado - dentre outros fatores - pela irregularidade das chuvas e pelas condições geológicas das áreas onde se situam as diversas bacias hidrográficas.

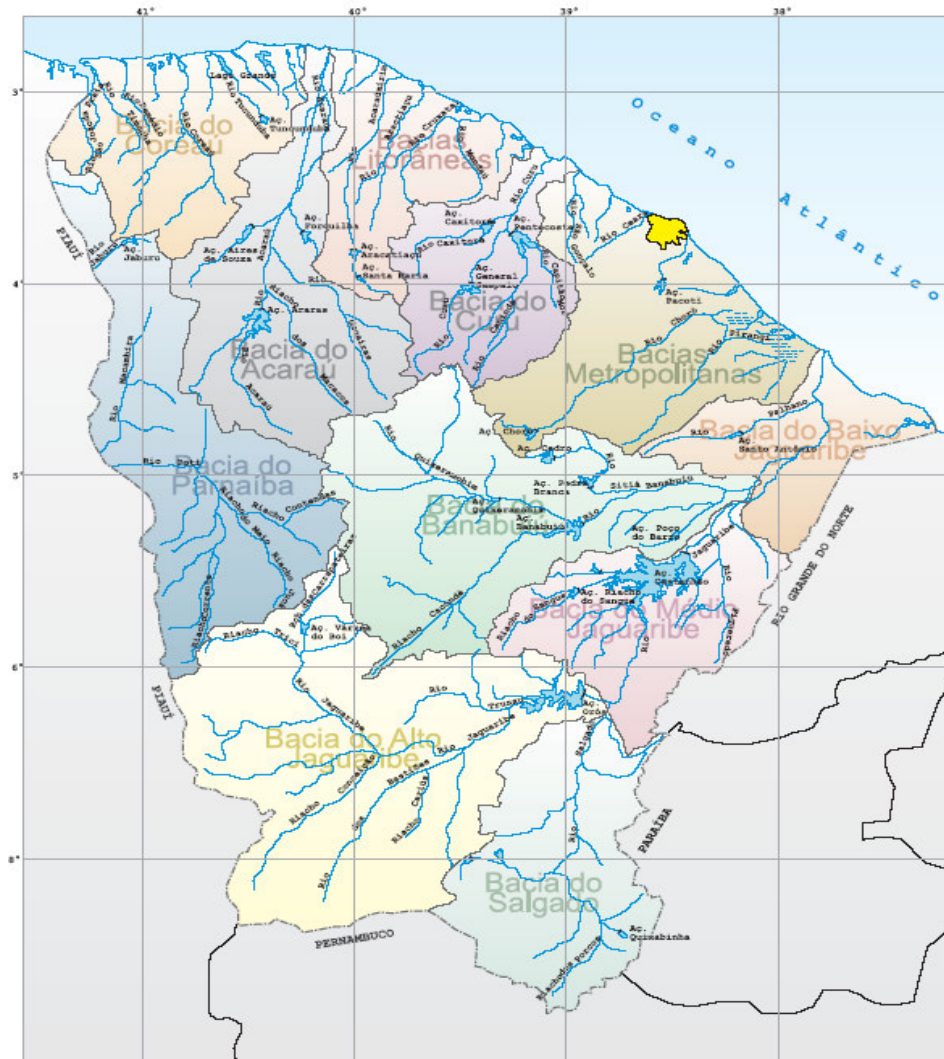
Os cursos d'água estaduais são alimentados diretamente pelas águas pluviais e não dispõem de qualquer ação de fontes perenes. As concentrações de chuvas num curto período impõem a característica de intermitência a todos os rios que correm no território estadual. Além das características de intermitência imposta pelas chuvas, o regime fluvial recebe influência da temperatura, pela ação da evaporação, constituição geológica e pedológica das áreas, relevo e vegetação. Nas serras e pés-de-serras, os cursos d'água têm vazão assegurada durante a maior parte do ano pela favorabilidade desses fatores. (PLANERH, 2005).

A Lei Estadual Nº. 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece que a unidade básica a ser adotada para o gerenciamento de potenciais hídricos é a bacia hidrográfica, com decorrência de condicionante natural que governa as interdependências entre as disponibilidades e demandas de recursos hídricos em cada região.

A Lei Federal Nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, também definiu a bacia hidrográfica como unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A proteção dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica depende do controle dos usos da água e dos outros recursos naturais, tais como o solo e a vegetação, bem como das atividades antrópicas desenvolvidas na área. O disciplinamento do uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica constitui importante instrumento de conservação ambiental.

Segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, o Estado do Ceará, está dividido em 11 regiões hidrográficas, também chamadas de bacias hidrográficas, denominadas: Alto Jaguaribe, Salgado, Médio Jaguaribe, Banabuiú, Baixo Jaguaribe, Metropolitana, Curu, Acaraú, Coreaú, Poti (Parnaíba) e Litorânea (Aracatiaçu). A Figura 4.1-9 apresenta a divisão hidrográfica do Estado, segundo as 11 bacias hidrográficas.

Figura 4.1-9 - Representação das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos- PLANERH, 2005.

No Estado do Ceará, como em outros estados da região Nordeste, verifica-se um grande número de reservatórios de regularização os quais possuem capacidade de armazenamento

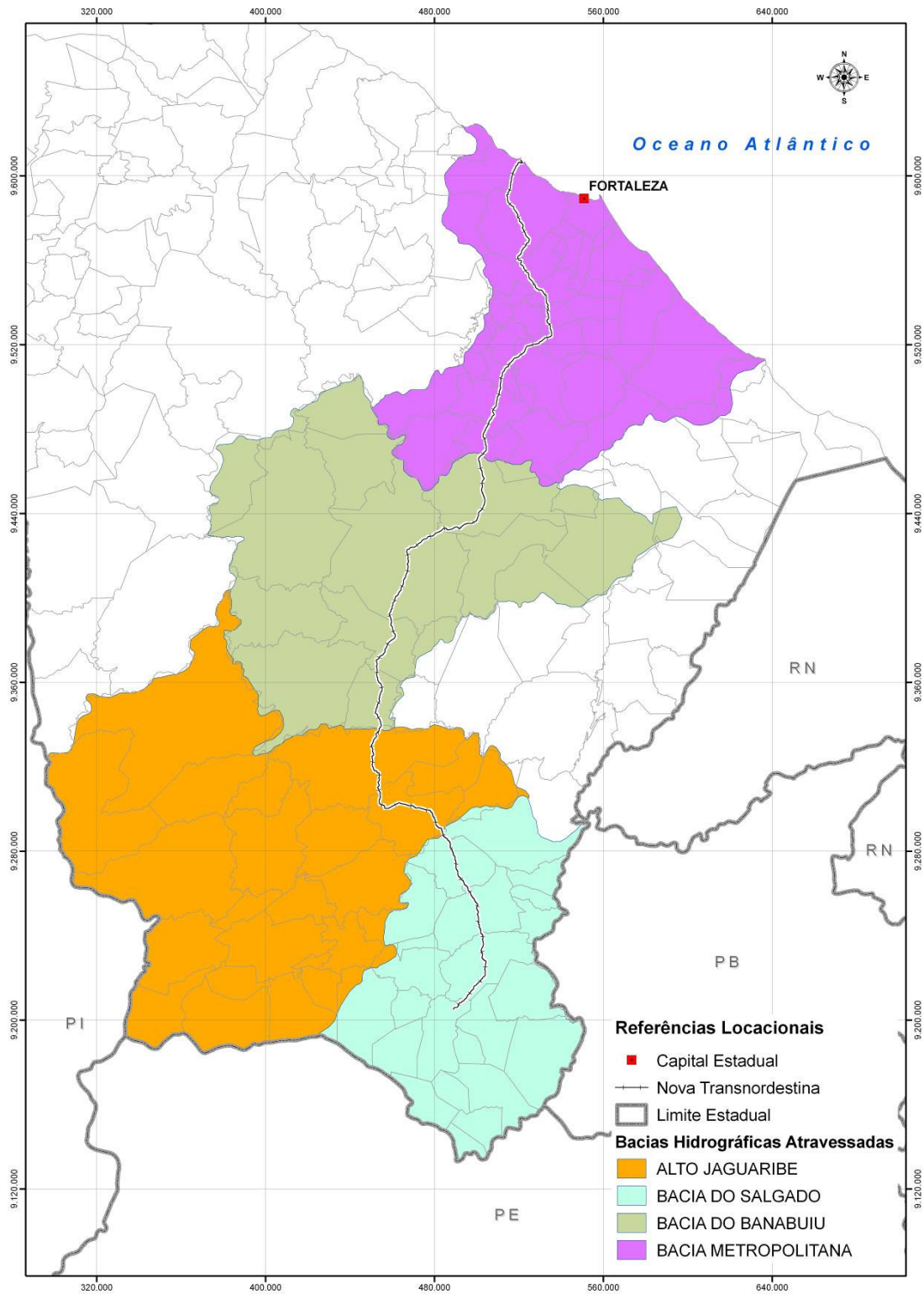
maior que 1.000 hm³, localizados nas Bacias do Alto e Médio Jaguaribe e na Bacia do Banabuiú.

Além desses, existem dezoito reservatórios com capacidade de armazenamento maior que 100hm³ distribuídos nas principais bacias do Estado. A reservação superficial é uma prática bastante difundida no Ceará, existindo aproximadamente 92 açudes com volume hídrico de acumulação maior que 10 hm³. Esses açudes e lagos artificiais são os grandes responsáveis pelas ofertas hídricas superficiais no Estado, atendendo às demandas industriais, de irrigação e humana urbana. Como a população rural encontra-se dispersa no espaço territorial, o atendimento da demanda rural é realizado por poços ou por açudes com capacidade menor do que 10hm³ (ATLAS DO NORDESTE, 2005).

Conforme a definição da All, a Ferrovia Nova Transnordestina, Trecho Missão Velha (CE) – Porto de Pecém (CE) irá interceptar no sentido sul-norte as seguintes bacias hidrográficas: Salgado, Alto Jaguaribe, Banabuiú e Metropolitana.

O Trecho 3 da Ferrovia Nova Transnordestina cortará drenagens, representadas por alguns vales perenizados e por rios e riachos intermitentes. As principais bacias hidrográficas atravessadas pelo Trecho 3, constituintes da All do empreendimento, são apresentadas na Figura 4.1-10.

Figura 4.1-10 - Distribuição das bacias hidrográficas ao longo do traçado da ferrovia no Estado de Ceará



Fonte: Elaboração ARCADIS Tetraplan, 2008

A Figura 4.1-11 mostra a distribuição espacial dos reservatórios existentes no Estado do Ceará:

Figura 4.1-11 - Localização dos reservatórios existentes no Estado de Ceará.



Fonte: ANA, 2007. Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água.

b) Parâmetros Hidrometeorológicos

Segundo Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, aproximadamente 75% do território é dominado pelo clima semiárido quente, o que integra quase que todo o Estado ao Polígono das Secas. Predomina no Estado o clima semi-árido quente com variações de temperaturas nas diferentes regiões do Estado: litoral (27°C), serras (22°C) e sertão (33°C durante o dia e 23°C a noite), em média. (Cadernos Região Hidrográfica Atlântico Leste Oriental, 2006.)

As chuvas, por sua vez, são reduzidas e escassas diferindo da mesma forma, de região para região. Em alguns pontos o índice pluviométrico registrado fica abaixo dos 1.000 mm e em alguns próximos a 600 mm. Em outros, como em regiões de vales, as chuvas ocorrem com mais frequência em índices superiores a 1.000 mm. Nessas regiões de serras e chapadas as chuvas são mais regulares e com período mais longo, tornando a temperatura nessas áreas mais amenas.

A Tabela 4.1-11 apresenta um resumo dos principais parâmetros hidrometeorológicos que caracterizam a All.

Tabela 4.1-11 - Parâmetros hidrometeorológicos das bacias hidrográficas da All.

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Q (m ³ /s)	Precipitação média anual (mm)
Metropolitanas	15.029,76	53,60	977,2 (FUNCEME 2006)
Banabuiú	19.416,55	52,37	604,4
Alto Jaguaribe	24.793,06	66,93	628,9
Salgado	12.882,48	34,77	948,1

Fonte: Adaptado do Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental-PNRH, 2006; FUNCEME, 2006.

Com base nos dados da Tabela acima, verifica-se que as bacias hidrográficas de interesse apresentam vazões médias de longo prazo semelhantes entre si, com exceção da bacia do rio Salgado que apresenta a menor vazão dentre as bacias de estudo.

Observando as médias pluviométricas, todos os valores apresentados encontram-se inferiores a 1.000 mm, tal fato é caracterizado pelo clima semi – árido da região, conforme descrito no Plano Nacional de Recursos Hídricos.

c) Disponibilidade Hídrica

Os dados sobre a disponibilidade hídrica superficial das bacias hidrográficas de interesse são apresentados na Tabela 4.1-12.

Tabela 4.1-12 - Disponibilidades hídricas superficiais da All

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	¹ Q (m ³ /s)	² Q (m ³ /s)	³ Q (m/s)
Metropolitana	15.029,76	53,60	53,60	3,57
Banabuiú	19.416,55	52,37	52,37	2,70
Alto Jaguaribe	24.793,06	66,93	66,93	2,70
Salgado	12.882,48	34,77	34,77	2,70

¹Q – vazão média de longo prazo

²Q – vazão média de longo período acumulada de montante para jusante

³Q – vazão específica

Fonte: Adaptado do Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental-PNRH, 2006

Observando os dados da tabela acima verifica-se que a bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe é responsável pela maior disponibilidade hídrica superficial e maior área de drenagem, entretanto, é a bacia Metropolitana a qual apresenta maior vazão específica, ou seja, apresenta maior disponibilidade de água por unidade de área.

B) PRINCIPAIS USOS DAS ÁGUAS, DEMANDAS HÍDRICAS E BALANÇO HÍDRICO NA AII

Após o levantamento de dados secundários foi possível verificar que os principais usos da água na AII do empreendimento são destinados ao abastecimento humano e a irrigação.

Tendo em vista a intermitência de grande parte dos cursos d'água da região semi-árida, os reservatórios artificiais, conhecidos na região como açudes, representam, via de regra, a única reserva de água para abastecimento de áreas urbanas e pequenas comunidades rurais, desempenhando um papel fundamental na garantia do atendimento à demanda.

Um dos problemas na gestão desses açudes é a perda natural de água proveniente do processo de evaporação, somado ao processo de salinização das águas e de crescimento de algas (eutrofização). No Nordeste do Brasil a taxa de evaporação supera 2.000 mm/ano, na maior parte do seu território. Além disso, verifica-se o risco de contaminação bacteriológica, proveniente do lançamento de esgotos não tratados ou tratados de modo precário nos corpos d'água.

A Tabela 4.1-13 apresenta os dados de demanda de água agregada nas bacias hidrográficas da AII obtidas do Caderno da Região Hidrográfica Nordeste Oriental, produto do Plano Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH.

Tabela 4.1-13 - Demandas hídricas agregadas totais de água na AII – 2000

UP	Demandas Totais (m ³ /s)						Demanda/Disponibilidade ¹ (%)
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total	
Metropolitana	7,37	0,32	0,24	4,31	3,99	16,23	30,28
Banabuiú	0,46	0,24	0,30	0,03	4,30	5,32	10,16
Alto Jaguaribe	0,41	0,27	0,38	0,01	1,41	2,47	3,69
Salgado	1,65	0,30	0,26	0,26	3,95	6,42	18,4

¹Demanda total dividida pela Vazão Média de Longo Período acumulada de montante para jusante.

Fonte: Adaptado do Caderno da Região Hidrográfica – PNRH, 2006.

A bacia Metropolitana, seguida da bacia do Banabuiú, ambas situadas no semi-árido, apresenta maior demanda de água no âmbito da AII.

A elevada demanda de água para abastecimento humano e industrial na bacia Metropolitana é justificada pela alta densidade populacional, com destaque para Região Metropolitana de Fortaleza-RMF, maior pólo econômico do Estado, representando 40% da população do Estado do Ceará.

O grau de pressão sobre os recursos hídricos foi avaliado tendo como base as disponibilidades hídricas e as demandas (Atlas Nordeste - ANA, 2007). Os critérios adotados

para análise do grau de pressão sobre os recursos hídricos pelo Atlas Nordeste é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 4.1-14 - Critérios para análise do grau de pressão sobre os recursos hídricos

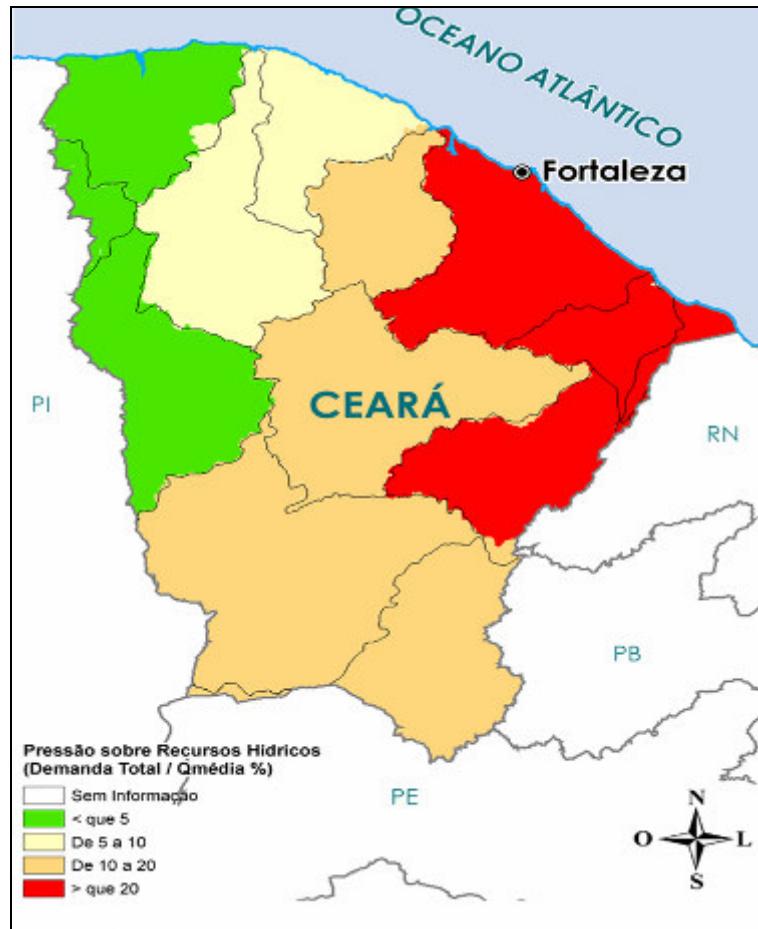
Demanda Total “D”/Q média por UP (%)	Situação
D/Q <5%	Água considerada um bem livre, com pouca atividade de gerenciamento sendo praticada.
$5\% \leq D/Q \leq 10\%$	Situação ainda confortável, com necessidade de gerenciamento para solução de abastecimento local.
$10\% < D/Q \leq 20\%$	Atividade de gerenciamento indispensável, com investimentos médios.
D/Q > 20%	Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.

