



EIA
Estudo de Impacto Ambiental

Nova Transnordestina
Trecho 1: Eliseu Martins (PI) – Trindade (PE)
Estados de Pernambuco e Piauí

Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN)

São Paulo
Agosto de 2008



Índice

4.	Diagnóstico Socioambiental.....	139
4.1.	Meio Físico.....	139
4.1.1.	Clima e Meteorologia	140
4.1.1.1.	Considerações Meteorológicas.....	140
4.1.1.2.	Classificação Climática	141
4.1.1.3.	Principais Elementos Atmosféricos.....	144
4.1.2.	Geologia e Geomorfologia	151
4.1.2.1.	Caracterização Geológica e Geomorfológica Regional.....	151
4.1.2.2.	Caracterização Geológica e Geomorfológica da All.....	156
4.1.2.3.	Fragilidade Ambiental: All.....	171
4.1.2.4.	Geologia e Geomorfologia: AID/ADA.....	174
4.1.2.5.	Topografia: ADA.....	197
4.1.3.	Solos e Erosão das Terras	197
4.1.3.1.	Metodologia de Trabalho	197
4.1.3.2.	Solos da All.....	206
4.1.3.3.	Erosão das Terras.....	223
4.1.4.	Recursos Minerais: AID/ADA.....	228
4.1.5.	Recursos Hídricos.....	237
4.1.5.1.	Recursos Hídricos Superficiais: All.....	237
4.1.5.2.	Recursos Hídricos Superficiais: AID/ADA	258
4.1.5.3.	Recursos Hídricos Subterrâneos da All.....	268

Índice de Mapas

Mapa 4.1-1 - Compartimentos Geossistêmicos

Mapa 4.1-2 – Mapa Geológico da All

Mapa 4.1-3 - Mapa de Geomorfologia da All

Mapa 4.1-4 – Fragilidade Ambiental

Mapa 4.1-5 – Pedologia

Mapa 4.1-6 - Potencial Erosivo All

Mapa 4.1-7 – Títulos Minerários na ADA

Mapa 4.1-8 – Recursos Hídricos na AID

Mapa 4.1-9 – Domínios Hidrogeológicos

Mapa 4.1-10 - Vulnerabilidade dos Aquíferos All

Índice de Figuras

Figura 4.1-1 Estações Hidrometeorológicas nos Estados de Pernambuco e Piauí na região do traçado da ferrovia.

Figura 4.1-3 – Tipos de Clima e Localização das Estações Meteorológicas e Pluviométricas Utilizadas

Figura 4.1-4 - Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba (modificada de Góes et al. 1990).

Figura 4.1-5 – Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe, conforme Pontes (1992).

Figura 4.1-6 – Províncias Estruturais da Borborema e Parnaíba sobre modelo digital do terreno, com indicação do trecho Eliseu Martins - Trindade (modificado de Bizzi *et. al*, 2003).

Figura 4.1-7 - Sistema ou Região de Dobramentos Nordeste, adaptado de Santos et al (1984), com destaque para região estudada.

Figura 4.1-8 - Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Figura 4.1-9 – Inserção da bacia do rio Brígida na bacia do Sub-médio São Francisco

Figura 4.1-10 – Unidades de Planejamento dos Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco

Figura 4.1-11 – Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Parnaíba

Figura 4.1-12 - Rede de Monitoramento da Sub-bacia Brígida

Figura 4.1-13 – Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade.

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, dados secundários, 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 confecção deste estudo.

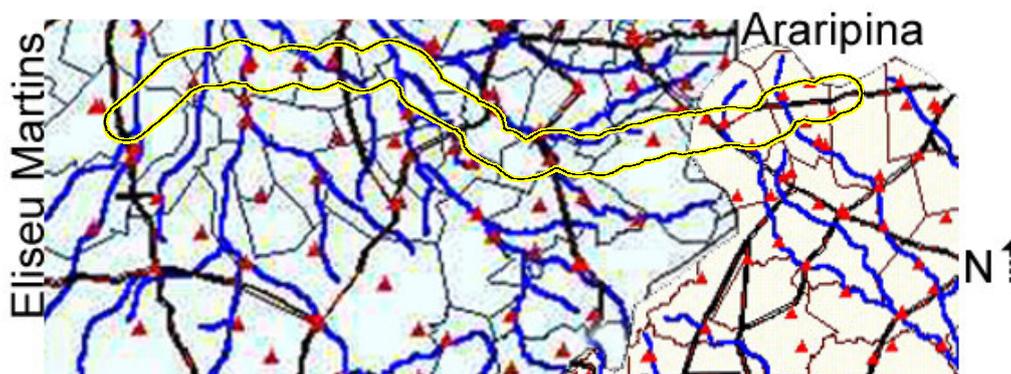
4.1.1. Clima e Meteorologia

4.1.1.1. Considerações Meteorológicas

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

As principais estações hidrometeorológicas e meteorológicas são indicadas nas figuras e tabelas constantes deste estudo. A caracterização climatológica incluiu regime de chuvas, de ventos, temperatura e umidade relativa, evapotranspiração real e potencial, além de um balanço hídrico sumário das bacias hidrográficas a serem intersectadas pela linha férrea.

Figura 4.1-1 Estações Hidrometeorológicas nos Estados de Pernambuco e Piauí na região do traçado da ferrovia.



Fonte: Atlas do Monitoramento Hidrológico – ANA.

O Quadro, a seguir, mostra quais são as Estações Meteorológicas utilizadas no presente estudo.

Quadro 4.1-1 Estações Meteorológicas

Código	Estação	Tipo	Período de Dados
82678	Floriano	Meteorológica	1961 - 1990
82882	Paulistana	Meteorológica	1976 - 1990

4.1.1.2. Classificação Climática

Os Estados de Pernambuco e Piauí estão inseridos na zona intertropical, logo, apresentam predominantemente temperaturas altas, todavia o quadro climático é bem diversificado devido à interferência do relevo e das massas de ar. No Sertão, o clima é semi-árido quente, devido à retenção das precipitações pluviais no Planalto da Borborema.

Segundo a classificação climática de Köppen, o Trecho 1 da Transnordestina é dominado por dois tipos de clima:

- Tipo Aw - Clima quente e úmido com chuvas de outono. 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. As precipitações pluviométricas variam de 1.000 a 1.400 mm anuais e as médias térmicas em torno dos 26°C;
- Tipo Bsh - clima semi-árido, caracterizado como clima seco ou xerófito. As temperaturas são altas, em torno dos 30º com chuvas escassas no inverno. As precipitações pluviométricas variam de 400 a 800 mm ao ano.

Nos gráficos 4.1-1 e 4.1-2. são apresentados os valores médios anuais (1961 a 1990), distribuídos por mês, de precipitação e temperatura de dois tipos climáticos situadas no eixo da ferrovia.

Gráfico 4.1.1 – Climograma do clima Aw, com a variação anual de precipitação e temperatura.

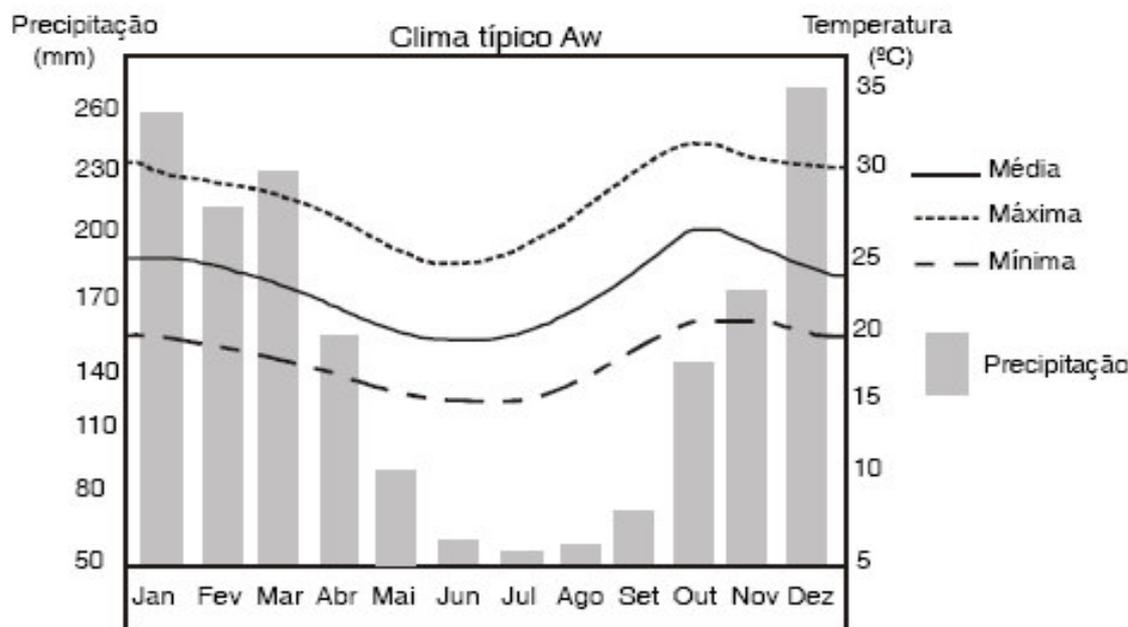
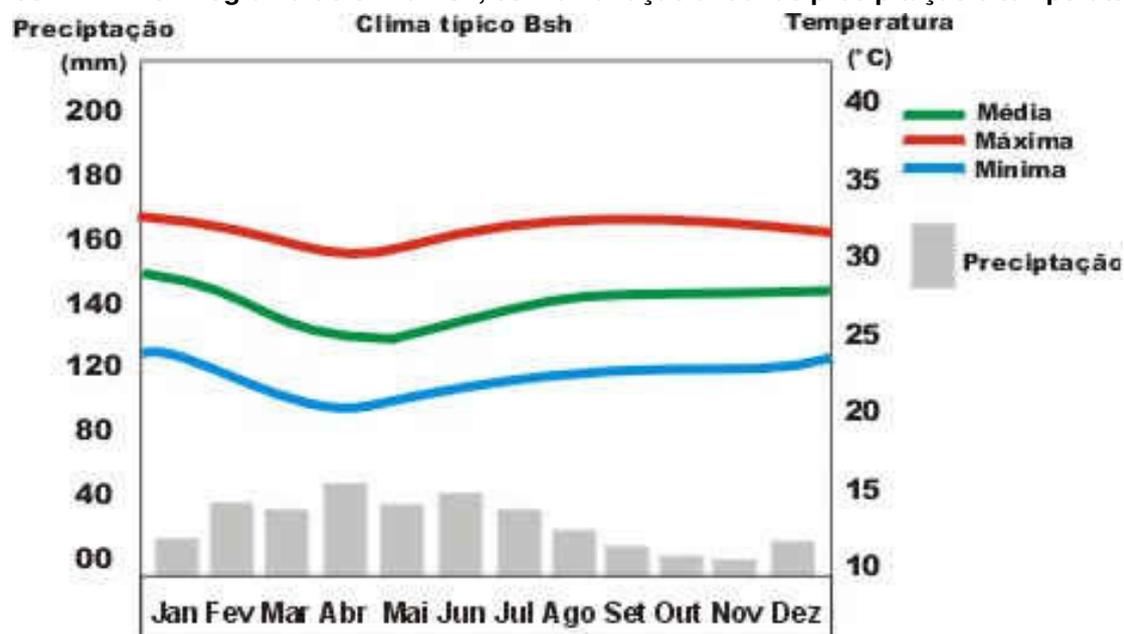


Gráfico 4.1.2 – Climograma do clima Bsh, com a variação anual de precipitação e temperatura.



O clima predominante no trecho da ferrovia que corre de Trindade a Eliseu Martins é o semi-árido (Gráfico 4.1.2). 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 junho (devido à irregularidade das pluviosidades, 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. As amplitudes térmicas são relativamente grandes, com a temperatura variando desde mínimas de 17°C até máximas próximas a 40°C. Dependendo da localidade, as pluviosidades podem variar de menos de 500 mm até perto de 1.000 mm anuais, sendo, no entanto, sempre irregularmente distribuídas.

O clima na área de influência da ferrovia se caracteriza por uma diferenciação na distribuição espacial das precipitações. Este padrão decorre dos sistemas de circulação atmosférica responsáveis pelo regime e instabilidade de chuvas; o que atua com maior frequência na região é o Sistema de Norte.

Verifica-se que, tanto as áreas normalmente mais chuvosas, quanto às de baixa pluviosidade alternam-se periodicamente, provocando significativas anomalias no regime de precipitações e, conseqüentemente, tem-se a ocorrência de situações extremas de enchentes e de secas.

Nas áreas do Estado do Piauí cortadas pela ferrovia, todos os dias do ano são geralmente quentes, sendo muito pouca a diferença entre os meses mais frios e os mais quentes. Nestes últimos, a temperatura pode às vezes superar os 40°C, sendo a mínima raramente inferior a 20°C. Até mesmo o mês mais frio da região (fevereiro), tem uma temperatura anual alta, com máxima de 32°C e mínima de 22°C. O mês mais quente é outubro, com temperatura média de 37°C de dia e 23°C à noite.

A chuva influencia muito a temperatura ambiente. Assim, nos meses de verão, que são mais chuvosos, a umidade relativa do ar aumenta, tornando a sensação térmica mais amena. O

4.1.1.3. Principais Elementos Atmosféricos

Para a caracterização do comportamento dos elementos climáticos foram utilizados os dados da normal climatológica de duas estações meteorológicas próximas ao futuro traçado, a Estação Meteorológica Floriano e a Estação Meteorológica Paulistana. As duas estações atualmente são operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

O quadro a seguir mostra as normais climatológicas das estações meteorológicas de Floriano e Paulistana - PI.

Quadro 4.1-2 - Normais Climatológicas Anuais – Estações Meteorológicas de Floriano (82678) e Paulistana (82882) – PI.

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	FLORIANO	PAULISTANA
	Período: 61/90	Período: 76/90
Pressão Atmosférica Anual	996,2 mb	967,9 mb
Temperatura Média Anual	27,0 °C	26,5 °C
Temperatura Máxima Anual	32,9 °C	31,9 °C
Temperatura Mínima Anual	22,6 °C	22,6 °C
Temperatura Máxima Absoluta	40,4 °C	39,8 °C
Temperatura Mínima Absoluta	15,7 °C	15,0 °C
Precipitação Total Anual	1.102,7 mm	597,3 mm
Precipitação Máxima 24 horas	107,4 mm	131,0 mm
Evaporação Total	2.101,0 mm	4.033,3 mm
Umidade Relativa	66,5 %	56,4 %
Insolação Anual	2.584,8 h	2.891,5 h
Nebulosidade	6,1	3,3

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

Pluviosidade

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

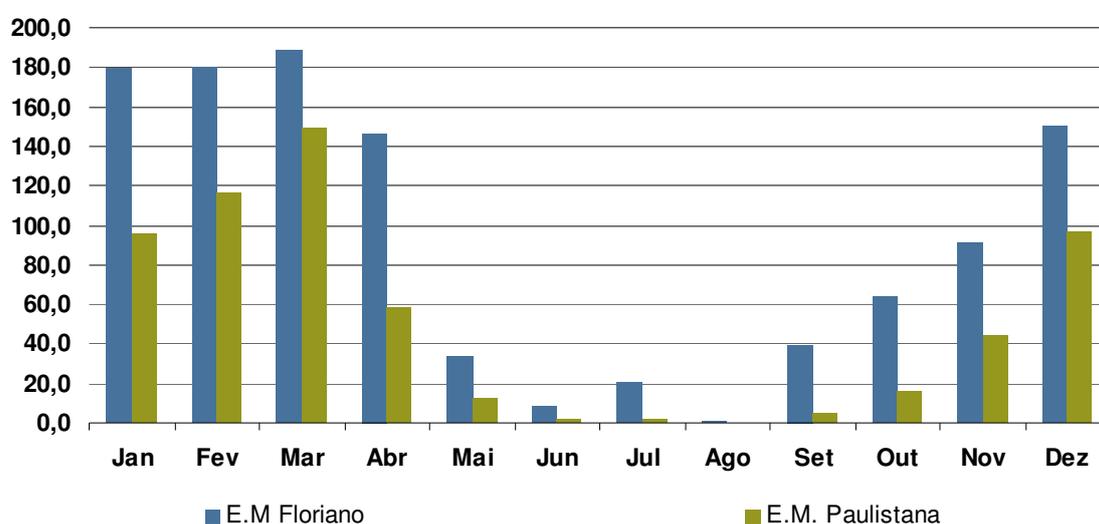
Para a análise da pluviosidade, além dos dados da normal climatológica das estações de Floriano e Paulistana, foram utilizados dados de duas estações pluviométricas próximas ao local de implantação do empreendimento: as estações de Eliseu Martins (PI) e de Trindade (PE).

As precipitações pluviométricas são de caráter predominantemente convectivo e apresentam grande variabilidade espacial e temporal. O regime chuvoso se caracteriza por precipitações a partir de novembro, em decorrência de frentes frias provenientes das latitudes altas do hemisfério sul, e se prolongam até março.

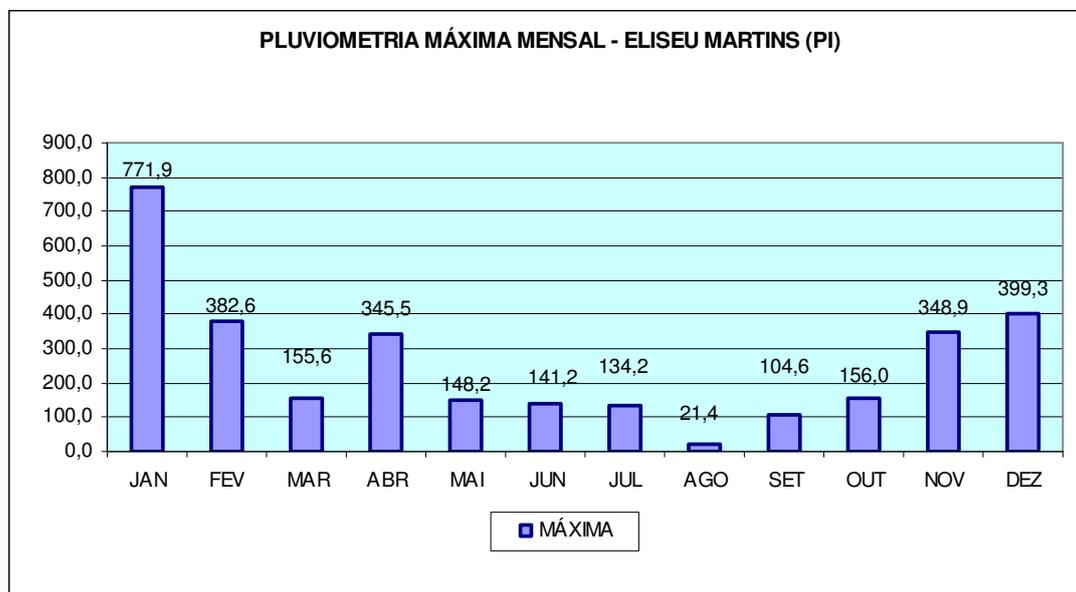
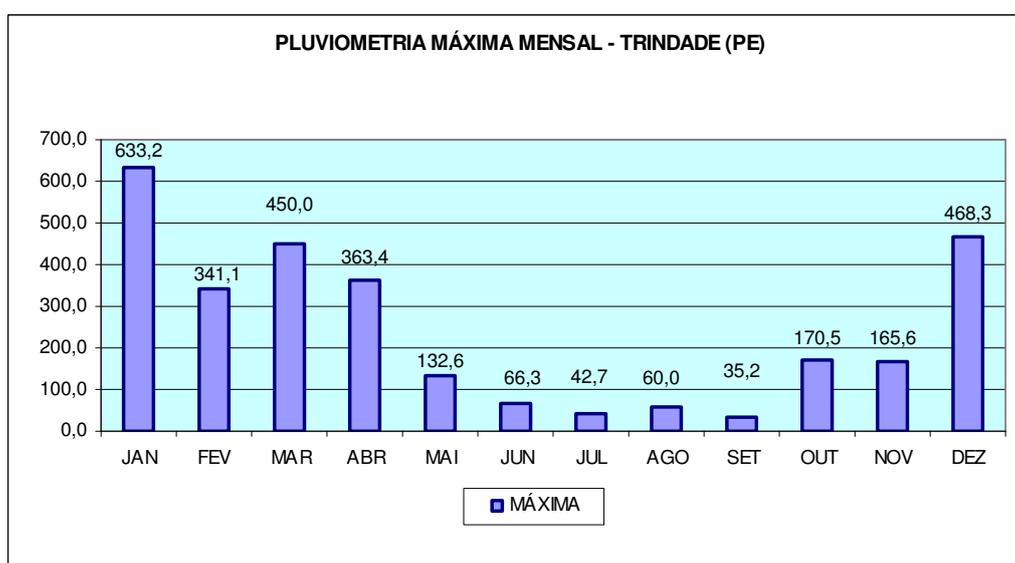
Os dados dos períodos históricos indicam que a precipitação total anual da E.M. de Floriano é quase o dobro da E.M. Paulistana, 1.102,7 mm e 597,3 mm, respectivamente.

Analisando a distribuição mensal da pluviosidade nessas duas estações (Gráfico 4.1.1-1) pode-se dizer que os meses entre maio e setembro são os que possuem os menores índices, sendo inferiores a 40 mm e, os meses de dezembro a abril os que possuem os maiores índices pluviométricos, próximos a 180 mm .

Gráfico 4.1.3 - Pluviosidade – Média Mensal



Esses índices são semelhantes com os obtidos nas estações pluviométricas de Eliseu Martins (PI) e de Trindade (PE). Observando os Gráficos 4.1-4 e 4.1-5, a seguir, é possível verificar que os meses de maio a setembro possuem os menores índices, enquanto os meses de dezembro a abril possuem os maiores, com uma pequena exceção no mês de março em Eliseu Martins.

Gráfico 4.1.4 - Pluviosidade – Máxima Mensal – Eliseu Martins (PI)**Gráfico 4.1.5 - Pluviosidade – Máxima Mensal – Trindade (PE)**

Temperatura

Como visto anteriormente, na região do entorno do futuro traçado do Trecho 1 da Nova Transnordestina, as maiores temperaturas são registradas normalmente de setembro a novembro, com valores compreendidos entre 26°C e 30°C. As temperaturas mínimas ao longo do ano ficam em torno de 16° a 20°C. As médias anuais de temperatura situam-se, em geral, por volta de 27,5°C, no domínio da região da caatinga.

Isso pode ser observado nos dados da normal climatológica das duas estações analisadas (. Gráficos 4.1.6 e 4.1.7).

Gráfico 4.1.6 - Temperatura – Média, Média das Máximas e Média das Mínimas – E.M. Floriano

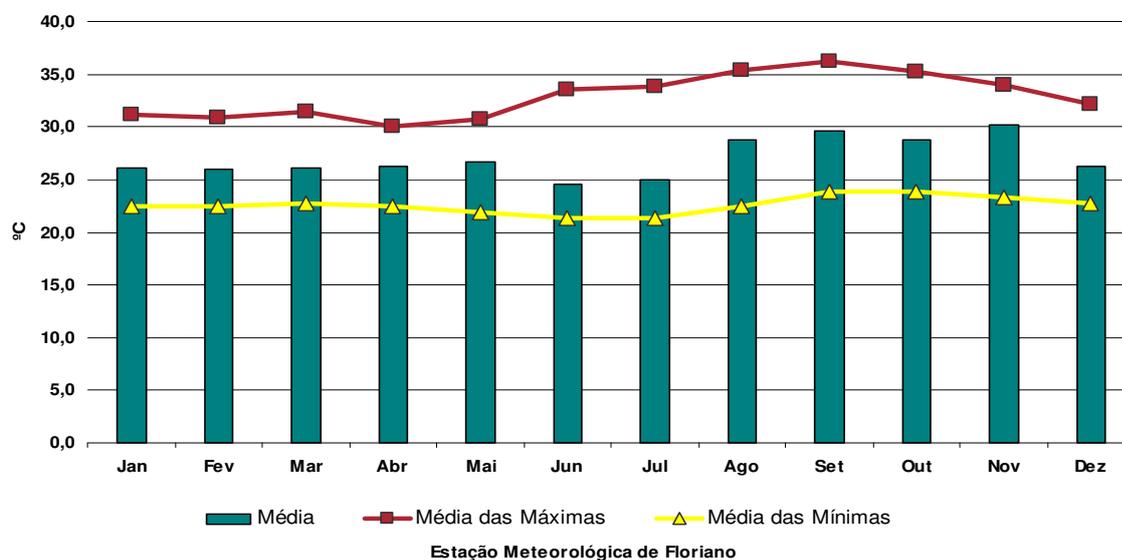
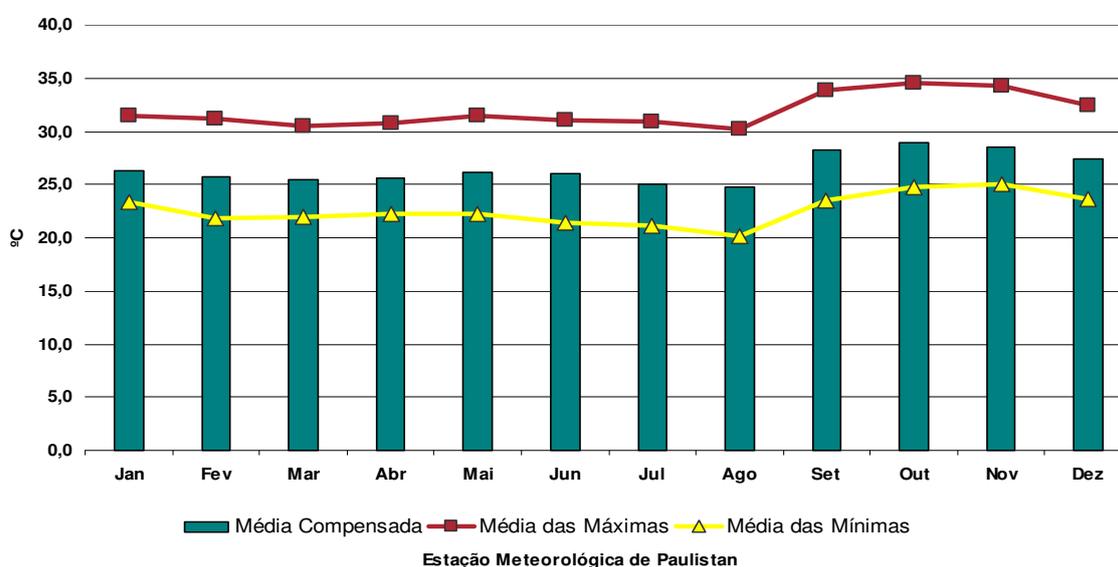


Gráfico 4.1.7 - Temperatura – Média, Média das Máximas e Média das Mínimas – E.M. Paulistana



Também se observa que a temperatura média é quase constante durante o ano todo, com um ligeiro aumento nos meses de agosto a novembro. Nos dados das duas estações, nota-se que a média das mínimas é sempre superior a 20°C.

As altas temperaturas e a baixa amplitude térmica podem ser justificadas, principalmente, pela baixa latitude do Estado do Piauí e pela grande incidência de radiação solar.