Q média: Descarga média do rio principal de Unidade de Planejamento, em m³/s
 Demanda Total: Somatória das demandas para abastecimento humano, abastecimento industrial, irrigação e dessedentação animal, em cada Unidade de Planejamento, em m³/s.

Fonte: ANA, 2007. Atlas Nordeste.- Abastecimento Urbano de Água.

A Figura 4.1-12 apresenta os resultados obtidos da análise do grau de pressão sofrida pelos recursos hídricos no Ceará, considerando o atendimento às demandas hídricas.

Figura 4.1-12 - Pressão sobre os recursos hídricos (demanda total/ Q média %)



Fonte: ANA, 2007. Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água

A maior parte do Estado de Ceará, conforme pode ser verificada na Figura acima, necessita de investimento e gerenciamento dos recursos hídricos. Verifica-se também a existência de uma região próxima ao litoral, abrangendo a bacia Metropolitana a qual se encontra em estado crítico, no que se refere ao balanço entre disponibilidades e demandas hídricas, exigindo intensa atividade de gerenciamento de recursos e investimentos. As demais bacias se encontram em situação um pouco mais confortável, porém, necessitando de investimentos e gerenciamento dos recursos hídricos superficiais.

Na região do semi-árido nordestino, as freqüentes e prolongadas estiagens vêm sendo gerenciadas de forma pontual e descontínua. A busca de soluções simples, práticas e economicamente viáveis para atender à demanda de água nos seus usos múltiplos para a população residente no semi-árido é um desafio a ser enfrentado.

C) CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA AII

A seguir será apresentada a caracterização de cada bacia hidrográfica integrante da AII considerando: características fisiográficas, principais corpos d'água e municípios inseridos nas áreas de influência e área de drenagem da bacia.

Região Hidrográfica Metropolitana

A região hidrográfica Metropolitana abrange uma área de 15.085 km², com larga influência da faixa litorânea e das zonas altas das Serras de Guaramiranga e Baturité, englobando total ou parcialmente o território de 41 municípios, com destaque para a Região Metropolitana de Fortaleza, a qual abriga cerca de 40% da população estadual.

Posicionada na região Nordeste do Estado do Ceará, a Região Hidrográfica Metropolitana é composta por um conjunto de 14 bacias independentes, das quais apenas as bacias dos rios Pirangi (4.374 km²), Choró (4.751 km²), Pacoti (1.258 km²), São Gonçalo (1.332 km²) e os sistemas Ceará/Maranguape (780 km²) e Cocó/Coaçu (500 km²) são hidrologicamente mais representativas. As demais bacias - Gereraú (120 km²), Cahuípe (274 km²), Juá (122 km²), Catu (156 km²), Caponga Funda (59 km²), Caponga Roseira (69 km²), Malcozinhado (382 km²), Uruaú (262 km²) e Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso (646 km²) estão restritas a zona costeira.

Principais cursos d'água:

- Os cursos d'água que se destacam, por seu porte, são: Pirangi, Pacoti, São Gonçalo, rio Ceará e riacho Choró.

Principais cursos d'água inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia:

- Rio Ceará, Riacho do Padre, Riacho Palmatória e Rio Congati.

Além dos cursos d'água há a ocorrência de alguns pequenos açudes que também serão afetados pelo empreendimento. A localização dos açudes foi baseada nos marcos de quilometragem do traçado da ferrovia. Tal critério foi adotado devido à ausência de dados dos mesmos na base hidrográfica utilizada para elaboração dos mapas de recursos hídricos.

Com base no mapa, foram identificados 3 reservatórios entre os marcos de quilometragem 480 e 470 da futura ferrovia, no município de Caucaia. No município de Maranguape, próximo aos quilômetros 460 e 465 verificou-se a ocorrência de 2 açudes sendo um deles identificado como sendo o açude Penedo.

A bacia hidrográfica Metropolitana apresenta grande importância devido ao papel que a mesma desempenha no abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza -RMF. O suprimento das demandas da RMF é feito atualmente por um sistema de reservatórios.

Os principais açudes são: Pacajús (240,0 hm³), Pacoti (380,0 hm³), Riachão (46,9 hm³), Gavião (32,9hm³), Sítios Novos (126,0 hm³) e Aracoiaba (170,7 hm³). Este sistema permite dispor uma vazão regular da ordem de 14,5 m³/s, o que atualmente é suficiente para satisfazer todas as demandas agregadas, que é de 13,0 m³/s(PLANERH,2005). Os açudes mencionados acima não serão afetados pelo traçado da ferrovia.

Os municípios inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Caucaia, Maranguape, Guaiúba, Redenção, Acarapé, Barreira, Aracoiaba, Baturité, Capistrano, Itapiúna e Choró.

Bacia Hidrográfica do Banabuiú

O rio Banabuiú, com extensão de 314 km e área de drenagem de 19.316 km², é o principal tributário do rio Jaguaribe. Desenvolve-se no sentido oeste-leste, tendo sua foz localizada próximo à sede municipal de Limoeiro do Norte. Seu alto curso é encachoeirado, onde são freqüentes as corredeiras. As declividades do talvegue variam de 0,05% a 2,10%, mantendo-se em torno de 0,09% a média. Os principais contribuintes do rio Banabuiú são: os rios Patú, Quixeramobim e Sitiá localizados a sua margem esquerda e o riacho Livramento localizado a sua margem direita.

Os principais cursos d'água inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Riacho do Camará, Riacho do Sitiá, Rio Quixeramobim e Rio Banabuiú.

Além dos cursos d'água mencionados acima, pode-se citar alguns pequenos açudes que também poderão sofrer influência do empreendimento. Sua relação foi feita através dos municípios inseridos na área de influência, e localização aproximada será feita a partir dos marcos de quilometragem do traçado da ferrovia. Verificou-se a existência de reservatórios próximos aos marcos de quilometragem 325 e 320 (Quixadá), sendo este último diretamente afetado pela ferrovia. Próximo ao km 260 do traçado da ferrovia, no município de Quixeramobim, foi verificada a ocorrência de outro açude.

No município de Senador Pompeu, observou-se a existência de reservatório próximo ao km 230 do traçado e finalmente no km 205, no município de Piquet Carneiro, nota-se a ocorrência de um reservatório o qual será atravessado pelo empreendimento. Além das pequenas açudagens, um reservatório de maior porte será influenciado indiretamente pela linha férrea (Açude Pedras Brancas) localizado próximo ao km 320 do traçado da ferrovia. Esse açude está localizado no município de Quixadá, barra o rio Sitiá, e acumula um volume d'água represada de 434.049.250m³.

Apesar do forte controle de suas águas pelo alto nível de açudagem, o rio Banabuiú lança seus excedentes de escoamento sobre o Baixo Vale do Jaguaribe, esporadicamente, contribuindo para a inundação de sua planície aluvial.

De um modo geral, todos os afluentes do rio Banabuiú encontram-se em boa condição, em termos de proteção das margens. As áreas mais propensas ao desmatamento, nesses rios, limitam-se a zonas próximas às cidades, como por exemplo, Mineirolândia, no rio Patu, e Quixeramobim, no rio Quixeramobim, bem como a montante de alguns açudes, como o São Mateus e Pedra Branca.

Do ponto de vista de preservação das margens, o rio Banabuiú tem boas condições no trecho compreendido entre sua nascente e o açude Lagoa do Bonsucesso, apresentando alguns pontos localizados de desmatamento próximos às cidades de Mombaça e Senador Pompeu, e entre Senador Pompeu e o açude Banabuiú. A partir do açude Bonsucesso até o rio Jaguaribe, as margens do rio Banabuiú estão totalmente desmatadas, devido à intensa atividade agrícola desenvolvida nessa região.

Os municípios inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Quixadá, Quixeramobim, Senador Pompeu e Piquet Carneiro.

Bacia Hidrográfica Alto Jaguaribe

A bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe localiza-se a montante do açude Orós e drena uma área de 24.636 km². O rio Jaguaribe, nesta região, possui uma extensão aproximada de 325 km, e têm declividades que variam de 0,03% a 2,50%, sendo a declividade média de 0,06%.

Esta bacia é composta por 24 municípios e apresenta a capacidade de acumulação de águas superficiais de 2.792.563.000 m³, totalizando 18 açudes públicos gerenciados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH.

Os riachos com a maior presença de matas são Jucá e da Conceição, seguidos do riacho do Condado. Os riachos Carrapateiras e das Favelas apresentam mata ciliar num bom estado de preservação em alguns trechos, predominando, no restante, áreas antropizadas e solo exposto, em meio à mata ciliar. A situação das matas ciliares próximas à nascente do rio Cariús é preocupante, enquanto o rio Bastiões apresenta-se em pior situação.

O trecho do rio Jaguaribe situado nesta bacia apresenta suas margens em situação razoável de conservação, sendo sua área mais crítica localizada entre a cidade de Jucás e o açude Orós, onde não existe mata ciliar, ocorrendo predomínio de áreas agrícolas e antropizadas nas margens.

Os principais cursos d'água inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Riacho Quincoê, Rio Jaguaribe e Riacho Araré.

Além dos cursos d'água mencionados acima, verificou-se que um dos braços que alimenta o açude Orós estará inserido na área de influência do empreendimento. O reservatório possui capacidade de armazenamento de 1.940.000.000 m³ de água, sendo a vazão regularizada de 20,40 m³/s.

Os municípios inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Acopiara e Iguatu.

Bacia Hidrográfica do Salgado

A bacia hidrográfica do Salgado desenvolve-se no sentido sul-norte, até encontrar o rio Jaguaribe, logo a jusante da barragem do açude Orós, drenando uma área de 12.865 km². O rio Salgado, com extensão de 308 km, é o principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe, sendo formado pela junção do rio da Batateiras com o riacho dos Porcos, cujas nascentes localizam-se no sopé da Chapada do Araripe. Nas vertentes da Chapada, o rio possui fortes declividades, que vão se tornando mais suaves até a formação da zona aluvionar. As declividades do talvegue variam de 0,10% a 8,00%, sendo a declividade média de 0,18%.

Os principais cursos d'água inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Riacho Umari, Riacho São Miguel, Riacho do Rosário, Riacho Jenipapeiro, Riacho Goiabeira, Ribeirão do Jiqui, Riacho Caiçara e o Rio Salgado.

Além dos cursos d'água, verificou-se a ocorrência de dois pequenos açudes o quais serão afetados pelo empreendimento. Os mesmos estão localizados entre os marcos de quilometragem 80 e 85 no município de Cedro.

Os municípios inseridos na bacia e atravessados pelo traçado da ferrovia são:

- Cedro, Lavras de Mangabeira, Aurora e Missão Velha.

D) QUALIDADE DA ÁGUA

No Estado do Ceará a qualidade das águas superficiais, é monitorada pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), também conhecida como Companhia das Águas. Criada pela Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, a COGERH iniciou as atividades de monitoramento da qualidade da água superficial em 1999, contemplando naquela época apenas o acompanhamento de níveis de salinidade dos açudes gerenciados.

Conforme descrito anteriormente, o Estado do Ceará foi dividido em 11 bacias hidrográficas, estando inseridas na All as bacias Metropolitana, Banabuiú, Salgado e Alto Jaguaribe.

As tabelas a seguir apresentam as fontes de poluentes identificadas nas bacias hidrográficas de interesse. As informações são apresentadas somente para os açudes existentes nos municípios inseridos na área de influência ou localizados nas proximidades dos mesmos. Os dados sobre a localização dos açudes e a matriz das fontes de poluentes foram extraídos do relatório disponibilizado pela COGERH.

As principais fontes poluidoras nos açudes localizados na Bacia do Alto Jaguaribe (Tabela 4.1-5) compreendem: efluentes de esgotos domésticos, hospitalar (Quincoé) e industrial (Quincoé), lavagem de roupa (Quincoé e Trussu), lavagem de carro, banho, animais soltos e confinados (Canoas), e uso de fertilizantes bem como de agroquímicos. Essas fontes podem introduzir altas cargas de nitrogênio (N) e fósforo (P) e também metais pesados e compostos tóxicos, esses dois últimos contaminantes são oriundos de aplicação de agroquímicos.

O aporte de efluentes contendo N e P pode promover a eutrofização dos corpos hídricos e o aumento excessivo de algas.

Tabela 4.1-15 - Matriz de fontes poluentes da Bacia do Alto Jaguaribe

Cidades	Município	Esgoto Domestico		Esgoto Hospitalar		Esgoto Industrial		Lavagem de Roupa	Lavagem de Carro	Balneario	Banho	Uso de defensivos Agrícolas		Uso de Fertilizantes		Aterro Sanitário		Lixão		Matadouro		Cemitério		Confinamento de Animais		Animais Soltos		Efluentes de ETA		Efluentes de ETE		Indústria Alimnetícia		Indústria Têxtil		Olarías	
		M	E	M	E	M	E	B	B	B	B	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E		
Quincoé	Acopiara	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x										x	x	x								x		
Trussu	Iguatu		x					x	x	x	x		x		x									x	x	x											

Obs: M: Montante E: Entorno B: Bacia

Fonte: Adaptado de COGERH, 2008.

Tabela 4.1-16 - Matriz de fontes poluentes da Bacia do Salgado

Açudes	Município	Esgoto Domestico		Esgoto Hospitalar		Esgoto Industrial		Lavagem de Roupa	Lavagem de Carro	Balneario	Banho	Uso de defensivos Agrícolas		Uso de Fertilizantes		Aterro Sanitário		Lixão		Matadouro		Cemitério		Confinamento de Animais		Animais Soltos		Efluentes de ETA		Efluentes de ETE		Indústria Alimnetícia		Indústria Têxtil		Olarías	
		M	E	M	E	M	E	B	B	B	B	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E		
Cachoeira	Aurora	x	x					x	x	x														x		x	x										
Ubalzinho	Cedro	x						x	x			x	x	x												x	x										

Obs: M: Montante E: Entorno B: Bacia

Fonte: Adaptado de COGERH, 2008.

Tabela 4.1-17 - Matriz de fontes poluentes da Bacia Metropolitana

Açudes	Município	Esgoto Doméstico		Esgoto Hospitalar		Esgoto Industrial		Lavagem de Roupa	Lavagem de Carro	Balneário	Banho	Uso de defensivos Agrícolas		Uso de Fertilizantes		Aterro Sanitário		Lixão		Matadouro		Cemitério		Confinamento de Animais		Animais Soltos		Efluentes de ETA		Efluentes de ETE		Indústria Alimnetícia		Indústria Têxtil		Olarias			
		M	E	M	E	M	E	B	B	B	B	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E		
Cauhaibe	Caucaia	x						x	x	x	x																x												
Penedo	Maranguape	x	x					x	x	x	x	x	x	x											x	x	x	x											
Pompeu Sobrinho	Choró	x						x		x																													
Sítios Novos	Caucaia	x						x	x	x	x																												
Acarape do Meio	Redenção	x															x		x								x												
Amanary	Maranguape	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x	x	x									x		
Aracoiaba	Aracoiaba	x		x				x			x																x	x											

Obs: M: Montante E: Entorno B: Bacia
Fonte: Adaptado de COGERH, 2008.

Tabela 4.1-18 - Matriz de fontes poluentes da Bacia Banabuiú

Açudes	Município	Esgoto Doméstico		Esgoto Hospitalar		Esgoto Industrial		Lavagem de Roupa	Lavagem de Carro	Balneário	Banho	Uso de defensivos Agrícolas		Uso de Fertilizantes		Aterro Sanitário		Lixão		Matadouro		Cemitério		Confinamento de Animais		Animais Soltos		Efluentes de ETA		Efluentes de ETE		Indústria Alimnetícia		Indústria Têxtil		Olarias			
		M	E	M	E	M	E	B	B	B	B	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E		
Banabuiú	Banabuiú	x	x	X			x	x			x	x	x	x		x		x	x	x			x	x	x	x	x										x		
Cedro	Quixadá		x					x	x	x	x		x	x													x	x											
Fogareiro	Quixeramobim	x	x					x	x	x	x		x	x											x	x	x	x											
Patu	Senador Pompeu		x					x	x	x	x		x	x													x	x											
Pedras Brancas	Quixadá	x	x					x					x	x			x										x	x	x										
Pirabibu	Quixeramobim		x					x	x				x	x														x	x	x									
Quixeramobim	Quixeramobim		x					x	x	x	x	x	x	x												x	x	x	x										
São José II	Piquet Carneiro		x					x	x	x	x		x	x														x	x	x									

Obs: M: Montante E: Entorno B: Bacia
Fonte: Adaptado de COGERH, 2008.

Observando a Tabela 4.1-16, verifica-se que as fontes identificadas na bacia do Salgado são semelhantes entre si, compreendendo: esgotos domésticos, lavagem de roupa, criação de animais, além da contribuição difusa decorrente do uso de agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos.

Os açudes localizados nos municípios atravessados na bacia Metropolitana ou localizados nas proximidades possuem uma matriz de agentes poluidores diferenciada das descritas anteriormente, recebendo também efluentes hospitalares e industriais (Aracoiaba), além de fontes oriundas de aterros sanitários, efluentes de ETA, matadouro e lixão (Amanary). Tal diversidade de fontes poluidoras pode ser atribuída à expansão da região metropolitana tanto em número de atividades desenvolvidas, quanto ao próprio crescimento demográfico.

A Tabela 4.1-18 apresenta as fontes de poluição dos açudes de interesse localizados na bacia do Banabuiú, sendo identificadas as seguintes fontes de poluição: esgotos domésticos, lavagem de roupa, banhos, criação de animais, além da poluição difusa decorrente do uso de agrotóxicos, adubos naturais e químicos. Cabe destacar que, além das fontes citadas acima, a bacia do Banabuiú conta ainda com a contribuição de esgoto hospitalar, industrial, aterro sanitário, lixões, matadouros, efluentes das estações de tratamento e olarias.

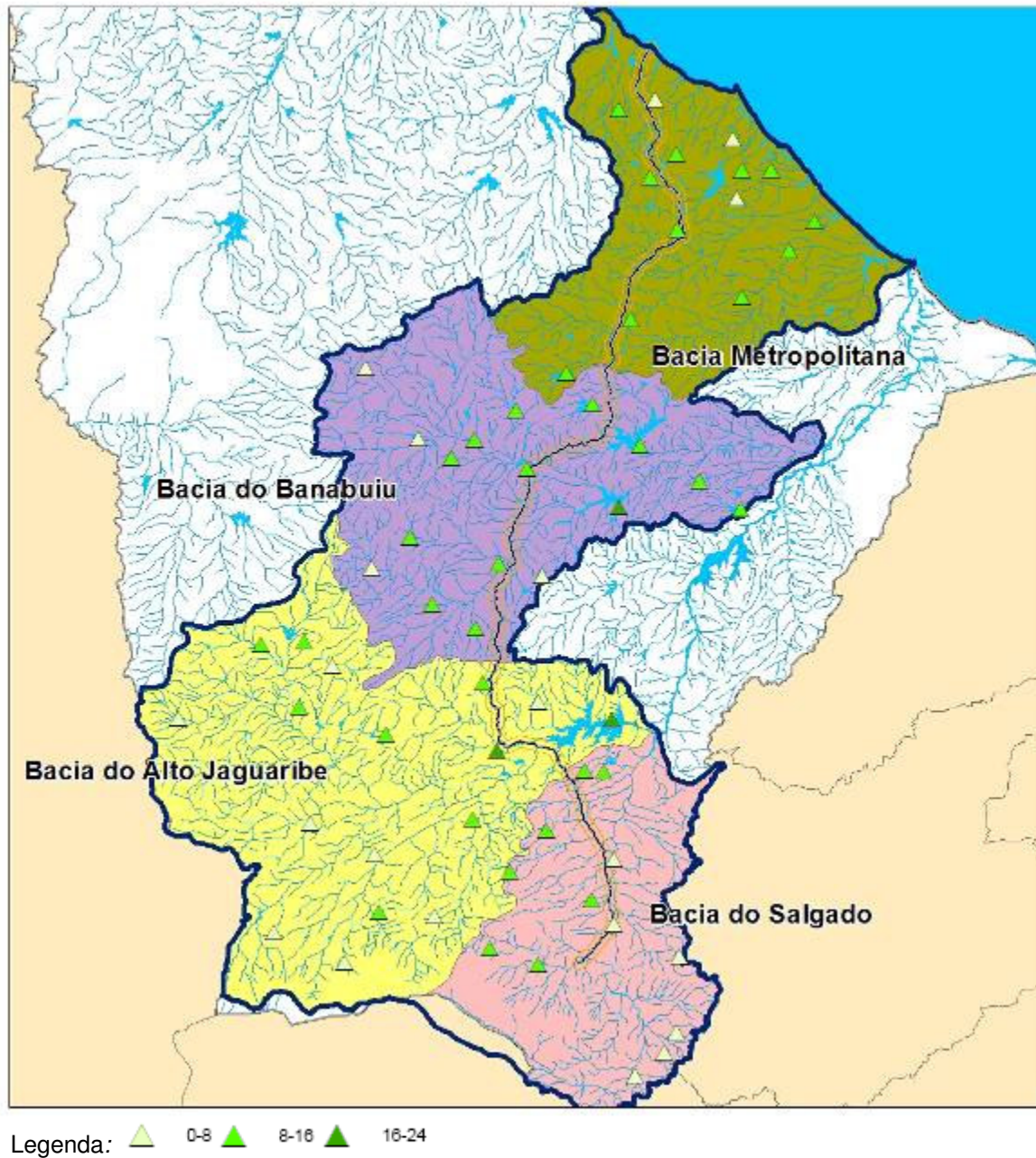
A qualidade da água no Estado do Ceará é monitorada considerando dois cortes espaciais: os rios perenizados, contemplados com o monitoramento do Índice de Qualidade das Águas-IQA, salinidade e sodicidade para irrigação, e os açudes contemplados com o monitoramento do estado trófico-IET, salinidade e sodicidade da água para irrigação, além de salinidade para consumo humano.

As Figuras 4.1-13 a 4.1-21 apresentam os resultados de qualidade para os vales perenizados e açudes monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos para o período de julho de 2007 a janeiro de 2008.

A discussão sobre a qualidade da água no âmbito da AII será realizada por bacias hidrográficas, com base nos dados apresentados nas Figuras apresentadas a seguir.

A Figura 4.1-13 apresenta a quantidade de usos nas bacias de estudo com relação aos açudes monitorados.

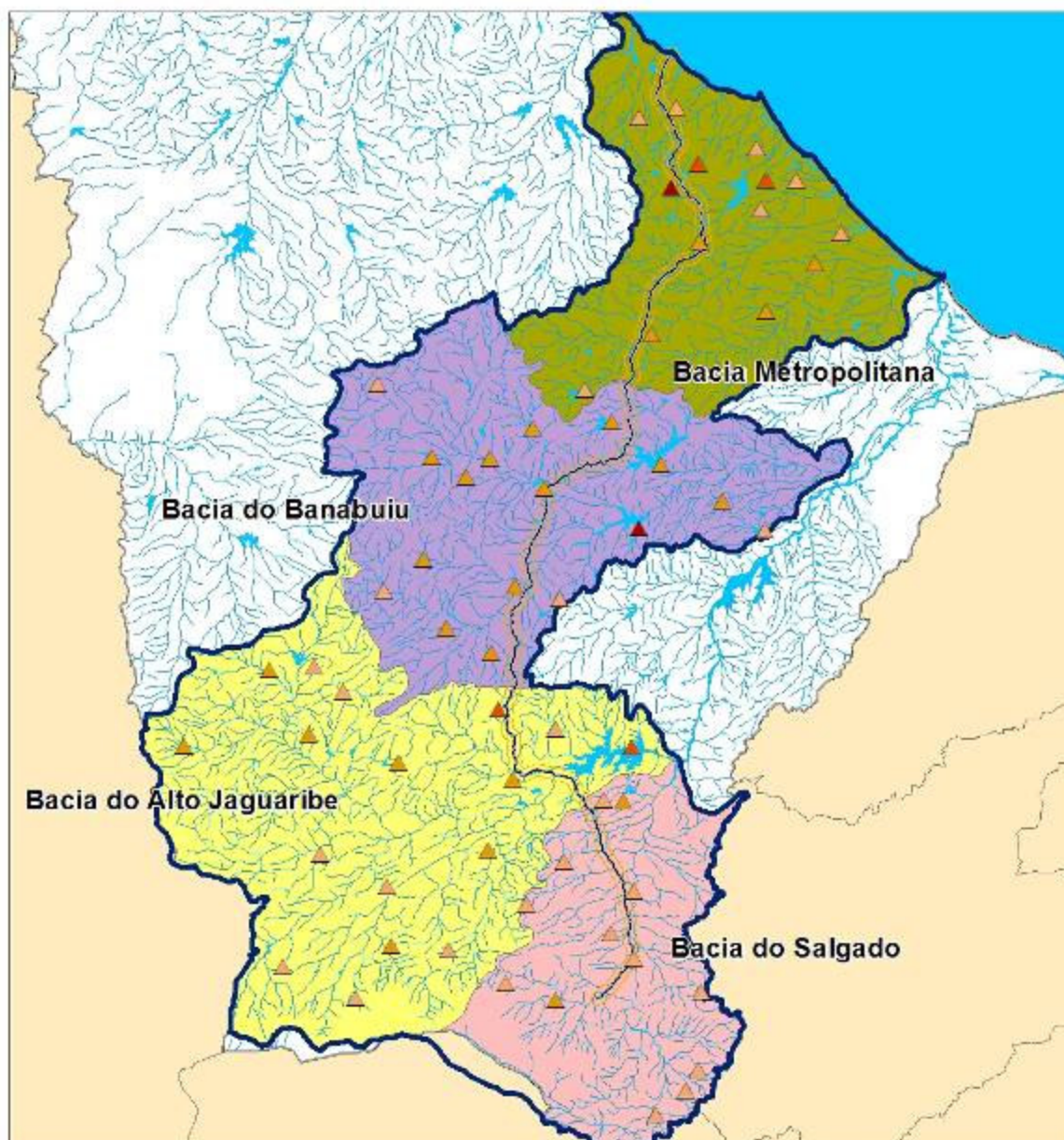
Figura 4.1-13 - Quantidade de Usos



Fonte: Elaborado pela Arcadis Tetraplan, 2008.

A Figura 4.1-14 apresenta a quantidade de açudes monitorados nas bacias de estudo.

Figura 4.1-14 - Quantidade de açudes monitorados nas bacias em estudo

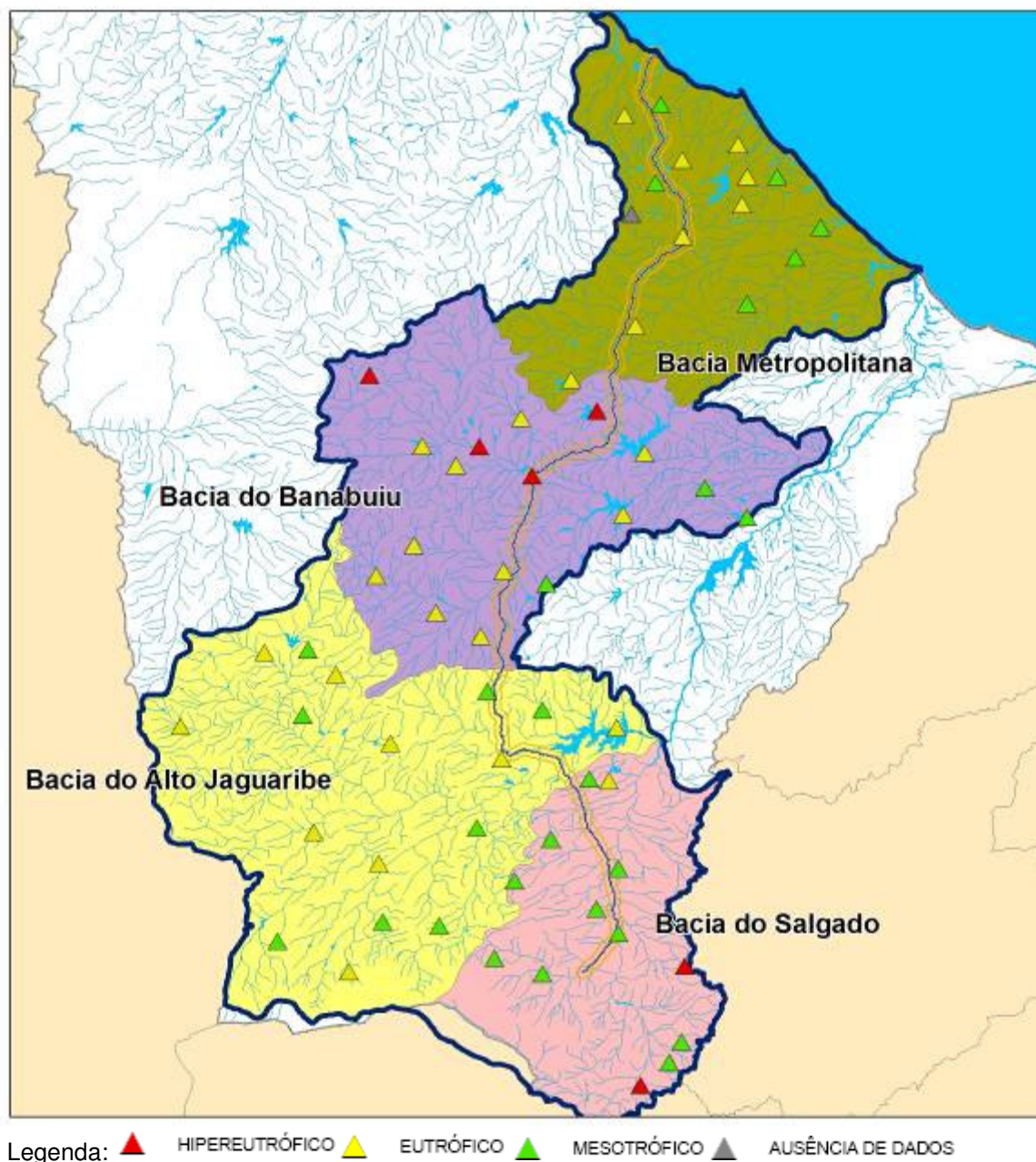


Legenda: ▲ 0-8 ▲ 8-16 ▲ 16-24 ▲ 24-32

Fonte: Elaborado pela Arcadis Tetraplan, 2008.

A Figura 4.1-15 apresenta o estado trófico dos açudes monitorados nas bacias de estudo.

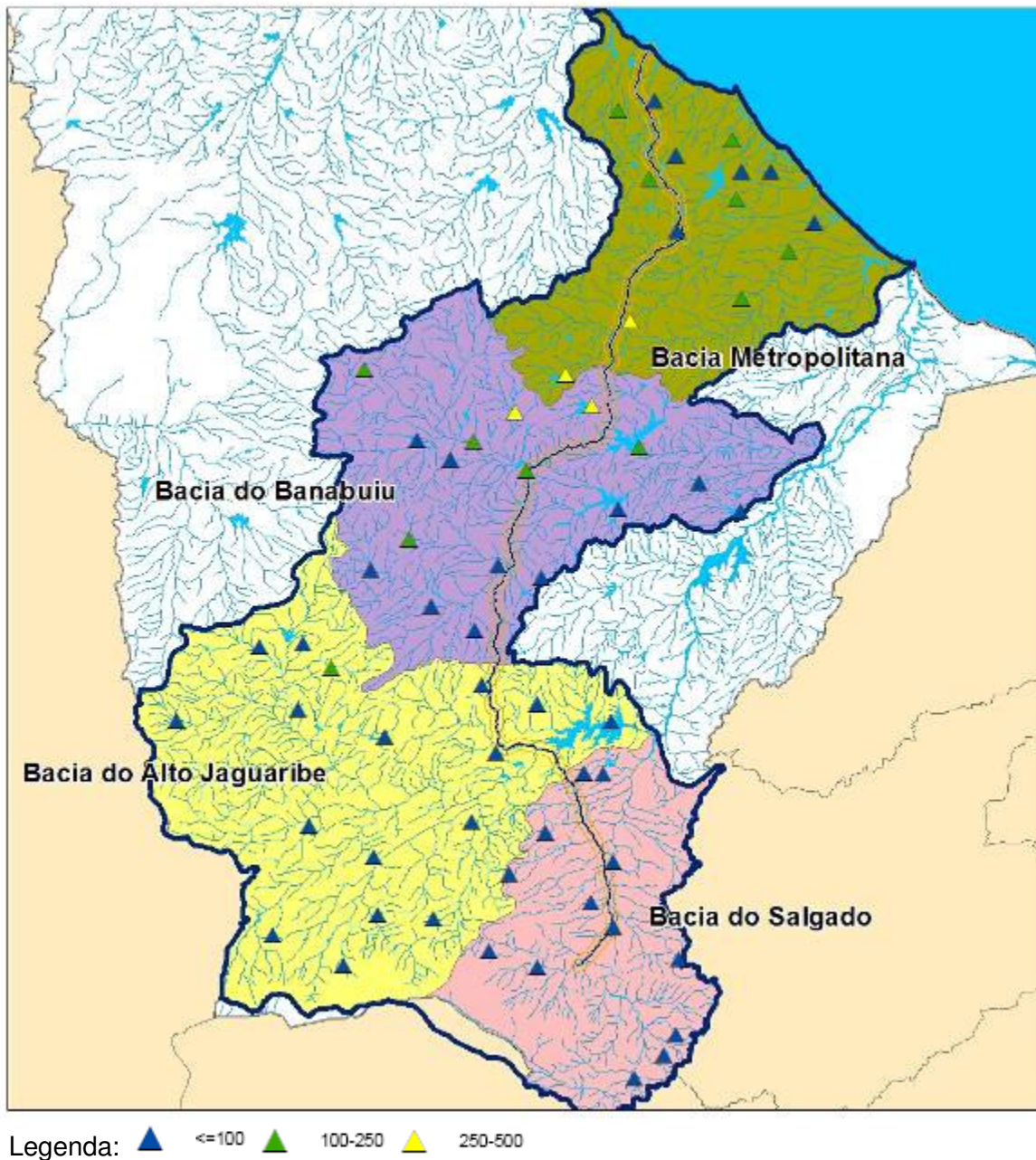
Figura 4.1-15 - Estado Trófico



Fonte: Elaborado pela Arcadis Tetraplan, 2008.

É possível verificar na figura acima que a maioria dos açudes presentes nas bacias hidrográficas em estudo apresenta-se eutrofizado, em maior ou menor grau. Contudo, a bacia do Banabuiu apresenta o maior número de açudes hipereutróficos, sendo dois deles localizados próximos ao traçado da linha férrea. Os açudes localizados próximos a linha férrea da Bacia do Salgado apresentam, em geral, menor nível de eutrofização. O resultado obtido da avaliação da salinidade dos açudes destinados ao consumo humano é apresentado na Figura 4.1-16.