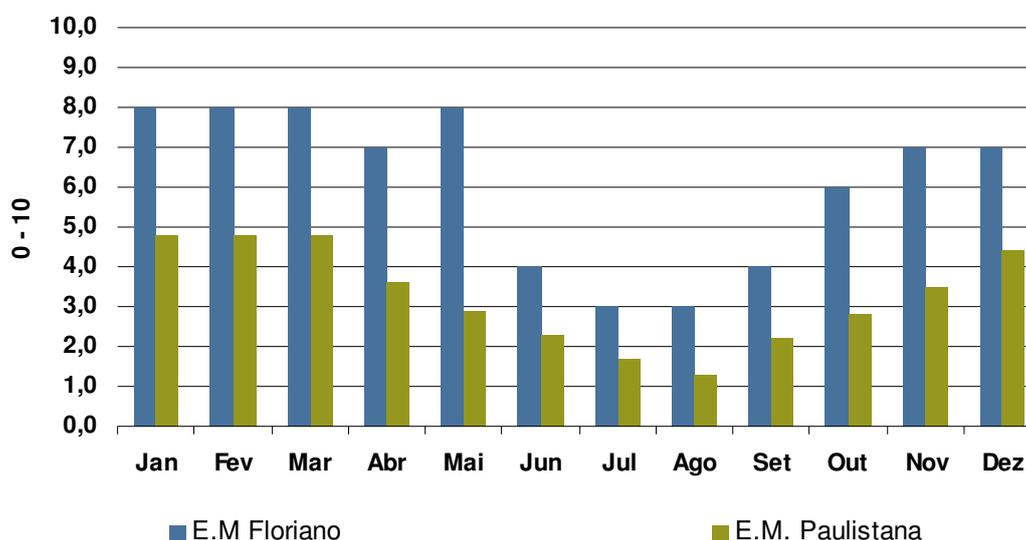
Nebulosidade

Os dados da normal climatológica das duas estações mostram que os meses de novembro a abril são os que possuem maior média de incidência de nebulosidade, e os meses de junho 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.

O Gráfico 4.1.1-6 mostra a variação da nebulosidade durante os meses segundo a normal climatológica das estações avaliadas.

Gráfico 4.1.8 - Nebulosidade

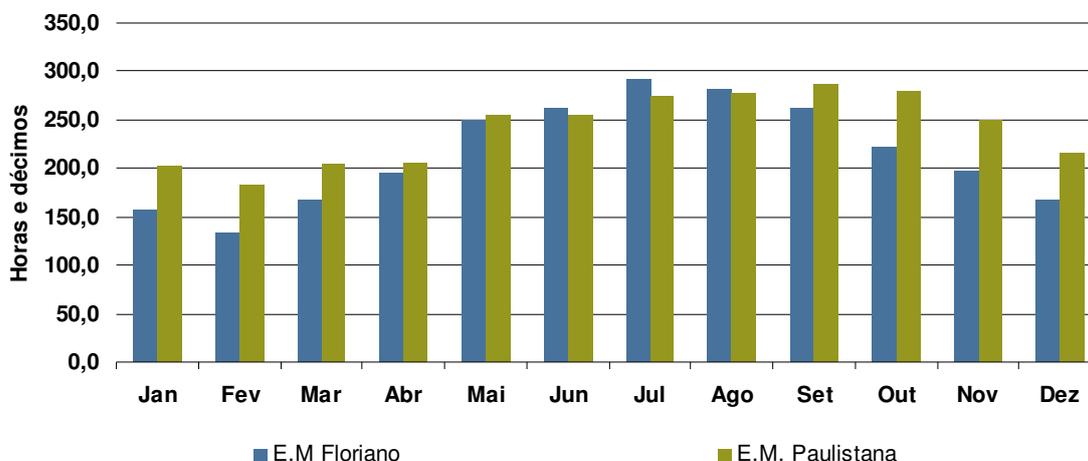


Insolação

No Nordeste, a radiação solar é um dos fatores mais atuantes. Nas baixas latitudes ela 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.

O Gráfico a seguir mostra as médias mensais de insolação total (horas e décimos), nas estações de Floriano e Paulistana. Observa-se que os meses de junho a setembro são os que possuem maior insolação e é no mesmo período em que o índice de nebulosidade é menor, pois insolação e nebulosidade são variáveis que se inter-relacionam diretamente.

Sendo assim, os meses de maior nebulosidade são os que possuem maior insolação, nesse caso, os meses de dezembro a abril.

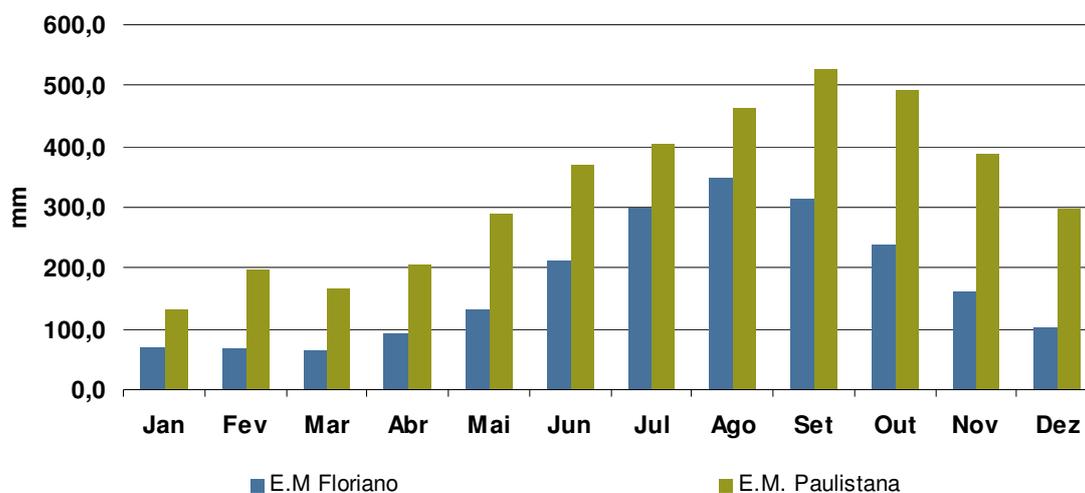
Gráfico 4.1.9 - Insolação Total

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.

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 junho a outubro ocorrem os maiores índices de evaporação, e nos meses de janeiro a abril ocorrem os menores índices.

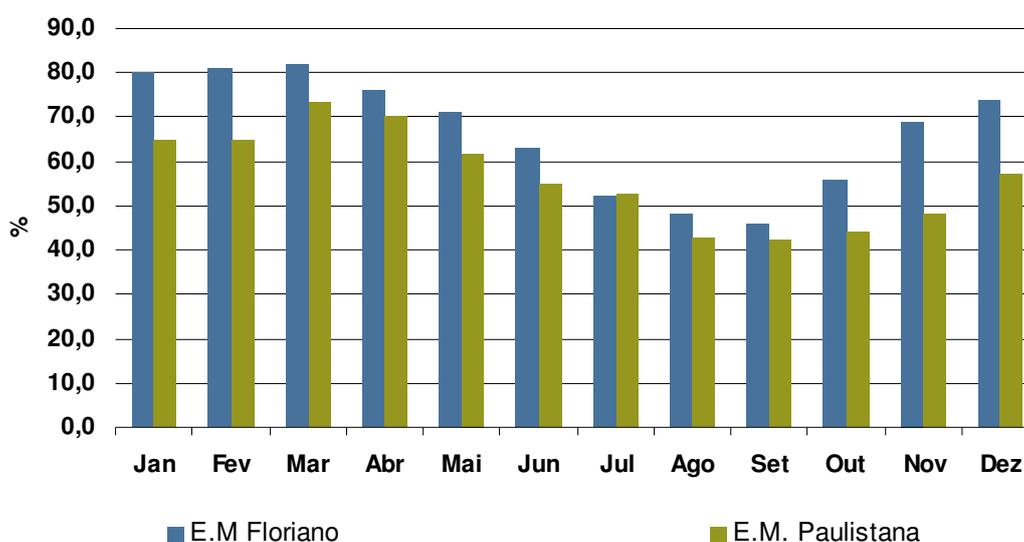
Gráfico 4.1.10 - Evaporação

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.

O Gráfico a seguir mostra que a umidade relativa do ar na área de influência do empreendimento, nos meses de julho a outubro, apresenta os menores valores, sendo inferior a 55% e, nos meses de dezembro a maio, os maiores índices, superiores a 60%.

Gráfico 4.1.11 - Umidade Relativa



Ventos

Em áreas deprimidas interiorizadas, pouco beneficiadas pela ação dos ventos alísios, observam-se fortes quedas de temperatura por radiação noturna, que são mais significativas no inverno.

Síntese do Clima da Região do Projeto

O clima da região de inserção do futuro traçado do Trecho 1 da Nova Transnordestina é semi-árido, com temperaturas elevadas durante o ano todo, chuvas mal distribuídas e escassas, sendo que os menores índices pluviométricos ocorrem de maio a setembro, e os maiores, de dezembro a abril.

4.1.2. Geologia e Geomorfologia

4.1.2.1. Caracterização Geológica e Geomorfológica Regional

O traçado do Trecho 1 da Nova Transnordestina atravessa áreas das bacias dos rios Canindé/Piauí e Itaueira, no Estado do Piauí, e da bacia do rio Brígida, no Estado de Pernambuco. A seguir, é feita uma caracterização da geologia e da geomorfologia dessas bacias, contextualizando a descrição desses temas para a AII e AID/ADA do empreendimento.

A) Geologia

A região é constituída por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, pertencentes ao embasamento pré-cambriano, por rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, da Bacia Sedimentar do Araripe e por coberturas de rochas sedimentares terciário-quadernárias.

As rochas cristalinas predominam na bacia do rio Brígida, ocorrendo subordinadamente sedimentos cretáceos da Bacia do Araripe e coberturas sedimentares terciário-quadernárias, enquanto que nas bacias do Estado do Piauí predominam amplamente rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba e depósitos colúvio-eluviais, as rochas proterozóicas estando restritas a uma faixa variável de 50 a 75 km de largura situada na porção sudeste do Estado, junto aos seus limites com o Estado de Pernambuco.

Os terrenos proterozóicos da bacia do rio Brígida pertencem à Província Borborema, ocorrendo tanto no Domínio da Zona Transversal como o Complexo Parnamirim (gnaiesses bandados migmatizados), Complexo Barro (xistos, quartzitos, metacalcários), Grupo Cachoeirinha (filitos, metarenitos, xistos), Grupo Salgueiro (xistos, metavulcânicas, quartzitos, calcários cristalinos) e Complexos Metaplutônicos, bem como no Domínio Externo, como o Complexo Belém do São Francisco (ortognaisses, migmatitos), Complexo Cabrobó (micaxistos, quartzitos, seqüência metavulcanosedimentar), Complexo Santa Filomena (muscovita-biotita xistos, metabasitos, calcários cristalinos) e o Complexo Riacho Seco (ortognaisses tonalíticos a graníticos, seqüência metavulcanosedimentar mineralizada em cobre), este último, de idade arqueana. Granitóides sintectônicos e pós-tectônicos de idade neoproterozóica ocorrem intrudidos nestas unidades.

Nas bacias dos rios Itaueira e Canindé/Piauí as rochas do embasamento cristalino mais antigo, com idades superiores a 3,6 milhões de anos (Mesoarqueano), são representadas por ortognaisses migmatíticos do Complexo Sobradinho-Remanso, enquanto que o Neo-Arqueano (3,6 a 2,5 milhões de anos) é representado por micaxistos e paragnaisses da Unidade Minadorzinho, por metamafitos e ultramafitos da Unidade Macambira e por xistos, quartzitos, metacherts e ortognaisses do Complexo Granjeiro.

Ascendendo a coluna estratigráfica pré-cambriana ocorrem unidades paleoproterozóicas denominadas Complexo Metaplutônico (hornblenda-biotita gnaiesses tonalíticos), Complexos Migmatíticos Indiscriminados, Complexo Granja (ortognaisses associados à migmatitos), Complexo Ceará (granitos, granodioritos e tonalitos), Complexo Itaizinho (quartzitos, mármore, ortognaisses migmatizados e migmatitos).

O Mesoproterozóico é representado pelo Complexo Santa Filomena (xistos, mármore, metavulcanitos máficos e metacherts), Complexo Paulistana (metaultramafitos, metacherts, quartzitos e quartzo xistos), culminando com o Complexo Brejo Seco (corpos máficos-ultramáficos e metassedimentos).

Finalmente, suítes granitóides intrusivas pré, sin e tardi-orogênicas de idade neoproterozóica, que formam corpos com dimensões e formas variadas, constituindo desde *stocks* até extensos batólitos, encerram o Eon Proterozóico.

O Eon Fanerozóico é representado pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, pela Bacia Sedimentar do Araripe e por coberturas sedimentares terciário-quadernárias.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba é preenchida por sedimentos predominantemente siliciclásticos de idades que vão do Siluriano ao Triássico, designados como grupos Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim. A Formação Sardinha, de idade cretácea, é constituída por basaltos e diabásios que ocorrem intrudidos nas formações da bacia.

De modo geral, o Grupo Serra Grande estabelece o limite oriental da bacia e o alto curso da bacia hidrográfica do rio Canindé, perfazendo uma franja em contato com os terrenos proterozóicos, enquanto que as Formações Pimenteiras assinala o alto curso do rio Itaueira. As chapadas erigidas em sedimentos das formações Cabeças e Pimenteiras são cobertas em grande parte por depósitos colúvio-eluviais, enquanto que a Formação Longá aflora ao longo dos vales.

A Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se no extremo noroeste de Pernambuco, ocupando partes dos Estados do Piauí e Ceará, e constitui o divisor de águas das bacias hidrográficas do São Francisco, ao sul, Jaguaribe, ao norte, e Parnaíba, a oeste. Possui sedimentação paleo-mesozóica. A porção da Bacia do Araripe contida na bacia do rio Brígida é constituída por uma chapada que forma uma extensa mesa quase plana com borda em forma de escarpa. Nela ocorrem as formações Santana e Exú, ambas do Cretáceo Superior.

O Cenozóico é representado por coberturas sedimentares terciário-quadernárias, abaixo descritas:

- TQd: Sedimentos detríticos areno-silte-argilosos inconsolidados, localmente ferruginosos e com níveis conglomeráticos na base, os quais ocorrem mais expressivamente na bacia do rio da Brígida, junto à porção final do traçado da ferrovia;
- NQc: Coberturas sedimentares de espraiamento aluvial (inclui capeamentos de planaltos e coluviões holocênicas): sedimentos arenosos, argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjado, avermelhado e amarelado; apresentam-se, em certos locais, cascalhosos e laterizados na base (geralmente, o cimento é argiloso e ferruginoso). Estas coberturas ocorrem na forma de manchas em meio aos terrenos proterozóicos do Estado do Piauí e possuem ampla distribuição geográfica na Bacia do Parnaíba, ocupando os interflúvios das bacias dos rios Itaueira e Canindé.

B) Geomorfologia e Solos

Bacias dos rios Itaueira e Canindé/Piauí

A bacia do rio Itaueira desenvolve-se em sua porção de montante na unidade geoambiental Cuesta Bom Jesus de Gurguéia, constituída por extensas rampas cuestiformes que conformam a serra homônima, situada em níveis altimétricos variáveis de 600 a 800 m entre os rios Gurguéia e Piauí, apresentando topos conservados, suavemente inclinados para norte e noroeste e frentes escarpadas voltadas para sudeste. Os solos predominantes são Latossolos Amarelos. Áreas rampeadas, com cerca de 2 a 5% de declividade, ocorrem em níveis mais baixos, contendo coberturas arenosas com solos geralmente profundos. Os solos predominantes são Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos (IBGE, 1996).

Sua porção de jusante desenvolve-se na unidade geoambiental Tabuleiros da Parnaíba, onde predominam, nos interflúvios, feições tabulares esculpidas em arenitos e siltitos subjacentes a coberturas coluvionares, que originam Latossolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Dos tabuleiros originam-se extensas rampas com declividades de 2% a 5%, as quais são capeadas por material arenoso com o domínio de Neossolos Quartzarênicos.

A porção de montante da bacia do rio Canindé/Piauí situa-se em parte na unidade geoambiental Depressão de São Raimundo Nonato e em parte na unidade geoambiental Chapada do Araripe.

A unidade geoambiental Depressão de São Raimundo Nonato possui um caráter de depressão periférica, conformando uma rampa que se inclina suavemente no sentido da calha do rio Parnaíba, modelada sobre granitóides, migmatitos e xistos do embasamento. É constituída por planos irregulares parcialmente cobertos por coberturas areno-argilosas, as quais originam Latossolos Amarelos e em parte desnudados contendo pavimentos detríticos ou alterações muito delgadas, originando solos rasos, pedregosos em meio a afloramentos rochosos (IBGE, 1996).

A unidade geoambiental Chapada do Araripe ocupa cotas em torno de 800 m e possui sua borda ocidental drenada por rios pertencentes à bacia hidrográfica do Parnaíba. A chapada caracteriza-se por exibir topos planos bem conservados subjacentes a coberturas areno-argilosas que dão origem a Latossolos Amarelos álicos profundos, sendo limitada por escarpas erosivas de declividade acentuada, de 11 a 37 graus, intensamente dissecadas por processos de escoamento concentrado (IBGE, 1996).

A porção da bacia do rio Canindé, correspondente aos afluentes do rio Piauí, situa-se na unidade geoambiental Cuesta de Bom Jesus da Gurguéia, já caracterizada.

A porção mediana da bacia do rio Canindé aloja-se na unidade Tabuleiros do Canindé, o qual é drenado por um sistema hídrico conseqüente e de padrão paralelo, representado pelos rios Piauí e Canindé (IBGE, 1996). É composta por amplos interflúvios com tabuleiros suavemente inclinados para o rio Parnaíba, suportados por arenitos, siltitos e folhelhos das formações Pimenteiras, Cabeças e Longa, bem como do Grupo Serra Grande e cobertos por depósitos coluviais areno-argilosos, a partir dos quais se originaram Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos e, por vezes, Argissolos Vermelho-Amarelos.

A porção de jusante da bacia do rio Canindé desenvolve-se na unidade geoambiental Tabuleiros da Parnaíba, onde predominam, nos interflúvios, feições tabulares esculpidas em

arenitos e siltitos subjacentes a coberturas coluvionares, que originam Latossolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Dos tabuleiros originam-se extensas rampas com declividades de 2 a 5%, as quais são capeadas por material arenoso com o domínio de Neossolos Quartzarênicos.

Bacia do Rio Brígida

A bacia é constituída predominantemente por superfícies aplainadas, constituindo aplainamentos bem conservados elaborados em rochas pré-cambrianas. Os solos presentes são Latossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos.

Secundariamente, ocorrem superfícies tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação, constituindo chapadas geralmente cuestiformes ou não, limitados por festonados, localmente dissimulados por pedimentos, sendo representadas pela Chapada do Araripe, que se estendem na porção norte da bacia até a divisa dos Estados de Pernambuco e Ceará. Os solos presentes são Argissolos Vermelho-Amarelos.

O Mapa 4.1.2-1 ilustra a compartimentação geossistêmica do traçado da ferrovia.

Mapa 4.1-1 - Compartimentos Geossistêmicos

Síntese da Geologia, Geomorfologia e Solos da Região do Projeto

A região em que deverá ser implantado o Trecho 1 da Ferrovia Nova Transnordestina insere-se nas bacias hidrográficas dos rios Parnaíba (trecho do Piauí) e do submédio rio São Francisco (trecho de Pernambuco). É constituída por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, pertencentes ao embasamento pré-cambriano, por rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, da Bacia Sedimentar do Araripe e por coberturas de rochas sedimentares terciário-quadernárias. A geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Parnaíba apresenta rampas cuestasiformes, feições tabulares, depressões periféricas, chapadas e amplos interflúvios, em cotas que variam entre 600 m e 800 m. Os solos predominantes são os Latossolos e os Neossolos. A bacia do rio Brígida é constituída predominantemente por superfícies aplainadas, constituindo aplainamentos bem conservados elaborados em rochas pré-cambrianas. Os solos presentes são Latossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos.

4.1.2.2. Caracterização Geológica e Geomorfológica da All

A) Geologia

A All corresponde a uma faixa de terreno com cerca de 420 km de extensão e 20,0 km de largura (10,0 km de cada lado do eixo da ferrovia a ser construída), que atravessa parte dos Estados de do Piauí e Pernambuco, com direção predominante Oeste – Leste.

O início previsto para a linha férrea localiza-se no município de Eliseu Martins/PI, no ponto de coordenadas 7º 57' S de latitude e 43º 31' W de longitude, e o fim, no município de Trindade/PE, no ponto de coordenadas 7º 48' S de latitude e 40º 18' W de longitude.

O mapa geológico resultou do trabalho de levantamento, compilação, análise e integração de cartas e mapas, geológicos e hidrogeológicos, atlas digitais e SIGs de geologia, recursos hídricos subterrâneos e minerais, elaborados em diferentes escalas. Foram consultados e utilizados principalmente: o Mapa Geológico do Estado de Pernambuco do CD: Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco (GOMES, 2001); o Mapa Geológico do Estado do Piauí (CPRM, 2006), os atlas digitais dos recursos hídricos subterrâneos do Piauí e de Pernambuco (CPRM, 2004 e 2005) além das folhas Nº. 13, Teresina-SE (SUDENE, 1978); Nº. 14, Jaguaribe-SO (Cruz & França, 1970); Nº. 18 São Francisco - NE (Pessoa, 1970) e Nº 19, Aracaju - NO (Leal, A. Z. 1970) do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste.

As informações relativas às ocorrências minerais, constantes no mapa de recursos minerais, foram obtidas a partir dos dois primeiros trabalhos acima citados.

Considerando que os trabalhos pesquisados abrangem um intervalo de tempo de publicação de mais de trinta anos, optou-se, pela utilização da estratigrafia e nomenclatura estratigráfica proposta nos trabalhos mais recentes produzidos pela CPRM.

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, por rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, da Bacia Sedimentar do Araripe e por coberturas sedimentares terciário-quadernárias.

As rochas cristalinas ocupam totalmente a faixa de terreno inserida no Estado de Pernambuco (cerca de 11% da área estudada) e se prolongam para oeste adentrando no Estado do Piauí onde ocupam cerca de 24% da área. As rochas da Bacia do Parnaíba predominam no Estado do Piauí, abrangendo cerca de 65% da área estudada e ocupando toda área central e oeste da mesma.

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.

Rochas do embasamento cristalino

Arqueano

Na faixa de terreno em estudo, as rochas do arqueano, ou seja, com idades superiores a 2,5 milhões de anos, ocorrem apenas no Estado do Piauí e correspondem a unidades geológicas do tipo Complexos. Os complexos são unidades estratigráficas que compreendem subunidades de rochas metamorizadas, e, em alguns casos, até de rochas migmatizadas, com origens que remontam desde rochas sedimentares, as mais diversas, até rochas ígneas, vulcânicas ou plutônicas. Apesar das relações estratigráficas entre as diversas subunidades de um mesmo complexo não serem claras, as mesmas guardam entre si certa homogeneidade estrutural, temporal e espacial, que as tornam um conjunto com características uniformes, quando analisadas numa escala de abrangência regional.

Na área estudada ocorre o Complexo Granjeiro, constituído pelas seguintes subunidades:

- A4 γ g: “Metacherts”, rochas ferríferas bandadas tipo BIF (*banded iron formation*), mármore, metamáficas e metaultramáficas do Complexo Granjeiro.
- A4gq: Xistos e quartzitos do Complexo Granjeiro.
- A4g: Ortognaisses de suíte TTG (Throndjemito-Tonalito-Granodiorito) com idades de 2.541 Ma, medidas pelo método U-Pb, integrantes do Complexo Granjeiro.

Paleoproterozóico

Abrange rochas com idades que vão de 2,5 a 1,8 bilhões de anos, pertencentes aos seguintes complexos metamórficos:

- PPem: Unidade constituída por ortognaisses migmatizados com restos de rochas supracrustais do Complexo Morro do Estreito, que aflora no Estado do Piauí;
- PP2iq: Essa unidade corresponde aos quartzitos do Complexo Itaizinho, restrito, na área estudada ao Estado do Piauí;
- PP2ic: Essa unidade é representada pelos mármore do Complexo Itaizinho;
- PP2i: Abrange ortognaisses tonalíticos, granodioríticos e graníticos, migmatizados e migmatitos, com níveis de quartzitos, mármore, rochas calcissilicáticas e anfibolitos, inseridos no Complexo Itaizinho;
- PPgm5: Complexos Gnáissico-migmatíticos indiscriminados – Complexo metaplutônico do tipo TTG com migmatização associada; situado no Fragmento Ouricuri, do Terreno Granjeiro-Ouricuri, no embasamento cristalino do Estado de Pernambuco;
- PP γ g: Complexo Metaplutônico – Corresponde a hornblenda-biotita gnáisses tonalíticos, granodioríticos e throndjemíticos, médios a porfiríticos, por vezes bandados e com intercalações de rochas metabásicas, de ocorrência restrita ao Estado de Pernambuco.

Mesoproterozóico

Abrange unidades de rochas metassedimentares e complexos metamórficos com idades que vão de 1,8 a 0,1 bilhões de anos, restritos, na área estudada, ao Estado do Piauí.

- MP3 μ bf: Corpos Máficos-Ultramáficos do Complexo São Francisco – constituídos por gabros, serpentinitos e metaperidotitos;
- MP3b3: Unidade metassedimentar associada a Corpos Máficos-Ultramáficos do Complexo Brejo Seco, constituída por metagrauvas, quartzitos, "metacherts" e formações ferríferas;
- MP3 δ pt: Complexo Paulistana – Metaultramafitos;
- MP3 δ pt2: Granada e/ou andaluzita-mica xistos, metaultramafitos, metagabróides e "metacherts" pertencentes ao Complexo Paulistana;
- MP3 β sf: Abrange metavulcanitos máficos e "metacherts" do Complexo Santa Filomena.

Neoproterozóico

Na área estudada o Neoproterozóico, que abrange o período que vai de 0,1 a 0,54 bilhão de anos, é caracterizado pela predominância das Suítes Magmáticas que formam corpos graníticos, *sensu lato*, com dimensões e formas variadas, constituindo desde *stocks* até extensos batólitos.

As Suítes Magmáticas aqui descritas têm sua origem relacionada com a orogênese brasileira, que se desenvolveu na Plataforma Sul-Americana entre 950 e 490 milhões de anos. Essa orogênese caracteriza o chamado ciclo Brasileiro que foi responsável pela formação de extensas faixas dobradas nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. O clímax orogênico, entre 670 Ma e 550 Ma, está associado a intenso tectonismo, metamorfismo de alto grau e expressiva granitogênese. Podem ser identificadas as seguintes unidades de rochas granitoides:

- NP3 γ 3s: Suíte Intrusiva Serra da Aldeia – Caracteriza-se por anfibólio-biotita quartzo-alcali-feldspato-sienitos a sienogranitos alcalinos;
- NP3 γ i: Granitoides Indiscriminados – Abrange granitoides diversos de quimismo indeterminado;
- NP2 γ 1r: Suíte Intrusiva Rajada – Pré a sin-orogênica, caracteriza-se por biotita-muscovita ortognaisses tonalíticos a sienograníticos, metaluminosos a peraluminosos com idade de 668 Ma pelo método Rb-Sr;
- NP2 γ 1i: Essa unidade engloba granitoides Indiscriminados pré a sin orogênicos além de ortognaisses diversos;
- N γ 3t: Corresponde a granitoides de afinidade thondjemítica, tipo Serrita com constituição monzodiorítica, monzonítica, quartzo-monzonítica e biotita-granítica;
- N γ 3p: Engloba alcalifeldspato granito/sienito, quartzo sienito e quartzo monzonito com proporções variáveis de biotita, hornblenda e piroxênio, além de enclaves de micapiroxenitos. Trata-se de uma suíte ultrapotássica peralcalina.

Rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba

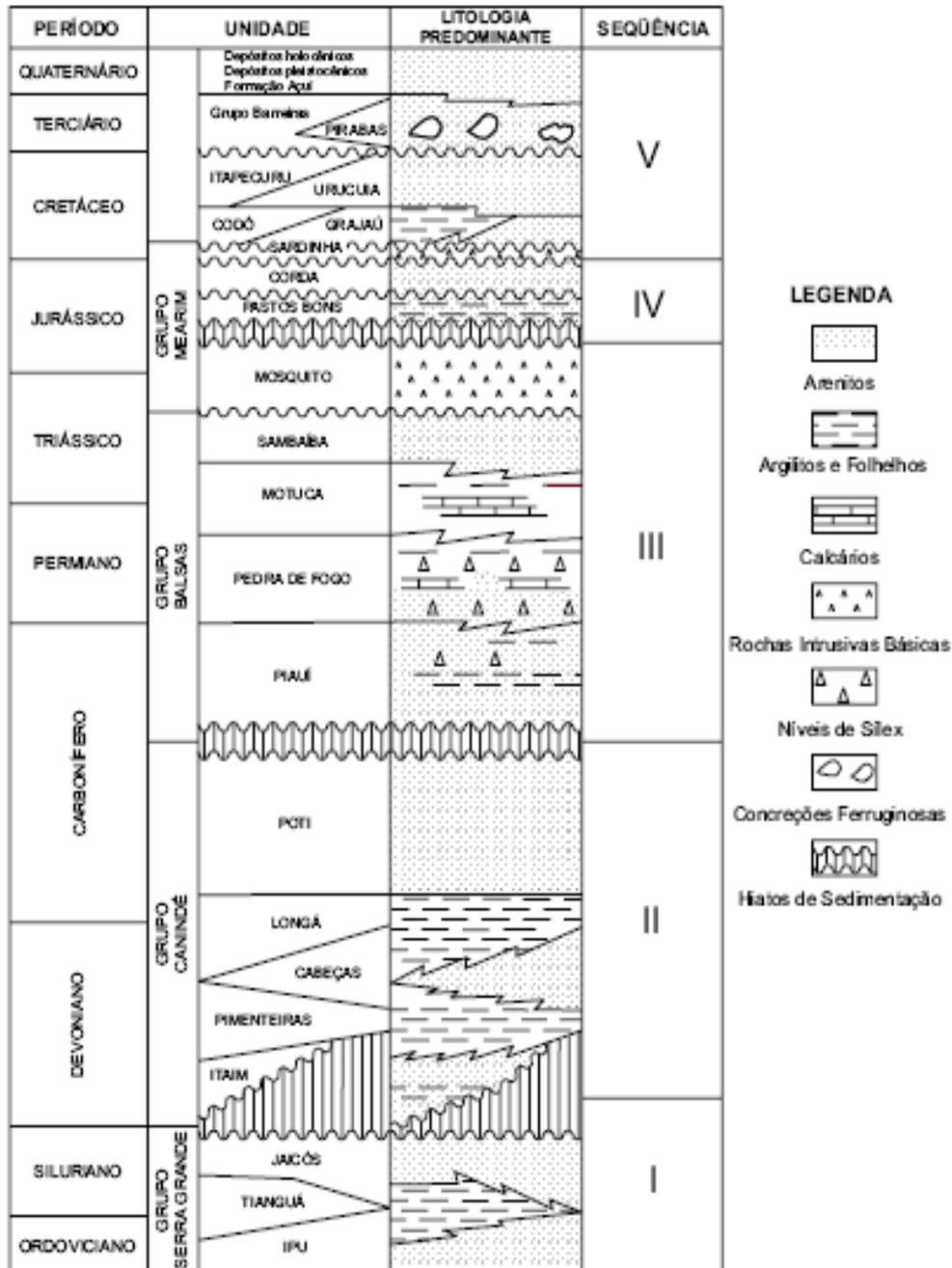
A Bacia Sedimentar do Parnaíba apresenta uma coluna sedimentar com espessura da ordem de 3.400 m. Classificada como intracratônica típica (Brito Neves, 1985), é preenchida por sedimentos predominantemente siliciclásticos de idades que vão do Siluriano ao Jurássico, designados como grupos Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim. A Figura 4.1-5 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 ; ambiente fluvial entrelaçado, marinho raso e glacial.

Figura 4.1-3 - Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba (modificada de Góes et al. 1990).



Devoniano (Grupo Canindé)

Dp, Formação Pimenteiras: Arenitos, siltitos e folhelhos. Ambiente marinho raso;

Dc, Formação Cabeças: Arenitos e siltitos. Ambientes fluvial, estuarino e marinho raso;

DCI, Formação Longa: Folhelhos e siltitos. Ambiente marinho raso

Carbonífero

Cpo, Formação Poti, do Grupo Canindé: Arenitos, siltitos e folhelhos. Ambiente deltaico e litorâneo;

Cpi, Formação Piauí do Grupo Balsas: Arenitos, siltitos, folhelhos e calcários. Ambientes continental fluvial e litorâneo, com intercalações marinhas.

Jurássico

JSc, Formação Corda.

Seção Superior: intercalações de argilitos, siltitos e folhelhos fossilíferos com arenitos arroxeados, médios-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.

Cretáceo

Kβs: Formação Sardinha – Basaltos e diabásios, datados pelo método Ar-Ar em 134 Ma, intrusivos nas formações da Bacia do Paranaíba.

Rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Araripe

A Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se no extremo noroeste de Pernambuco, ocupando partes dos Estados do Piauí e Ceará, e constitui o divisor de águas das bacias hidrográficas do São Francisco, ao sul, Jaguaribe, ao norte, e Paranaíba, a oeste. Possui uma superfície total de 120.00 Km², ficando apenas 2% desta dentro do limite territorial pernambucano.

Possui sedimentação paleo-mesozóica, conforme se verifica em sua coluna estratigráfica, conforme Pontes (1992), apresentada na Figura 4.1-6 A estrutura dos seus estratos sedimentares, que apresentam mergulho para norte, condiciona seu comportamento hidrogeológico, fazendo com que as nascentes dos seus principais aquíferos ocorram principalmente ao longo do desfiladeiro setentrional da Chapada do Araripe, ou seja, do lado cearense.

A porção da Bacia do Araripe dentro do Estado de Pernambuco é constituída por uma parte da zona de Chapada da bacia, que forma uma extensa mesa quase plana com borda em forma de escarpa.

Na área em estudo ocorrem as formações Santana e Exú, ambas do Cretáceo Superior.

Coberturas sedimentares terciário-quadernárias

Terciário/Quaternário (Neógeno)

TQd: Sedimentos detríticos areno-silte-argilosos inconsolidados, localmente ferruginosos e com níveis conglomeráticos na base.

NQc: Coberturas sedimentares de espriamento aluvial (inclui capeamentos de planaltos e coluviões holocênicas): sedimentos arenosos, argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjado, avermelhado e amarelado; apresentam-se, em certos locais, cascalhosos e laterizados na base (geralmente, o cimento é argiloso e ferruginoso). Ambiente fluvial.

Geologia Estrutural

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

Figura 4.1-5 – Províncias Estruturais da Borborema e Parnaíba sobre modelo digital do terreno, com indicação do trecho Eliseu Martins - Trindade (modificado de Bizzi *et. al*, 2003).



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.

É constituída de 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 resultou 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 650-700 M.a. O aparecimento de granitóides tarditectônicos é registrado como do início do Cambriano, cerca de 500-600 M.a.

Santos et al. (1984) dividem essa província estrutural, também chamada de Região de Dobramentos Nordeste, em terrenos e super-terrenos (domínios) tectono-estratigráficos, que são segmentos crustais limitados por falhas ou zonas de cisalhamento, com estratigrafia e evolução tectônica definidas e distintas dos terrenos adjacentes. A Figura 4.1-8 apresenta a Região ou Sistema de Dobramentos Nordeste, de acordo com Santos *et al.* (1984).

A Província do Parnaíba corresponde à bacia homônima e 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 600.000 km², 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. O mais complexo corresponde à porção da área em estudo pertencente à Província da Borborema, ou seja, a parte do trecho que engloba as áreas do Estado de Pernambuco e da porção leste do Estado do Piauí.

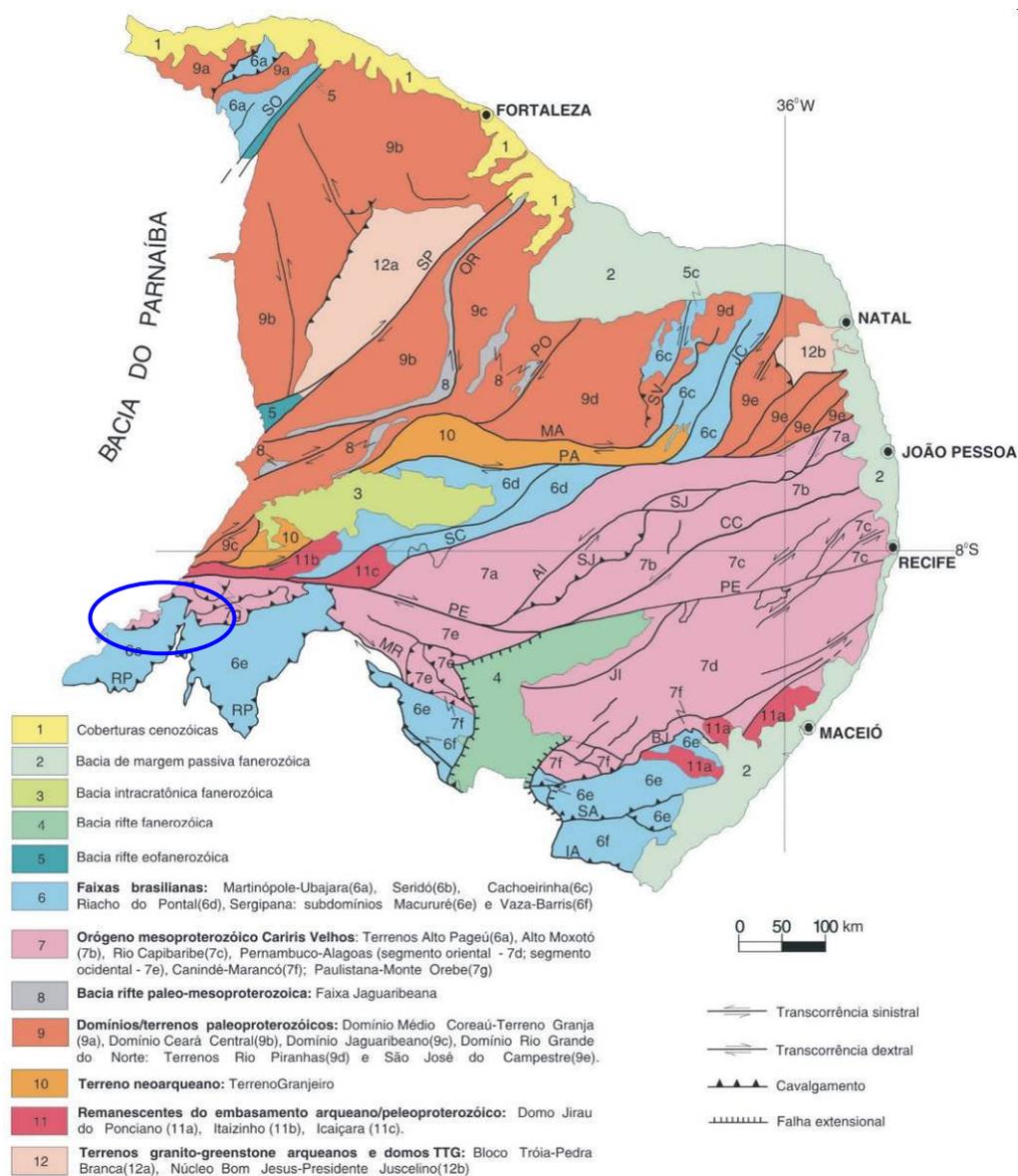
Nessa região as unidades geológicas aflorantes estão compreendidas dentro do Terreno Granjeiro (área de Pernambuco) e do Domínio Jaguaribeano (área do Piauí), separados em área de afloramento, pelas rochas sedimentares da Bacia do Araripe.

O Terreno Granjeiro constitui um segmento paleoproterozóico penetrado por diversas intrusões graníticas brasileiras. Na área estudada observa-se que as principais feições estruturais, falhas e zonas de cisalhamento apresentam direções predominantemente NE-SW.

O Domínio Jaguaribeano apresenta grande complexidade estrutural. Identifica-se na porção nordeste da área falhas e zonas de cisalhamento de direção NE-SW. A continuidade dessas estruturas para sudoeste é interrompida por zonas de cisalhamento transcorrentes de direção predominante E-W, ao sul das quais ocorrem diversas estruturas dobradas.

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.

Figura 4.1-6 - Sistema ou Região de Dobramentos Nordeste, adaptado de Santos et al (1984), com destaque para região estudada.



Na porção da bacia atravessada pela ferrovia não se verificam estruturas tectônicas de maior relevância, em função da cobertura sedimentar. Através da análise do mapa verifica-se que são freqüentes falhamentos com direções predominantemente NE-SW e NW-SE. Destacam-se, nesse contexto, uma falha de direção NE-SW paralela ao Rio Salinas e ao traçado previsto para a ferrovia, entre os municípios de Pavussu, Rio Grande do Piauí e Itaueira, uma falha NE-SW próxima a Ribeira do Piauí e uma falha NW-SE, antes de Flores do Piauí, sentido Eliseu Martins.

Mapa 4.1-2 – Mapa Geológico da AI

B) Geomorfologia

O traçado da ferrovia intercepta dois compartimentos geomorfológicos distintos: seu trecho ocidental insere-se nas formas de relevo da bacia sedimentar do Parnaíba, enquanto que seu trecho oriental insere-se na Depressão Sertaneja e, a partir do limite do Estado de Pernambuco com o Piauí, na Serra da Ibiapaba, bordejando o sul da Chapada do Araripe.

As formas do relevo estão geralmente associadas a eventos tectônicos de grandes proporções, que propiciaram soerguimentos e rebaixamentos da crosta em diferentes períodos do tempo geológico. Tais fenômenos de grande magnitude, associados a mudanças climáticas, desencadearam processos morfogênicos que levaram à configuração do relevo atual.

Em seu trecho inicial e mais extenso, entre Eliseu Martins e o município de São Francisco de Assis do Piauí, o traçado da ferrovia se dá na bacia sedimentar do Parnaíba, onde o relevo é resultado de processos erosivos atuantes na bacia em tempos pretéritos. Nesse trecho há o predomínio de relevo ondulado, onde se destacam as chapadas e as superfícies pediplanadas, cortadas por rios de pequena a média magnitude, que entalham os interflúvios, estabelecendo vales pedimentados, com indícios de erosão terciária.

O trecho de traçado entre São Francisco de Assis e Canindé do São Francisco desenvolve-se sobre a Depressão de Raimundo Nonato, a qual possui um caráter de depressão periférica, conformando uma rampa que se inclina suavemente no sentido da calha do rio Parnaíba, modelada sobre granitóides, migmatitos e xistos do embasamento. É constituída por planos irregulares parcialmente cobertos por coberturas areno-argilosas e em parte desnudados contendo pavimentos detríticos ou alterações muito delgadas, originando solos rasos, pedregosos em meio a afloramentos rochosos.

Em direção a Pernambuco, inicia-se a subida à borda da bacia sedimentar do Parnaíba submetida a longos períodos de denudação marginal, responsáveis pela formação de escarpas em terrenos siliciclásticos, com as faces voltadas para o exterior da bacia, talhadas em rochas cristalinas. Para o interior da bacia tem-se um caimento monoclinial, caracterizando um sistema de cuestas. A área periférica apresenta vertentes bem íngremes, que são chamadas de serras (Grande e Ibiapaba), as quais elevam-se a altitudes de até 950 m, representando, no conjunto, um dos alinhamentos mais característicos da escarpa de circundenudação, com caimento para o interior da bacia.

Em sua porção final, na divisa dos Estados de Piauí e Pernambuco, o traçado da ferrovia intercepta uma zona caracterizada por uma tectônica positiva, onde as direções de caimento são opostas. No Estado de Pernambuco o caimento é no sentido noroeste-sudeste, convergindo para o Rio São Francisco. No Estado do Piauí o sentido de caimento é sudeste-noroeste, convergindo para o Rio Parnaíba. Essa remobilização das rochas cristalinas, acompanhadas de quebramentos e deslocamentos de blocos falhados, gerou um relevo movimentado, com zonas de escarpas e pontos de erosão, causadas principalmente pela força da água nos períodos de chuvas torrenciais.

Nesta região existem dois domínios, o de rochas cristalinas, chamado de Maciços Remobilizados (Depressão Sertaneja) e o de formações sedimentares, que são as formações tabulares (chapadas) e as planícies fluviais.

O trecho final da ferrovia se dá em superfícies aplainadas que foram retrabalhadas pela ação climática pretérita. São áreas deprimidas em relação ao relevo circunvizinho, constituídas por uma ampla cobertura de sedimentos detríticos areno-argilosos inconsolidados e por superfícies pediplanadas constituídas por colúvios rasos que recobrem rochas cristalinas de idades diversas. Esse segmento final da ferrovia margeia a chapada do Araripe, sendo marcada por sulcos causados pela drenagem natural, onde as calhas fluviais desempenham papel de escoadouro rumo ao Rio São Francisco.

O acidente morfológico predominante na região em apreço é a ampla superfície tabular reelaborada, plana ou levemente ondulada, limitada por escarpas abruptas que podem atingir 600 m, exibindo relevo com zonas rebaixadas e dissecadas.

No domínio das áreas de acumulação, destacam-se as planícies fluviais, as áreas abaciadas e as áreas de sopés. São áreas mais baixas e de fundos de vales contendo solos rasos, imperfeitamente drenados, argilosos, moderadamente ácidos, de baixa fertilidade e com problemas de sais, além de solos aluviais moderadamente drenados e de fertilidade média.

De forma geral, o traçado proposto encontra-se bem acomodado no ambiente geomorfológico, aproveitando vales de cursos d'água e vales interplanálticos no segmento Eliseu Martins – Entr. BR-020, acompanhando, sempre que possível os cursos dos rios e superfícies de acumulação (planícies fluviais). Quando o traçado abandona as planícies, atravessa vales interplanálticos.

O traçado ferroviário percorre os seguintes Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas e correspondentes Unidades de Relevo (IBGE, 2005):

- no segmento Eliseu Martins até Simplício Mendes: Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas: Vãos do Rio Parnaíba, Patamares do Rio Parnaíba, Chapadas do Alto Rio Parnaíba, na região de Cerrado;
- no segmento Simplício Mendes até Trindade, o traçado abandona as coberturas sedimentares do Rio Parnaíba, adentrando terrenos de rochas metamórficas dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, Unidade Patamar Sertanejo, que se estende pelos municípios de Conceição do Canindé, Paulistana e Trindade, já na região da Caatinga;
- domínio morfoestrutural dos embasamentos em estilo complexo: é onde ocorre a chamada Depressão Sertaneja, que corresponde a um extenso pediplano com relevo suavemente ondulado e alongado de rochas cristalinas com altitudes que variam de 350 a 480m. Os talwegues, geralmente, são bem encaixados, dando origem a uma alta densidade de drenagens intermitentes;
- domínio morfoestrutural das bacias e coberturas sedimentares: destacam-se os planaltos e chapadas desenvolvidas sobre rochas sedimentares, horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e falhadas. No domínio sedimentar as formas de relevo são tabulares, geralmente escalonadas, conformando feições de rampas inclinadas e lombadas, esculpadas em rochas sedimentares. São em geral definidas por vales rasos, apresentando vertentes de pequena a média declividade, ravinamentos, e também, depósitos de materiais inconsolidados que formam as coberturas dos solos modelando a topografia local, com cotas que chegam a alcançar os 700m. Os planaltos estão circundados por depressões periféricas, ou marginais, cujo contato comumente apresenta relevos de cuevas com escarpas de grande amplitude desdobradas em degraus. No interior desses planaltos, o relevo, de modo geral é colinoso com topos convexos e planos, ocorrendo, de forma descontínua, morros residuais de topos planos. O relevo de

chapada formado por extensas e elevadas superfícies erosivas, relativamente planas é limitado pelas escarpas;

- domínio dos depósitos sedimentares inconsolidados: São formados pelas planícies e terraços fluviais resultantes da acumulação fluvial dos principais rios e de seus efluentes nos baixios de várzea. Estas planícies modificam-se topográfica e estruturalmente devido a enxurradas e inundações sazonais, sendo bastante incomum o acúmulo de sedimentos finos e matéria orgânica nas depressões periféricas dos rios e córregos para formar áreas de solos argilosos orgânicos, devido à baixa e inconstante precipitação pluviométrica.

A Geomorfologia da All está representada no Mapa 4.1 -3

Mapa 4.1-3 - Mapa de Geomorfologia da AII

4.1.2.3. Fragilidade Ambiental: All

Segundo IBGE (1996), a partir da análise do balanço pedogênese/morfogênese foi estabelecida a vulnerabilidade natural das unidades ambientais, classificadas de acordo com sua intensidade em: muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extremamente forte.

São considerados ambientes com vulnerabilidade *muito fraca* aqueles em que o arcabouço físico oferece grande resistência à ação dos processos de degradação, cujos atributos são relevos planos com solos muito profundos, permeáveis e com elevada estabilidade estrutural. A essas características aliam-se chuvas uniformemente distribuídas, cobertura vegetal de Savana (Cerrado) com estrato herbáceo contínuo, que reduz a ação do escoamento superficial, favorecendo a infiltração das águas e a pedogênese. Estes ambientes são representados pelos topos das Chapadas do Alto Parnaíba e a Cuesta Bom Jesus da Gurguéia.

Os ambientes de vulnerabilidade *fraca* também oferecem boa resistência aos processos de degradação, estando relacionados a planos e rampas suaves, contendo solos profundos e permeáveis, derivados de cobertura areno-argilosa. Os processos erosivos restringem-se a escoamentos superficiais difusos que provocam o carreamento da fração fina do solo. Estes ambientes são representados por vales pedimentados que caracterizam os topos planos presentes no geossistema Tabuleiros do Parnaíba.

Nos ambientes de vulnerabilidade *moderada*, a atuação dos processos de degradação reflete-se no solo, provocando a perda do horizonte superficial pela ação da erosão laminar e em sulcos. Estes ambientes correspondem a amplas vertentes com declives de 5 a 11% contendo solos pouco profundos e restrição na permeabilidade, tendendo a salinizar-se. Estas áreas acham-se submetidas a condições bioclimáticas onde a vegetação de Estepe (Caatinga) exerce pequena capacidade de proteção quando de chuvas concentradas de dois a três meses, com forte poder erosivo. Os geossistemas com compartimentos relacionados a estes ambientes são: Depressão de Raimundo Nonato e Tabuleiros do Canindé.

Os ambientes de vulnerabilidade natural *forte* são aqueles nos quais os processos erosivos atuam com mais rigor, manifestando-se por escoamento superficial difuso e concentrado generalizado, provocando sulcamentos nos solos e perda de seus horizontes superficiais. Trata-se de áreas rampeadas e colinosas com solos mal drenados e concrecionários, estando também incluídas nesta categoria as planícies aluviais, onde a dinâmica está relacionada à ação dos processos de sedimentação, remoção e aporte de material sedimentar e decorrentes da intensidade e capacidade de escoamento fluvial, como assinalado na planície aluvial do rio Piauí.

A vulnerabilidade natural *muito forte* compreende ambientes onde a intensidade da erosão constitui fator limitante ao desenvolvimento dos solos. Correlaciona-se a vertentes escarpadas das chapadas e serras, contendo ravinas e voçorocas, cuja intensidade dos processos morfogenéticos é favorecida pela forte declividade, pelas condições litoestruturais e pela natureza dos solos de alteração. O desenvolvimento dos solos restringe-se a setores localizados onde as alterações são incipientes e entremeadas de afloramentos rochosos. Os

geossistemas com compartimentos relacionados a esse ambiente são Tabuleiros da Parnaíba e Chapada do Araripe.

Os ambientes de vulnerabilidade *extremamente forte* são caracterizados por uma dinâmica muito intensa e brusca, onde as causas decorrem predominantemente das condições litoestruturais. Nesta categoria incluem-se áreas intensamente dissecadas por escoamento superficial difuso e concentrado, resultando em considerável adensamento de ravinas, cujas incisões atingem a rocha pelítica friável subjacente. Os solos são pouco desenvolvidos, geralmente destituído dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos a processos de desertificação. Ocorrem nas rampas do rio Piauí, próximo à cidade de São José do Peixe.

O Mapa de Fragilidade Ambiental da AII está apresentado a seguir.

Síntese da Fragilidade Ambiental da AII

A análise do balanço pedogênese/morfogênese da AII do empreendimento indica a presença de ambientes com fragilidade ambiental variando de extra-forte a forte, na área do município de Ribeira do Piauí e vale do rio Piauí; forte a muito forte, na extremidade oeste do traçado, na região do município de Itaueira e nos limites com o Estado de Pernambuco; moderada a forte, predominando a partir de São Francisco do Piauí para leste; e muito fraca a moderada no restante da AII.

Mapa 4.1-4 – Fragilidade Ambiental

4.1.2.4. Geologia e Geomorfologia: AID/ADA

A caracterização geológica e geomorfológica da AID/ADA foi realizada a partir da análise de diferentes compartimentos, cujos atributos se assemelham, facilitando a sua descrição e orientando os aspectos de interesse à posterior etapa de análise integrada do diagnóstico e de identificação e avaliação de impactos ambientais, conforme ilustrado pelo Mapa 4.1.-4 antes apresentado.

Trecho Fazenda Puçá (Eliseu Martins) - Itaueira

Do ponto de vista fisiográfico, a área situa-se na região do sertão semi-árido a subúmido nordestino, região do geossistema Cuesta de Bom Jesus da Gurguéia, caracterizada por extensas rampas cuestiformes representadas pelas serras de São Mateus e do Areal, situadas em níveis altimétricos variáveis de 400 a 450m, apresentando topos conservados, suavemente inclinados para norte e noroeste e frentes escarpadas voltadas para sudeste (IBGE, 1996).

O traçado da ferrovia neste trecho se dá em níveis mais baixos, pela margem esquerda do rio Salinas, desenvolvendo-se predominantemente em áreas rampeadas pouco inclinadas, com cerca de 2 a 5% de declividade, resultantes de processos de evolução das encostas, contendo coberturas arenosas com solos geralmente profundos. Essas rampas são entalhadas pelas drenagens conseqüentes que esboçam vales de fundo chato, localmente com estreitas planícies.

Neste segmento predominam rochas sedimentares em alternância irregular de arenitos, siltitos e argilitos, da Formação Poti, desenvolvidas em planaltos e chapadas de relevo tabular plano e limitado pelas escarpas dos morros de arenitos desagregáveis, formando extensas e elevadas superfícies erosivas.