Figura 4.1-16 - Salinidade para consumo humano com base na análise da concentração de cloretos (mg/L)

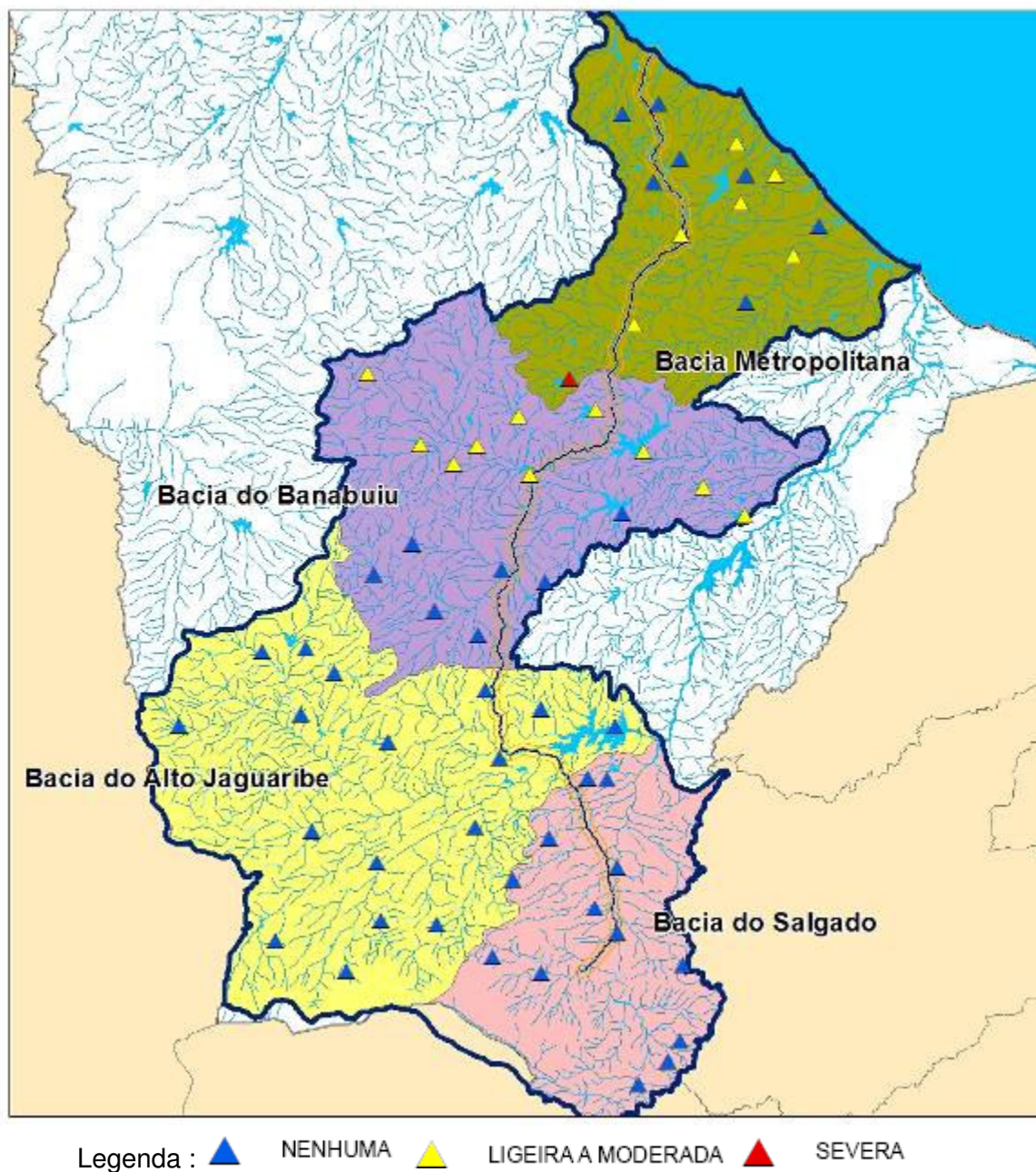


Fonte: Elaborado pela Arcadis Tetraplan, 2008.

É possível verificar na figura acima que a maioria dos açudes avaliados apresenta concentrações de cloretos menor ou igual a 100 mg/L nas bacias hidrográficas estudadas. Exceção para as Bacias do Banabuiu e Bacia Metropolitana as quais apresentam açudes localizados nas proximidades do traçado da linha férrea contendo concentrações de cloretos entre 100-250 mg/L (Banabuiu) e entre 250 e 500 mg/L (Metropolitana).

O teor de salinidade nos açudes destinados para irrigação foi analisado e os resultados obtidos dos açudes monitorados nas bacias de estudo estão apresentados na Figura 4.1-17.

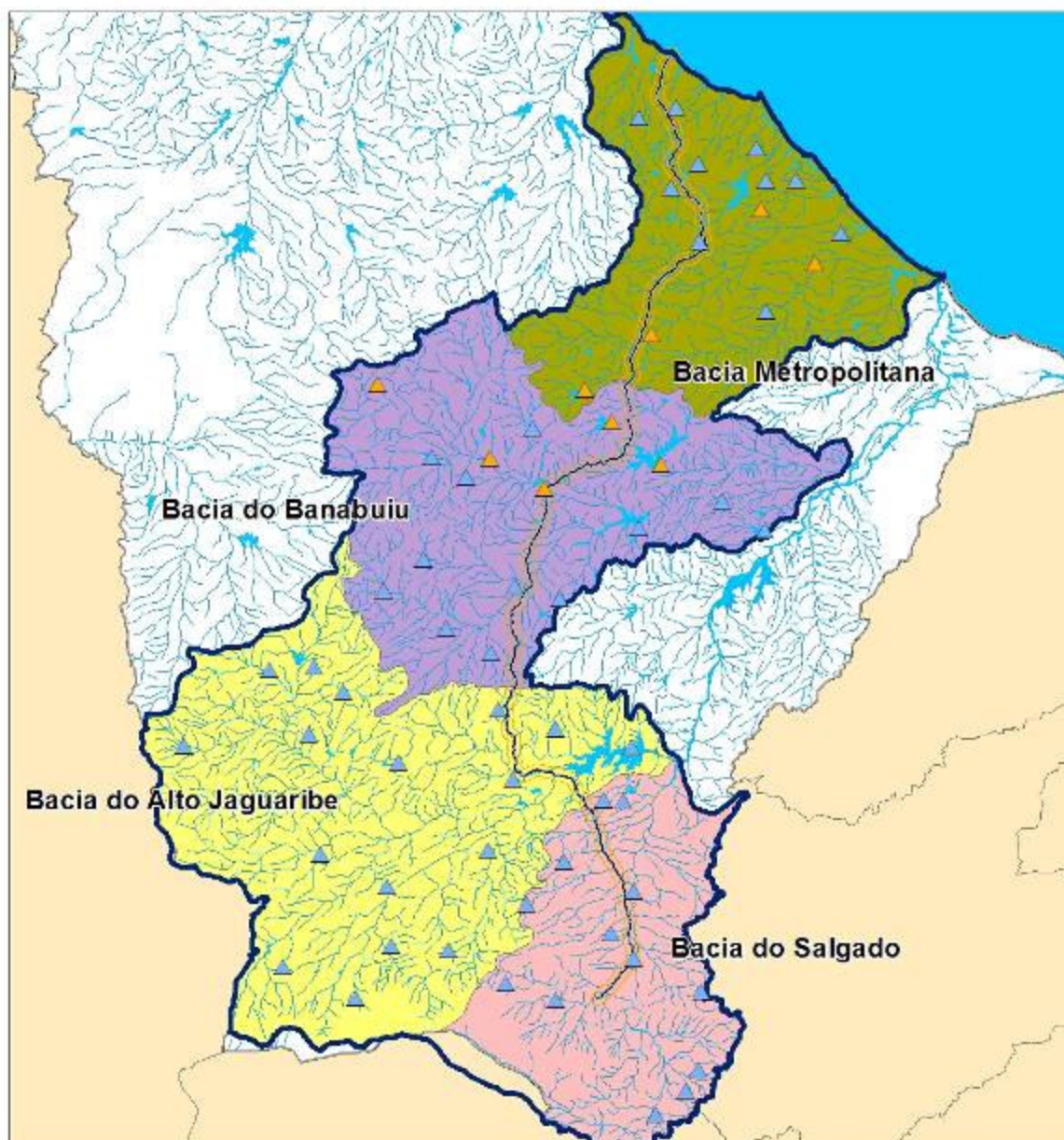
Figura 4.1-17 - Salinidade para irrigação ilustrada de acordo com as restrições



Fonte: Elaborado pela ArcadisTetraplan, 2008.

O resultado de sodicidade para irrigação dos açudes monitorados nas bacias de estudo é apresentado na Figura 4.1-18.

Figura 4.1-18 - Sodidade para irrigação, ilustrada de acordo com as restrições



Legenda: ▲ LIGEIRA A MODERADA ▲ NENHUMA

Fonte: Elaborado pela Arcadis Tetraplan, 2008.

A Figura 4.1-19 apresenta o resultado da qualidade de água para abastecimento dos vales perenizados monitorados nas bacias de estudo. Somente a bacia do Banabuiu apresenta valores de qualidade para os vales perenizados, e o resultado apresentado para os mesmo demonstra que a água destinada para abastecimento se encontra com boa qualidade.

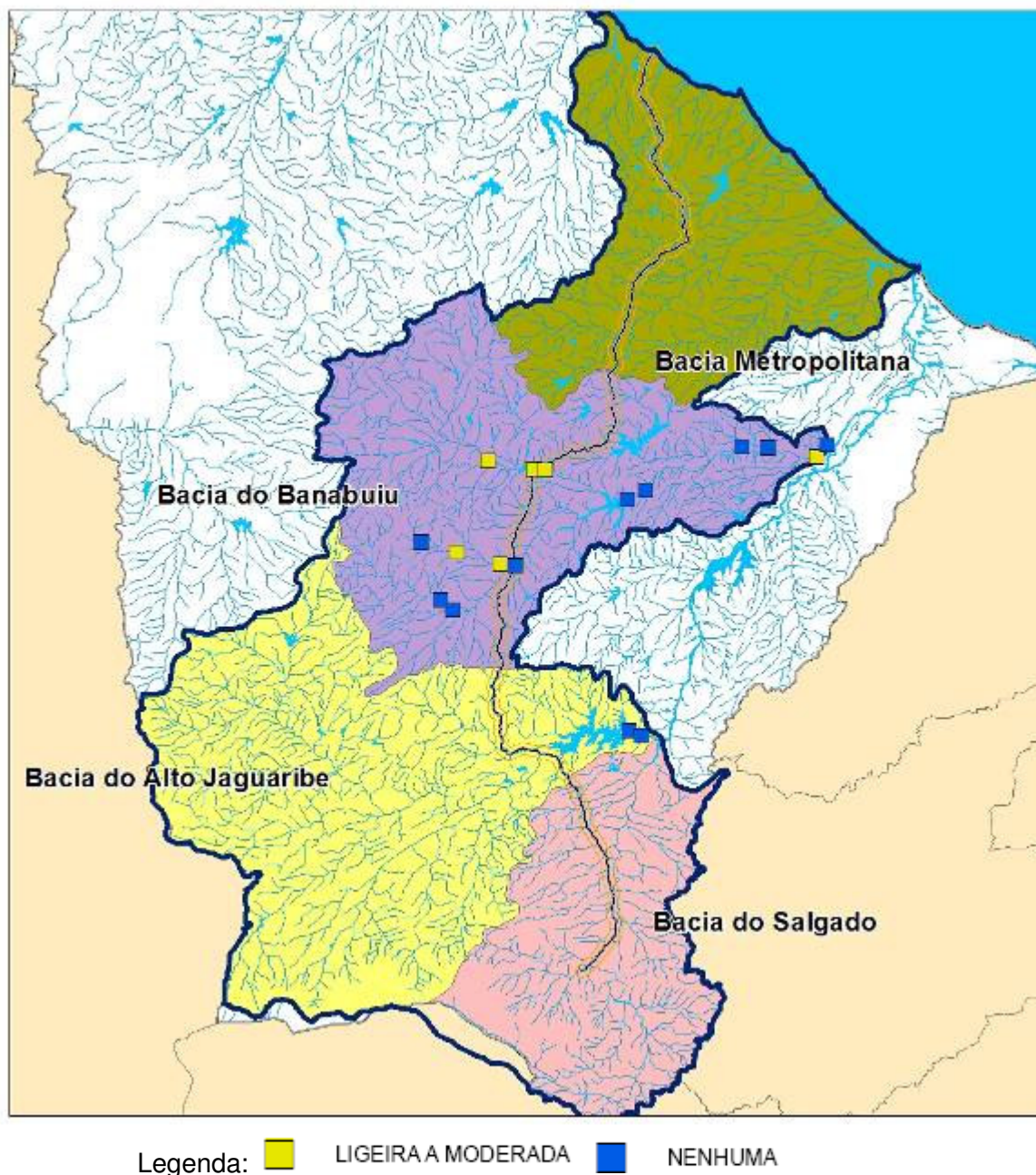
Figura 4.1-19 - Qualidade de água para abastecimento - IQA



Fonte: Elaborado pela ArcadisTetraplan, 2008.

A salinidade da água para irrigação dos vales perenizados localizados nas bacias hidrográficas em estudo é apresentada na Figura 4.1-20

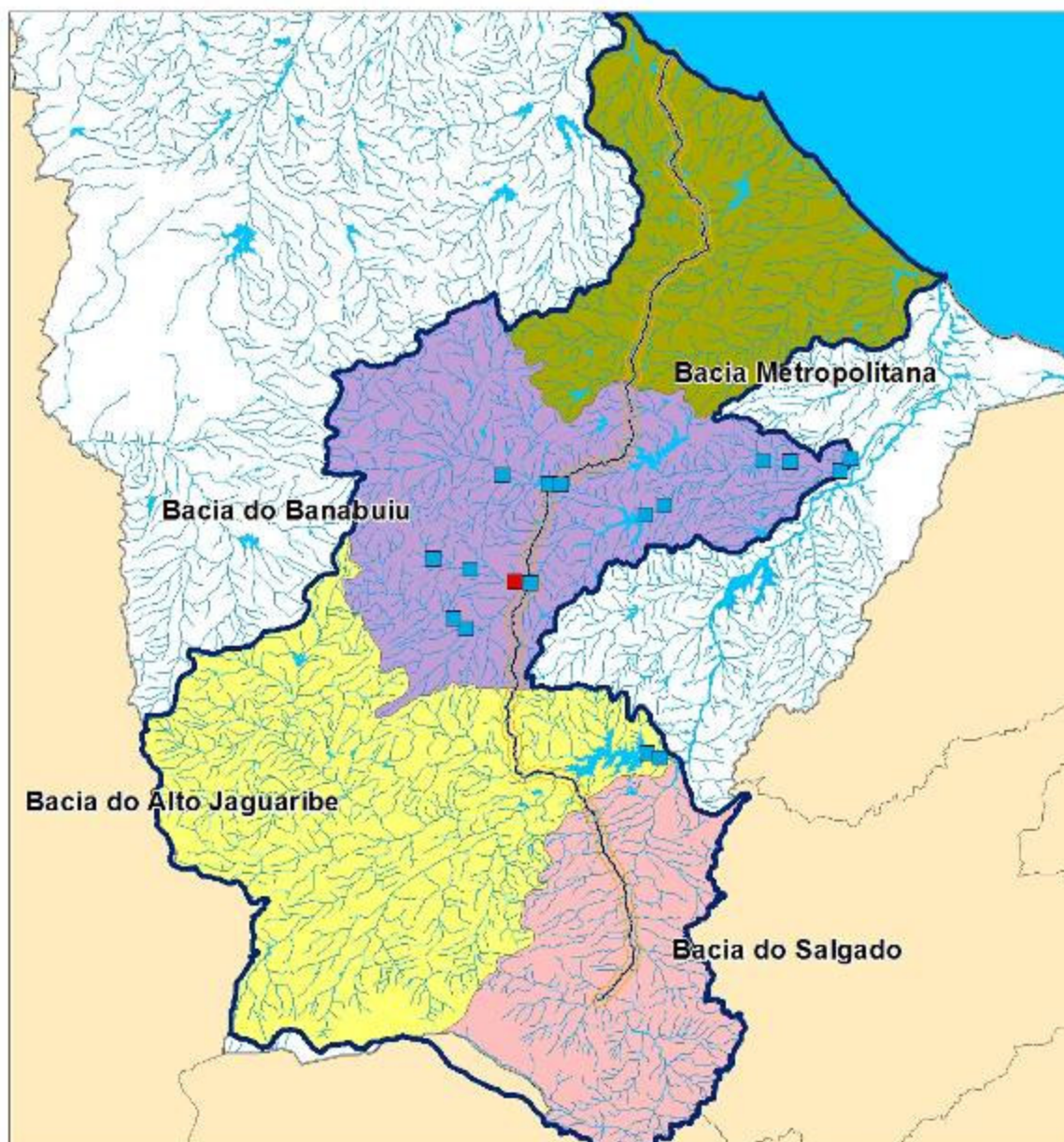
Figura 4.1-20 - Salinidade para irrigação



Fonte: Elaborado pela ArcadisTetraplan, 2008.

A Figura 4.1-21 apresenta o resultado de sodicidade de água para irrigação dos vales perenizados monitorados nas bacias de estudo, ilustrado de acordo com as restrições do uso.

Figura 4.1-21 - Sodicidade para irrigação



Legenda: ■ SEVERA ■ NENHUMA

Fonte: Elaborado pela ArcadisTetraplan, 2008.

Bacia Metropolitana

Serão apresentados a seguir os dados obtidos pelo monitoramento dos açudes localizados na Bacia Metropolitana os quais foram obtidos do COGERH.

Na Figura 4.1-13 pode ser verificado que a maioria dos reservatórios monitorados (10) encontram-se inseridos na faixa de 8 a 16 tipos de usos identificados. Dentre as principais finalidades, encontram-se: usos domésticos locais, dessedentação animal, irrigação, piscicultura, agricultura de vazante, indústrias, recreação, pesca artesanal e piscicultura intensiva.

Além dos usos múltiplos, foi verificada a quantidade de impactos presentes nos açudes monitorados na bacia. Os resultados podem ser observados na Figura 4.1-14, no qual apresentam 8 de seus reservatórios inseridos na faixa de 0 a 8 de fontes poluidoras. Merecem destaque os açudes Riachão e Amanary, pois apresentam mais de 16 e 24 tipos de fontes de poluição, respectivamente.

O perfil encontrado na bacia Metropolitana (Fig.4.1-15) demonstra que grande parte dos açudes presentes nesta bacia encontra-se eutrofizado e mesotrofizado, com altas concentrações de fósforo, resultando em uma elevada produtividade de algas, comparada ao nível natural básico, caracterizando desta forma o grau de trofia dos reservatórios.

Observando os resultados de salinidade para consumo humano (Fig. 4.1-16), os dados obtidos para Bacia Metropolitana indicaram que os açudes, em sua grande maioria, apresentaram concentrações superiores a 100 mg/L. A salinização é um dos principais problemas apresentados pelos reservatórios do semi-árido nordestino, o qual é extremamente favorecido pelo forte poder evaporante e elevadas taxas de insolação, características do regime climático dominante da região.

Com relação ao abastecimento humano, águas com altas concentrações de sais dissolvidos podem causar objeção ao consumidor por conferir gosto, além de, em alguns casos, causar efeitos adversos como ação laxativa.

Os resultados obtidos de salinidade para irrigação (Fig. 4.1-17) dos açudes monitorados nesta bacia demonstram que metade dos açudes amostrados apresenta certo grau de restrição. A interferência da aplicação de águas com alta concentração de sais dissolvidos em projetos de irrigação se dá principalmente através do mecanismo de salinização do solo, tornando-o muitas vezes estéril e inapto a cultivos posteriores.

A Figura 4.1-18 apresenta o resultado do monitoramento dos açudes para o parâmetro sodicidade. A bacia Metropolitana apresenta 10 açudes sem restrição e os demais (4) com ligeira a moderada restrição. O sódio é constituinte natural das águas em forma de sais altamente solúveis, podendo ser considerado um dos elementos mais abundantes da terra. Quando presente em concentrações elevadas, em certos tipos de solos, sua estrutura pode endurecer e impermeabilizar o solo, afetando o crescimento das plantas.

A bacia Metropolitana não dispõe de dados sobre os parâmetros analisados nos os vales perenizados.

Bacia do Banabuiú

A Figura 4.1-13 apresenta o mapa das bacias de estudo e ilustra a quantificação do uso das águas dos açudes. Na bacia do rio Banabuiú, 12 dos 17 açudes, foram inseridos na faixa de 8 a 16 de usos múltiplos. Dentre os principais usos identificados, destacam-se: usos domésticos locais, dessedentação animal, irrigação, piscicultura, agricultura de vazante, indústria, balneário e recreação.

Foi também avaliada a quantidade de impactos que cada bacia está sujeita sendo a do rio Banabuiú, inserida na faixa de 8-16 tipos diferentes de fontes poluidoras. Dentre as principais fontes de poluentes destacam-se: esgoto doméstico, uso de defensivos agrícolas, fertilizantes, criação de animais e efluentes industriais.

Observando a Fig 4.1-15, verifica-se que os açudes analisados nesta bacia encontram-se em estado crítico de trofia, apresentando 4 dos 17 açudes, em estado hipertrófico e 10 eutrofizados. Este cenário caracteriza-se pelo aumento da concentração de nutrientes, especialmente de fósforo e nitrogênio, resultando em aumento da biomassa vegetal (aumento exagerado da produção primária).

Verifica-se também a redução do oxigênio dissolvido, redução da transparência do meio o que impede a passagem de luz, aumento da comunidade fitoplancônica, redução de peixes, aparecimento de cianobactérias (citotoxinas), produção de gases e odores desagradáveis (H₂S) devido ao processo de decomposição anaeróbica apresentado nos mananciais com a evolução do processo.

A Figura 4.1-16 apresenta o resultado de salinidade para consumo humano para as bacias hidrográficas de interesse. Verifica-se que 10 dentre os 17 açudes monitorados na bacia, apresentam concentrações menores ou iguais a 100 mg/L de cloretos. Um inconveniente atribuído à elevada concentrações de sais nas águas de abastecimento é a formação de incrustações nas tubulações domiciliares e na rede de distribuição, podendo causar problemas de corrosão.

Através dos resultados apresentados na Figura 4.1-17, verifica-se que 10 dos 17 açudes amostrados apresentam “ligeira a moderada” restrição. As interferências da aplicação de águas com altas concentrações de sais se dá pela salinização do solo, tornando-o, muitas vezes inapto a cultivos posteriores. Além disso, algumas culturas são extremamente sensíveis à concentração de sais, podendo reagir de diferentes maneiras ao seu aumento.

Para os resultados de sodicidade (Figura 4.1-18), verificou-se que 12 dos 17 açudes não apresentaram restrição de uso, contudo, 5 reservatórios apresentaram ligeira à moderada restrição.

Os valores obtidos do índice de qualidade de água, IQA, nos vales perenizados (Figura 4.1-19) indicam boa qualidade de água para os 14 pontos amostrados, com exceção para o ponto da seção Minerolândia que apresenta IQA regular. O índice de qualidade das águas é calculado do produtório ponderado de 9 parâmetros de qualidade considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas.

Com relação à salinidade nos vales perenizados, quando utilizados para irrigação, observa-se na Figura 4.1-20 que dos 15 vales monitorados, 6 apresentaram ligeira / moderada restrição ao uso. A interferência da aplicação de águas com alta concentração de sais dissolvidos em projetos de irrigação se dá principalmente através do mecanismo de salinização do solo, tornando-o muitas vezes estéril e inapto aos cultivos posteriores.

A Figura 4.1-21 apresenta a classe de sodicidade para irrigação dos vales perenizados. A bacia é contemplada com 15 pontos de amostragem, dos quais 14 não apresentam nenhuma restrição ao uso de suas águas.

Bacia do Alto Jaguaribe

O estado trófico dos açudes é apresentado na Fig. 4.1-15, verifica-se que os mesmos apresentam um cenário semelhante ao encontrado para a bacia Metropolitana, no qual a maioria dos açudes encontram-se mesotrofizados (8) e eutrofizados (9), ou seja, apresentam

elevadas concentrações de fósforo, baixos teores de oxigênio dissolvido tanto na camada superior, quanto inferior do reservatório. Além alto comprometimento dos seus usos múltiplos.

Com relação à salinidade para consumo humano (Figura 4.1-16), a bacia do Alto Jaguaribe apresenta em sua grande maioria, baixas concentrações de cloretos. Dentre os 12 açudes monitorados, apenas 2 apresentaram concentrações iguais ou superiores a 100 mg/L de cloretos.

As Figuras 4.1-17 e 4.1-18 indicam que os reservatórios monitorados nesta bacia não apresentam restrição de uso para irrigação, quando avaliados os parâmetros salinidade e sodicidade, respectivamente.

Para o índice de qualidade de água dos vales perenizados contemplados na bacia do Alto Jaguaribe, foram obtidos os seguintes resultados: os dois únicos pontos amostrados apresentam IQA irregular. Este índice reflete a contaminação por esgotos sanitários e demais materiais orgânicos.

A bacia do Alto Jaguaribe possui 2 pontos de amostragem de água para vales perenizados, ambos localizados a jusante do açude Orós. Segundo o monitoramento realizado pelo órgão responsável, estes pontos não apresentam restrição para utilização de suas águas para irrigação, em relação ao parâmetro salinidade e sodicidade conforme se observa nas Figuras 4.1-15 e 4.1-16, respectivamente.

Bacia do Salgado

Conforme pode ser verificado na Figura 4.1-15, 10 dos 13 açudes localizados na bacia do Salgado apresentam-se mesotrofizados, 1 eutrofizado e 2 hipereutrofizados, demonstrando o comprometimento dos mesmos. O grau de trofia pode caracterizar o estágio de eutrofização em que se encontra um corpo d'água, possibilitando a tomada de medidas preventivas e/ou corretivas.

Já os resultados de salinidade para consumo humano demonstram que a bacia do rio Salgado apresenta as melhores condições quando observadas as concentrações de cloretos. Todos os açudes monitorados apresentaram concentrações menores que 100 mg/L (Figura 4.1-8).

As Figuras 4.1-17 e 4.1-18 indicam que os reservatórios monitorados nesta bacia não apresentam restrição de uso para irrigação, quando avaliados os parâmetros salinidade e sodicidade, respectivamente.

Para o monitoramento dos vales perenizados, a bacia do Salgado não é contemplada com nenhum ponto de monitoramento como pode ser observado nos mapas.

E) CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA

No Estado de Ceará, a Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.

Neste Estado, o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderantes não é instrumento da PERH, no entanto, a cobrança pela utilização e pela diluição, transporte e a assimilação de efluentes do sistema de esgotos e outros líquidos, de qualquer natureza deverá considerar a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água (CEARÁ, 1992).

Neste contexto caberão às instituições participantes do Sistema de Administração da qualidade ambiental, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, analisar e propor o enquadramento dos corpos de águas em classes de uso preponderante, de forma compatibilizada com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992).

Dente as competências do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará – CONERH está promover o enquadramento dos cursos de águas em classes de uso preponderante, ouvidos os Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH's e Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza- CBRMF, enquanto cabe ao Comitê Estadual de Recursos Hídricos - COMIRH, Órgão de Assessoramento Técnico do CONERH, elaborar, periodicamente, proposta para o Plano Estadual de Recursos Hídricos, que compreende, dentre outros elementos: o enquadramento dos corpos de águas em classes de uso preponderante (CEARÁ, 1992). As atribuições do COMIRH foram regulamentadas pelo Decreto nº 23.038, de 1º de fevereiro de 1994, que aprova seu Regimento (CEARÁ, 1994).

O Decreto nº 26.462, 11 de dezembro de 2001, que regulamenta os artigos 24, inciso V e 36 da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, no tocante aos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHS, estabelece entre as suas atribuições está a discussão e a seleção de alternativas de enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica, proposto conforme procedimentos estabelecidos na legislação pertinente (CEARÁ, 2001)¹.

Assim, no Estado de Ceará – e, conseqüentemente, aplicando-se da mesma forma para toda a AII do empreendimento –, devido ao fato de não haver aprovação dos enquadramentos, a classificação dos corpos d'água superficiais atende ao que determina a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, Art. 42: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, às águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1”.

4.1.3.2. Recursos Hídricos Superficiais: AID/ADA

O presente diagnóstico foi elaborado com base nos mapas elaborados pela equipe técnica. Quanto à qualidade da água, a principal base de consulta adotada foi o monitoramento dos recursos hídricos do Estado de Ceará, realizado pela COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos).

¹ Fonte: *Panorama do enquadramento dos corpos d'água - ANA, 2005.*

A) CORPOS D'ÁGUA NA ADA/AID

O Trecho 3 da Ferrovia Transnordestina, a qual irá atravessar praticamente todo o Estado de Ceará, na direção aproximada sul-norte, inicia-se no km 0 na bacia hidrográfica do rio Salgado e termina na bacia Metropolitana.

O traçado do Trecho 3 parte, inicialmente, próximo da sede do município de Missão Velha. O primeiro curso d'água atravessado será o rio Salgado, um dos principais tributários do rio Jaguaribe, próximo ao km 5 da ferrovia. Seguindo o trecho verifica-se que a ferrovia interceptará, entre os km 15 e 45, o riacho Batateira e riacho Goiabeira, ambos tributários da margem esquerda do rio Salgado.

Seguindo no sentido norte do Estado, aproximadamente no km 40 do traçado, a ferrovia interceptará o riacho Jenipapeiro no município de Aurora e o riacho do Rosário, km 55, no município de Lavras da Mangabeira, ambos afluentes da margem esquerda do rio Salgado.

Ainda na bacia do rio Salgado outros cursos d'água intermitentes serão afetados pelo empreendimento, tais como o riacho do Meio (próximo ao km 60) e riacho do Machado (próximo ao km 70), ambos localizados no município de Lavras de Mangabeira e contribuintes da margem esquerda do rio Salgado.

Na sequência, no município de Cedro, os Riachos São Miguel (próximo ao km 85) e riacho Umari (próximo ao km 95) serão atravessados pelo eixo ferroviário, destes, o riacho São Miguel merece destaque, pois exerce a função de manancial de abastecimento para o município de Cedro.

Além dos cursos d'água atravessados pela ferrovia, existem também os pequenos açudes, que podem ser diretamente afetados ou estarem inseridos na faixa de 2,5 km da AID. Como é o caso do açude localizado próximo ao km 85 no município de Cedro.

Ao entrar na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, o eixo ferroviário passará preferencialmente pelos rios e riachos contribuintes do açude Orós, com destaque para o rio Jaguaribe (próximo ao km 120), o riacho Araré (próximo ao km 140) e riacho Quincoê localizado no município de Acopiara, próximo ao km 160 do traçado da ferrovia. Sendo este último atravessado novamente pela linha férrea entre os km 125 e 165. O trecho percorrido pela ferrovia na bacia do Alto Jaguaribe é de aproximadamente 80 km.

O açude Orós terá um dos braços de seu reservatório inserido na faixa de delimitação da AID próximo ao km 110 da ferrovia. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH, o açude Orós é o segundo maior açude do Estado do Ceará, ficando atrás, apenas, do açude Castanhão. Este açude beneficia a Região Metropolitana de Fortaleza-RMF através da transposição de águas entre as bacias, desde 1994.

Conforme informações obtidas junto a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, as águas do rio Jaguaribe chegarão à Região Metropolitana do Ceará através do Canal do Trabalhador, que recebe água do açude Orós, interligando-a ao Açude Pacajus, e deste a água é recalçada para o Sistema Interligado Pacoti/Riachão/Gavião, grande responsável pelo suprimento das demandas de água da RMF.

Segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, açude Orós é formado pela barragem do rio Jaguaribe, tendo como finalidades: a perenização do rio

Jaguaribe; irrigação do médio e baixo Jaguaribe; desenvolvimento de atividades como piscicultura, cultivo das áreas a montante, turismo e aproveitamento energético.

A partir do km 180 da ferrovia, a bacia hidrográfica atravessada será a do rio Banabuiú, caracterizada pela presença significativa de açudes nas áreas de influência do empreendimento, totalizando um percurso de 170 km, desde o km 180 até o km 350 do traçado da ferrovia.

Dentre os cursos d'água atravessados nesta bacia, inicialmente entre os km 180 e km 210, três drenagens serão diretamente afetadas pela implantação da ferrovia, sendo estas afluentes da margem direita do rio Banabuiú, ambas situadas no município de Piquet Carneiro. Verificou-se também, próximo à sede do município (km 205), a existência de um açude que será atravessado pelo traçado e encontra-se inserido na delimitação da AID.

Na sequência, próximo ao km 230 o traçado da ferrovia cruzará mais duas drenagens, sendo estas afluentes da margem direita do rio Banabuiú. Verifica-se também que a linha férrea passará próximo ao açude formado pela barragem de um destes afluentes mencionados acima. Logo nas proximidades do km 235, o eixo da ferrovia cruzará o leito do rio Banabuiú, próximo à sede municipal de Senador Pompeu. Estes cursos d'água abastecerão o açude Banabuiú, pertencente aos municípios de Quixeramobim e Banabuiú. Nos próximos 25 km serão atravessadas 7 drenagens, sendo todas afluentes pela margem esquerda do rio Banabuiú.

Próximo ao km 260, verificou-se a existência de um açude a montante do empreendimento. Este reservatório será afetado pela implantação do empreendimento no âmbito da AID.

O eixo ferroviário continuará a atravessar a bacia do rio Banabuiú, até o km 350, sendo que dois afluentes pela margem esquerda do riacho Caconde serão cruzados entre o km 260 e km 280. Entre o km 270 e o km 290, o traçado atravessará 5 drenagens, sendo uma delas a do rio Quixeramobim e as demais constituintes da margem esquerda e direita do mesmo. O rio Quixeramobim contribui com a reservação da água do açude Banabuiú.

O açude Banabuiú barra o rio Banabuiú, pertencente ao sistema do rio Jaguaribe, tendo como finalidades: irrigação das terras do Baixo Jaguaribe, controle das cheias do rio Banabuiú; piscicultura e aproveitamento das áreas de montante.

Seguindo em direção norte do Estado, entre os quilômetros 290 e 315, outras quatro drenagens serão atravessadas pela ferrovia, sendo estas, afluentes do açude Pedras Brancas. O açude está inserido na delimitação da AID e atua como manancial de abastecimento para o município de Quixadá, além de subsidiar as atividades de irrigação das terras a montante e a piscicultura.

Próximo ao km 320, verificou-se a existência de um açude inserido no município de Quixadá e localizado a montante do açude Pedras Brancas, este reservatório será diretamente afetado pela linha férrea. Outro reservatório inserido na área de influência está localizado próximo ao km 325 da ferrovia e a montante do açude Pedras Brancas.

Ao longo do trajeto na bacia do rio Banabuiú, os últimos cursos d'água atravessados pela ferrovia serão: riacho do Sitiá, próximo ao km 330, e riacho do Camará, próximo ao km 340, ambos situados no município de Quixadá. O riacho do Sitiá é o corpo d'água responsável

pela reservação das águas do açude Pedras Brancas. É através do seu barramento que se constitui o açude.

Tais reservatórios, além de vários outros, são responsáveis pelo abastecimento da população residente na bacia do rio Jaguaribe como também pelas atividades de agricultura irrigada, que se desenvolvem ao longo do vale.

Já na bacia Metropolitana, a ferrovia percorrerá um trecho de aproximadamente 175 km, a maior extensão dentre as bacias interceptadas, desde o km 350 até o final do Trecho 3.

O rio Cangati, localizado no município de Choró e próximo ao km 370 da ferrovia, terá seu leito atravessado pelo traçado, bem como o riacho da Palmatória (km 380), contribuinte da margem esquerda do rio Choró. Entre o km 390 e km 420, sete drenagens serão interceptadas pela ferrovia, dentre estas merecem destaque o riacho do Padre, afluente pela margem esquerda do rio Choró.

Um dos afluentes pela margem esquerda do rio Choró será cruzado diversas vezes pela linha férrea entre o km 420 e 435. Ressalta-se que o rio Choró barrado é o principal curso d' água responsável pela reservação de água do açude Pacajus, tendo este, participação no abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza.

Sete corpos d' água serão afetados diretamente pelo empreendimento entre os km 430 e km 465 do traçado da ferrovia. Esses corpos hídricos contribuem com a reservação da água do açude Pacoti Riachão, responsável por grande parte do abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza.

Seguindo em direção ao norte do Estado, final do trecho 3 da Nova Transnordestina, 3 afluentes do rio Ceará serão interceptados pelo traçado da ferrovia entre o km 465 e km 480, sendo o curso d'água principal, rio Ceará, afetado na altura do km 485.

A última drenagem diretamente afetada será atravessada pela ferrovia duas vezes e localiza-se entre os km 495 e km 510. Esta drenagem formará o Lagamar Jereraú, localizado no município de Caucaia, próximo ao litoral.

B) USOS DA ÁGUA

Pelo caráter de escoamento intermitente, grande parte dos cursos d'água da AID não oferece garantia para o atendimento a demandas consuntivas, razão pela qual a maioria dos municípios da região, a exemplo do restante do Semi-Árido nordestino, faz uso da açudagem para reservação de água.

Embora muitos açudes apresentem problemas na sua operação, devido às altas taxas de evaporação, muitas vezes, não tendo capacidade de fornecer água em quantidades compatíveis com as demandas durante secas prolongadas e qualidade para consumo humano, são a grande fonte hídrica da região da AID.

Dessa forma, na AID, quase todas as sedes urbanas são abastecidas por açudes, exceção do município de Cedro que é abastecido pelo Riacho São Miguel, e dos municípios de Senador Pompeu e Lavras de Mangabeira que além dos açudes contam com poços de captação de água subterrânea.

Além do abastecimento urbano, alguns açudes também servem para irrigação e dessedentação animal.

Nos períodos de chuvas, os cursos d'água são utilizados pela população para atividades de recreação, além de servirem também à dessedentação animal.

O lançamento de efluentes domésticos, industriais e agroindustriais nos cursos d'água, caracterizada como um outro uso dos recursos hídricos da AID, bem como a drenagem de áreas agrícolas e de atividades de pecuária, concorrem para a existência de conflitos quanti-qualitativos no âmbito dos usos múltiplos das águas.