Os solos residuais pouco profundos, resultado da desagregação de rochas quartzo-arenosas, apresentam alta susceptibilidade a erosão laminar e são bastante permeáveis. Quando formados por material fino, apresentam erosão aprofundada que se transforma em ravinas ao longo das encostas, instabilizando os cortes existentes.

No trecho entre Pedras e Mocambo são incorporados depósitos arenosos e areno-argilosos inconsolidados e depósitos de tálus e colúvio de áreas mais elevadas, que se depositam nos sopés e nas meias encostas, devido aos declives acentuados em áreas de relevo acidentado contíguas ao traçado (Fotos 4.1-1 e 4.1-2).

Os solos apresentam-se bastante heterogêneos, desde finos com pedregulhos e essencialmente arenosos a matações e blocos de rocha.

Próximo a Itaueira ocorrem espessos pacotes de diabásio relacionados à Formação Sardinha, intrudidos em siltitos e folhelhos da Formação Longa, os quais são expostos em pedreira junto à barragem do Vale do Itaueira (Foto 4.1-3). Relacionados aos diabásios, ocorrem latossolos vermelhos característicos nas ombreiras da barragem.

O traçado da ferrovia neste trecho interfere com vertentes intensamente dissecadas e marcadas por ravinamentos e rochosidade, com desmoronamento de blocos, resultantes da erosão diferencial acelerada pelos escoamentos concentrados (Fotos 4.1-5 a 4.1-11).



Foto 4.1-1 – AID – Solos argilo-arenosos em primeiro plano e superfície erosiva ao fundo. Município de Eliseu Resende.



Foto 4.1-2 – AID - Vista da região do traçado, observando-se solos areno-argilosos inconsolidados sujeitos à erosão laminar. Município de Pavussu.



Foto 4.1-3 – AID - Vista de pedreira escavada em diabásio, rocha utilizada como agregado de concreto e enrocamento na barragem do Vale do Itauera. Observar esfoliação esferoidal característica. Município de Itauera (Ponto 101).



Foto 4.1-4– AID - Vista parcial da barragem do Vale do Itauera, observando-se maciço de latossolos vermelhos, provenientes de alteração de diabásio, na ombreira da margem direita. Município de Itauera (Ponto 101)



Foto 4.1-5– ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, a partir da Estaca 20.396, observando-se ao fundo chapada sustentada por sedimentos da Formação Poti, na região de Carquejo.

Município de Itauera (Ponto 100).



Foto 4.1-6 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, a partir da Estaca 20.396, observando-se terrenos planos a pouco movimentados.

Município de Itauera (Ponto 100).



Foto 4.1-7– ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, a partir de sua travessia sobre a PI-140, observando-se ao fundo topo de chapada sustentada por sedimentos da Formação Poti.

Município de Itauera (Ponto 98).



Foto 4.1-8– ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, a partir de sua travessia sobre a PI-140, observando-se ao fundo topo de chapada sustentada por sedimentos da Formação Poti.

Município de Itauera (Ponto 98).



Foto 4.1-9 – ADA – Talude de corte da PI-140, próximo ao eixo de traçado, exibindo arenitos avermelhados da Formação Poti.

Local “Oito” - Município de Itauera (Ponto 98).



Foto 4.1-10 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se vertente dissecada em direção a topo de chapada.

“Pé do Morro” - Município de Itauera (Ponto 97).



Foto 4.1-11 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se vertente dissecada e erodida de chapada, cujo topo é coberto por vegetação de caatinga.

Pé do Morro - Município de Itauera (Ponto 97).



Foto 4.1-12 – All – Vista da mancha urbana de Itauera, sediada junto à chapada. Em primeiro plano, terrenos aplanados contendo blocos arredondados de diabásio.

Município de Itauera

Trecho Itauera –São José do Peixe

Este trecho de traçado desenvolve-se no geossistema Tabuleiros do Parnaíba, o qual se caracteriza por interflúvios tabulares esculpidos sobre arenitos e siltitos da Formação Cabeças e folhelhos e siltitos da Formação Longa, cobertos por material areno-argiloso, do qual derivam Latossolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Destes tabuleiros

partem extensas rampas com declives de 2 a 5%, as quais são, em sua maioria, capeadas por sedimentos arenosos (IBGE, 1996).

De um modo geral, predominam superfícies pediplanadas, terrenos planos regulares relacionados a coberturas sedimentares cenozóicas, constituídas por sedimentos arenosos, argilo-arenosos e areno-argilosos, nos quais atuam processos de escoamento difuso e erosão laminar, contendo tabuleiros residuais (Fotos 4.1-16 e 4-18).

Secundariamente, ocorrem vertentes dissecadas com declives de 5 a 11% contendo feições de topos convexos e aguçados, entalhados em folhelhos e siltitos, contendo Neossolos Litólicos associados a Argissolos Vermelho-Amarelos concrecionários, plínticos.

Entre Itaueira e a localidade de Caldeirãozinho ocorrem solos concrecionários lateríticos avermelhados contendo cascalhos com espessura variável, atingindo cerca de 1,50 m no topo da serra do Pau D'Arco. As concreções lateríticas possuem dimensões decimétricas, variáveis de 0,10 a 0,80 m (Foto 4.1-13 a 4.1-15).



Foto 4.1-13 – AII – Vista de Itaueira, entre chapadas, a partir da serra do Pau D'Arco, observando-se em primeiro plano solos lateríticos com cascalhos.

Município de Itaueira (Ponto 96)



Foto 4.1-14– AID – Talude de corte de estrada vicinal exibindo camada de colúvio de 1,50m de espessura, constituído por blocos de quartzo, rocha e, principalmente, concreções lateríticas.

Município de Itaueira (Ponto 94)



Foto 4.1-15 – AID – Concreções lateríticas sobre a superfície do terreno, junto à estrada vicinal.

Município de Itauera (Ponto 94).



Foto 4.1-16 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, em terrenos aplanados, observando-se ao fundo tabuleiro suportado por folhelhos e siltitos da Formação Longá.

Município de Flores do Piauí (Ponto 93).



Foto 4.1-17 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se terrenos planos constituídos por coberturas sedimentares arenosas a areno-argilosas.

Município de Flores do Piauí (Ponto 93).



Foto 4.1-18 – AID - Vista da região atravessada pela ferrovia, constituída por terrenos aplanados de onde se destacam tabuleiros.

Povoado Pajeú, Município de Flores do Piauí (Ponto 92).



Foto 4.1-19 – AID – Vista de Ribeira do Piauí, observando-se terrenos ondulados e vendo-se ao fundo a chapada do Pau D’Arco.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 90).



Foto 4.1-20 – AID – Erosão laminar e em sulcos provocada por escoamento difuso de águas pluviais em pelitos da Formação Longá.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 90).



Foto 4.1-21 – AID – Erosão laminar e em sulcos provocada por escoamento difuso de águas pluviais em pelitos da Formação Longá.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 89).



Foto 4.1-22 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se em primeiro plano terrenos aplanados afetados por erosão laminar e, ao fundo, a chapada da Sambaíba, sustentada por arenitos e siltitos da Formação Cabeças.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 88).



Foto 4.1-23 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se em primeiro plano terrenos aplanados afetados por erosão laminar e, ao fundo, a chapada do Pau D'Arco.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 88).



Foto 4.1-24 – AID – Vista da localidade de Amparo, observando-se terrenos aplanados arenosos contendo cascalhos

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 83).



Foto 4.1-25 – AID – Erosão laminar em solos residuais de pelitos da Formação Longá cobertos por colúvio cascalhento.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 83).



Foto 4.1-26 – AID – Erosão laminar em solos residuais de pelitos da Formação Longá subjacentes a camada de solos coluvionares argilosos com cascalho.

Município de Ribeira do Piauí (Ponto 83).

Trecho Ribeira do Piauí – Rio Canindé (São Francisco de Assis do Piauí)

Este trecho de traçado corresponde ao geossistema Tabuleiros do Canindé, o qual é drenado por um sistema hídrico conseqüente e de padrão paralelo, representado pelos rios Piauí e Canindé. É composto por amplos interflúvios com tabuleiros suavemente inclinados para o rio Parnaíba suportados por sedimentos das formações Pimenteiras, Cabeças e Longa, bem como do Grupo Serra Grande, este último situado próximo a São Francisco de Assis do Piauí.

O trecho de traçado entre Ribeira do Piauí e Simplício Mendes, aproximadamente, desenvolve-se predominantemente em vales com bordas sulcadas com declives de 2 a 5%, onde ocorrem solos Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Neste trecho prevalecem escoamentos concentrados evidenciados pela formação de sulcos rasos e eventuais ravinas (Fotos 4.1-48, 4.1-49, 4.1-33, 4.1-39 a 4.1-41).

O trecho de traçado entre Simplício Mendes e São Francisco de Assis do Piauí desenvolve-se em terrenos aplanados cobertos por sedimentos areno-argilosos contendo predominantemente Latossolos Vermelho-Amarelos e, secundariamente, Argissolos Vermelho-Amarelos, Planossolos Háplicos e Neossolos Litólicos (Fotos 4.1-42 a 4.1-52). Os processos erosivos originam-se de escoamento difuso, resultando em erosão laminar pouco pronunciada.



Foto 4.1-27 – ADA – Afloramento de arenitos grosseiros amarelados da Formação Cabeças.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 79).



Foto 4.1-28 – AID – Erosão laminar e em sulcos em pelitos da Formação Pimenteiras.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 78).



Foto 4.1-29 – AID – Erosão laminar e em sulcos em pelitos da Formação Pimenteiras.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 78).



Foto 4.1-30 – ADA - Vista para oeste de terrenos planos com coberturas cenozoicas arenosas da região atravessada pela ferrovia próximo à São Miguel do Fidalgo.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 76)



Foto 4.1-31 – ADA - Vista para leste de terrenos planos arenosos contendo habitações, as quais interferem com o traçado da ferrovia próximo à São Miguel do Fidalgo.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 76)



Foto 4.1-32 – All – vale do riacho Capim Grosso, cerca de nove quilômetros a montante do traçado da ferrovia.

Município de São Miguel do Fidalgo (Ponto 74).



Foto 4.1-33 – AID/ADA – Ravinas desenvolvidas em metapelitos da Formação Pimenteiras por escoamento concentrado de águas pluviais ao longo do leito da rodovia Paes Landim a Simplício Mendes.

Município de Simplício Mendes (Ponto 73).



Foto 4.1-34 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, a partir do Assentamento Ipueira, observando-se rampa com lombadas.

Município de Simplício Mendes (Ponto 71).



Foto 4.1-35 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se em primeiro plano coberturas arenosas cenozóicas e, ao fundo, tabuleiro sustentado por arenitos e siltitos da Formação Cabeças.

Município de Simplício Mendes (Ponto 69).



Foto 4.1-36 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se, ao fundo, rampa com lombadas.

Município de Simplício Mendes (Ponto 69).



Foto 4.1-37 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se em primeiro plano terrenos planos arenosos de cobertura cenozóica com edificação a ser afetada e, ao fundo, tabuleiro suportado por arenitos e siltitos.

Município de Simplício Mendes (Ponto 66).



Foto 4.1-38 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, a partir de sua transposição sobre a PI-?, observando-se sucessão de tabuleiros a serem vencidos.

Município de Simplício Mendes (Ponto 67).



Foto 4.1-39 – ADA – Vista de área de empréstimo abandonada em terrenos ao lado da rodovia, observando-se a instalação de processos erosivos.

Município de Simplício Mendes (Ponto 67).



Foto 4.1-40 – ADA – Ravina desenvolvida em pelitos da Formação Pimenteiras por escoamento concentrado lateral ao leito da rodovia.

Município de Simplício Mendes (Ponto 67).



Foto 4.1-41 – ADA – Erosão laminar, em sulcos e ravinas desenvolvida em pelitos da Formação Pimenteiras, provocada por sua exposição em decorrência de exploração dos solos superficiais.

Município de Simplício Mendes (Ponto 67).



Foto 4.1-42 – AID – Topo de tabuleiro suportado por arenitos da Formação Cabeças, gerando areais fofos em superfície, observando-se ao fundo chapada que sinaliza a cidade de Bela Vista do Piauí.

Município de Nova Santa Rita (Ponto 65).



Foto 4.1-43 – ADA – Vista do traçado da ferrovia ao longo de terrenos arenosos desenvolvidos sobre arenitos da Formação Cabeças..

Município de Nova Santa Rita (Ponto 64).



Foto 4.1-44 – ADA - Vista do traçado da ferrovia ao longo de terrenos arenosos desenvolvidos sobre arenitos da Formação Cabeças.

Município de Nova Santa Rita (Ponto 63); Estaca 51.454.



Foto 4.1-45– AID – Terrenos arenosos do Grupo Serra Grande laterizados, apresentando concreções lateríticas em superfície.

Município de São Francisco de Assis do Piauí (Ponto 61).



Foto 4.1-46– AID – Exposição de micaxistos de foliação subvertical em escavação feita para construção da barragem de abastecimento Poço Juá, ora rompida.

Município de São Francisco de Assis do Piauí (Ponto 58).



Foto 4.1-47– ADA – Vista do traçado da ferrovia na direção oeste, observando-se desenvolvimento de ravina em ponto baixo da estrada vicinal.

Município de São Francisco de Assis do Piauí (Ponto 56).



Foto 4.1-48– ADA - Vista do traçado da ferrovia na direção oeste, observando-se terrenos planos arenosos cascalhentos desenvolvidos sobre chapadas.

Município de São Francisco de Assis do Piauí (Ponto 55).



Foto 4.1-49 – AID – Planossolos Háplicos desenvolvidos sobre chapada .

Água Branca - Município de Paulistana (Ponto 53).



Foto 4.1-50 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos) desenvolvidos sobre superfícies aplainadas elaboradas em rochas pré-cambrianas .

Jacaré - Município de Paulistana (Ponto 49).



Foto 4.1-51 – AID – Matacões graníticos de grandes dimensões em meio a Neossolos Quartzarênicos.

Jacaré - Município de Paulistana (Ponto 49).



Foto 4.1-52 – AID/ADA – Afloramento de filitos de foliação subvertical subjacentes a solos coluviais.

Município de Paulistana (Ponto 47).

Trecho São Francisco de Assis do Piauí – Borralho (Curral Novo do Piauí)

O trecho do traçado da ferrovia entre São Francisco de Assis e Borralho (Curral Novo do Piauí) está inserido no geossistema Depressão de São Raimundo Nonato, o qual comporta-se como uma rampa que se inclina suavemente no sentido da calha do rio Parnaíba sem ruptura topográfica visível e modelada sobre granitóides, migmatitos e xistos do embasamento polimetamórfico (IBGE, 1996).

Este compartimento é predominantemente representado por planos irregulares, parcialmente cobertos por coberturas areno-argilosas das quais originam-se predominantemente

Argissolos Vermelho-Amarelos e Luvisolos Crômicos, e em parte desnudados, contendo pavimentos detríticos ou alterações muito delgadas, originando solos rasos (Neossolos Litólicos), pedregosos em meio a frequentes afloramentos rochosos.

O trecho de traçado entre o rio Canindé e Paulistana, aproximadamente, é constituído por planos irregulares incipientemente dissecados elaborados sobre xistos, metacherts e metaultramafitos do Complexo Paulistana e granitóides, com ocorrência de Luvisolos Crômicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos (Fotos 4.1-53 a 4.1-56) .

O trecho de traçado entre Paulistana e Borralho, aproximadamente, é constituído por extensas rampas com declives de 2 a 5%, incipientemente dissecadas, modeladas em metavulcanitos e metacherts do Complexo Santa Filomena, ortognaisses do Complexo Itaizinho e granitóides, com ocorrência predominante de Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos (4.1.2-56 a 4.2-66).



Foto 4.1-53 – AID/ADA – Exposição de micaxistos alterados do Complexo Paulistana em escavação de antiga ferrovia desativada.

Município de Paulistana (Ponto 46).



Foto 4.1-54 – AID/ADA – Exposição de micaxistos do Complexo Paulistana subjacentes a solos coluviais em talude de corte da rodovia BR-407.

Município de Paulistana (Ponto 45).



Foto 4.1-55 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para leste, junto à sua transposição sobre a BR-407, observando-se terrenos ondulados.

Município de Paulistana (Ponto 44).



Foto 4.1-56 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, junto à sua transposição sobre a BR-407, observando-se terrenos ondulados com afloramentos rochosos.

Município de Paulistana (Ponto 44).



Foto 4.1-57 – AID/ADA - Vista do Riacho Seco expondo solos Luvisolos Crômicos desenvolvidos sobre superfícies aplainadas.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 36).



Foto 4.1-58 – ADA – Vista do traçado para leste, observando-se terrenos planos arenosos constituídos por Neossolos Quartzarênicos.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 35)



Foto 4.1-59 – AID/ADA – Vista da região atravessada pela ferrovia, observando-se terrenos planos arenosos e, ao fundo, relevos residuais sustentados por rochas graníticas.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 35).



Foto 4.1-60– ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, em trecho que coincide com o traçado da estrada vicinal, observando-se terrenos planos com solos Neossolos Litólicos.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 34).



Foto 4.1-61 – ADA – Perfil de solos coluviais (Neossolos Litólicos) sobreposto a rocha gnáissica de foliação subvertical do Complexo Itaizinho.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 34).



Foto 4.1-62 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se terrenos planos cobertos por colúvio cascalhento (Neossolos Litólicos).

Município de Betânia do Piauí (Ponto 31).



Foto 4.1-63 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se terrenos planos cobertos por colúvio cascalhento (Neossolos Litólicos).

Município de Betânia do Piauí (Ponto 29).



Foto 4.1-64 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se afloramentos rochosos de gnaisses com foliação subvertical do Complexo Itaizinho.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 28).



Foto 4.1-65– ADA - Afloramento de gnaisses do Complexo Itaizinho com foliação subvertical.

Município de Betânia do Piauí (Ponto 27).



Foto 4.1-66– ADA – Vista do traçado para oeste, observando-se terrenos planos arenosos com blocos rochosos arredondados (colúvio) de dimensão centimétrica a decimétrica.

Município de Curral Novo do Piauí (Ponto 26).

Trecho Borralho (Curral Novo do Piauí) - Trindade

O trecho do traçado da ferrovia entre Borralho, aproximadamente, e a divisa de Estados Piauí/Pernambuco está inserido no geossistema Chapada do Araripe, a qual ocupa cotas em torno de 800 m e possui sua borda ocidental drenada por rios pertencentes à bacia hidrográfica do Parnaíba. A chapada caracteriza-se por exibir topos planos bem conservados subjacentes a coberturas areno-argilosas que dão origem a Latossolos Amarelos álicos profundos, sendo limitada por escarpas erosivas de declividade acentuada, de 11 a 37 graus, intensamente dissecadas por processos de escoamento concentrado (IBGE, 1996).

Embora este trecho da ferrovia não intercepte unidades cretáceas, a presença da Chapada do Araripe em seu entorno é notável, tendo-se adotado a continuidade da denominação desse geossistema até a extremidade oeste da ferrovia, em Trindade (PE).

O trecho de traçado interfere com rochas de idade arqueana, representadas por metacherts, mármores, metamáficas e metaultramáficas do Complexo Granjeiro, rochas de idade paleoproterozóica representadas por gnaisses do Complexo Metaplutônico e por complexos migmatíticos indiferenciados, por rochas de idade neoproterozóica representadas por granitóides, além de cobertura de idade cenozóica constituída por sedimentos detríticos areno-silte-argilosos inconsolidados.

Os solos deste trecho são representados pelas classes Neossolos Litólicos, em sua porção inicial, Argissolos Vermelho- Amarelos, em sua porção mediana e Latossolo Vermelho Amarelo em sua porção final.



Foto 4.1-67 – AID/ADA – Perfil de solos exposto na margem do riacho Olho D'Água: 0,70m de solo coluvionar areno-argiloso sobreposto a horizonte de cascalhos grosseiros de 0,15m de espessura, assentado sobre rocha gnáissica com foliação subvertical.

Município de Curral Novo do Piauí (Ponto 23).



Foto 4.1-68 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se terrenos planos com solos Neossolos Litólicos, observando-se ao fundo a porção mais ocidental da Chapada do Araripe .

Município de Curral Novo do Piauí (Ponto 22).



Foto 4.1-69 – AID/ADA - Vista da região atravessada pela ferrovia a partir da localidade de Borralho, observando-se ao fundo a Chapada do Araripe.

Município de Curral Novo do Piauí (Ponto 21).



Foto 4.1-70 – AID – Vista da região atravessada pela ferrovia, vendo-se à direita o açude Pitombeira e, ao fundo, a Chapada do Araripe.

Município de Araripina (Ponto 18)



Foto 4.1-71 – AID – Talude de corte de estrada exibindo solos residuais de biotita gnaiesses envolvendo veio de quartzo.

Município de Araripina (Ponto 18).



Foto 4.1-72– ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se terrenos suavemente ondulados com solos arenosos superficiais.

Município de Araripina (Ponto 17).



Foto 4.1-73 – AID – Vista da região do traçado da ferrovia, observando-se serrote sustentado por granitóides, indicado como jazida de materiais pétreos (Pedreira Olho D'Água).

Município de Araripina (Ponto 17) - Estaca 72.382.



Foto 4.1-74 – ADA – Afloramento de migmatito junto ao traçado da ferrovia.

Município de Araripina (Ponto 17) – Estaca 72.382.



Foto 4.1-75 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se campo aberto com terrenos suavemente inclinados.

Município de Araripina (Ponto 15).



Foto 4.1-76 – ADA – Vista do trecho final da ferrovia (pátio), observando-se terrenos planos cobertos por sedimentos silto-arenosos de cobertura sedimentar cenozóica.

Município de Trindade (Ponto 14)



Foto 4.1-77 – ADA – Vista do traçado da ferrovia para oeste, observando-se grande extensão de terrenos planos de cobertura sedimentar cenozóica.

Município de Trindade (Ponto 13) - Estaca 73.050



Foto 4.1-78 – ADA - Vista do traçado da ferrovia para leste, observando-se grande extensão de terrenos planos de cobertura sedimentar cenozóica e, ao fundo, a Chapada do Araripe.

Município de Trindade (Ponto 13) - Estaca 73.050

Síntese da Geologia e Geomorfologia da AID/ADA

Distinguem-se ao longo do traçado do Trecho 1 da Nova Transnordestina cinco compartimentos geoambientais, que se assemelham quanto às suas características geológico-geomorfológicas e de solos. O primeiro trecho (Fazenda Puçá-Itaueira) é caracterizado por cotas mais baixas, predominando rochas sedimentares em alternância irregular de arenitos, siltitos e argilitos; os solos são residuais, pouco profundos, permeáveis e apresentam alta susceptibilidade a erosão laminar. No segundo compartimento (Itaueira – São José do Peixe), predominam superfícies pediplanadas e terrenos planos regulares, nos quais atuam processos de escoamento difuso e erosão laminar. O segmento situado Ribeira do Piauí – Rio Canindé é composto em sua maioria por amplos interflúvios com tabuleiros suavemente inclinados para o rio Parnaíba; os processos erosivos originam-se de escoamento difuso, resultando em erosão laminar pouco pronunciada. O segmento localizado entre São Francisco de Assis do Piauí Borralho (em Curral Novo do Piauí) comporta-se como uma rampa que se inclina suavemente no sentido da calha do rio Parnaíba sem ruptura topográfica visível e modelada sobre granitóides, migmatitos e xistos do embasamento polimetamórfico. O quinto e último trecho (Borralho – Trindade) insere-se na Chapada do Araripe, em cotas no entorno de 800 m, exibindo topos planos bem conservados subjacentes a coberturas areno-argilosas que dão origem a Latossolos Amarelos álicos profundos, sendo limitada por escarpas erosivas de declividade acentuada.

4.1.2.5. Topografia: ADA

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

4.1.3. Solos e Erosão das Terras

O Mapa de Solos da área de influência da ferrovia Transnordestina – Trecho 1 entre Eliseu Martins (PI) e Trindade (PE) – foi elaborado a partir de atualizações de informações extraídas de obras distintas, a saber: mapas exploratórios de solos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL das Folhas Folha SB.23/24 – Teresina/Jaguaribe, SB.24/25 - Jaguaribe/Natal, SC.23/24 – São Francisco/Aracaju, SC.24/25 Aracaju/Recife e Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí (Embrapa, 1986).

Os trabalhos citados constituem as principais fontes de informação sobre os solos da região, com abordagem regional, levantadas com equivalente nível de generalizações (detalhamento).

Sua elaboração consistiu primordialmente de compilação dos mapas, extraindo-se as informações das delimitações cartográficas das unidades de solos e respectivas legendas, disponibilizando-as sobre base cartográfica específica e procedendo-se a conversão da legenda e da simbologia de cada uma das unidades de mapeamento originais, empregando-se terminologia, critérios e conceitos contidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), 2ª edição lançada em 2006 (Embrapa, 2006).

4.1.3.1. Metodologia de Trabalho

Os métodos de trabalhos foram basicamente a compilação direta a partir dos mapas de solos, dos limites das unidades de solos, que foram digitalizados sobre base cartográfica específica. Em seguida as várias unidades de mapeamento dos vários mapas, foram sistematizadas e ordenadas conforme normas constantes no *Manual Técnico de Pedologia*, da Fundação IBGE (Oliveira, 2005), que considera a terminologia empregada no SiBCS.

Também extraídas deste Manual, foram utilizadas as normas e critérios para separação e caracterização das classes de solos e de fases de unidades de mapeamento.

A) Critérios Adotados para Separação e Caracterização das Classes de Solos e de Fases de Unidade de Mapeamento

A seguir serão descritos sucintamente os principais atributos diagnósticos e horizontes diagnósticos. Definições mais pormenorizadas poderão ser encontradas na publicação "*Manual Técnico de Pedologia*" da Fundação IBGE (Oliveira, 2005).

Atributos Diagnósticos

- **Argila de atividade alta (Ta) e argila de atividade baixa (Tb):** atividade das argilas se refere à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral. Atividade alta designa valor igual ou superior a 27 cmol_c/kg de argila e atividade baixa valor inferior a esse.

- **Distrófico e Eutrófico:** refere-se à proporção (taxa percentual) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions determinada a pH 7. Distrófico especifica distinção inferior a 50% e eutrófico especifica distinção igual ou superior a 50%.
- **Caráter alumínico e caráter alítico** - Refere-se à condição em que o solo se encontra fortemente dessaturado, caracterizado por apresentar teor de alumínio extraível maior ou igual a $4\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de solo, tendo saturação por bases menor que 50% e/ou saturação por alumínio maior ou igual a 50%. Emprega-se alítico para solos com atividade de argila $\geq 20\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de argila.
- **Caráter argilúvico:** Usado para distinguir solos que têm concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior que 1,4 e/ou iluviação de argila evidenciada pela presença de serosidade moderada ou forte, e/ou presença no *sequum* de horizonte E sobrejacente a horizonte B (não espódico), dentro da seção de controle que defina a classe.
- **Caráter ebânico** - Caráter utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta, na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial com predominância de cores conforme especificado a seguir:
 - para matiz 7,5YR ou mais amarelo:
 - cor úmida: valor < 4 e croma < 3
 - cor seca: valor < 6
 - para matiz mais vermelho que 7,5YR:
 - cor úmida: preto ou cinzento muito escuro
 - cor seca: valor < 5
- **Caráter sódico:** usado para distinguir solos que apresentem saturação por sódio ($100\text{Na}^+/\text{T}$) maior ou igual que 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.
- **Caráter solódico:** usado para distinguir solos que apresentem valores de saturação por sódio ($100\text{Na}^+/\text{T}$) entre 6% e 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.
- **Caráter crômico:** usado para distinguir alguns solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC, predominância de cores (amostra úmida) conforme definido a seguir:
 - matiz 5YR ou mais vermelho com valor igual ou superior a 3 e croma igual ou superior a 4; ou
 - matiz mais amarelo que 5YR com valor 4 ou 5 e croma 3 a 6.
- **Caráter flúvico:** caráter usado para solos com forte influência de material de natureza aluvionar, que apresentam um dos seguintes requisitos:

→ distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, e/ou

→ camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo.

- **Cerosidade:** são filmes muito finos de material inorgânico de natureza diversa, orientados ou não, constituindo revestimento ou superfícies brilhantes nas faces de elementos estruturais, poros ou canais, resultantes de movimentação, segregação ou rearranjo de material coloidal inorgânico (< 0,002 mm); quando bem desenvolvidos são facilmente perceptíveis, apresentando aspecto *lutroso* e *brilho graxo*, sendo as superfícies dos revestimentos usualmente livres de grãos desnudos de areia e silte.
- **Contato lítico** - termo empregado para designar material coeso subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplíntico, duripã e fragipã). Sua consistência é de tal ordem que mesmo quando molhado torna a escavação com a pá reta impraticável ou muito difícil e impede o livre crescimento do sistema radicular, o qual fica limitado às fendas que por ventura ocorram. Tais materiais são representados por rochas duras e algumas rochas sedimentares parcialmente consolidadas (R), tais arenito, siltito, marga, folhelhos ou ardósia, ou por saprólito pouco alterado (CR).
- **Material orgânico** - É aquele constituído por materiais orgânicos que podem estar associados à material mineral em proporções variáveis. Os materiais orgânicos incluem resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição, fragmentos de carvão finamente divididos, substâncias húmicas, biomassa meso e microbiana, e outros compostos orgânicos naturalmente presentes no solo. O conteúdo de constituintes orgânicos impõe preponderância de seus atributos sobre os constituintes minerais. O material é considerado orgânico quando o teor de carbono orgânico for maior ou igual a 80g.kg⁻¹, avaliado na fração TFSA, tendo por base valores de determinação analítica conforme método adotado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos (Embrapa, 1997).
- **Mudança textural abrupta** - Consiste em um considerável aumento no teor de argila dentro de uma pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Quando o horizonte A ou E tiver menos que 200g.kg⁻¹ de argila, o teor de argila do horizonte subjacente B, a uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos o dobro do conteúdo do horizonte A ou E. Quando o horizonte A ou E tiver 200g.kg⁻¹ ou mais de argila, o incremento de argila no horizonte subjacente B, determinado em uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos 200g.kg⁻¹ a mais na fração terra fina (por exemplo: de 300g.kg⁻¹ para 500g.kg⁻¹ ou de 220g.kg⁻¹ para 420g.kg⁻¹).
- **Plintita:** é uma formação constituída de mistura de argila, pobre em húmus e rica em ferro, com quartzo e outros minerais. Ocorre comumente sob a forma de mosqueados vermelhos e vermelho-escuros, com padrões usualmente laminares, poligonais ou reticulados. É caráter inerente às formações dessa natureza transformarem-se irreversivelmente, por consolidação, sob o efeito de ciclos alternados de umedecimento e secagem, resultando na produção de material nodular neoformado. Quanto à gênese, a

plintita se forma pela segregação de ferro, importando em mobilização, transporte e concentração final dos compostos de ferro que pode se processar em qualquer solo onde o teor de ferro é suficiente para permitir a segregação do mesmo, sob a forma de manchas vermelhas brandas. O ferro ora existente tanto pode ser proveniente do material de origem, translocado de outros horizontes, ou proveniente de solos de áreas adjacentes mais elevadas. O material afetado pela migração do ferro é normalmente de consistência macia e forma mosqueado vermelho ou vermelho-escuro.

Horizontes Diagnósticos

Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

- **Horizonte B textural:** é um horizonte mineral subsuperficial onde houve incremento de argila, orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa, decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdado do material de origem e/ou infiltração de argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode ou não ser maior que o horizonte C. A natureza coloidal da argila a torna susceptível de mobilidade com a água no solo e a percolação é aí relevante. Transportadas pela água, as argilas translocadas tendem a formar películas de partículas argilosas, com orientação paralela às superfícies que revestem, ao contrário das argilas formadas *in situ*, que apresentam orientação desordenada. Entretanto, outros tipos de revestimento de material coloidal inorgânico, são também levados em conta como características de horizonte B textural e reconhecidos como cerosidade.
- **Horizonte B espódico:** Horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 2,5cm, formado por acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial.

Ocorre, normalmente, sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E (álbico ou não) que pode ser precedido de horizonte A ou hístico.

- **Horizonte B latossólico:** é um horizonte mineral subsuperficial cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração completa ou quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argilas do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância de quaisquer desses minerais. Em síntese, horizonte B latossólico é um horizonte subsuperficial que não apresenta características diagnósticas de horizonte glei, B textural e horizonte plíntico.
- **Horizonte B incipiente:** trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura de rocha original.

- **Horizonte B plânico:** É um tipo especial de horizonte B textural, subjacente a horizonte A ou E e apresentando mudança textural abrupta. Pode ainda ocorrer subjacente a qualquer tipo de horizonte B, não requerendo neste caso, a manifestação de mudança textural abrupta. Apresenta estrutura prismática, ou colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e às vezes maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Este horizonte é adensado, com teores elevados de argila dispersa e pode ser responsável pela retenção de lençol de água suspenso, de existência temporária. As cores do horizonte B plânico refletem a sua baixa permeabilidade e devem atender a pelo menos um dos seguintes requisitos:
 - cor da matriz (com ou sem mosqueado)
matiz 10YR ou mais amarelo, cromas ≤ 3 , ou excepcionalmente 4; ou matizes 7,5YR ou 5YR, cromas ≤ 2 ;
 - coloração variegada com pelo menos uma cor apresentando matiz e croma conforme especificado no item a; ou
 - Solos com matiz 10YR ou mais amarelo, cromas ≥ 4 , combinado com um ou mais mosqueados, tendo cromas conforme especificado no primeiro tópico acima.

- **Horizonte glei:** é um horizonte subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15 cm ou mais, caracterizado por redução de ferro e prevalência do Estado reduzido, no todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada, como evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueados de cores mais vivas, cuja quantidade seja menor que 15% quando consista em plintita. Trata-se de horizonte fortemente influenciado pelo lençol freático em regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação com água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associada a demanda de oxigênio pela atividade biológica.

- **Horizonte plíntico:** caracteriza-se fundamentalmente pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15 cm.
É um horizonte mineral B e/ou C que apresenta um arranjo de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, com ou sem cores amareladas ou brunadas, formando um padrão reticulado, poligonal ou laminar. A coloração é usualmente variada, com predominância de cores avermelhadas, bruno-amareladas, amarelo-brunadas, acinzentadas e esbranquiçadas (menos freqüentemente amarelo-claras). Muitos horizontes plínticos possuem matriz acinzentada ou esbranquiçada, com mosqueados abundantes de cores avermelhadas, ocorrendo também mosqueados com tonalidades amareladas.
A presença de concreções de ferro imediatamente acima da zona do horizonte plíntico, pode ser uma comprovação de plintita no perfil, evidenciando, desse modo, o final do processo de hidratação e desidratação nestes pontos. Este processo é acelerado quando o material é exposto em trincheiras, valas ou corte de estradas antigas, sendo neste caso característica diagnóstica.

- **Horizonte concrecionário:** horizonte constituído de 50% ou mais, por volume, de material grosseiro com predomínio de petroplintita, do tipo nódulos ou concreções de ferro ou de ferro e alumínio, numa matriz terrosa de textura variada ou matriz de material mais grosseiro, identificado como horizonte Ac, Ec, Bc ou Cc. O horizonte concrecionário, para ser diagnóstico, deve apresentar no mínimo 30 cm de espessura.
- **Horizonte vértico:** É um horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de fricção (“slickensides”) em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepipedicas, cujo eixo longitudinal tem inclinação de 10° ou mais em relação à horizontal, e fendas por algum período mais seco do ano com pelo menos 1cm de largura. A sua textura mais freqüente varia de argilosa a muito argilosa, admitindo-se na faixa de textura média um mínimo de 300g/kg⁻¹ de argila. O horizonte vértico pode coincidir com horizonte AC, B (Bi ou Bt) ou C, e apresentar cores escuras, acinzentadas, amareladas ou avermelhadas. Em áreas irrigadas ou mal drenadas (sem fendas aparentes), o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser 0,06 ou maior, ou a expansibilidade linear é de 6cm ou mais.
- **Fragipã:** É um horizonte mineral subsuperficial, endurecido quando seco, contínuo ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte, usualmente de textura média. Pode estar subjacente a um horizonte B espódico, B textural ou horizonte álbico. Tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é maior que a dos horizontes sobrejacentes, exhibe pseudocimentação quando seco, ou seja, a rigidez é reversível em material úmido, e a consistência é firme quando úmido, e dura, muito dura e extremamente dura quando seco.

Quando úmido, o fragipã tem uma quebradacidade fraca a moderada, isto é, seus elementos estruturais ou fragmentos apresentam tendências a romperem-se subitamente, quando sob pressão, em vez de sofrerem uma deformação lenta. Quando imerso em água, um fragmento seco torna-se menos resistente, podendo desenvolver fraturas com ou sem desprendimento de pedaços, e se esboroa em curto espaço de tempo (aproximadamente 2 horas).

Um fragipã é usualmente mosqueado e pouco ou muito pouco permeável à água. Quando de textura média ou argilosa, normalmente apresenta partes esbranquiçadas (devido à redução) em torno de poliedros ou prismas, que se distanciam 10cm ou mais, no sentido horizontal, formando um arranjo poligonal grosseiro. O fragipã dificulta ou impede a penetração das raízes e da água no horizonte em que ocorre.

Horizontes Diagnósticos Superficiais

- **Horizonte hístico:** É um tipo de horizonte constituído por material orgânico (teor de carbono orgânico $\geq 80\text{g.kg}^{-1}$ avaliado na TFSA), resultante de acumulações de resíduos vegetais depositados superficialmente, ainda que, no presente, possa encontrar-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais ou camadas orgânicas mais recentes. Mesmo após revolvimento da parte superficial do solo (exemplo: por aração), os teores de carbono orgânico continuam atendendo o critério para material orgânico.

Compreende materiais depositados nos solos sob condições de excesso de água (horizonte H), por longos períodos ou todo o ano, ainda que no presente tenham sido artificialmente

drenados, bem como materiais depositados em condições de drenagem livre (horizonte O), sem estagnação permanente de água, condicionados pelo clima úmido, como em ambiente altimontano.

O horizonte hístico ocorre em superfície ou pode estar soterrado por material mineral, devendo atender a um dos seguintes requisitos:

- a) espessura maior ou igual a 20cm, ou
- b) espessura maior ou igual a 40cm quando 75% (expresso em volume) ou mais do horizonte for constituído de tecido vegetal na forma de restos de ramos finos, raízes finas, cascas de árvores, etc., excluindo as partes vivas, ou
- c) espessura de 10cm ou mais quando sobrejacente a um contato lítico.

- **Horizonte A húmico:** É um horizonte mineral superficial, com valor e croma igual ou inferior a 4, saturação por bases (V%) inferior a 65% e que apresenta espessura e conteúdo de carbono orgânico dentro de limites específicos, conforme critérios a seguir:

Teor de carbono orgânico inferior ao limite mínimo para caracterizar o horizonte hístico ($< 80\text{g.kg}^{-1}$, avaliado na terra fina);

Espessura mínima coincidente com a de A chernozêmico, ou seja, deve ter pelo menos 18cm, ou mais que 1/3 da espessura do *solum* se este tiver menos que 75cm, ou mais de 25cm se este tiver mais de 75cm.

Em caso de presença de contato lítico, horizonte petrocálcico ou duripã, imediatamente abaixo do horizonte A, este deve ter pelo menos 10cm de espessura.

O somatório do produto do teor de carbono orgânico de cada subhorizonte A pela espessura do mesmo (dm), deve ser proporcional à média ponderada do teor de argila dos subhorizontes A¹, de acordo com a seguinte equação:

$$\sum (\text{teor de carbono orgânico (g.kg}^{-1}) \text{ de cada subhorizonte A} \times \text{espessura}) \geq 60 + (0,1 \times \text{média ponderada de argila do horizonte superficial em g.kg}^{-1})$$

- **Horizonte A chernozêmico:** horizonte mineral superficial, relativamente espesso, escuro, com alta saturação por bases, que mesmo após revolvimento superficial atenda às seguintes características:
 - estrutura suficientemente desenvolvida (com agregação e grau de desenvolvimento moderado ou forte) para que o horizonte não seja simultaneamente maciço e, de consistência quando seco, dura ou mais coesa (muito dura e extremamente dura).
 - a cor do solo, com a amostra amassada é de croma igual ou inferior a 3 quando úmido e valores iguais ou mais escuros que 3 quando úmido e que 5 quando seco. Se o horizonte superficial apresentar 400g.kg^{-1} ou mais de CaCO_3 equivalente, os limites de valor quando seco são relegados; e o valor quando úmido deve ser 5 ou menor;

¹ Para solos que apresentam apenas um horizonte superficial, ou seja, não apresentam subhorizontes, o cálculo é efetuado considerando-se o teor de carbono desse horizonte multiplicado pela sua espessura. Procedimento semelhante deve ser seguido para cálculo da média ponderada de argila.

- saturação por bases (V%) igual ou superior a 65% com predominância do íon Ca^{++} e/ou Mg^{++} .
 - o conteúdo de carbono orgânico é de 6g.kg^{-1} ou mais em todo horizonte, conforme os critérios de espessura abaixo.
 - a espessura, mesmo quando revolvido o material do solo, deve atender a um dos seguintes critérios:
 - 10cm ou mais, se o horizonte A é seguido de contato com a rocha; ou
 - 18cm no mínimo e mais que um terço da espessura do *solum* ou da soma dos horizontes A + C, se este tiver menos que 75cm de espessura; ou
 - 25cm no mínimo, incluindo horizontes transicionais, tais como AB, AE ou AC, se o *solum* tiver 75cm ou mais de espessura.
- **Horizonte A proeminente:** é um horizonte mineral superficial que satisfaz as condições de cor, carbono orgânico, consistência, estrutura e espessura requeridas para o horizonte A chernozêmico, diferindo deste essencialmente por apresentar saturação por bases inferior a 50%, podendo ser de espessura crescente quanto menos rico for em matéria orgânica.
- **Horizonte A fraco:** é um horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de colóides minerais ou orgânicos ou por condições externas de clima e vegetação, como as que ocorrem na zona semi-árida com vegetação de caatinga hiperxerófila.
- O horizonte A fraco é identificado pelas seguintes características:
- cor do material de solo com valor ≥ 4 , quando úmido, e ≥ 6 , quando seco;
 - estrutura em grãos simples, maciça ou com grau fraco de desenvolvimento;
 - teor de carbono orgânico inferior a 6g.kg^{-1} ; e
 - espessura menor que 5cm, quando não satisfizer ao estabelecido nos itens anteriores.
- **Horizonte A moderado:** é um horizonte superficial que apresenta teores de carbono orgânico variáveis, espessura e/ou cor que não satisfaça as condições requeridas para caracterizar um horizonte A chernozêmico, proeminente ou húmico, além de não satisfazer, também, os requisitos para caracterizar um horizonte A antrópico, hístico ou fraco.

Grupamentos de Classes de Textura

Constitui característica distintiva de unidades de solo, diferenciadas segundo composição granulométrica (fração < 2mm), consideradas as classes primárias de textura em nível mais generalizado, compondo as seguintes agregações:

- **Textura arenosa:** compreende as classes texturais areia e areia franca.
- **Textura média:** compreende composição granulométrica com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.

- *Textura argilosa*: compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica de 35 a 60% de argila.
- *Textura muito argilosa*: compreende classe textural com mais de 60% de argila.
- *Textura siltosa*: compreende composições granulométricas com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Para essas distinções é considerada a prevalência textural no horizonte B, ou no C quando não existir B, sendo também levado em conta o horizonte A de alguns solos.

B) Critérios para Distinção de Fases de Unidades de Mapeamento

As fases são estabelecidas para divisão de unidades de mapeamento, segundo seleção de critérios referentes às condições das terras, e que interferem direta ou indiretamente, com o comportamento e a qualidade de solos, no referente às possibilidades de alternativas de uso e manejo para fins agrícolas.

Fases de Relevô

São reconhecidas as seguintes classes de relevô:

- **Plano**: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%.
- **Suave ondulado**: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%.
- **Ondulado**: superfícies de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.
- **Forte ondulado**: superfícies de topografia movimentada, formada por outeiros ou morros e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.
- **Montanhoso**: superfícies de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, de 45 a 75%.
- **Escarpado**: áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuestras, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.

Fases de Pedregosidade

Qualificam áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas de calhaus (2 a 20cm) e matacões (20 a 100cm) interfere no uso das terras, sobretudo no referente ao emprego de máquinas e equipamentos agrícolas, ou seja, 3% ou mais de material macroclástico em apreço. Essa qualificação abrange as classes de pedregosidade denominadas pedregosa, muito pedregosa e extremamente pedregosa, conforme Manual Técnico de Pedologia (Oliveira, 2005).

Fases de Rochosidade

Fase rochosa – Refere-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de “boulders” com diâmetro médio maior que 100cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais, que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas.

A fase rochosa será identificada no(s) solo(s) que apresentar(em) as seguintes classes de rochosidade: **rochosa**, **muito rochosa** e **extremamente rochosa**, conforme Manual Técnico de Pedologia (Oliveira, 2005).

C) Outros Critérios

Definições de outras características ou critérios usadas neste trabalho podem ser encontradas no *Manual técnico de pedologia* (Oliveira, 2005).

4.1.3.2. Solos da All

A área objeto do presente item corresponde à Área de Influência Indireta do traçado proposto para o Trecho 1 da ferrovia Nova Transnordestina, que se trata de uma faixa de terras ao longo do eixo da estrada, com 10,0 km de cada lado, e que se estende desde Eliseu Martins (PI) até Trindade (PE).

No que diz respeito à ocorrência e arranjo dos solos, observa-se que a região em apreço está contida em sua totalidade na região de clima semi-árido, ou sertão nordestino, onde a vegetação de Caatinga está presente em suas diversas tipologias e é característica desta região.

De uma maneira geral, há o predomínio de solos férteis, porém 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. Some-se a isto 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 as metodologias 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 pastagens nativas e ainda assim com restrições.

A porção oeste do traçado da ferrovia, associada à presença de sedimentos, apresenta solos mais profundos como Latossolos, porém ainda sob vegetação de caatinga segundo Embrapa (1986) e, portanto ainda com severas limitações climáticas. A porção mais a leste, por sua vez associada a litologias cristalinas, apresenta além das limitações climáticas, também questões de ordem física como pequena espessura, pedregosidade ou rochosidade e cascalhos nos solos.

A presença de salinidade é também uma constante para alguns solos, sendo comum a ocorrência de solos mais jovens como Argissolos eutróficos, Luvisolos, Planossolos, Neossolos Litólicos, Regolíticos e Quartzarênicos, além dos solos halomórficos característicos destes ambientes mais secos.

A) Caracterização das Principais Classes de Solos

Argissolos

Assim são denominados solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, com argila de atividade baixa, ou excepcionalmente alta quando em solos com caráter alítico ou no caso de solos distróficos e satisfazendo ainda os seguintes requisitos:

- horizonte plíntico se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superior do horizonte B textural;
- 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 o tipo fraco. Algumas vezes apresentam cascalhos, pedregosidade e/ou rochosidade.

No caso desta classe, muitas são as limitações à utilização agrícola, embora nem sempre sejam ocorrências sistemáticas. Além da deficiência relativa à deficiência hídrica que é comum a praticamente todos os solos desta área, outras situações que apresentam grande quantidade de limitações são aquelas áreas 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, ou cascalhos, 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

São os ARGISSOLOS 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 de maneira dispersa pela área, sendo os eutróficos com maior expressão na parte leste da área (porção pernambucana), enquanto os distróficos se concentram à oeste, na parte relativa ao Estado do Piauí, apresentando características de presença de plintita ou petroplintita no perfil.

Cambissolos

São solos minerais, não hidromórficos, cujo horizonte B, do tipo incipiente, se trata de horizonte pouco evoluído, no qual se manifestam apenas características de cor e/ou estrutura, sem haver outras características indicadoras de maior evolução, necessárias para caracterizar horizontes mais evoluídos tais como B textural, B latossólico, B espódico ou horizonte plíntico.

O horizonte B incipiente pode ocorrer abaixo de qualquer tipo de horizonte A, exceto horizonte A chernozêmico quando o B incipiente for constituído por argilas de atividade alta e de horizonte hístico com espessura maior que 40 cm.

São solos pouco profundos a rasos, com pequena diferenciação de horizontes, sem acumulação de argila, textura franco-arenosa ou mais argilosa, podendo ocorrer cascalhos. As cores variam desde amareladas até avermelhadas e na área apresentam razoável fertilidade natural (eutróficos), tendo sido caracterizados no Grande Grupo Tb Eutrófico.

De um modo geral, apresentam materiais primários facilmente decomponíveis no interior de sua massa e são originados de materiais originários diversos.

Têm elevada erodibilidade determinada principalmente por pequena profundidade. Sulcos e ravinas são comuns sobre os mesmos.

Cambissolo Háptico

Compreende os Cambissolos que não apresentam horizonte superficial húmico, nem são derivados de sedimentos aluviais com seqüência errática entre os horizontes ou camadas de teores de carbono orgânico ou de textura (caráter flúvico). Apresentam argila de atividade baixa, são eutróficos, de textura média, com horizonte A do tipo moderado.

São muito pouco expressivos na área de estudo, tendo sido verificados em uma única unidade de mapeamento denominada CXbe, na porção leste da área.

Latossolos

Segundo o SiBCS (Embrapa, 2006), são solos de boa drenagem, caracterizados por apresentar horizonte B latossólico sob vários tipos de horizontes diagnósticos superficiais, exceto horizonte hístico, dentro de 200cm da superfície, ou dentro de 300cm, para caso de ocorrência de horizonte A com mais de 150cm. São em geral profundos e muito profundos.

São, dentre todos os solos, os mais intemperizados, e isto é responsável por apresentarem quase total ausência de minerais primários de fácil alteração (< 5%) e argilas com mineralogia caulínica e/ou oxídica, que lhes confere muito baixa capacidade de troca de cátions.

Apresentam boa drenagem interna, condicionada por elevada porosidade e grande homogeneidade de características ao longo do perfil e, em razão disto, elevada permeabilidade. Este fato os coloca, quando em condições naturais, como solos de razoável resistência à erosão de superfície (laminar e sulcos).

São relativamente expressivos na área. Apresentam textura variável, desde média a argilosa.

No caso específico desta área, as limitações de ordem climática (deficiência hídrica) são a maior limitação para o seu aproveitamento com agricultura não irrigada.

Se contornada esta limitação, os solos de textura argilosa têm ótimas características físicas que aliadas ao relevo suavizado onde ocorrem, favorece sua utilização com as mais diversas culturas. Por serem na maior parte das vezes ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação por bases, requerem sempre correção de acidez e fertilização.

Os solos de textura média, principalmente pela menor capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, geralmente são preferidos para uso com pastagens plantadas.

Em síntese, para uma utilização plena com lavouras comerciais, requerem antes de tudo correções adequadas de ordem química e práticas que visem o aumento dos teores de matéria orgânica e em conseqüência, maior retenção de água, de nutrientes aplicados e melhoria da estrutura.

São expressivos principalmente nas porções mais a oeste do traçado, que são ligeiramente mais úmidas.

Latossolo Amarelo

Assim são denominados Latossolos de cores amareladas ou bruno-amareladas, com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, inclusive BA.

Latossolo Vermelho-Amarelo

Assim são denominados Latossolos de cores vermelhas a vermelho-amareladas, no matiz 5YR ou mais vermelho que 7,5YR e mais amarelo que 2,5 YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA.



Foto 4.1- 79- Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob caatinga, Trindade (PE)

Luvissolos

São solos constituídos por material mineral, com argila de atividade alta, alta saturação por bases e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A dos tipos fraco e moderado ou proeminente, 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.

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 da ocorrência de pedregosidade em várias 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.

Luvissolo Crômico

São os Luvissolos que apresentam caráter crômico na maior parte do horizonte B, inclusive BA.

São comuns nas regiões mais secas, sob vegetação de caatinga, portanto já dentro dos limites do semi-árido, principalmente no Estado de Pernambuco.

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 são muito comuns para esta classe de solo. A fertilidade natural é alta (eutróficos) principalmente para aqueles que ocorrem na região do semi-árido (caatinga) e baixa (distróficos) na porção mais à oeste. Ocorrem em relevos desde aplanados a montanhosos, associados na maior parte a rochas pré-cambrianas cristalinas. São mais freqüentes na região da caatinga.

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

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

Áreas de Ocorrência

São expressivos nas áreas mais secas, comumente na região do sertão (Pernambuco), sob vegetação de caatinga.

Neossolo Flúvico

São os Neossolos que apresentam caráter flúvico dentro de 100 cm 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, mineralogia das argilas e características físicas muito variáveis, o que é responsável pela presença de solos eutróficos, Ta e Tb e com seqüência de horizontes bastante variada.

Apresentam como limitação mais forte a possibilidade de inundação em algum período do ano. Geralmente são muito utilizados por ribeirinhos para produção de pequenas lavouras.

Ocorrem em relevo plano ou suave ondulado de diques e planícies de inundação de alguns córregos, originados de sedimentos aluvionares recentes. Ocorrem apenas como componentes secundários junto a outros solos na porção oeste da área (PI).

Neossolos Regolíticos

São Neossolos com horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr e contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm; admite horizonte Bi com menos de 10cm de espessura, e ambos ou um dos seguintes requisitos:

- 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia total e/ou no cascalho, porém referidos a 100g de TFSA, em algum horizonte dentro de 150 cm a partir da superfície;
- 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 150cm de profundidade, apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprolito ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha (pseudomorfos) que deu origem ao solo.

Apresentam textura arenosa, A fraco e horizonte fragipã. Foram anteriormente denominados Regossolos (Embrapa, 1986).

Além da textura arenosa, que não retém água e nutrientes, apresentam também como grandes limitações ao uso agrícola a deficiência hídrica e a presença de fragipã em algumas unidades.

Têm ocorrência limitada na área, tendo sido verificados em pequena ocorrência, no extremo leste da área.

Neossolos Quartzarênicos

São Neossolos constituídos por material mineral, com seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até no mínimo, à profundidade de 150cm a partir da superfície do solo, ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente ausência de minerais alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

Foram originalmente denominados Areias Quartzosas (Brasil, 1981 e Embrapa, 1986) e se originam da alteração de arenitos e sedimentos arenosos da diversos.