A dinâmica decorrente da condição hidrológica regional, caracterizada por secas prolongadas intercaladas com períodos de chuvas intensas, pode acarretar agravos à saúde da população. Os baixos padrões de saneamento básico existentes na maioria das cidades que estão inseridas na AID resultam em concentração de resíduos de natureza ao redor dos corpos d'água. Esse problema é agravado pelo intenso fluxo de dejetos de animais aos açudes, utilizados para dessedentação dos rebanhos, predominantes na região do semi-árido.

Inúmeros povoados existentes na AID utilizam diretamente essas águas, sem prévio tratamento, o que resulta em intoxicações, diarréias e outros problemas de ordem gastro-intestinal. Essa situação é amenizada em residências dotadas de cisternas, que captam água da chuva ou são abastecidas por caminhões-pipa, suprindo as demandas locais durante as secas.

C) QUALIDADE DA ÁGUA

Para caracterização da qualidade da água na AID/ADA, foram selecionados os açudes inseridos na delimitação de 2,5 km da AID e as Seções de Vales Perenizados, ambos monitorados pela COGERH. Cabe ressaltar que os açudes mencionados na caracterização da AII, os quais são desprovidos de quaisquer tipos de informação, farão parte da rede de monitoramento da qualidade da água do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água.

Dentre os açudes existentes nas Bacias Hidrográficas de Estudo, inseridos na delimitação da AID e monitorados pelo órgão gestor, estão:

- Açudes Castro e Cauhipe localizados na Bacia hidrográfica Metropolitanas;
- Açude Pedras Brancas localizado na Bacia Banabuiú;
- Açude Trussu, Quincoé e Orós localizado na Bacia do Alto Jaguaribe.

E dentre as Seções de Vales Perenizados localizados nas bacias avaliadas, inseridos na AID e monitorados pelo COGERH, estão: SEÇ -47 e SEÇ-44, ambos localizados na Bacia do Banabuiú.

O resultado bruto das análises será apresentado no Anexo 4.1-3 deste documento. Os dados analisados foram fornecidos pela COGERH, e adaptados para o estudo.

Foram calculadas as médias aritméticas dos resultados dos pontos de monitoramento amostrados nas diversas campanhas realizadas no ano de 2007, apresentando, dessa forma, as médias dos resultados obtidos em diferentes profundidades.

As tabelas a seguir apresentam somente as médias dos parâmetros que se encontraram fora dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos d'água classe 2.

Tabela 4.1-19 - Açude Castro

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,1	DBO	61,79	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,32	mg/L P	0,030
	OD Sonda	4,34	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
0,3	Cloretos Lab.	301,07	mg/L Cl	250
	Contagem de Cianobacterias	172.594,90	Célula/mL	50.000
	DBO	68,15	mg/L O2	5
	Ferro	0,56	mg/L Fe	0,3
	Fósforo Total	0,37	mg/L P	0,030
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
0,5	Sól. Dissolv. Totais	669,50	mg/L	500
	Cloretos Lab.	299,68	mg/L Cl	250
	DBO	32,73	mg/L O2	5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
0,75	Sól. Dissolv. Totais	752,75	mg/L	500
1	Fósforo Total	0,16	mg/L P	0,030
	DBO	48,91	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,32	mg/L P	0,030
	OD Sonda	5,33	mg/L O2	≥5
1,5	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
	DBO	78,98	mg/L O2	5
2	Fósforo Total	0,30	mg/L P	0,030
	DBO	59,24	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,31	mg/L P	0,030
	OD Sonda	4,70	mg/L O2	≥5
3	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
	DBO	78,98	mg/L O2	5
	OD Sonda	4,55	mg/L O2	≥5
3	Salinidade	0,56	‰	≤0,5

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
4	OD Sonda	4,07	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
4,5	DBO	95,44	mg/L O2	5
	OD Sonda	1,72	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
5	OD Sonda	4,02	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
6	OD Sonda	4,54	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
7	OD Sonda	2,36	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
8	OD Sonda	2,88	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
9	OD Sonda	2,14	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
10	OD Sonda	1,88	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
10,5	DBO	65,82	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,24	mg/L P	0,030
	OD Sonda	0,43	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,57	‰	≤0,5
11	OD Sonda	1,59	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
12	Fósforo Total	0,18	mg/L P	0,030
	OD Sonda	1,48	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
12,5	DBO	52,65	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,27	mg/L P	0,030
	OD Sonda	0,33	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,57	‰	≤0,5
13	OD Sonda	0,98	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
13,5	DBO	19,74	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,44	mg/L P	0,030
	OD Sonda	2,08	mg/L O2	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
14	OD Sonda	0,96	mg/L O2	≥5

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
15	OD Sonda	0,22	mg/L O ₂	≥5
	Salinidade	0,56	‰	≤0,5
17	OD Sonda	0,23	mg/L O ₂	≥5
18	OD Sonda	0,08	mg/L O ₂	≥5

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

Conforme pôde ser verificado na tabela acima, o açude do Castro apresentou uma concentração média de cianobactérias três vezes maior do que os limite permitido por lei (50.000 cel/mL), devido a estado trófico apresentado ao longo do período amostrado. Também foi constatada a presença de alta concentração de fósforo na água, composto responsável pelo aumento da produtividade biológica na água.

A tabela 4.1-20 apresenta os parâmetros em desacordo com a legislação do Açude Cauhipe. Verifica-se que apenas a DBO (valores médios), a profundidade de 0,3 m, apresentou valores médios acima do padrão exigido por lei.

Tabela 4.1-20 - Açude Cauhipe

Prof. (m)	Parâmetro	Média	Unidade	CONAMA 357/05
0,3	DBO	44,92	mg/L O ₂	5

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

A Tabela 4.1-21 apresenta os parâmetros de qualidade determinados (valores médios) a diferentes profundidades amostradas do açude Pedras Brancas.

Tabela 4.1-21 - Açude Pedras Brancas

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,3	Contagem de Cianobacterias	146.871,20	Célula/mL	50.000
	DBO	7,20	mg/L O ₂	5
	Fósforo Total	0,18	mg/L P	0,030
	pH Sonda	9,22		6,0 a 9,0
	Sól. Dissolv. Totais	524,67	mg/l	500
0,5	Clorofila a Lab.	60,60		30
	pH Sonda	10,22		6,0 a 9,0
1	Clorofila a Lab.	67,80	µg/L	30
	Clorofila a Sonda	40,60	µg/L	30
	pH Sonda	9,98		6,0 a 9,0
2	Clorofila a Sonda	38,85	µg/L	30
	Salinidade	0,60	%	≤0,5
3	Clorofila a Lab.	66,10	µg/L	30

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
	Clorofila a Sonda	40,50	µg/L	30
	pH Sonda	10,01		6,0 a 9,0
4	Clorofila a Sonda	39,60	µg/L	30
	Salinidade	0,60	%	≤0,5
5	Clorofila a Lab.	63,90	µg/L	30
	Clorofila a Sonda	41,55	µg/L	30
	pH Sonda	10,01		6,0 a 9,0
6	Clorofila a Sonda	40,35	µg/L	30
	Salinidade	0,60	%	≤0,5
7	Clorofila a Lab.	69,20	µg/L	30
	Clorofila a Sonda	41,15	µg/L	30
	pH Sonda	10,01		6,0 a 9,0
8	Clorofila a Sonda	41,35	µg/L	30
	Salinidade	0,60	%	≤0,5
9	Clorofila a Lab.	67,90	µg/L	30
	Clorofila a Sonda	66,30	µg/L	30
	pH Sonda	10,71		6,0 a 9,0
10	Clorofila a Sonda	68,50	µg/L	30
	pH Sonda	9,21		6,0 a 9,0
	Salinidade	0,79	%	≤0,5
11	Clorofila a Lab.	72,00	µg/L	30
	pH Sonda	12,23		6,0 a 9,0
13	Clorofila a Lab.	64,90	µg/L	30
	pH Sonda	12,20		6,0 a 9,0
15	Clorofila a Lab.	68,80	µg/L	30
	pH Sonda	12,18		6,0 a 9,0

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

Os resultados acima indicam que o açude Pedras Brancas apresentou alta concentração de cianobactérias, alto valor de pH, alta concentração de clorofila o que reflete o estado eutrofizado do corpo hídrico.

Os parâmetros de qualidade do açude Trussu que permaneceram fora dos padrões exigidos por lei são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 4.1-22 - Açude Trussu

Profundidade (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,3	DBO	22,15	mg/L O ₂	5
	Fósforo Total	0,64	mg/L P	0,030
1	OD Sonda	4,81	mg/L O ₂	≥5
2	OD Sonda	4,67	mg/L O ₂	≥5
3	OD Sonda	4,53	mg/L O ₂	≥5
4	OD Sonda	4,23	mg/L O ₂	≥5
5	OD Sonda	4,07	mg/L O ₂	≥5

Fonte: Adaptado do CPRH, 2008.

Novamente, verifica-se que os parâmetros fora dos padrões exigidos por lei, foram os parâmetros relacionados a existência de matéria orgânica biodegradável, muita proveniente despejos domésticos, excrementos de animais e atividades agrícolas.

O açude Quincoé apresentou alta concentração média de cianobactérias o que implica no comprometimento das águas, além de alta DBO média o que demonstra a presença de alta quantidade de matéria orgânica nas águas.

Tabela 4.1-23 - Açude Quincoé

Prof (m)	Parâmetro	Média	Unidade	CONAMA 357/05
0,3	DBO	130,80	mg/L O ₂	5
	Contagem de Cianobacterias	277.833,60	Célula/mL	50.000

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

Tabela 4.1-24 - Açude Orós

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,3	DBO	27,20	mg/L O ₂	5
	Ferro	1,61	mg/L Fe	0,3
	Fósforo Total	0,40	mg/L P	0,030
0,5	pH Sonda	3,16		6,0 a 9,0
1	OD Sonda	15,89	mg/L O ₂	≥5
	pH Sonda	3,22		6,0 a 9,0
2	pH Sonda	3,18		6,0 a 9,0
3	pH Sonda	3,22		6,0 a 9,0
4	pH Sonda	3,59		6,0 a 9,0
5	pH Sonda	3,53		6,0 a 9,0
7	pH Sonda	3,37		6,0 a 9,0
9	pH Sonda	3,44		6,0 a 9,0

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
11	pH Sonda	3,18		6,0 a 9,0
13	pH Sonda	3,11		6,0 a 9,0
15	pH Sonda	3,09		6,0 a 9,0
17	pH Sonda	3,03		6,0 a 9,0
19	pH Sonda	3,00		6,0 a 9,0
21	pH Sonda	2,93		6,0 a 9,0
23	pH Sonda	2,89		6,0 a 9,0
25	pH Sonda	2,88		6,0 a 9,0
27	pH Sonda	2,86		6,0 a 9,0

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

O Açude do Orós apresentou, durante o período amostrado, valores médios de pH em torno de 3,0 a diferentes profundidades (Tabela 4.1-14).

As Tabelas 4.1-25 e 4.1-26 apresentam os valores médios dos parâmetros os quais se estiveram acima dos padrões estabelecidos por lei, os quais indicam a presença de despejos domésticos, e atividades agrícolas.

Tabela 4.1-25 - Seção – 47

Prof. (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,25	Cloretos Lab.	300,80	mg/L Cl	250,0
	DBO	9,60	mg/L O2	5
	Fósforo Total	0,85	mg/L P	0,030
	OD Lab.	1,70	mg/L O2	≥5
	Sól. Dissolv. Totais	734,00	mg/L	500
0,3	Colif. Termotolerantes	1201,20	NMP/100ml	1000
	DBO	4,47	mg/L O2	5
	Ferro	0,55	mg/L Fe	0,3
	Fósforo Total	0,84	mg/L P	0,030
	OD Lab.	5,97	mg/L O2	≥5
	Sól. Dissolv. Totais	1341,33	mg/L	500

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

Tabela 4.1-26 - Seção – 44

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
0,25	Colif. Termotolerantes	1100,00	NMP/100ml	1000
	Fósforo Total	0,46	mg/L P	0,030

Prof (m)	Parâmetros	Média	Unidades	CONAMA 357/2005
	Sol. Dissolv. Totais	815,00	mg/L	500
0,30	Fósforo Total	0,68	mg/L P	0,030

Fonte: Adaptado do COGERH, 2008.

D) EROSIÃO E ASSOREAMENTO

No âmbito do presente EIA, importa conhecer o potencial de erosão das áreas que serão atravessadas pela ferrovia, considerando que esse processo favorece o carreamento de partículas para os corpos d'água, causando o seu assoreamento.

As obras da ferrovia, com a movimentação de solos prevista, poderão potencializar os processos erosivos, sendo necessário identificar o grau de suscetibilidade à erosão das áreas em que se localizam os cursos d'água que serão interceptados pelo traçado.

A Tabela 4.1-27, a seguir, relaciona os principais corpos hídricos atravessados pela ferrovia, mostrando, também, o grau de suscetibilidade à erosão das suas áreas de drenagem, contidas na AID.

Tabela 4.1-27 - Relação dos corpos hídricos atravessados pelo traçado da ferrovia e grau de suscetibilidade à erosão da sua área de drenagem na AID

Curso d'água	Suscetibilidade à Erosão da AID
Rio Ceará	"Moderada"
Riacho do Padre	Intercalam-se entre "moderada" e "moderada/forte"
Riacho Palmatória	"Moderada/Forte"
Rio Cangati	Intercalam-se entre "moderada" e "moderada/forte"
Riacho do Câmara	"Moderada"
Riacho do Sitia	"Moderada"
Rio Quixeramobim	"Moderada"
Riacho Quincoê	"Moderada/forte"
Riacho Araré	Intercalam-se entre "moderada" e "moderada/forte"
Rio Jaguaribe	Especial E1
Afluentes do Riacho do Umari	Intercalam-se entre "médio/forte" e "muito forte"
Riacho São Miguel	Intercalam-se entre "médio/forte" e "muito forte"
Riacho do Machado	"Moderada/forte"
Riacho do Meio	Intercalam-se entre "moderada/forte" e "forte/muito forte"
Riacho do Rosário	Intercalam-se entre "moderada/forte" e "forte/muito forte"
Riacho Jenipapeiro	"Forte/muito forte"
Riacho Caiçara	"Forte/muito forte"

Curso d'água	Susceptibilidade à Erosão da AID
Riacho Goiabeira	“Forte”
Rio Batalheira	Intercalam-se entre “moderada/forte” e “forte”
Ribeirão do Jiqui	“Forte”
Riacho Tipi	“Moderada/forte”
Riacho Jitirana	“Moderada/forte”
Rio Banabuiú	Intercalam-se entre “moderada” e “moderada/forte”
Riacho São Lourenço	Intercalam-se entre “moderada/forte” e “forte/muito forte”
Rio Salgado	Intercalam-se entre “moderada/forte”, “forte” e “forte/muito forte”

Fonte: Arcadis Tetraplan - Mapa de Erodibilidade, Julho de 2008.

Como pode ser observado, grande parte das áreas em que se inserem os rios e riachos interceptados pela ferrovia apresenta suscetibilidade dos solos à erosão classificada como moderada a forte. Entretanto, os trabalhos de campo indicam que a pediplanação dos terrenos e o clima seco na maior parte do ano são fatores que implicam baixo potencial de erosão e assoreamento dos corpos hídricos.

E) ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

A estrutura das comunidades aquáticas dos cursos d'água da AID e ADA é condicionada pelo ciclo hidrológico regional e pelo regime de intermitência que caracteriza a maioria dos rios e riachos atravessados no eixo do Trecho 3 - Missão Velha (CE) – Porto de Pecém – Ferrovia Transnordestina.

O traçado da ferrovia irá interceptar uma densa rede de drenagem, representada principalmente por rios e riachos intermitentes interceptadas por grande número de açudes e reservatórios de regularização. Do ponto de vista ecológico, a dinâmica dos cursos d'água intermitentes difere substancialmente dos rios permanentes.

Nos cursos d'água intermitentes, os atributos da cheia e da seca, tais como intensidade, duração e frequência exercem efeitos importantes na variação do substrato que compõe o leito dos rios e na concentração de nutrientes nas águas, refletindo-se nas comunidades aquáticas e nos padrões de sucessão ecológica.

Durante a estiagem, cessa a dinâmica que rege o estabelecimento de organismos aquáticos nos canais de drenagem intermitentes; os leitos secos assumem a função de uso do solo adjacente, especialmente para pastagem, servindo ainda como vias de acesso regional.

A redução do escoamento superficial tende a romper a conectividade da rede hídrica regional, restringindo a presença de coleções de água aos açudes e represas, que passam a se comportar como sistemas aquáticos individualizados. A estruturação das comunidades aquáticas passa então a sofrer influência de fatores localizados, que determinam o grau de salinidade, de eutrofização e de contaminação das águas.

Com o advento das chuvas, esse mosaico formado por açudes volta a manter articulação pelo fluxo de águas nos canais de drenagem, passando a se tornar veículo direto de dejetos e demais compostos que permanecem concentrados no seu leito durante a estiagem. As

intensas precipitações que ocorrem sobre terrenos com alto potencial erosivo propiciam também o aporte considerável de sólidos, acentuando os níveis de cor e de turbidez das águas.

Dessa forma, os rios permanentes e também aqueles regularizados por barragens, como, por exemplo, os açudes Castro (bacia Metropolitana), Pedras Brancas (bacia Banabuiú) e Orós (bacia do Alto Jaguaribe) tornam-se importantes receptores dessa carga poluidora. O acúmulo de nutrientes, aliado às altas temperaturas e forte insolação local, favorece a floração de algas, condicionando um ciclo de eutrofização, comum nos açudes da região.

A salinização é um dos principais problemas apresentados pelos reservatórios do semi-árido nordestino, fenômeno favorecido pelas elevadas taxas de evaporação, características do regime climático dominante da região. Este processo tende também a interferir nos ecossistemas aquáticos, como verificado nas bacias do Banabuiú e Metropolitana, tende a reduzir a diversidade dos organismos bentônicos e planctônicos com baixa tolerância a esse tipo de alteração.

O alto nível de eutrofização das águas dos açudes, encontrados especialmente na bacia do Banabuiú, propicia também o desenvolvimento de cianobactérias, muitas das quais podem produzir toxinas que causam problemas à saúde humana e de animais, tais como *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena* sp e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Até o momento, foram caracterizados dois principais grupos de cianotoxinas - as neurotoxinas e as hepatotoxinas. As neurotoxinas são caracterizadas por sua rápida ação, podendo nos casos mais graves causar parada respiratória. O tipo mais comum de intoxicação envolvendo cianobactérias é causado por hepatotoxinas, que apresentam ação mais lenta, podendo desenvolver hemorragia intra-hepática e choque hipovolêmico (resultado de forte desidratação), tanto em seres humanos quanto em animais. Essas toxinas não são removidas pelo tratamento usual das águas de abastecimento doméstico, que devem sofrer procedimentos específicos para atender aos padrões de potabilidade.

No geral, os sistemas permanentes possuem uma biota mais desenvolvida do que a observada nos rios intermitentes, com estabelecimento das comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas, bentônicas e macrófitas aquáticas.

Em ambos os sistemas, há ainda de ser considerada a presença de organismos hospedeiros de doenças de veiculação hídrica, como os insetos da família Culicidae (culicídeos) e os moluscos das famílias Planorbidae e Thiaridae. Dentre os culicídeos, destacam-se as espécies *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti*. *Culex quinquefasciatus* tem como criadouros referenciais depósitos artificiais, no solo ou em recipientes, com águas estagnadas e poluídas, ricas em detritos e dejetos, ao contrário do *Aedes aegypti*, que põe seus ovos em locais limpos.

Os moluscos da família Planorbidae são geralmente associados à transmissão da esquistossomose; enquanto que a família Thiaridae está relacionada com o possível hospedeiro do trematódeo *Clonorchis sinensis*, considerado agente biológico de risco à saúde humana de classe de risco 2, de acordo com a Portaria no. 1.608, do Ministério da Saúde de 5 de julho de 2007.

Assim, a população local que se utiliza desses mananciais está vulnerável à doenças de veiculação hídrica, seja pela ingestão direta da água ou através de atividades que requerem contato, como trabalhos domésticos, higiene pessoal, lazer, entre outros.

Segundo monitoramento da Qualidade das Águas realizado em 2007 pela COGERH, alguns açudes já apresentam comprometimento em relação à densidade de cianobactérias. No açude Castro (bacia Metropolitana) foi detectado um total de 172.594,90 cél/mL, muito acima do limite estabelecido pela legislação (50.000 cél/mL). Foi observada também pequena disponibilidade de oxigênio dissolvido (4,34 mg/L), o que limita o desenvolvimento da biota aquática. Os açudes Pedras Brancas e Quincoé, nas bacias do Banabuiú e Alto Jaguaribe, também apresentaram alta concentração de cianobactérias, 146.871,20 cél/mL e 277.833,60 cél/mL, respectivamente.

No âmbito dos Estudos Ambientais para o Projeto de Transposição do rio São Francisco, foram realizadas, em 2007, análises² das comunidades aquáticas, em especial do fitoplâncton e zooplâncton.

Esses levantamentos indicaram que o rio Jaguaribe, a jusante da barragem de Orós, apresentou no período úmido comunidade fitoplanctônica com 24 taxa e densidade total de 1.656 cél./mL, característica de águas tropicais e de ambientes meso a eutróficos. A maior abundância esteve relacionada ao grupo das Chlorophyta (algas verdes) do gênero *Desmodesmus*, destacando-se também a presença da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* do grupo das Cyanophyceae (cianobactérias), considerada potencialmente tóxica. No período seco, a riqueza (4 taxa) e densidade total de organismos (961 cél./mL) foi menor em comparação ao período úmido, com destaque para a espécie *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae).

Nesta mesma estação, a comunidade zooplanctônica apresentou baixa riqueza de espécies no período úmido (4 taxa) e densidade total de 175 org/m³, com destaque para os grupos Cladocera e Ostracoda. No período seco a riqueza foi maior (13 taxa), com um aumento também da densidade total de organismos (1.137 org/m³), caracterizada principalmente pela presença do gênero *Mesocyclops*.

Na estação de amostragem próxima a foz do rio Jaguaribe, a comunidade fitoplanctônica na estação chuvosa foi composta por 18 taxa, com densidade total de 8411 cél./mL, relacionada principalmente à presença da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* (4.112 cél./mL). No período seco foi observada uma menor riqueza (12 taxa) e densidade total de organismos (3.898 cél./mL), com dominância da cianofícea *Aphanocapsa* (3494 cél./mL).

A comunidade zooplanctônica nessa estação foi caracterizada por 13 espécies no período úmido, com alta densidade total de organismos (47.244org/m³) e destaque para os grupos Gastropoda (véliger), Ostracoda e Copepoda (copepodito). No período seco, a riqueza de organismos foi menor (7 taxa), mas ainda apresentando alta densidade total de organismos (22.747 org/m³) relacionada à grande presença de náuplios do grupo Copepoda (8.166 org/m³).

O rio Salgado, na localidade de Icó, apresentou uma comunidade fitoplanctônica rica no período úmido (28 taxa) e densidade total de organismos de 1.850 cél./mL, com destaque

² (documento 2285-00-LQA-RL-0002-00)

para a espécie *Scenedesmus acuminatus* do grupo das Chlorophyta (algas verdes). No período seco foi detectada maior riqueza de espécies (33 taxa), porém em menor densidade total de organismos (601 cél./mL) em comparação ao período úmido, com destaque para as cianofíceas.

A comunidade zooplanctônica dessa estação foi caracterizada pela baixa riqueza de espécies no período úmido (8 taxa) e densidade total de 350 org/m³, tendo os grupos Ostracoda e Copepoda (náuplio) como principais representantes. No período seco, a riqueza de espécies se manteve praticamente igual ao período úmido (9 taxa), porém com um aumento da densidade total de organismos (1.079 org/m³) relacionada à grande presença do grupo Ostracoda (525 org/m³).

Mapa 4.1-4 – Recursos Hídricos na AID
Folha 1

Folha 2

Folha 3

Folha 4

Folha 5

Folha 6

Folha 7

Folha 8

Folha 9

Folha 10

Folha 11

Folha 12

Folha 13

Folha 14

Folha 15

Folha 16

Folha 17

Folha 18

Folha 19

Folha 20

Folha 21

Folha 22

Folha 23

Folha 24

Folha 25

Folha 26

Folha 27

Folha 28

Folha 29

Folha 30

Folha 31

Folha 32

Folha 33

Folha 34

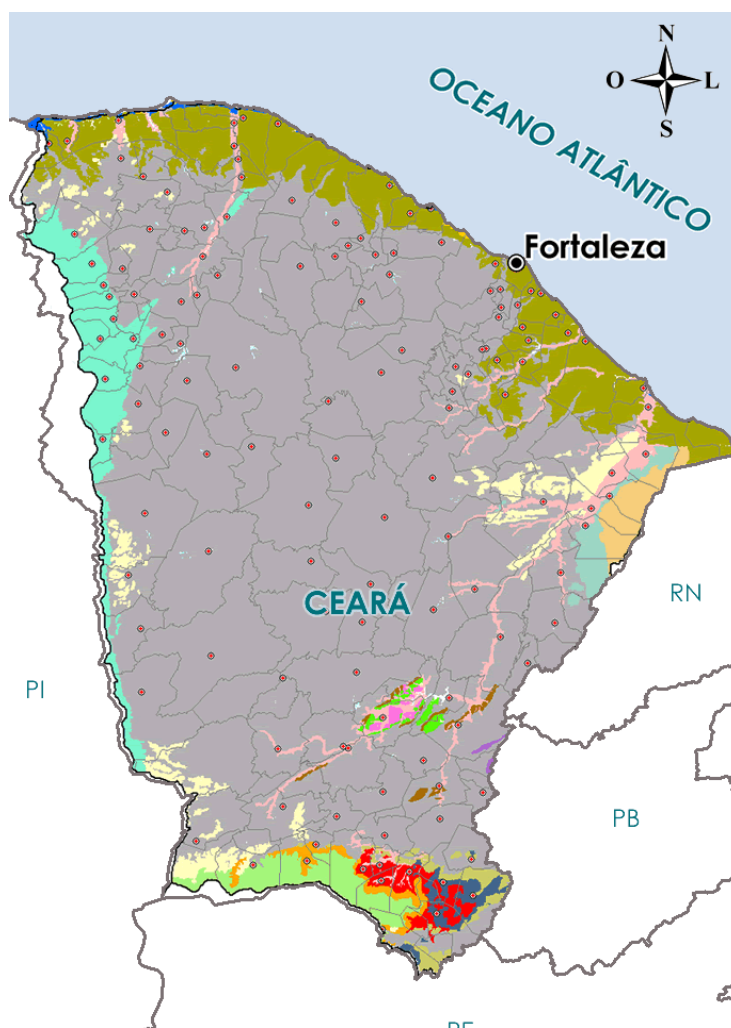
Folha 35

Folha 36

4.1.3.3. Recursos Hídricos Subterrâneos

Esta síntese sobre hidrogeologia inclui o Estado do Ceará. Na região, são identificados três domínios hidrogeológicos: Poroso, Fraturado e Fraturado-Cárstico. Os sistemas aquíferos de maior potencial hídrico são os porosos e fraturado-cárstico, que totalizam 26% da área do estado. A figura e a tabela a seguir apresentam a distribuição dos domínios e aquíferos no estado.

Figura 4.1-22 - Distribuição dos domínios e aquíferos no Estado do Ceará



O Domínio Fraturado é representado pelo sistema aquífero Cristalino, que ocupa cerca de 50,5% da área do Estado. Ele é subdividido em: úmido, semi-árido e metassedimentos (PERH-BA). O Cristalino semi-árido, onde a precipitação anual é inferior a 800 mm, apresenta o menor potencial hídrico em termos de produtividade dos poços. O Cristalino úmido (precipitação anual maior que 800 mm) está localizado próximo à região litorânea. O Cristalino dos metassedimentos apresenta as melhores vazões de poços, sendo que sua

área de ocorrência está concentrada na região semi-árida da Chapada Diamantina. Ele ocupa 14,9% da área do Estado.

Tabela 4.1-28 - Domínios hidrogeológicos e áreas de recarga no CE.

	Bacia Sedimentar	Sistema Aquífero	Área de recarga (km ²)	Área do Estado (%)
Poroso		Aluviões	3.664	2,5
		Outros	5.055	3,4
	Costeira	Dunas	908	0,6
		Barreiras	13.386	9,0
	Potiguar ou Apodi	Açu	1.210	0,8
	Bacias interiores (Iguatu, Icó, Lima Campos e Lavras da Mangabeira)	Rio do Peixe, Icó e Iguatu	687	0,5
	Araripe	Exu	2.250	1,5
		Missão Velha	1.082	0,7
		Mauriti	899	0,6
	Parnaíba	Serra Grande	8.272	5,6
Fraturnado - Cárstico	Potiguar ou Apodi	Jandaíra	1.441	1,0
Fraturnado		Cristalino	109.453	73,8

Inclui depósitos detrítico-lateríticos e unidades correlacionáveis (formações Frecheirinhas, Camocim e Moura), e de mangues e pântanos, as formações Pimenteiras (Bacia do Parnaíba), Brejo Santo e Santana (Bacia do Araripe), todas unidades que possuem baixo potencial hídrico.

O Domínio Fraturado apresenta como principal sistema aquífero, o Cristalino, de baixo potencial hídrico que ocupa uma área de cerca de 109.000 km². Apresenta poços com vazão média de 2,0 m³/h para profundidades em torno de 60 m.

O Domínio Fraturado-Cárstico é representado pela área de ocorrência de rochas calcárias do sistema aquífero Jandaíra, que ocupa uma área de aproximadamente 1.400 km².

O Domínio Poroso compreende essencialmente as rochas das bacias sedimentares Costeira, Potiguar ou Apodi, Parnaíba e Araripe. A Tabela a seguir apresenta uma síntese das principais características destas bacias sedimentares em termos de potencial hídrico. Nesta tabela, na bacia sedimentar Potiguar, estão incluídos os sistemas aquíferos Açu e Jandaíra, este último pertencente, em termos de domínio hidrogeológico, ao Domínio Fraturado-Cárstico. Os sistemas aquíferos Dunas e Barreiras, pertencentes à Bacia Costeira, conjuntamente são utilizados intensivamente no abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Os sistemas aquíferos das bacias do Araripe representam importante manancial hídrico na região semi-árida.

Alguns aquíferos do estado do Ceará apresentam restrições quanto à qualidade das águas subterrâneas. Cerca de 70% dos poços construídos no cristalino apresentam águas

salinizadas, sendo necessário o uso de dessalinizadores para seu aproveitamento. Os sistemas aquíferos Barreiras e Dunas apresentam riscos de salinização, causados pelo avanço da cunha salina, associada à exploração descontrolada de poços. Além disso, nas regiões densamente povoadas, como na RMF, existe uma grande vulnerabilidade destes aquíferos à contaminação. O Jandaíra apresenta restrições de uso para a irrigação, devido à salinidade.

DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS

A cartografia hidrogeológica tem sido objeto de discussão entre os profissionais do setor tendo em vista não existir ainda um consenso, uma definição, por assim dizer, do que vem a ser, conceitualmente, um mapa hidrogeológico. Tal discussão reside no fato de que nem sempre as formações aquíferas correspondem às formações geológicas em área de afloramento e de que um poço tubular pode atravessar diversas formações geológicas e também diversas formações aquíferas.

Por outro lado, a cartografia hidrogeológica pode responder a diversas questões, sendo fundamental determinar-se o enfoque desejado pelos usuários. Se este, por exemplo, for direcionado para a exploração da água subterrânea, os dados dos poços (testes de bombeamento, testes de aquífero, perfis litológicos, etc.), são fundamentais para realizar um tratamento estatístico para serem, em correlação com outros dados, serem utilizados na confecção de um mapa de prospectividade, indicando as potencialidades dos aquíferos e a situação atual da exploração de água subterrânea por aquífero, por bacia hidrográfica, por município ou qualquer recorte que se queira dar ao espaço geográfico. Na presente abordagem, esses elementos não foram considerados em tal nível de detalhe.

O mapa geológico confeccionado, denominado Mapa de Domínios Hidrogeológicos na AID folhas 1 a 4, a seguir, partindo do enfoque da caracterização do meio físico com vistas à promoção da preservação ambiental da Área de Influência Direta – AID do trecho Missão Velha – Porto de Pecém da ferrovia Nova transnordestina, buscou principalmente uma caracterização geral dos principais aquíferos existentes ao longo do traçado da ferrovia no trecho mencionado, com o objetivo principal da determinação de suas vulnerabilidades a fim de que se compreenda as possibilidades e extensão do comprometimento dos mananciais subterrâneos, no caso de possíveis acidentes com cargas contaminantes ao longo do trajeto da ferrovia, a fim de que sejam propostas medidas de controle e monitoramento e medidas mitigadoras.

O mapa aqui apresentado foi construído tomando-se como base o mapa geológico proposto neste trabalho para a AII. Tomou-se também por base os critérios relativos ao “Potencial Hidrogeológico Explorável” utilizado nas Folhas do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste na escala de 1:500.000 (SUDENE, 1970, 1971, 1978) que abrangem a área estudada. Salienta-se que, apesar do tempo decorrido desde a elaboração do Inventário, o mesmo é, ainda, a melhor e mais completa cartografia hidrogeológica e fonte de consulta de caráter regional do Nordeste. Com relação à definição dos domínios hidrogeológicos aqui propostos, tomou-se por base a nomenclatura constante nos relatórios dos Diagnósticos Municipais do Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea.

Paralelamente, foi procedida uma ampla pesquisa em banco de dados de poços tubulares consultando-se o banco de dados de poços da CPRM (SIAGAS), e informações diversas de outros órgãos públicos, tais como FUNASA, EPABE, CPRH.

A partir dos dados acima mencionados, foram propostos os seguintes domínios hidrogeológicos, nos quais se enquadram, como formações aquíferas, as diferentes unidades estratigráficas constantes no mapa geológico apresentado.

Mapa 4.1-5 – Domínios Hidrogeológicos

DOMÍNIO FISSURAL – ROCHAS CRISTALINAS

Esse domínio abrange mais de 80% da Área de Influência Direta e agrupa rochas cristalinas de diversas idades e tipos, que constituem aquíferos fissurais de potencial explotável que varia desde médio a muito fraco.

Esses aquíferos são heterogêneos, anisotrópicos, isto é, são aquíferos de abrangência local, cuja ocorrência depende basicamente de estruturas como falhas, fraturas ou diáclases, que afetam as rochas cristalinas, normalmente duras, compactas, de porosidade primária praticamente inexistente, e impermeáveis. Tais rochas, afetadas por essas estruturas, adquirem uma porosidade dita secundária e podem funcionar como aquífero, que em alguns casos suprem demandas existentes de abastecimento público, industrial, dessedentação animal ou irrigação.

A potencialidade de exploração desses aquíferos depende basicamente da existência de um horizonte poroso de recarga, que pode ser o manto de intemperismo ou coberturas aluviais. Dentro desse domínio distinguem-se os seguintes subdomínios:

VULNERABILIDADE

A avaliação da vulnerabilidade de um aquífero é um tema complexo e depende do tratamento integrado de diferentes tipos de informação colhidos na área de estudo. Essa vulnerabilidade é a sensibilidade na qualidade da água subterrânea ante uma carga contaminante imposta, determinada por características intrínsecas do aquífero.

A Tabela 4.1-29 traz uma síntese dos principais métodos de avaliação de vulnerabilidade de aquíferos disponíveis na literatura especializada. Um dos métodos mais utilizados para a determinação da vulnerabilidade de aquíferos em todo o mundo é o DRASTIC (Aller et al., 1985). Este método utiliza como base para a classificação da vulnerabilidade sete diferentes parâmetros. Outro método mais simples, o GOD (Foster & Hirata, 1988 e mais recentemente Foster et al, 2002) utiliza como parâmetros para a avaliação da vulnerabilidade apenas três características do próprio aquífero.

Assim, tendo em vista a não especificidade de cargas contaminantes a serem transportadas ao longo do trecho em estudo, optou-se pela elaboração de um mapa com as áreas de vulnerabilidade geral à poluição natural, tomando por base a metodologia de índices de vulnerabilidade GOD (Foster et al, 2002).