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, sendo o A dos tipos fraco e moderado para a maior parte deles. São normalmente muito pobres, com capacidade de troca de cátions e saturação por bases muito baixas, devidas principalmente ao baixo conteúdo de argila.

Têm cores amarelas, vermelhas e vermelho-amareladas, ocorrem geralmente em condição de relevo que varia do suave ondulado ao ondulado e têm como material de origem, sedimentos arenosos.

Além da grande deficiência hídrica nesta área, decorrem também da extrema pobreza química, refletida em capacidade de troca de cátions e saturação por bases muito baixas e pela 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.

Têm maior ocorrência na porção oeste do traçado da ferrovia.



Foto 4.1-80 - Perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico sob vegetação de caatinga

Planossolos

Solos minerais hidromórficos ou semihidromórficos, com mudança de textura abrupta, ou com transição abrupta associada 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 restrita.

São solos medianamente profundos, com permeabilidade lenta abaixo da superfície, em decorrência da porosidade total muito baixa no horizonte subsuperficial. Isto favorece o encharcamento na estação chuvosa, em conseqüência de ocorrerem em situação topográfica baixa, em áreas receptoras de águas provenientes de cotas mais elevadas.

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

São do ponto de vista morfológico, muito propensos à incidência de processos erosivos, particularmente aqueles de ação superficial. A presença do horizonte B plânico com muito baixa permeabilidade e a acentuada variação textural no perfil, 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.

No caso dos Planossolos Nátricos, os elevados teores de sódio presentes, provocam a destruição de minerais de argila e em consequência o entupimento de poros no horizonte B plânico, condicionando extrema dureza e dificultando a absorção de água e nutrientes.

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

São característicos das regiões mais secas (parte central da área), sendo que os Háplicos são os mais expressivos, tendo sido cartografados como dominantes, enquanto os Nátricos ocorrem como componentes secundários na mesma unidade (SXe).

Planossolo Nátrico

São os Planossolos que apresentam horizonte plânico com ocorrência do caráter sódico.

Planossolo Háplico

São os Planossolos que apresentam horizonte plânico sem ocorrência do caráter sódico, embora o caráter solódico esteja presente em boa parte das unidades.

Plintossolos

Tratam-se de solos minerais, com horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário começando dentro de 40 cm da superfície ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo de horizonte glei, ou de horizontes A ou E, ou subjacente a horizontes que apresentam coloração pálida ou variegada, ou com mosqueados em quantidade abundante.

Quando precedidos de horizontes de cores pálidas, estas deverão ter cores conforme itens **a** e **b** abaixo, ou quando precedidos de horizontes de cores variegadas, pelo menos uma das cores deverá ser como itens **a** e **b** abaixo e, ainda, quando precedidos de horizontes com mosqueados, estes deverão ser abundantes, numa matriz avermelhada ou amarelado e ter cores como itens **a** e **b** abaixo:

a – matiz 5Y; ou

b – matizes 10YR ou 7,5YR ou 2,5Y, com croma baixos, normalmente igual ou inferior a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10YR; ou

Plintossolos Argiluvicos

São os Plintossolos que apresentam horizonte plíntico e caráter argilúvico. Geralmente ocorrem em locais planos e baixos, onde há oscilação do lençol freático. São solos imperfeitamente ou mal drenados.

São solos predominantemente de baixa fertilidade natural (distróficos) e com textura variável de arenosa/média a argilosa.

A principal limitação relaciona-se com a drenagem imperfeita ou má que limita bastante o seu uso, pelo menos em uma parte do ano, quando ficam saturados com água e mesmo

submersos. Embora com limitações diversas do ponto de vista físico e químico, o que efetivamente tem sido determinante em sua exploração é o regime hídrico.

Quanto à utilização de drenagem artificial, há que se ter cuidado com o dimensionamento dos drenos, para que não haja ressecamento excessivo do solo e conseqüente endurecimento do horizonte plântico, criando desta forma uma barreira ao escoamento natural de água e também às raízes.

Têm ocorrência pouco significativa na área, constando apenas como componentes subdominantes em uma unidade de mapeamento (PVAd3), na porção referente ao Estado do Piauí.

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 K_i (>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, 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 50 cm da superfície, ou entre 50 e 100cm, nem o caráter ebânico dentro de 100cm da superfície.

Têm ocorrência pouco expressiva na área, tendo sido detectados em uma única unidade de mapeamento (VXo), na região do sertão pernambucano.

B) Aforamentos 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).

Trata-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.

C) Legenda de Identificação das Unidades de mapeamento

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico

PVAe1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A proeminente, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, relevo ondulado e suave ondulado.

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

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

PVAe4 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

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

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

PVAe7 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa e não pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, relevo ondulado e suave ondulado..

PVAe8 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico plíntico e típico, textura média e média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média e média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico e Ta Distrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano.

PVAe9 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa e arenosa/média, A moderado, fase pedregosa e não pedregosa, relevo suave ondulado e plano + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, relevo suave ondulado.

PVAe10 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A fraco, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A fraco, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, relevo ondulado.

PVAe11 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e suave ondulado.

PVAe12 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico petroplíntico, plíntico e típico, textura média e média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média e média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico e Ta Distrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado e fraco, relevo plano e suave ondulado.

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico

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

PVAd2 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico petroplíntico e típico, textura média e média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase

pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado e fraco, relevo plano e suave ondulado.

PVAd3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico petroplíntico e típico, textura média e média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico e Eutrófico típico, textura arenosa e média/média e argilosa, A moderado, fase pedregosa e não pedregosa, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico e Tb Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado, relevo plano + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média e média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo plano e suave ondulado.

CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico

CXbe – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, textura média, A moderado, relevo suave ondulado e ondulado.

LATOSSOLO AMARELO Distrófico

LAd1 -LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano.

LAd2 -LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e arenosa/média, A fraco e moderado, relevo plano.

LAd3 -LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico petroplíntico e plíntico, textura arenosa e média/média e argilosa, A fraco e moderado, relevo plano a suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado e fraco, relevo plano e suave ondulado.

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico

LVAd1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado. LVa3.

LVAd2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, A proeminente, relevo plano e suave ondulado.

LVAd3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco, relevo plano e suave ondulado.

LVA4 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco, relevo plano e suave ondulado.

LVA5 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

LUVISSOLO CRÔMICO Órtico

TC01 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado.

TC02– LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa, relevo ondulado e suave ondulado.

TC03 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa, relevo ondulado e suave ondulado.

NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico

RLe1 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e plano + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

RLe2 - 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.

RLe3 - 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 suave ondulado e ondulado.

RLe4 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco e moderado, fase rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe5 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe6 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase pedregosa, rochosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

RLe7 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, relevo suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto plíntico, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, textura média/argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado.

NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico

RLd1 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e arenosa, A moderado e fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico petroplíntico e típico, textura arenosa e média/média e argilosa, A moderado e fraco, relevo suave ondulado e ondulado.

RLd2 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico 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, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado.

RLd3 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura média e arenosa, A fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado a forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico petroplíntico, textura média e média/argilosa, A moderado e fraco, relevo suave ondulado a forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado e fraco, relevo plano e suave ondulado.

RLd4 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico, textura média e arenosa, A fraco, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado a montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico petroplíntico, textura média e média/argilosa, A moderado e fraco, relevo suave ondulado a forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA. R20 PI

RLd5 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, A fraco, fase pedregosa, relevo suave ondulado, montanhoso e escarpado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A fraco, fase pedregosa, relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico

RRe1 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, textura arenosa, A moderado, relevo suave ondulado e plano.

RRe2 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, textura arenosa, A moderado, relevo plano + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média, A moderado, relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico

RQo1 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco e moderado, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano.

RQo2 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco e moderado, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A fraco e moderado, relevo plano +

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

PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico

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

VERTISSOLO HÁPLICO Órtico

VXo – VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa, A fraco e moderado, relevo suave ondulado.

Síntese da Pedologia da All

Os solos predominantes na All pertencem a duas grandes classes – os Argissolos e os Latossolos, com distribuição ampla em toda a faixa avaliada. Manchas de Neossolos são observadas entremeando as duas outras classes, ocorrendo também os Latossolos e os Planossolos, além de uma pequena mancha de Vertissolos, todos na região do município de Paulistana. De uma maneira geral, há o predomínio de solos férteis, porém de pequena espessura e com presença de uma série de impedimentos para exploração agrícola comercial, mecanizada. Devido ao clima semi-árido, tais terras são consideradas aptas apenas pastagens nativas e ainda assim com restrições.

Mapa 4.1-5 – Pedologia

4.1.3.3. Erosão das Terras

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

Desta forma tem-se a erosão superficial, comumente conhecida como laminar e/ou em sulcos, basicamente determinada pelas características dos solos (erodibilidade), pela topografia do terreno (formas de relevo) e pela natureza das chuvas (erosividade) e a erosão em profundidade, conhecida como voçorocamento e ravinamento, e que é condicionada tanto pelos fatores mencionados acima quanto por características do sub-solo (natureza do substrato geológico ou profundidade do mesmo) e dinâmica hídrica subsuperficial. No meio agrônômico, a erosão do tipo superficial é comumente a que tem demandado maiores preocupações, por sua ocorrência quase sistemática em áreas de agricultura, sendo responsável por perdas consideráveis de terras, insumos agrícolas e enfim, perdas de capital.

Buscando fornecer orientações básicas sobre a maior ou menor fragilidade dos ambientes da bacia no tocante à incidência de processos erosivos de superfície, ou seja, informações qualitativas básicas sobre a maior ou menor propensão natural dos ambientes a este tipo de erosão, tomando por base exclusivamente dados corriqueiros fornecidos nos mapas de solos, procurou-se avaliar a vulnerabilidade à erosão superficial (laminar e sulcos), dos diversos ambientes, definidos como unidades de mapeamento dos mapas de solos.

Há que se mencionar que a área objeto desta avaliação situa-se dentro dos limites do denominado polígono das secas, região que se caracteriza por apresentar clima do tipo Semi-Árido, que tem, entre outras características, muito baixa quantidade de precipitação pluviométrica. Entretanto as poucas precipitações se concentram em muito pequenos períodos e por tal razão a ação dos agentes erosivos se faz presente em muitos locais, e de forma bastante incisiva, quando sobre solos muito vulneráveis.

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 destes fatores têm natureza duradoura, como as características do relevo, do clima e dos solos e refletem a constituição 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.

Por tal razão, é comum se empregarem para cartografia de mapas de vulnerabilidade à erosão, os fatores predisponentes de características duradouras, enquanto os demais são levados em conta apenas para realçar a situação específica de cada local e apontar a sua participação em processos de erosão já instalados, como fez a Fundação IBGE para o Mato Grosso do Sul (Del' Arco et al., 1992). Assim o presente trabalho, procurou também 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.

Empregando-se informações sobre as características dos solos em contraposição às características do relevo, foram estabelecidas algumas categorias de susceptibilidade natural à erosão das terras ao longo do traçado da ferrovia.

É importante mencionar que mesmo com chuvas em pequena quantidade, estas têm elevado potencial erosivo, o que pode ser facilmente comprovado nas áreas de solos como os Luvisolos Crômicos, 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.

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., 1992) 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, Neossolos Regolíticos não fragipânicos;

- **Forte** – Nesta classe constam solos relativamente profundos, porém com algum tipo de impedimento físico à 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, 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.

A) Potencial a Erosão

Para definição das classes de susceptibilidade à erosão superficial, procedeu-se à análise da interação dos fatores erodibilidade dos solos e características do relevo, conforme abaixo:

Quadro 4.1-3 – 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.

Síntese do Potencial Erosivo da All

A All do empreendimento situa-se dentro no Polígono das Secas, caracterizado por chuvas escassas; entretanto, as poucas precipitações se concentram em pequenos períodos, concorrendo para processos erosivos mais intensos em áreas em que os solos são muito vulneráveis. Dessa forma, a suscetibilidade à erosão da All apresenta diferentes padrões, variando de fraca a muito forte, dependendo da localização das diferentes classes de solo. De modo geral, em áreas de Latossolos, a suscetibilidade à erosão é de fraca a moderada, dependendo da textura mais ou menos argilosa; as áreas de ocorrência de Argissolos de textura arenosa a média também apresentam suscetibilidade à erosão moderada. As áreas com presença de Argissolos, Luvisolos, Planossolos e Neossolos possuem forte suscetibilidade à erosão, enquanto ainda maior suscetibilidade é decorrente da presença de Neossolos e Planossolos com pequena profundidade, associada a elevados teores de silte e ocorrência de outros elementos restritivos à drenagem.

Mapa 4.1-6 - Potencial Erosivo All

4.1.4. Recursos Minerais: AID/ADA

Os recursos minerais observados em sobreposição ou próximos à Área de Influência Direta do Trecho 1 da Transnordestina são divididos em dois grupos, a saber, metálicos e não metálicos.

As Tabelas 4.1-1 a 4.1-4 apresentam um panorama geral para cada um dos Estados no que tange às reservas e produção aferidas para o ano de 2005, segundo o Anuário Mineral Brasileiro, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral em 2006.

Estado do Piauí

Quadro 4.1-4 – Reservas minerais – 2005 (DNPM, 2006)

CLASSE/SUBSTÂNCIAS	RESERVAS				
		Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Não-Metálicos					
Ardósia	m ³	21.849.586	1.372.722	615.396	21.745.327
Areia	m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Argilas Comuns	t	6.189.834	1.938.423	174.470	6.130.192
Argilas Plásticas	t	14.125.147	3.616.294	96.611	14.736.096
Argilas Refratárias	t	2.185.160	1.056.434	-	3.241.548
Bentonita e Arg. Descorantes	t	11.636.190	3.670.036	1.800.000	15.306.226
Calcário (rochas)	t	59.092.994	78.108.557	121.080	135.626.327
Caulim	t	754.292	337.907	448.256	754.292
Fosfato	t P ₂ O ₅	263.704	34.216	-	263.704
Gipsita	t	1.873.460	522.000	1.243.000	1.873.460
Quartzito Ornamental	m ³	22.498.112	19.265.225	11.832.800	21.159.150
Rochas (britadas) e cascalho	m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Rochas Ornamentais - Outras	m ³	5.124.000	6.692.000	1.848.000	5.124.000
Rochas Ornamentais (granitos)	m ³	139.932.000	193.145.000	68.240.400	139.932.000
Rochas Ornamentais (Mármore)	m ³	14.212.500	17.055.000	34.110.000	12.538.198
Vermiculita e Perlita	t	383.593	-	393.600	87.128

Quadro 4.1-5 – Produções bruta e beneficiada de minério – 2005 (DNPM, 2006)

CLASSE / SUBSTÂNCIA	QUANT. (ROM)	CONTIDO	TEOR MÉDIO
Não-Metálicos			
Ardósia	5.540 m ³		
Areia	656.896 m ³	-	-
Argilas Comuns	172.182 t	-	-
Argilas Plásticas	36.836 t		
Argilas Refratárias	4.400 t	-	-
Bentonita e Arg. Descorantes	440 t		
Calcário (rochas)	583.570 t	-	-
Dolomito	17.950 t		
Quartzito Ornamental	7.850 m ³		
Rochas (brita) e cascalho	122.976 m ³	-	-
Rochas Ornamentais (Mármore)	110 m ³	-	-
Sal Marinho	15.000 t	-	-
Vermiculita e Perlita	87.686 t	-	-
PRODUÇÃO BENEFICIADA			
Água Mineral	23.267 10 ³ L	-	-
Ardósia	1.320 m ²		
Bentonita e Argilas Descorantes	265 t		
Calcário (rochas)	36.680 t	-	-
Quartzito Ornamental	197.200 m ²		
Rochas (brit.) e cascalho	571.970 m ³	-	-
Vermiculita e Perlita	11.170 t	10.000,00 t	89,53 %

Estado de Pernambuco

Quadro 4.1-6 – Reservas minerais – 2005 (DNPM, 2006)

CLASSE/SUBSTÂNCIAS		RESERVAS			
		Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Metálicos					
Ferro	t	3.923.754	5.082.437	8.278.648	63.387
Ouro (primário)	Kg Au	163	100	171	190
Titânio	t TiO ²	475.076	-	-	312.834
Não-Metálicos					
Areia	m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Areia Industrial	t	5.986.961	1.405.831	-	1.331.860
Argilas Comuns	t	102.435.912	97.743.363	106.000.000	118.475.896
Argilas Plásticas	t	2.197.413	-	-	612.296
Argilas Refratária	t	10.494.145	2.039.621	4.500.000	1.968.034
Calcário (rochas)	t	241.637.364	167.200.587	114.495.741	342.651.448
Caulim	t	1.761.467	-	-	1.156.734
Fosfato	t P ² O ⁵	4.528.309	840.492	816.339	5.168.461
Gipsita	t	289.623.675	109.034.651	109.173.648	192.883.812
Quartzo	t	4.033.530	2.874.150	2.874.150	-
Rochas (britadas) e cascalho	m ³	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Rochas Ornamentais – Outras	m ³	37.210.538	14.090.000	8.165.462	12.356.000
Rochas Ornamentais (granitos)	m ³	207.980.223	73.551.532	110.978.951	78.659.223
Tufo Vulcânico	t	8.857.828	4.271.190	-	8.857.828
Vermiculita e Perlita	t	40.700	270.400	638.300	-

Quadro 4.1-7 - Produções bruta e beneficiada de minério – 2005 (DNPM, 2006)

CLASSE / SUBSTÂNCIA	QUANT. (ROM)	CONTIDO	TEOR MÉDIO
Metálicos			
Titânio	-	0,01 t	
Não-Metálicos			
Areia	3.119.059 m ³		
Areia Industrial	99.027 t		
Argilas Comuns	412.671 t		
Argilas Plásticas	2.000 t		
Argilas Refratárias	181.394 t		
Calcário (rochas)	602.954 t		
Fosfato	-	0,20 t	
Gipsita	1.332.347 t		
Rochas (brita) e cascalho	782.542 m ³		
Rochas Ornamentais (Granito)	4.758 m ³		
Tufo Vulcânico	51.848 t		
PRODUÇÃO BENEFICIADA			
Não-Metálicos			
Água Mineral	208.332 10 ³ L	-	-
Areia Industrial	83.359 t	-	-
Gipsita	527.911 t	-	-
Rochas (brit.) e cascalho	2.137.374 m ³	-	-

Na região de implantação do empreendimento, cabe destacar os depósitos de gipsita da Bacia Sedimentar no Araripe, como os de maior importância estratégica para a economia da região em estudo. O membro Ipubi da Formação Santana encerra grandes depósitos de gipsita, responsáveis por aproximadamente 90% da produção de gesso do Brasil.

Os depósitos de gipsita (gesso) estão situados no Pólo Gesseiro do Araripe, com produção atual de cerca de 5,21 milhões de toneladas por ano. De acordo com os estudos de Santos e Sardou Filho (1996), o gesso constitui em uma das vocações econômicas de Pernambuco e, diante do volume elevado das reservas de gipsita, qualidade e posição geográfica, transcende os limites deste Estado e o seu pleno desenvolvimento repercute em nível nacional, revolucionando a construção civil no País.

A ligação ferroviária, por permitir maior volume transportado, poderá alavancar o desenvolvimento do Pólo Gesseiro, com ligação às ferrovias Salgueiro – Recife e Petrolina – Salvador. Para o ano de 2011, prevê-se a captação e movimentação, pela Ferrovia Transnordestina, de cerca de 3 milhões de toneladas.

A distribuição espacial das unidades produtivas nos cinco municípios que constituem o Pólo Gesseiro é apresentada na Tabela 4.1-5. Conforme o quadro apresentado, existem 23 minas e mais de 100 fábricas de pré-moldados.

Em 1995, as reservas totais de gipsita do Pólo Gesseiro atingiram cerca de 36% das reservas medidas do País. O porte das reservas de gipsita apresenta condições de suprir a demanda, mesmo com um grande aumento da atual produção anual, uma vez que as reservas conhecidas permitem produção por mais 150 anos.

Quadro 4.1-8 – Distribuição das unidades produtivas do Pólo Gesseiro do Araripe (Gomes, 2001)

Segmentos econômicos	Municípios					
	Nº unid.	Araripina	Bodocó	Ipubi	Ouricuri	Trindade
Minas em atividade	23	35%	9%	35%	17%	4%
Calcinadores	47	38%	0%	15%	4%	43%
Produzem só gesso	27	39%	0%	19%	4%	44%
gesso e pre-moldados	20	45%	0%	10%	5%	40%
pré-moldados	125	59%	4%	21%	6%	10%
Total unids. produtivas	204	51%	4%	21%	7%	17%

A seguir é apresentado o Quadro 4.1.4-1 com listagem específica para ADA, considerando a sobreposição espacial dos processos minerários das áreas de pesquisa com o traçado da ferrovia.

Todos os processos minerários relacionados à ADA estão representados no Mapa de Recursos Minerários.

Quadro 4.1-9 – Processos Minerários na ADA

ANO	Nº Processo	Área Solic. (ha)	Fase	Nome	Substância	Status do Processo no DNPM
2006	803265	500,0	Autorização de Pesquisa	Loguiminas Serviços e Mineração LTDA	Calcário	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 28/01/2008
2007	803128	2.000,0	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803129	1.999,9	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803130	2.000,0	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803131	1.999,8	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803132	2.000,0	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803133	2.000,0	Autorização de Pesquisa	Votorantim Níquel S/A	Níquel	Aut. pesq/pagamento da TAH efetivado em 31/01/2008
2007	803208	1.971,8	Autorização de Pesquisa	MHAG Serviços e Mineração S/A	Ferro	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 14/03/2008
2008	803016	1.630,4	Autorização de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Manganês	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 13/05/2008
2008	803110	1.000,0	Autorização de Pesquisa	Mineradora Santa Catarina Com. Ind. de Pedras Preciosas LTDA	Alumínio	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 26/06/2008
2008	803111	960,0	Autorização de Pesquisa	Mineradora Santa Catarina Com. Ind. de Pedras Preciosas	Alumínio	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos

				LTDA		publ em 26/06/2008
2008	803112	954,5	Autorização de Pesquisa	Mineradora Santa Catarina Com. Ind. de Pedras Preciosas LTDA	Alumínio	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 26/06/2008
2008	803133	1.987,5	Autorização de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Manganês	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 26/06/2008
2008	803140	1.000,0	Requerimento de Pesquisa	Remanso Mineradora LTDA	Diabásio	Req pesq/req pesquisa completo protocoli em 20/02/2008
2008	803146	1.000,0	Autorização de Pesquisa	Remanso Mineradora LTDA	Granito	Aut. pesq/alvará de pesquisa 02 anos publ em 26/06/2008
2008	803148	1.000,0	Autorização de Pesquisa	Remanso Mineradora LTDA	Granito	Aut. pesq/alvará de pesquisa 02 anos publ em 26/06/2008
2008	803149	117,4	Autorização de Pesquisa	Remanso Mineradora LTDA	Granito	Aut. pesq/alvará de pesquisa 02 anos publ em 26/06/2008
2008	803150	1.000,0	Autorização de Pesquisa	Remanso Mineradora LTDA	Granito	Aut. pesq/alvará de pesquisa 02 anos publ em 26/06/2008
2008	803160	1.499,7	Requerimento de Pesquisa	Investmine Mineração LTDA	Ferro	Req pesq/req pesquisa completo protocoli em 05/03/2008
2008	803161	2.000,0	Requerimento de Pesquisa	Investmine Mineração LTDA	Ferro	Req pesq/req pesquisa completo protocoli em 05/03/2008
2008	803418	2.000,0	Requerimento de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Manganês	Req pesq/req pesquisa completo protocoli em 17/04/2008
2008	803495	980,8	Requerimento de Pesquisa	ERGCEO Geologia e Consultoria LTDA	Granito	Req pesq/req pesquisa completo protocoli em

						23/04/2008
2008	803746	1.800,0	Requerimento de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Manganês	Req pesquisa completo em 23/05/2008
2008	803748	1.800,0	Requerimento de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Manganês	Req pesquisa completo em 23/05/2008
2008	803831	2.000,0	Requerimento de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Cobre	Req pesquisa completo em 08/07/2008
2008	803840	2.000,0	Requerimento de Pesquisa	GME4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	Cobre	Req pesquisa completo em 08/07/2008
2008	803160	1.499,7	Autorização de Pesquisa	Investmine Mineração LTDA	Ferro	Aut. pesq/alvará de pesquisa 03 anos publ em 14/07/2008

Síntese dos Recursos Minerais da AID/ADA

A região em que será implantado o Trecho 1 da Nova Transnordestina é rica em recursos minerais metálicos e não metálicos, com destaque ao calcário, níquel, gipsita e vermiculita, além do granito, ferro, alumínio, cobre e manganês. Na região, insere-se o pólo gesso de Araripina, com enorme importância para a economia regional, e são inúmeros os processos de requerimento e autorização para pesquisa de jazidas protocolados no DNMP ao longo da faixa de domínio da futura ferrovia, o que irá demandar ações da CFN para solicitação de bloqueio de tais áreas.

Mapa 4.1-7 – Títulos Minerários na ADA

4.1.5. Recursos Hídricos

Neste item é apresentada a caracterização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos sob influência do traçado da Ferrovia Transnordestina – Trecho 1 – entre Eliseu Martins e Trindade, municípios situados nos Estados do Piauí e Pernambuco, respectivamente.

A elaboração deste trabalho foi pautada em dados secundários disponíveis nos órgãos públicos, na bibliografia especializada, entre outras fontes de consulta pertinentes ao tema. Especificamente para as Áreas de Influência Direta - AID e para a Área Diretamente Afetada – ADA (AID e ADA), realizou-se também o levantamento de dados primários, através de inspeção a campo realizada no período de 14 a 18 de julho de 2008.

4.1.5.1. Recursos Hídricos Superficiais: All

A Área de Influência Indireta (All) definida para a Ferrovia Transnordestina – Trecho 1 – Eliseu Martins e Trindade compreende as principais sub-bacias atravessadas pelo eixo ferroviário, quais sejam: a dos rios Itaueira e Piauí-Canindé, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Parnaíba, no Estado do Piauí, e a do rio Brígida, integrante da bacia do rio São Francisco, no Estado de Pernambuco.

Importante ressaltar que o trecho inicial da ferrovia, entre a estaca zero e 500 m, no município de Eliseu Martins, situa-se no divisor dos rios Itaueira e Gurguéia. Assim, a faixa da AID se prolonga por uma pequena região da bacia do rio Gurguéia, abrangendo os formadores dos riachos Vereda de Chopeior e Castelo, ambos de caráter intermitente, contribuintes do rio Gurguéia pela sua margem direita.

Nota-se, porém, que o eixo ferroviário não irá atravessar diretamente nenhuma drenagem nessa sub-bacia, não estando prevista tampouco, nessa área, exploração de jazidas ou instalação de canteiros de obras. Dessa forma, consideram-se mínimas as chances de ocorrerem eventuais interferências da ferrovia nos recursos hídricos da bacia do rio Gurguéia, motivo pelo qual a abordagem da All teve como foco as demais sub-bacias atravessadas ao longo do percurso de 420 km restantes da ferrovia.

A seguir são descritas informações relativas à Hidrografia e Hidrologia Superficial (item A), Usos da Água (item B), Qualidade da Água (item C) e Ecossistemas Aquáticos (item D).