Tabela 4.1-29 - Principais métodos de avaliação da vulnerabilidade de aquíferos

Método	Vulnerabilidade a	Parâmetros	Autores
Waste-soil Interaction Matrix	Disposição de resíduos sólidos e líquidos e novas indústrias	<ul style="list-style-type: none"> - efeitos na saúde; - característica do produto químico; - comportamento do produto; - capacidade do solo/ atenuação; - hidrogeologia; - característica local. 	Philips <i>et al.</i> (1977)
Site Ranking Methodology	Disposição de resíduos sólidos e líquidos e novas indústrias	<ul style="list-style-type: none"> -receptor-população/ uso da água/ uso local/ degradação ambiental; -caminhos, nível e tipo de contaminação; profundidade do nível da água; pluviometria; permeabilidade do solo; -característica da resíduo-toxicidade, persistência; -prática de manejo -aspectos operacionais e construtivos. 	Kulfs <i>et al.</i> (1980)
DRASTIC	Vulnerabilidade geral	<ul style="list-style-type: none"> - profundidade do lençol freático; - recarga; - meio aquífero; - solo; - topografia; - impacto do aquífero; - condutividade hidráulica. 	Aller <i>et al.</i> (1985)
GOD	Vulnerabilidade geral	<ul style="list-style-type: none"> - tipo de aquífero; - litologia da zona vadosa; - profundidade do lençol freático. 	Foster & Hirata (1988)
Groundwater Vulnerability Map for nitrate	Potencial de lixiviação de nitrato	<ul style="list-style-type: none"> - tipo de solo; - característica hidráulica e litologia do aquífero. 	Carter <i>et al.</i> (1987)
SINTACS	Vulnerabilidade geral	Igual ao DRASTIC, com pesos diferentes.	Civita <i>et al.</i> (1990)

Fonte: modificado de Hirata & Rebouças, 1999

O método de mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos possui a denominação na língua inglesa de GOD (Groundwater hydraulic confinement= G; Overlaying strata= O; Depth to groundwater table= D). Na língua portuguesa pode-se entender que a sigla corresponde: G= confinamento hidráulico da água subterrânea; O= ocorrência de estratos geológicos e grau de consolidação da zona não saturada ou camadas confinadas; D= profundidade do nível d'água subterrâneo.

A Figura 4.1-23 apresenta o Método GOD (Foster *et al.*, 2002), ilustrando o sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero. Este sistema é subdividido em três fases interligadas e sucessivas:

- 1ª Fase: identificação do tipo e confinamento hidráulico da água subterrânea, apresentada num intervalo de 0 a 1;
- 2ª Fase: consiste na ocorrência e caracterização geológica da zona não saturada, representada numa escala de 0,4 a 1;
- 3ª Fase: determinação da profundidade do nível d'água, exibido numa escala 0,6 a 1,0.

Produto das Fases: o produto dos três parâmetros é o índice de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero, expresso numa escala de 0,1 a 1,0 em termos relativos.

Tabela 4.1-30 - As classes de vulnerabilidade natural de aquíferos e definições correspondentes

Classes de Vulnerabilidade	Definição Correspondente
Extrema	Vulnerável à maioria dos poluentes de rápido impacto na água. Aplicável em inúmeros cenários de poluição. Imprescindível à realização de estudos qualitativos e quantitativos de detalhe (ensaios laboratoriais e geofísicos) para todas as instalações de empreendimentos potenciais à poluição do solo e da água.
Alta	Vulnerável a vários poluentes (exceção para os fortemente absorvidos) em muitos cenários de poluição. Necessário realizar estudos qualitativos e quantitativos (geofísicos) que identifiquem as condições hidrogeológicas locais.
Moderada	Vulnerável para alguns poluentes. Apresenta capacidade atenuadora mais eficaz que as classes alta e extrema. Resíduos e/ou efluentes resultam em risco de contaminação quando são continuamente descartados ou em situação de vazamento. Faz-se necessários estudos de detalhe qualitativos para cada tipo de empreendimento.
Baixa	Somente vulnerável para poluentes conservativos (baixa mobilidade), quando continuamente e largamente descartados ou em situação de vazamento. Estudos de detalhe qualitativos são necessários para cada tipo de empreendimento.
Desprezível	Presente em camadas confinadas com insignificante fluxo subterrâneo vertical.

Fonte: modificado de Foster *et al.*, 2002.

A Tabela 4.1-30 apresenta uma definição prática para cada classe de vulnerabilidade natural de aquíferos. Elas variam de desprezível à extrema. A nomenclatura de cada classe possui caráter restritivo, refletindo a sensibilidade natural das características dos estratos geológicos na zona não saturada e das condições hidrogeológicas do aquífero (ocorrência e profundidade do nível d'água subterrâneo).

No estudo da vulnerabilidade natural dos aquíferos mapeados na região estabeleceram-se três classes de vulnerabilidade, a baixa, a moderada e alta, conforme pode ser visto nas Tabela 4.1-31 e Tabela 4.1-32. As áreas com fragilidade alta são aquelas que apresentam

maiores profundidades nos poços analisados e o tipo de litologia permite que a infiltração de poluentes seja profunda.

Tabela 4.1-31 - Índices calculados no método GOD no trecho 1 da ferrovia

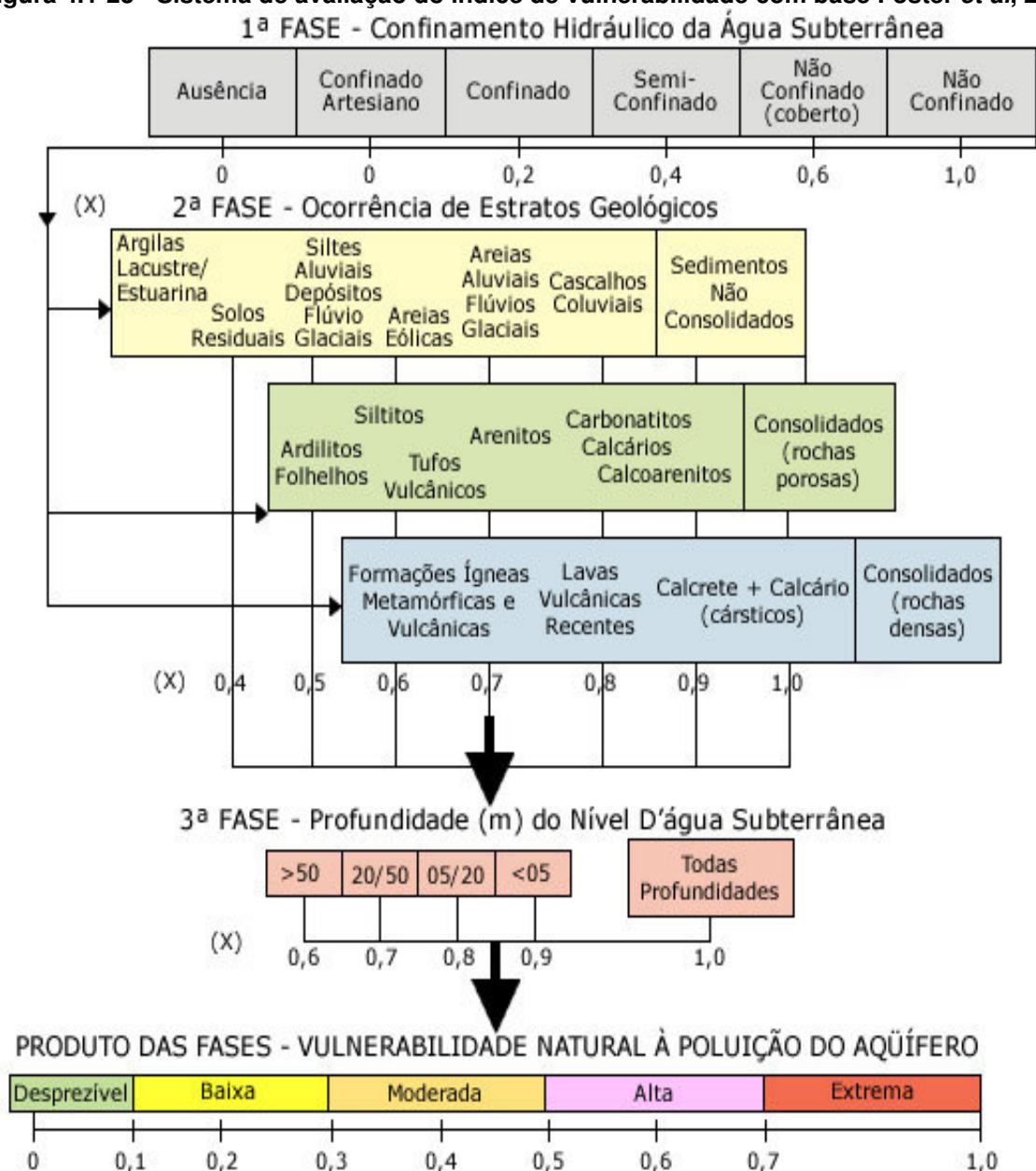
Litologia/Parâmetros	G	O	D	Índice	Vulnerabilidade
Rochas cristalinas	1	0,6	0,8	0,48	moderada
Qi	0,6	0,4	0,7	0,16	baixa
Qhe	0,6	0,4	0,7	0,16	baixa
Qha	1	0,7	0,8	0,56	alta
Tb	0,6	0,5	0,8	0,24	baixa
Ka	0,6	0,5	0,8	0,24	baixa
Kc	0,6	0,7	0,8	0,34	moderada
Kip	0,6	0,6	0,7	0,25	baixa
Ket	0,6	0,8	0,8	0,38	moderada

A classe moderada é a mais representativa no Trecho estudado, sendo composta de rochas do cristalino, onde os poços possuem profundidade variável, em torno dos 10m. Atinge áreas do sul até o norte da área em estudo.

A classe de vulnerabilidade baixa representa manchas isoladas ao longo do trecho, que correspondem a rochas do mesozóico, que não permitem grandes percolações de cargas contaminantes. O enquadramento da vulnerabilidade das regiões pertencentes à AID encontra-se nos mapas a seguir, denominado Vulnerabilidade dos Aqüíferos na AID.

Tabela 4.1-32 - Classificação da vulnerabilidade a partir dos índices

Índice	Classificação
0,0 a 0,1	desprezível
0,1 a 0,3	baixa
0,3 a 0,5	moderada
0,5 a 0,7	alta
0,7 a 1,0	muito alta

Figura 4.1-23 - Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade com base Foster *et al*, 2002

EXPLOTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na área pertencente à AID pode-se distinguir cinco domínios hidrogeológicos distintos: rochas sedimentares, rochas cristalinas, depósitos aluvionares, coberturas sedimentares e coberturas coluvionares.

As rochas sedimentares são as mais importantes como aquífero. Caracterizam-se por possuírem uma porosidade primária e, nos termos arenosos, uma elevada permeabilidade, traduzindo-se em unidades geológicas com excelentes condições de armazenamento e fornecimento d'água. Na região da AID, os Grupos Missão Velha, Araripe, Barreiras, Rio do Peixe e Milagres são considerados as unidades hidrogeológicas mais importantes e mais perfuradas para abastecimento, detendo vazões que podem alcançar até 300 m³/h. As

formações Santana, Exu e Mauriti e as bacias do Iguatu apresentam-se como boas alternativas para captação de água subterrânea. A presença de formações como Antenor Navarro e Tacaratu apesar de terem bom potencial hidrológico apresentam pouca relevância, visto que ocupam área ínfima dentro da AID.

As rochas cristalinas, que predominam em grande parte da região delimitada como AID, representam o que é denominado comumente de “aqüífero fissural”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão.

Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

As coberturas sedimentares compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastante reduzidas, têm pouca expressão como mananciais para captação de água subterrânea.

As coberturas coluvionares compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastantes reduzidas, não têm nenhuma expressão como mananciais para captação de água subterrânea.

Os levantamentos realizados nos municípios pertencentes à AID registraram a presença de 3.406 poços, distribuídos em relação aos domínios hidrológicos segundo a Tabela 4.1-33, a seguir. Foram também registradas 2 fontes naturais.

Tabela 4.1-33 - Distribuição dos poços em relação aos domínios hidrológicos

Domínio hidrológico	Rochas sedimentares	Rochas cristalinas	Depósitos aluvionares
Quantidade	965	2377	64
Porcentagem	28,33%	69,79%	1,88%

Quanto ao tipo de poço e ao caráter público ou privado, sua distribuição está descrita na Tabela 4.1-34.

Tabela 4.1-34 - Distribuição dos poços em relação ao tipo nos domínios público e privado

Público				
Tipo de Poço	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
Poço Tubular	259	297	745	138
Poço Amazonas	0	11	67	10
Poço Natural	0	0	0	0
Fonte Natural	0	0	1	0
Total	259	308	813	148
Privado				
Tipo de Poço	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
Poço Tubular	166	272	1234	123
Poço Amazonas	0	7	43	4
Poço Natural	0	1	10	1
Fonte Natural	0	0	1	0
Total	166	280	1288	128

A análise dos dados do cadastramento de pontos d'água existentes na AID permite estabelecer as seguintes conclusões:

- Em termos de domínio hidrogeológico predomina o das rochas cristalinas, que apresenta um baixo potencial hidrogeológico, caracterizado por baixas vazões e péssima qualidade de água. É neste contexto que se encontra a maioria dos poços cadastrados na AID;
- O domínio hidrogeológico das rochas sedimentares, que apresenta um potencial hidrogeológico considerável e é bastante relevante, caracterizado por vazões razoáveis e boa qualidade da água. Nos municípios onde há boa área onde este domínio está presente é nítida a preferência de instalação de poços nestes locais devido a sua superioridade de qualidade e vazão, além de maior facilidade de instalação, quando comparados às rochas cristalinas;
- Depósitos aluvionares também estão presentes na região. Apesar disso, há poucos poços do tipo amazonas captando água desse domínio, mesmo em municípios que carecem de domínios de qualidade;
- Levando em conta os poços tubulares paralisados passíveis de entrar em funcionamento, pode haver um aumento considerável na oferta de água na AID, caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso;
- Em termos de qualidade das águas subterrâneas, as amostras analisadas mostraram que a maioria dos poços amostrados apresenta águas com teores de sais dissolvidos de médios a elevados, ou seja, possuindo águas salobras ou salinizadas, somente recomendadas para o consumo animal e uso humano secundário (lavar, banho etc.).

Com base nas conclusões acima estabelecidas pode-se tecer as seguintes recomendações:

- Seria interessante avaliar as potencialidades dos depósitos aluvionares que são pouco explorados na AID (geralmente cacimbas) e poderiam constituir uma alternativa para abastecimento de diversas localidades;
- Os poços desativados e não instalados deveriam entrar em programas de recuperação e instalação de poços, para aumentar a oferta de água da região;
- Poços paralisados em virtude de alta salinidade, deveriam ser analisados com detalhe (vazão, análise físico-química, no de famílias atendidas pelo poço etc.) para verificação da viabilidade da instalação de equipamentos de dessalinização;
- Todos os poços deveriam sofrer manutenção periódica para assegurar o seu funcionamento, principalmente em tempos de estiagens prolongadas;
- Para assegurar a boa qualidade da água do ponto de vista bacteriológico devem ser implantadas, em todos os poços, medidas regulares de proteção sanitária.

Em suma, a situação dos municípios inseridos na AID pode ser resumida pela Tabela 4.1-35 a seguir.

Tabela 4.1-35 - Relação de domínios hidrológicos por município

Município	Domínios hidrológicos existentes	Poços públicos	poços privados
Abaiara	rochas sedimentares	12	19
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Acarapé	rochas sedimentares	16	11
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Acopiara	rochas cristalinas	57	4
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Aracoiaba	rochas cristalinas	55	23
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Aratuba	rochas cristalinas	35	45
	depósitos aluvionares		
Aurora	rochas cristalinas	22	7
	depósitos aluvionares		
Barbalha	rochas sedimentares	38	86
	depósitos aluvionares		
Barreira	rochas cristalinas	49	23
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Barro	rochas sedimentares	38	21

Município	Domínios hidrológicos existentes	Poços públicos	poços privados
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Baturité	rochas cristalinas	30	23
	depósitos aluvionares		
Capistrano	rochas cristalinas	29	6
	depósitos aluvionares		
Caririaçu	rochas cristalinas	12	4
	depósitos aluvionares		
Caucaia	rochas cristalinas	138	505
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		

Tabela 4.1-36 - Relação de domínios hidrológicos por município

Município	Domínios hidrológicos existentes	Poços públicos	poços privados
Cedro	rochas cristalinas	37	2
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Choró	rochas cristalinas	16	6
	coberturas sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Deputado Irapuan Pinheiro	rochas cristalinas	17	1
	depósitos aluvionares		
Guaiúba	rochas cristalinas	15	1
	depósitos aluvionares		
Ibaretama	rochas cristalinas	15	22
	depósitos aluvionares		
Icó	rochas sedimentares	42	37
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Iguatu	rochas sedimentares	77	79
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Itapiúna	rochas cristalinas	28	2
	coberturas coluvionares		
	depósitos aluvionares		
Juazeiro do Norte	rochas sedimentares	76	169
	depósitos aluvionares		
Jucás	rochas sedimentares	10	4

	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Lavras da Mangabeira	rochas sedimentares	55	14
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
	rochas cristalinas		
Maranguape	depósitos aluvionares	36	165
	rochas cristalinas		
Milagres	rochas sedimentares	40	68
	depósitos aluvionares		

Tabela 4.1-37 - Relação de domínios hidrológicos por município

Município	Domínios hidrológicos existentes	Poços públicos	poços privados
Milhã	rochas cristalinas	17	5
	coluvião		
	depósitos aluvionares		
Missão Velha	rochas sedimentares	20	43
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Mombaça	rochas cristalinas	40	24
	depósitos aluvionares		
Pacajus	rochas sedimentares	88	59
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Palmácia	rochas cristalinas	11	4
	depósitos aluvionares		
Pentecoste	rochas sedimentares	45	42
	rochas cristalinas		
	depósitos aluvionares		
Piquet Carneiro	rochas cristalinas	25	6
	depósitos aluvionares		
Quixadá	rochas cristalinas	81	104
	sedimentares		
	depósitos aluvionares		
Quixeló	rochas cristalinas	52	18
	sedimentares		
	rochas cristalinas		
Quixeramobim	rochas cristalinas	66	56
	depósitos aluvionares		
Redenção	rochas cristalinas	8	7

Município	Domínios hidrológicos existentes	Poços públicos	poços privados
	depósitos aluvionares		
São Gonçalo do Aramante	rochas cristalinas	27	120
	sedimentares		
	rochas cristalinas		
Senador Pompeu	rochas cristalinas	37	16
	depósitos aluvionares		
Várzea Alegre	rochas cristalinas	16	20
	depósitos aluvionares		

Mapa 4.1-6 – Vulnerabilidade dos Aqüíferos

Folha 1

Folha 2

Folha 3

Folha 4

ANEXOS

Anexo 4.1-1 Pontos de Campo do Meio Físico

Anexo 4.1-2 – Registro Fotográfico dos Levantamentos do Meio Físico

Anexo 4.1-3 – Resultados dos Monitoramentos da Qualidade da Água