A) Hidrografia e Hidrologia Superficial

Contextualização Regional

Com 420 km de extensão, o Trecho 1 da Ferrovia Transnordestina cruza, desde o marco zero até o km 390, a bacia hidrográfica do rio Parnaíba (Piauí), correspondendo a 92% do seu trajeto. A seguir, avança, através de um pequeno trecho de 30 km de extensão, pela bacia hidrográfica do rio São Francisco, já em território pernambucano.

O segmento inicial de 80 km atravessa integralmente a sub-bacia do rio Itaueira, passando na seqüência, entre o km 81 até o km 390, pela sub-bacia do rio Canindé-Piauí, ambos contribuintes da margem direita do rio Parnaíba.

O curso do Parnaíba comporta-se como o grande divisor de água entre rios de diferentes regimes hidrológicos. Enquanto que em sua margem esquerda estão localizados os cursos d'água com características perenes, influenciados pelo clima tropical, na margem direita, onde se insere a All, tem início a paisagem de rios intermitentes, típica do clima semi-árido, característica que se projeta também na sub-bacia do rio Brígida.

A disponibilidade hídrica superficial na All é fortemente condicionada pelo regime pluviométrico anual. O padrão sazonal de precipitação indica a ocorrência de um período chuvoso entre janeiro e março e um período seco que se prolonga durante a maior parte do ano, com mínimas no trimestre de junho a agosto.

Em função do regime de escoamento fluvial, podem ser definidas duas categorias distintas de rios não perenes:

- Rios Intermitentes: durante as chuvas, o lençol de água subterrâneo se conserva acima do leito fluvial e alimenta o curso d'água juntamente com as águas pluviais. Na estiagem, cessa o escoamento, já que o lençol se encontra em nível inferior ao leito;
- Rios Efêmeros: persistem apenas durante ou imediatamente após os períodos de precipitação e só transportam escoamento superficial. Como o lençol freático se conserva abaixo de leito fluvial mesmo na estação chuvosa, não há possibilidade de escoamento de deflúvio subterrâneo.

O regime de escoamento fluvial predominante na All conduz a população para a adoção de procedimentos específicos orientados para acumulação e retenção de água, como a construção de cisternas e de pequenos açudes, difundidos ao longo da rede de drenagem. As cisternas, alternativa comumente utilizada nas residências, são obras de alvenaria que têm como finalidade captar água de chuva através dos telhados, podendo ser abastecidas por caminhões-pipa durante a estação de estiagem.

Esse padrão regional de escassez hídrica tende a ser alterado pela implantação de projetos de infra-estrutura hídrica, que prevêem a construção de adutoras a partir de açudes e represas de maior porte, aumentando setorialmente a disponibilidade de água nessa região. Os açudes artificiais representam, muitas vezes, as únicas reservas de água para abastecimento de áreas urbanas e pequenas comunidades rurais, desempenhando um papel fundamental na garantia do atendimento à demanda para abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação.

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. Verifica-se comumente o risco de contaminação bacteriológica, por conta de esgotos não tratados que são lançados diretamente aos corpos d'água.

Com o desenvolvimento das comunidades rurais dispersas em pequenos povoados, houve um aumento da busca por água subterrânea na região do empreendimento, principalmente a partir da década de 1950. Essa procura continuou nas décadas seguintes e prossegue nos dias atuais, de forma que a exploração dos recursos hidrogeológicos na All tende a sobrepor-se à exploração das águas de superfície.

Em geral, o uso intensivo de mananciais subterrâneos com técnicas inadequadas e a construção de fossas negras nas imediações de poços e cacimbas são aspectos que comprometem a qualidade dessas fontes e restringem a oferta de água potável aos

habitantes da região. Outro fator ambiental que condiciona a disponibilidade de água da All diz respeito à alta taxa de evaporação, que propicia maior concentração de íons, como o cloreto, favorecendo os processos de salinização dos mananciais.

A seguir descrevem-se características específicas das bacias hidrográficas dos rios Parnaíba e do São Francisco, com ênfase nas sub-bacias onde se insere a All.

- **Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**

Denominada genericamente de vale do Parnaíba, essa bacia hidrográfica está totalmente inserida no Nordeste brasileiro, entre os paralelos 3° e 11° de latitude Sul e os meridianos 40° e 47° de longitude Oeste. No total, a bacia do Parnaíba ocupa uma área de 331.802,00 km², sendo que 75% estão compreendidos no Estado do Piauí, 19% no Maranhão, 5,3% no Ceará e 0,6% em área de litígio entre os Estados do Piauí e Ceará.

O rio Parnaíba é considerado o segundo mais importante da Região Nordeste, depois do São Francisco. Nasce na chapada das Mangabeiras, a 709 m de altitude, recebendo essa denominação a partir da confluência de seus formadores, rio Água Quente e rio Corriola, na localidade de Brejinhos. A seguir, percorre na direção sul-norte, formando uma divisa natural entre os Estados do Piauí e do Maranhão em toda sua porção oriental. Após vencer uma extensão de aproximadamente 1.400 km, o Parnaíba desemboca no Oceano Atlântico, conformado um amplo delta.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 32/2003 (MMA/SRH, 2006)², essa bacia integra a Região Hidrográfica do Parnaíba (Figura 4.1-9), que é dividida em três sub-bacias de nível 1 e sete sub-bacias de nível 2. As três primeiras são denominadas, respectivamente: (i) Alto Parnaíba, desde as nascentes até a confluência com o rio Gurguéia; (ii) Médio Parnaíba, desse local até a confluência do rio Poti, em Teresina; e (iii) Baixo Parnaíba, desse ponto até a desembocadura no Oceano Atlântico (Quadro 4.1.5-1).

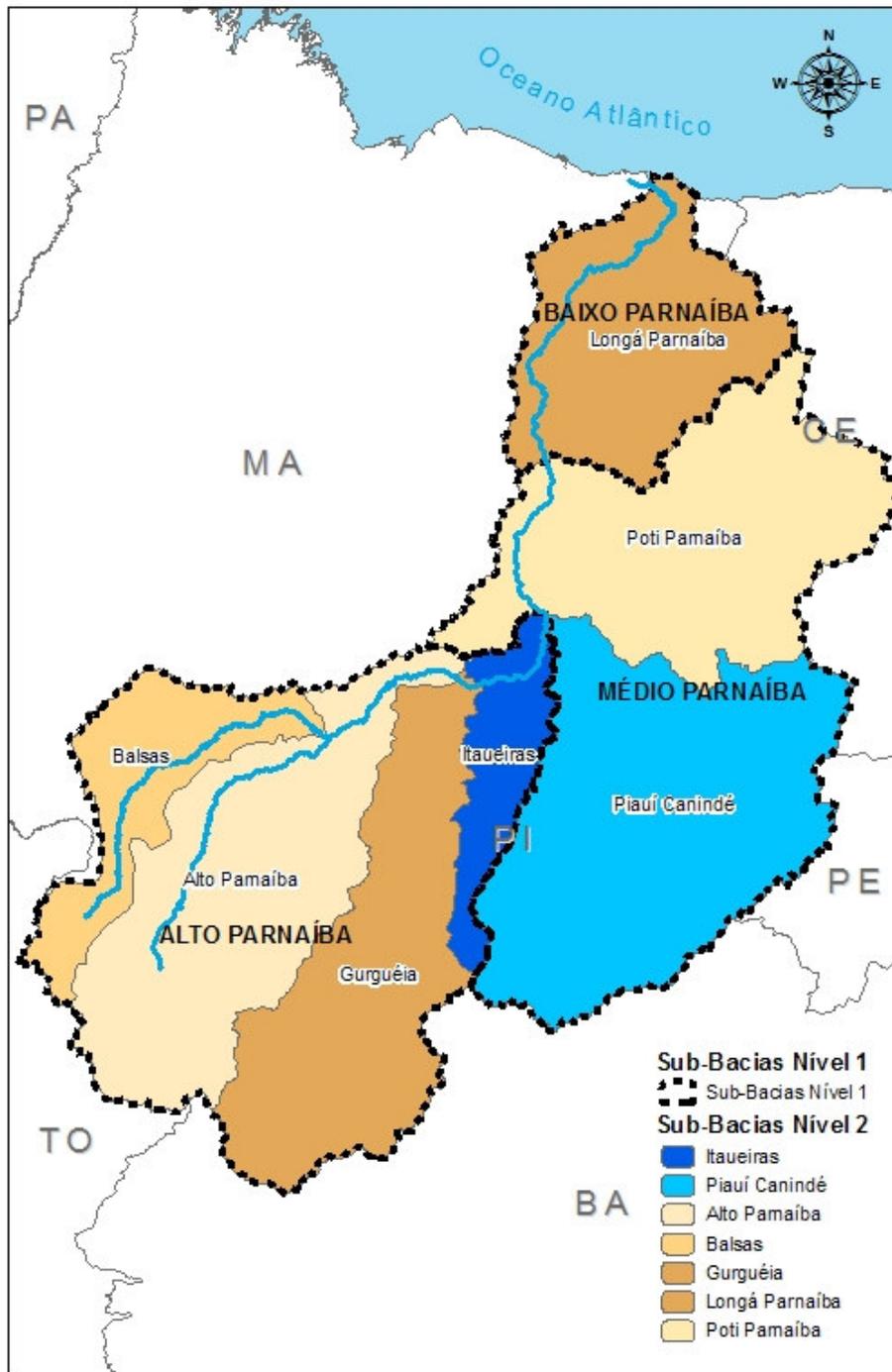
A Área de Influência Indireta do empreendimento situa-se no Alto e Médio Parnaíba, nas sub-bacias de nível 2 denominadas Parnaíba 04 – Itaueira e Parnaíba 05 – Piauí/Canindé, respectivamente. As duas áreas somam aproximadamente 90.000 km², ocupando juntas cerca de 27% da Região Hidrográfica do Parnaíba.

Conforme citado, essas sub-bacias estão no domínio do clima semi-árido, que condiciona uma baixa disponibilidade hídrica natural e um comportamento intermitente dos cursos d'água.

Segundo estudos da Agência Nacional de Águas - ANA (MMA/SRH, 2006, op.citado), sintetizado a seguir no Quadro 4.1.5-2, a Região Hidrográfica do Parnaíba apresenta uma vazão média anual (Q) de 763 m³/s, correspondendo a 0,4% da vazão média do país, a menor em comparação com outras regiões hidrográficas brasileiras. A sub-bacia Itaueira contribui com apenas 19,3 m³/s, representando a menor vazão média anual da bacia do Parnaíba, enquanto que a sub-bacia do Piauí/Canindé aponta uma melhor condição, com 98,7 m³/s.

² Ministério de Meio Ambiente-Secretaria Recursos Hídricos, Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba, 2006. 184 pp.

Figura 4.1-7 - Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: ANA, 2007

Adptado: Arcadis Tetraplan S.A.

Quadro 4.1-10 – Divisão da Região Hidrográfica do Parnaíba em Sub-bacias

Sub-1	Sub- 2	Rio	Área (Km ²)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	25.590
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba	59.032
	Parnaíba 03	Gurguéia	52.297
	Parnaíba 04	Itaueira	14.726
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé	75.193
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	62.143
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	42.821
Área Total			331.802

Fonte: MMA/SRH, 2006 (op. citado)

Quadro 4.1-11 – Vazões nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-1	Sub-2	Rio	Q	Q _{95 %}	Q	q _{95 %}
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	133,6	65,3	5,22	2,55
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba	308,3	150,6	5,22	2,55
	Parnaíba 03	Gurguéia	68,7	16,7	1,31	0,32
	Parnaíba 04	Itaueira	19,3	4,7	1,31	0,32
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé	98,7	24,0	1,31	0,32
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	79,1	19,2	1,27	0,31
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	55,4	13,7	1,29	0,32

Fonte: MMA/SRH, 2006

Legenda: Q: vazão média de longo prazo (m³/s); Q_{95%}: vazão com garantia de 95%(m³/s); q: vazão específica (L/s/km²) e q_{95%}: vazão específica com 95% de garantia (L/s/km²).

- **Sub-bacia do Rio Itaueira**

Está quase que totalmente inserida na Macrorregião do Cerrado, drenando terrenos pertencentes à unidade morfoclimática de contato entre o Cerrado e a Caatinga. Ocupa uma área total de 14.729,9 km², sendo que 84,7% estão inseridos no Estado do Piauí (12.468,3 km²) e 15,3% no Estado do Maranhão (2.257,2 km²).

O rio Itaueira nasce no município de Caracol, no sudeste do Estado do Piauí, junto às elevações da Serra do Bom Jesus do Gurguéia. Tem seu curso orientado para oeste/noroeste, descrevendo uma trajetória de linha suave ligeiramente arqueada. Apresenta um curso de aproximadamente 290 km de extensão, desaguardo à margem direita do rio Parnaíba cerca de 13km a jusante da cidade de Floriano. É um rio de caráter intermitente, tendo como principais tributários os rios Salinas, Uica, Papagaio e Paracati.

As precipitações médias anuais a sub-bacia do Itaueira totalizam 1.012 mm, com trimestre mais úmido entre janeiro a março e o mais seco entre junho a agosto. Conforme citado, essa

sub-bacia possui uma das menores vazões média e de estiagem da região. Apresenta vazão regularizada pela barragem de Poços, no município de Itaueira, com capacidade para 30 milhões de metros cúbicos.

Na sua porção superior, há uma extensa faixa de erosão laminar de intensidade moderada a fraca. O eixo ferroviário cortará a sub-bacia do Itaueira no seu médio curso, onde são menores as potencialidades de ocorrência de erosão. Nesse trajeto, seguirá basicamente o leito do rio Salinas na margem esquerda, até cruzar o leito do Itaueiras, passando por um pequeno número de afluentes da margem direita, antes de entrar na sub-bacia dos rios Piauí/Canindé.

- **Sub-bacia dos Rios Piauí/Canindé**

A sub-bacia Piauí/Canindé está localizada nas Macrorregiões do Cerrado e do Semi-árido, ocupando uma área total de 75.026,44 (Km²) inserida apenas no Estado do Piauí. Drena, em grande parte, terrenos pertencentes à unidade morfoclimática da Caatinga, passando no seu baixo curso por domínios de contato entre Cerrado e Caatinga.

O rio Canindé nasce na serra Dois Irmãos, no município de Acauã, a uma altitude de 600 m e percorre uma extensão de 350 km até desembocar à margem direita do Parnaíba nas vizinhanças da cidade de Amarante. Constitui, juntamente com o seu tributário da margem esquerda, o Piauí, a maior sub-bacia hidrográfica do rio Parnaíba, com área aproximada de 75.193 km².

Este curso d'água acha-se completamente inserido na zona semi-árida e contribui com 12% para a vazão total da bacia do rio Parnaíba. Apresenta regime intermitente em seu alto, médio e baixo curso, inclusive na faixa de inserção do eixo ferroviário da CFN, passando a ser perene apenas a 45 km de sua foz, no município de Amarante.

A precipitação média na sub-bacia é de 747 mm, mantendo o mesmo padrão sazonal predominante na região. A variação anual de vazões no Canindé é bastante acentuada, com ocorrência de um semestre seco entre junho e novembro e mínimas geralmente observadas no mês de julho, obtendo-se vazões médias de 22,4 m³/s. O trimestre mais úmido abrange o período de fevereiro a abril, com ápice em março, onde ser registrada vazão média de 154,8 m³/s.

Dentre os afluentes do Canindé, merece destaque o rio Piauí que forma uma bacia de drenagem com 38.000 km².

Suas nascentes são definidas no sudeste piauiense, junto à fronteira com o Estado da Bahia, no sopé das Serras das Confusões e Bom Jesus do Gurguéia, no município de Caracol. No seu alto curso tangencia as sedes municipais de Anísio de Abreu e São Raimundo Nonato. Após receber o rio São Lourenço, segue para noroeste até desembocar na margem esquerda do rio Canindé, já nas proximidades do rio Parnaíba, após percorrer cerca de 380 km.

O rio Piauí apresenta regime intermitente em praticamente todo o seu curso. Grande parte dos seus afluentes nasce nos domínios do embasamento cristalino e se pereniza apenas ao alcançar a bacia sedimentar, quando passa a receber contribuição subterrânea dada pelos aquíferos principais, como Serra Grande e Cabeças, que mantém o fluxo residual mínimo no

leito fluvial. No município de São João do Piauí, forma a barragem do Jenipapo, com capacidade para 185.000.000 m³.

As áreas mais críticas quanto à ocorrência de erosão laminar se concentram no seu alto curso, acompanhando as cabeceiras dos rios Itaim e Canindé. Nas porções intermediárias da bacia, onde passa o eixo do Trecho 1, há presença de áreas suscetíveis à ocorrência de erosão concentrada.

O trajeto da ferrovia cruza inicialmente os afluentes da margem esquerda do Piauí até sua travessia no km 115. Posteriormente, o trajeto segue pela margem direita, atravessando o riacho da Capivara, o rio Fidalgo, antes de entrar na sub-bacia do Canindé, atravessando seu leito à altura do km 292. Na seqüência, cruza alguns afluentes da margem direita desse rio, destacando-se os riachos Seco, Carcará, Grande, Jardim, Mulungu e Baixo, para em seguida entrar na bacia do rio São Francisco (km 390).

Chama a atenção, a partir do km 150 até o km 190, a presença de inúmeras lagoas naturais existentes ao longo do rio Fidalgo, algumas delas de grande porte, como a lagoa do Fidalgo, utilizada para múltiplas finalidades. Esses sistemas lagunares são altamente adaptados às variações sazonais e já submetidos a inúmeras intervenções antrópicas, principalmente relacionadas a obras de perfuração de poços na região.

- **Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

A bacia hidrográfica do São Francisco está situada entre as coordenadas 7°17' a 20°50' de latitude sul e 36°15' a 47°39' de longitude oeste, compreendendo uma área total de 638.323 km², o que corresponde a 7,5% do território nacional.

O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e percorre 2,7 mil quilômetros de extensão até desembocar no Oceano Atlântico na divisa de Alagoas e Sergipe. No seu trajeto, delimita os Estados da Bahia e de Pernambuco, pela margem direita e esquerda, respectivamente.

Sua bacia de drenagem compõe a Região Hidrográfica do Rio São Francisco que, por sua vez, é dividida em quatro regiões fisiográficas que integram as sub-bacias de nível 1 do Plano Nacional de Recursos Hídricos: Alto, Médio, Sub-Médio e Baixo São Francisco, compreendendo, no total, 34 unidades hidrográficas de nível 2.

A sub-bacia do rio Brígida está inserida no Sub-Médio São Francisco, conforme ilustrado pela Figura 4.1-10.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco – PERH/PE (1998)³ define 29 Unidades de Planejamento – UP, constituídas por 13 bacias hidrográficas, 06 grupos de

³Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco – PERH/PE. Documento Síntese, 1998 (disponível em: http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/docs/planos_diretores/Pernambuco_Estadual/pdfs/Documento_Sintese.pdf acesso em 17/07/08, 15h:35min).

bacias de pequenos rios litorâneos (denominadas “GL”), 09 grupos de bacias de pequenos rios interioranos (denominadas “GI”) e a Ilha de Fernando de Noronha (Figura 4.1.5-3).

A sub-bacia do rio Brígida, onde se encontra o trecho final do traçado do Trecho 1, corresponde à Unidade de Planejamento Brígida (UP11) e representa uma das dez unidades hidrográficas do Sub-Médio São Francisco, conforme apresentado a seguir.

Figura 4.1-8 – Inserção da bacia do rio Brígida na bacia do Sub-médio São Francisco

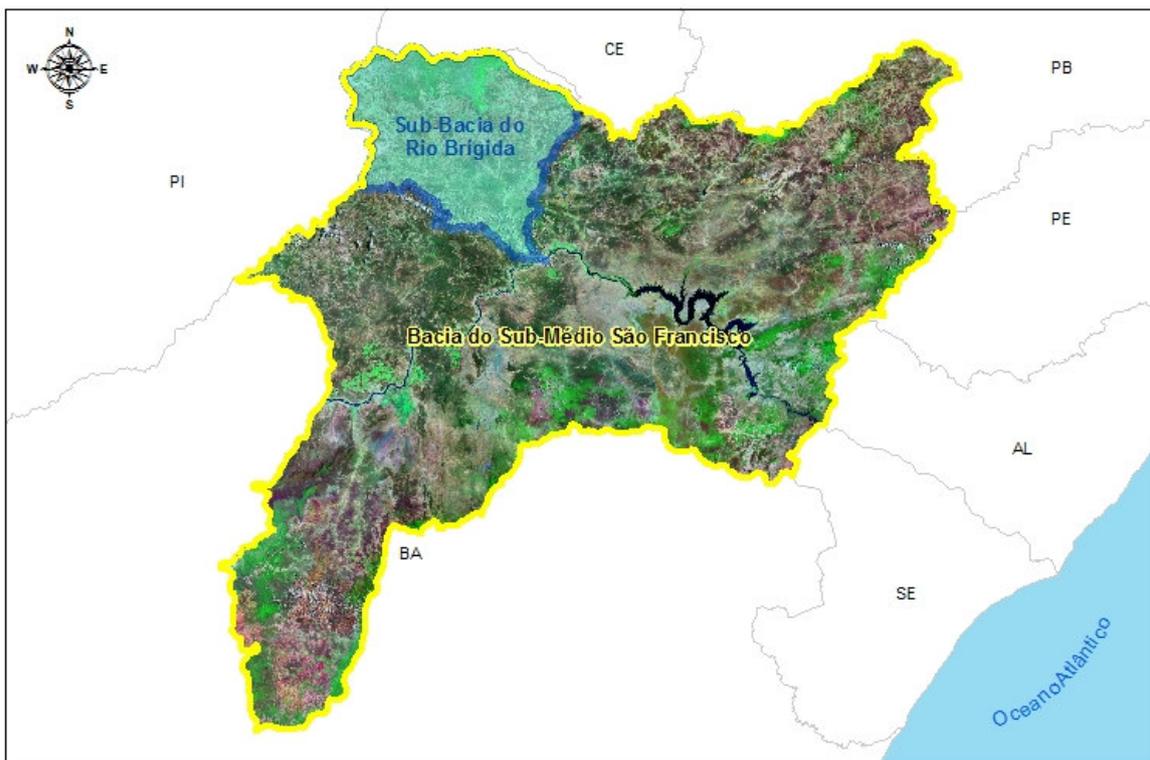
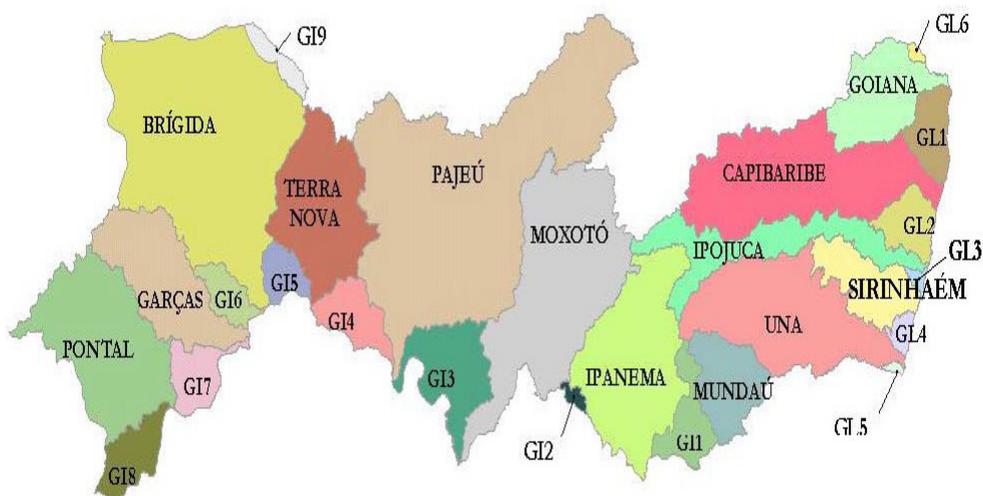


Figura 4.1-9 – Unidades de Planejamento dos Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco (PERH/PE, 1998).

- Sub-bacia do Rio Brígida

A Unidade de Planejamento Brígida (UP11) está totalmente inserida no Estado do Pernambuco. Situa-se nas Mesorregiões do Sertão Pernambucano (alto e médio cursos) e do São Francisco Pernambucano (baixo curso). Com área de 13.884km², representa uma das maiores bacias do semi-árido, o equivalente a 12% da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

O rio Brígida tem suas nascentes na chapada do Araripe, em altitudes superiores a 700 m. Entre seus tributários, destacam-se o riacho São Pedro, Gravatá, Mundo Novo, Espírito Santo, Carnaúba e Tabocas⁴. Esses cursos d'água fazem parte do grupo de rios interiores que escoam no sentido norte-sul e deságuam na margem esquerda do São Francisco, no limite do Estado da Bahia.

As drenagens da sub-bacia do rio Brígida são geralmente intermitentes, permanecendo secas durante os períodos de estiagem. De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA (2004)⁵, a precipitação média anual nessa unidade hidrográfica é de 651 mm, conferindo uma vazão específica de 1 a 2 L/s/km², vazão média anual de 14,1 m³/s, e vazão de permanência de 95% igual a 3,1 m³/s.

O Trecho 1 da Ferrovia Transnordestina irá interceptar os afluentes da margem direita do rio Brígida, especificamente na sub-bacia do riacho São Pedro, atravessando seu leito à altura do km 415, ou seja, a apenas 5 km do seu destino final.

Merece destaque nessa unidade hidrográfica a implantação do Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional - PISF que captará águas no rio São Francisco entre as barragens de Sobradinho e Itaparica (PE) e destinará a vazão captada à bacia do rio Brígida (PE), entre outras bacias, através do Eixo Norte.

Essa sub-bacia faz parte do Trecho VI do PISF, que se inicia no reservatório de Mangueira (Trecho I (PE)) e atravessa o território do Estado de Pernambuco até os açudes existentes Chapéu e Entremontes. Possui ainda uma estação de bombeamento para atingir cotas de transferência de água para os açudes existentes. O PISF terá como prioridade o abastecimento urbano da região a ser beneficiada, além dos municípios indiretamente interligados a essa infra-estrutura hídrica.

B) Usos das Águas Superficiais

Os principais usos das águas na All são voltados ao abastecimento humano, à dessedentação de animais e à irrigação de culturas, sendo usadas cisternas, açudes e represas para acumulação de água.

⁴ Agência Estadual de Recursos Hídricos – CPRH (disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br>, acesso em 22/07/08, às 19h:34min).

⁵ ANA/GEF/PNUMA/OEA- Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades desenvolvidas em Terra na Bacia do S. Francisco - Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco –PBHSF – 2004/2013, abril/2004, Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – Nº 01- Disponibilidade Hídrica Quantitativa e Usos Consuntivos (disponível em www.integracao.gov.br/.../saofrancisco/pdf/documentos/documento10.pdf&nome_arquivo=documento_10.pdf, acesso em 17/07/08, às 09h:55min)

Os cursos d'água superficiais da All não foram até o momento submetidos ao processo de enquadramento nos termos da Resolução CONAMA 357 de 17 março de 2005. Conforme estabelecido por essa legislação, “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”.

Nos itens subseqüentes, descrevem-se aspectos das demandas hídricas e a pressão pelos usos das águas nas principais sub-bacias atravessadas pelo Trecho a da Transnordestina.

- **Sub-bacia dos Rios Itaueira e Piauí/Canindé**

De acordo com o Quadro 4.1.5-3, a seguir, as sub-bacias dos rios Itaueira (Parnaíba 04) e Piauí/Canindé (Parnaíba 05) abrigam um contingente superior a 730.000 habitantes, resultando em uma demanda conjunta da ordem de 0,775 e 0,314m³/s, para abastecimento urbano e rural, respectivamente.

A dessedentação animal exerce papel relevante nas demandas hídricas dessas sub-bacias, correspondendo a 0,73 m³/s, ligeiramente inferior à demanda populacional. A vazão destinada à indústria é pouco expressiva (0,043 m³/s), destacando-se, no entanto, a derivação de água para irrigação, que perfaz aproximadamente 1,152 m³/s.

Como resultado, as sub-bacias do Itaueira e Piauí/Canindé requerem para suprir a demanda total uma vazão estimada em 0,487 m³/s e 2,537 m³/s, respectivamente, representando cerca de 2% e 12% da demanda hídrica total da Região Hidrográfica do Parnaíba.

Quadro 4.1-12 Demanda de Água nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacias		População (censo 2000)	Demanda (m ³ /s)					Total
Sub-1	Sub-2		Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	118.966	0,187	0,038	0,140	0,013	0,927	1,305
	Parnaíba 02	130.021	0,155	0,068	0,202	0,000	0,068	0,493
	Parnaíba 03	238.687	0,219	0,133	0,484	0,001	0,574	1,411
	Parnaíba 04 (Itaueira)	102.862	0,167	0,031	0,071	0,007	0,211	0,487
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	627.517	0,608	0,283	0,659	0,036	0,941	2,527
	Parnaíba 06	1.715.876	4,084	0,378	0,580	0,490	2,067	7,600
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	1.053.171	1,275	0,456	0,536	0,091	4,437	6,795
Total Parnaíba		3.987.100	6,695	1,387	2,672	0,638	9,225	20,618

Fonte: MMA/SRH, 2006

No momento, não há no Piauí sistema consolidado para outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

- **Sub-bacia do Rio Brígida**

No Sertão Pernambucano a agricultura de sequeiro e a pecuária constituem a principal base da economia da região. A irrigação também está presente, mas sua expansão é prejudicada pelo baixo potencial hídrico. Na região do São Francisco Pernambucano, onde está inserido o baixo curso da sub-bacia do rio Brígida, a agricultura irrigada, utilizando as águas do sub-médio São Francisco, constitui uma das mais importantes atividades econômicas da região. A pecuária é menos expressiva, destacando-se o rebanho caprino.

De acordo com os estudos da ANA (2004, op. citado), a sub-bacia do rio Brígida abrange uma população total de 284.163 habitantes (censo 2000, IBGE), com ligeiro predomínio do contingente rural (156.919) sobre o urbano (127.244), resultando em uma demanda da ordem de 0,193 m³/e 0,226 m³/s, para abastecimento urbano e rural, respectivamente.

A dessedentação animal exerce papel menos relevante que na Região do Parnaíba, correspondendo a 0,118 m³/s. A demanda para fins industriais é pouco expressiva nessas bacias (0,061 m³/s). Destaca-se, no entanto, a derivação de água destinada à irrigação, que perfaz aproximadamente 1,183 m³/s.

Como resultado, a sub-bacia do rio Brígida requer 2,429 m³/s de água, representando apenas 0,0014% da vazão média anual estimada para a Região Hidrográfica do São Francisco.

Quadro 4.1-13 Demanda de Água nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do São Francisco

Sub-bacias		População (censo 2000)	Demanda (m ³ /s)					Total
Sub-1	Sub-2		Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	
Sub-Médio São Francisco	Brígida	284.163	0,226	0,193	0,118	0,061	1,831	2,429
Total São Francisco		9.435.374	26.034	3.771	6.695	15.253	114.014	165.767

Fonte: MMA/SRH, 2006

O sistema de outorga em Pernambuco é de competência da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Foram identificados dois protocolos no riacho São Pedro com a finalidade de abastecimento público, concedidos à Prefeitura Municipal de Araripina, e à Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, nesse mesmo município.

- **Grau de Pressão sobre os Recursos Hídricos da All**

Para estimar o grau de pressão dos recursos hídricos superficiais nas sub-bacias atravessadas pela Ferrovia Transnordestina – Trecho 1 – Eliseu Martins e Trindade, utilizou-se o quociente entre a Demanda Total “D”, relativa ao abastecimento populacional, industrial,

irrigação e dessedentação animal, em cada unidade hidrográfica, e “Q”, correspondente à vazão média anual na respectiva unidade.

Os resultados são apresentados a seguir no Quadro 4.1.5-5, que revela para a sub-bacia do rio Brígida uma maior criticidade (17,2%) em relação às sub-bacias Itaueira e Piauí/Canindé (2,5% e 2,6%), devido principalmente à baixa disponibilidade hídrica superficial da bacia pernambucana.

Quadro 4.1-14 – Grau de Pressão sobre os Recursos Hídricos

Sub-1	Sub-2	Demanda Hídrica (m ³ /s)	Vazão Média (m ³ /s)	Grau de Pressão sobre os Rec. Hídricos (%)
Alto Parnaíba	Parnaíba 04(Itaueira)	0,487	19,3	2,5
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	2,537	98,7	2,6
Sub-Médio São Francisco	Brígida	2,429	14,1	17,2

Segundo indicador adotado pelo Atlas do Nordeste, os resultados dos quocientes obtidos podem se enquadrar nas categorias explicitadas a seguir no **Quadro 4.1.5-6**. De acordo com esses critérios, as sub-bacias Itaueira e Canindé, do Parnaíba, com resultado inferior a 5%, mostram uma condição satisfatória em termos de pressão sobre os recursos hídricos, enquanto que a bacia do rio Brígida, do São Francisco, com índice de 17%, já requer atividade de gerenciamento indispensável.

No entanto, esses resultados consideram a média anual, de forma que, na maior parte do ano, durante o período de estiagem, essas bacias apresentam uma situação desfavorável para suprimento das necessidades hídricas regionais.

Em resumo, nas sub-bacias do Parnaíba, a disponibilidade total de água é suficiente para atendimento das demandas atuais, porém, a distribuição temporal e espacial são fatores que limitam o acesso à água e o desenvolvimento econômico regional.

Quadro 4.1-15 - 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% ≤ D/Q ≤ 10%	Situação ainda confortável, com necessidade de gerenciamento para solução de abastecimento locais.
10% < D/Q ≤ 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 na Unidade Hidrográfica, em m ³ /s	
Demanda Total: somatória das demandas para abastecimento humano, abastecimento industrial, irrigação e dessedentação animal, em cada Unidade Hidrográfica, em m ³ /s	

Fonte: ANA, 2006. Atlas Nordeste.- Abastecimento Urbano de Água⁶

C) Qualidade da Água

Em termos gerais, na All, os baixos índices pluviométricos e o padrão sazonal de vazões acarretam dois efeitos associados que se refletem na qualidade das águas – o acúmulo de cargas poluentes na bacia de drenagem durante um período de tempo prolongado, tendendo a alcançar os cursos d'água em maior concentração com a ocorrência das primeiras chuvas, e a baixa capacidade de assimilação de cargas poluidoras devido às reduzidas vazões apresentadas pelos rios no início do período chuvoso.

Em toda a região, as principais fontes de poluição são de origem difusa. O uso do leito do rio durante a estiagem para atividades produtivas, como culturas de subsistência e pastagem de caprinos, contribui fortemente para o acúmulo de matéria orgânica e fecal, além de nutrientes minerais nos sedimentos, os quais são imediatamente incorporados ao fluxo das águas assim que têm início as precipitações.

A deficiência generalizada em termos de infra-estrutura de saneamento básico, incluindo disposição de esgoto sanitário e lixo, repercute sobre a qualidade das águas, favorecendo a transmissão de doenças de veiculação hídrica, como hepatite e verminoses.

A seguir, descrevem-se características específicas da qualidade das águas nas sub-bacias onde se insere a All.

- Sub-bacia dos Rios Itaueira e Piauí/Canindé

As informações sobre a qualidade das águas nessas sub-bacias são muito escassas. A Agência Nacional de Águas – ANA – mantém uma rede com 33 estações de medição de oxigênio dissolvido (OD) na Região Hidrográfica do Parnaíba, conforme apresentado a seguir na Figura 4.1-12. Desse conjunto, há apenas uma estação na sub-bacia do rio Itaueira e sete na sub-bacia do rio Piauí/Canindé

Segundo resultados apresentados em 2005, foram encontrados em algumas estações valores médios de Oxigênio Dissolvido (OD) abaixo de limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 (5,0mg/L). Esses resultados são típicos de rios intermitentes, devido à baixa vazão que apresentam em épocas de estiagem, com limitada capacidade de assimilar as cargas orgânicas, consumindo grande parte do oxigênio disponível.

No **Quadro 4.1.5-8** bem como no Quadro 4.1.5-7, está indicada também a carga orgânica gerada nas Sub-bacias 04 (Itaueira) e 05 (Piauí/Canindé), expressa em termos de Demanda

⁶ Agência Nacional de Águas – ANA. Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água (disponível em http://parnaiba.ana.gov.br/atlas_nordeste)

Bioquímica de Oxigênio (DBO). Estima-se nessas unidades hidrográficas a geração de aproximadamente 3,70 tDBO/dia e 14,83 tDBO/dia, respectivamente, resultando em uma concentração média nos rios em torno de 9,11 e 7,1 mg/L, acima do limite recomendado pela legislação para águas classe 2 (5,0 mg/L).

Quadro 4.1-16 – Carga Orgânica Gerada na Região Hidrográfica do Parnaíba

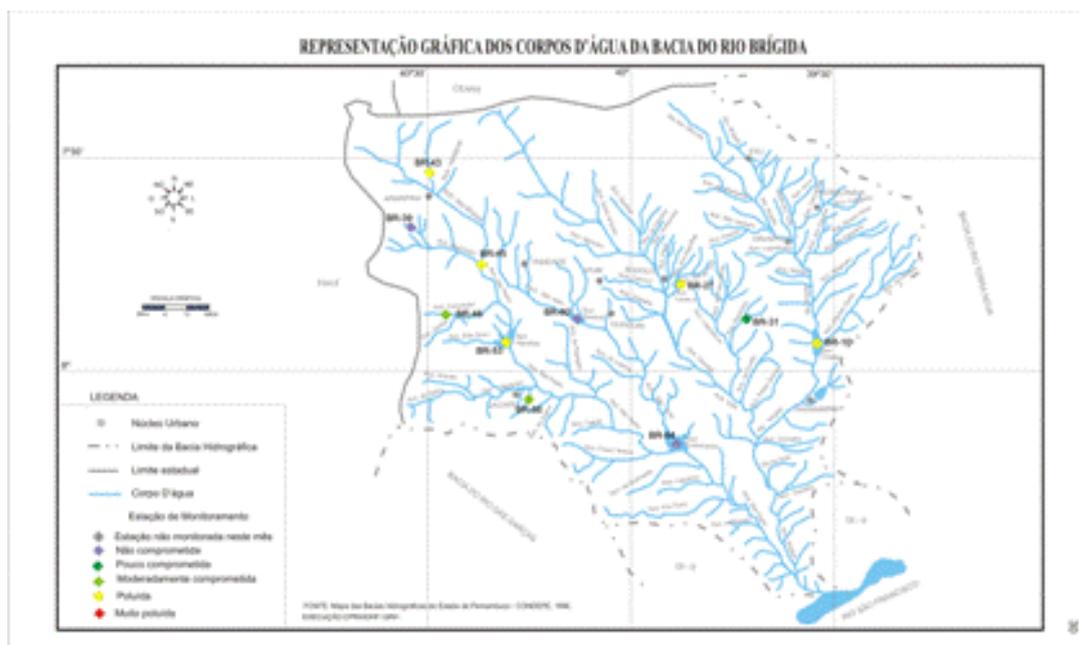
Sub-1	Sub 2	Área (Km ²)	População (2000)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Carga (tDBO/dia)	Carga (mg/L)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.590	118.966	65,29	4,62	0,82
	Parnaíba 02	59.032	130.021	150,61	3,11	0,24
	Parnaíba 03	52.297	238.687	16,68	4,62	3,20
	Parnaíba 04 (Itaueira)	14.726	102.862	4,70	3,70	9,11
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	75.193	627.517	23,98	14,83	7,10
	Parnaíba 06	62.143	1.715.876	19,20	72,54	43,70
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.821	1.053.171	13,66	30,77	26,07

Fonte: Bases do PNRH (2005); Apud (MMA, 2006, op.citado)

- Sub-bacia do rio Brígida

A Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH do Estado de Pernambuco mantém na sub-bacia do rio Brígida onze estações de monitoramento da qualidade da água, conforme esquematizado a seguir na Figura 4.1.5-5

Figura 4.1-11 - Rede de Monitoramento da Sub-bacia Brígida



Fonte: CPRH, 2007⁷

Os dados relativos a abril de 2007 estão mostrados no **Quadro 4.1.5-8**. Os resultados das análises indicam ambiente predominantemente eutrófico, com Índice de Qualidade da Água - IQA -variando de Bom a Ótimo, baixo risco de salinidade, ambientes sem toxicidade à biota aquática e classificação da qualidade variável conforme a estação amostrada.

Especificamente para a sub-bacia do riacho São Pedro, que será cruzada pelo trecho final da CFN, a qualidade das águas é controlada pelas estações BR-53, na barragem Algodões de captação da COMPESA (município de Ouricuri) e BR-64, na barragem Entremontes, utilizada para irrigação no município de Parnamirim.

A estação BR-53 apresenta águas eutróficas e poluídas, embora não sejam detectados fatores que produzam toxicidade ao ambiente aquático. A barragem de Entremontes (BR-64) contém águas de melhor qualidade, com características oligotróficas e sem comprometimento do ponto de vista de poluição.

⁷Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH (disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br/ctudo-secoes-sub.asp?idsecao=55&idconteudo=1095>, acesso em 16/07/08 às 15h43min)

Quadro 4.1-17 - Classificação da Qualidade das Águas da Sub-bacia do Rio Brígida

Estação	Corpo d'Água	Município	Local	Ecotoxicidade	IQA	IET	Risco de Salinidade	Classificação de Qualidade
BR - 10	Rio Brígida	Parnamirim	Na barragem do Chapéu utilizada para irrigação	Não Tóxico	Ótima	Eutrófico	Baixo	Poluída
BR - 27	Riacho Gravatá	Bodocó	Na barragem Lopes II de captação da Compesa	Não Tóxico	Ótima	Eutrófico	Baixo	Poluída
BR - 31	Riacho Logradouro	Parnamirim	Na barragem Cachimbo, utilizada para irrigação	Não Tóxico	Ótima	Mesotrófico	Baixo	Pouco Comprometida
BR - 39	Riacho Bom Jardim	Araripina	Na barragem Rancharia, utilizada para abastecimento e irrigação	Não Tóxico	Ótima	Oligotrófico	Baixo	Não Comprometida
BR - 43	Riacho dos Moraes	Araripina	Na barragem Araripina, utilizada para abastecimento e irrigação	Não Tóxico	Ótima	Eutrófico	Baixo	Poluída
BR - 45	Riacho São José	Araripina	Na barragem Lagoa do Barro de captação da Compesa	Não Tóxico	Boa	Eutrófico	Médio	Poluída
BR - 46	Riacho Conceição	Araripina	Na barragem Barriguda de captação da Compesa	Não Tóxico	Boa	Eutrófico	Baixo	Moderadamente Comprometida
BR - 53	Riacho São Pedro	Ouricuri	Na barragem Algodões de captação da Compesa	Não Tóxico	Ótima	Eutrófico	Baixo	Poluída
BR - 56	Riacho do Peixe	Ouricuri	Na barragem Varzinha de captação da Compesa	Não Tóxico	Ótima	Eutrófico	Baixo	Moderadamente Comprometida
BR - 60	Riacho Tamboril	Ouricuri	Na barragem Tamboril de captação da Compesa	Não Tóxico	Ótima	Oligotrófico	Baixo	Não Comprometida
BR - 64	Riacho São Pedro	Parnamirim	Na barragem Entremontes, utilizada para irrigação	Não Tóxico	Ótima	Oligotrófico	Baixo	Não Comprometida

Fonte: CPRH, 2007⁸

⁸ Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH (disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br/ctudo-secoes-sub.asp?idsecao=55&idconteudo=1095>, acesso em 16/07/08 às 15h43min)

D) Ecossistemas Aquáticos (visão limnológica)

Contextualização Regional

A estrutura das comunidades aquáticas dos cursos d'água na All é condicionada pelo ciclo hidrológico regional e pelo regime de intermitência que caracteriza a maioria dos rios e riachos atravessados pelo eixo do Trecho 1 da Ferrovia Transnordestina.

A ecologia dos rios intermitentes difere substancialmente da dos rios permanentes. Enquanto nos rios de regiões semi-áridas as perturbações hidrológicas naturais exercem forte influência na sua organização, o efeito destes eventos é menos acentuado nos rios de regiões úmidas e temperadas.

Os atributos da cheia e da seca (intensidade, duração, frequência e previsibilidade) exercem efeitos importantes na variação do substrato que compõe o leito dos rios, na concentração de nutrientes das águas, refletindo ainda no estabelecimento das comunidades aquáticas e nos padrões de sucessão ecológica. Durante a estiagem, cessa a dinâmica que rege o desenvolvimento dos organismos nos cursos d'água intermitentes; os canais de drenagem secos assumem a função do uso do solo adjacente, especialmente pastagem e cultivos de subsistência, 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 e represas volta a manter articulação pelo fluxo de águas. Além da elevada concentração de materiais orgânicos e minerais difusos nas sub-bacias, as drenagens intermitentes se tornam veículo direto de dejetos e demais compostos que permanecem concentrados no seu leito durante a estiagem. As intensas precipitações que ocorrem sobre terrenos propiciam também o aporte considerável de sólidos a partir da bacia de drenagem, acentuando os níveis de cor e de turbidez das águas.

Dessa forma, os rios permanentes e também aqueles regularizados por barragens tornam-se importantes receptores dessa carga poluidora, como é o caso da represa de Jenipapo, Algodões e Entremontes. O acúmulo de nutrientes, aliado a altas temperaturas e à forte insolação local, propicia a floração de algas, condicionando um ciclo de eutrofização, comum nos açudes da All.

Conforme citado, deve-se considerar como particularidade dessa região a presença dos sistemas lagunares ao longo do rio Fidalgo, na sub-bacia do Piauí/Canindé, que possuem dinâmica associada ao sistema de enchentes e vazante desse curso d'água, atuando como importante componente para desenvolvimento da ictiofauna e de outras comunidades aquáticas dos cursos d'água contribuintes do rio Parnaíba.

Aspectos de Saúde Pública

Três fatores concorrem para agravos à saúde da população regional, relacionadas a doenças veiculadas pela água.

O primeiro diz respeito aos baixos padrões de saneamento básico existentes na maioria das cidades e povoados, o que resulta em concentração de resíduos de natureza diversa ao redor dos corpos d'água. Esse problema é agravado pelo intenso fluxo de dejetos de animais aos açudes, utilizados para dessedentação dos rebanhos de caprinos e de bovinos, predominantes na região.

O uso direto da água para consumo humano sem prévio tratamento gera intoxicações, diarreias e outros problemas de ordem gastro-intestinal. Essa situação é amenizada pelo grande número de cisternas existentes especialmente na sub-bacia do Piauí/Canindé.

O segundo problema está associado ao alto nível de eutrofização que propicia o desenvolvimento de cianobactérias, organismos considerados potencialmente tóxicos, causando problemas à saúde humana e de animais. A produção de toxinas por cianobactérias está associada a determinadas linhagens de organismos que produzem floração nos cursos d'água.

O fato de se diagnosticar espécies de cianobactérias em determinado rio ou represa não implica necessariamente a produção de compostos tóxicos no ambiente aquático. Porém, episódios de floração desses organismos requerem rigoroso controle, especialmente em mananciais destinados a abastecimento público, como determina a Portaria do Ministério da Saúde N° 518, de 25 de março de 2004.

O terceiro fator que merece atenção na AII é a presença, nos corpos d'água, de organismos que podem ser hospedeiros de doenças, como Culicidae, com destaque para *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti*, que podem transmitir filariose e dengue, respectivamente. Também deve-se levar em conta a presença de moluscos hospedeiros de doenças de veiculação hídrica, especialmente pertencentes às famílias comumente encontradas nessa região, como Planorbidae, associada à esquistossomose e Thiaridae, relacionado à clonorchíase.

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

Nos itens subseqüentes, descrevem-se aspectos específicos dos ecossistemas aquáticos das bacias hidrográficas onde se insere a AII.

- **Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**

São poucos os dados disponíveis sobre a biota aquática nessa bacia, com destaque para os Estudos de Impacto Ambiental dos reservatórios de Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhanos, no rio Parnaíba⁹.

Esse estudo diagnosticou ao longo do rio Parnaíba e de alguns tributários um total de 105 táxons de fitoplâncton distribuídos em 25 famílias, com ocorrência de 45 espécies no período chuvoso e de 86 espécies no período seco.

Obteve-se maior riqueza de espécies de algas da classe Chlorophyta, grupo que exibe uma ampla distribuição, comportando imensa variedade morfológica de organismos, a maioria delas típica de água doce. Crescem em ambientes de grande espectro de salinidade, variando desde águas continentais oligotróficas, eutróficas, até marinhas. De modo geral, as Cyanophyta estiveram presentes em menor número, destacando, no entanto, a presença de gêneros potencialmente tóxicos como *Anabaena variabilis*, *Microcystis wesenbergii*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Pseudanabaena sp.*

Quanto às comunidades zooplanctônicas, foram identificados nesse estudo 43 táxons distribuídos entre os grupos Rotifera (23), Crustacea (12), Protozoa (4), Insecta (1), Nematoda (1), Acari (1) e Tardigrada (1).

Os Rotifera sobressaíram quanto à riqueza, estando representados principalmente por espécies euplanctônicas. Neste grupo destacou-se a família Brachionidae, formada em grande parte por animais comuns ao plâncton de águas doces brasileiras, apresentando grande adaptação aos ecossistemas límnicos. Entre os táxons considerados freqüentes destacaram-se os Rotifera *Trichocerca sp* e *Keratella cochlearis*; o protozoário *Centropixys acureata*; a Crustacea *Thermocyclops decipiens*; os Insecta *Chaoborus spp.* Os demais táxons foram considerados pouco freqüentes ou esporádicos.

De forma geral, a área estudada apresentou valores adequados de diversidade e equitabilidade, demonstrando tendência ao equilíbrio ecológico da comunidade zooplanctônica em ambos os períodos climáticos.

Em termos de macrófitas aquáticas, esse mesmo estudo realizado na bacia do rio Parnaíba identificou, no período chuvoso, um total de 30 espécies pertencentes a 23 famílias, enquanto que no período seco houve uma redução significativa na riqueza de organismos, sendo coletadas somente 12 espécies distribuídas em 11 famílias. Entre as famílias de maior representatividade destacam-se: Hydrocharitaceae, Araceae, Pontederiaceae, Cabombaceae, Nymphaeaceae, Onagraceae e Poaceae.

- **Região Hidrográfica do Rio São Francisco**

Os estudos de comunidades aquáticas na região do Sub-Médio São Francisco, onde se insere a All, são em geral pontuais, merecendo destaque os trabalhos desenvolvidos para o Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco - PISF, em que a sub-bacia do rio

⁹ Consórcio CHESF/CNEC/Construtora Queiroz Galvão/; PROJETEC - EIA/RIMA UHEs Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhanos (2006)

Brígida está contextualizada no âmbito das unidades hidrográficas receptoras de águas do rio São Francisco.

Nesse sentido, descrevem-se a seguir aspectos dos estudos limnológicos conduzidos na sub-bacia do Brígida (FUNCATE, 2007)¹⁰, com base nos levantamentos realizados no ano de 2006, nos períodos úmido (maio) e seco (dezembro de 2006). Para tanto, foram coletadas amostras em três pontos de amostragem, incluindo o açude Entremontes, situado no riacho São Pedro, sub-bacia que será atravessada pelo eixo da ferrovia.

A comunidade fitoplanctônica na sub-bacia do rio Brígida foi representada por nove classes: Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, e Cyanophyceae. O período úmido apresentou maiores valores de riqueza e densidade. De uma maneira geral, as classes Chlorophyceae e Cyanophyceae apresentaram as maiores abundâncias em relação aos outros grupos. Dentre as Cyanophyceae, ressalta-se também presença de algas potencialmente tóxicas como a *Cylindrospermopsis raciborskii*, tanto no período seco, quanto no úmido.

A grande representatividade de cianofíceas é dada pelas condições apropriadas existentes nessa região, tais como população pré-existente (inóculo), grande número de organismos com vacúolos gasosos permitindo a sua manutenção nas camadas mais iluminadas, baixa turbulência, temperatura elevada e alta concentração de nutrientes.

Quanto às comunidades zooplactônicas, foram encontrados representantes de Rotifera, Cladocera e Copepoda. Nos levantamentos de macrófitas aquáticas, registrou-se nessa sub-bacia a espécie *Eichhornia crassipes*. A presença, em alguns ambientes, dessa comunidade de vegetais está relacionada com a baixa turbulência das águas em regiões litorâneas, com elevadas taxas de nutrientes inorgânicos dissolvidos.

Síntese dos Recursos Hídricos Superficiais da All

A All do Trecho 1 da Ferrovia Transnordestina insere-se nas sub-bacias dos rios Itaueira e Piauí-Canindé, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Parnaíba, no Estado do Piauí, e na sub-bacia do rio Brígida, integrante da bacia do rio São Francisco, no Estado de Pernambuco. Os cursos d'água dessas sub-bacias são típicos do Semi-Árido Nordeste, possuindo em sua grande maioria regime de escoamento intermitente. Essa característica é determinante para os usos dos recursos hídricos, levando à construção de um grande número de açudes visando à garantia de disponibilidade hídrica para abastecimento humano, animal e irrigação. O lançamento de dejetos da agropecuária e de efluentes domésticos sem tratamento compromete a qualidade das águas desses mananciais, sendo grande o risco de contaminação bacteriológica, com reflexos negativos na saúde da população.

¹⁰ MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional** – Análise das Condições Limnológicas e Qualidade da Água dos Períodos Úmido e Seco (Maio e Dezembro de 2006) – Relatório Consolidado. Brasília, 2007. (2285-00-LQA-RL-0002-00).

4.1.5.2. Recursos Hídricos Superficiais: AID/ADA

Neste item, é apresentado o diagnóstico dos recursos hídricos superficiais da Área de Influência Direta - AID e Área Diretamente Afetada - ADA do traçado da Ferrovia Transnordestina – Trecho 1 – entre Eliseu Martins e Trindade, municípios situados nos Estados do Piauí e Pernambuco, respectivamente.

Conforme já citado, a AID da CFN no Trecho 1 compreende uma faixa de 2,5 km em ambos os lados do eixo ferroviário, abrangendo cursos d'água que compõem as sub-bacias dos rios Itaueira e Piauí-Canindé, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Parnaíba, no Estado do Piauí, e os cursos d'água da sub-bacia do rio Brígida, integrante da bacia do rio São Francisco, no Estado de Pernambuco.

A ADA abrange os corpos d'água diretamente interceptados pelo eixo ferroviário, destacando-se: rios Salinas e Itaueira (*sub-bacia Itaueira*); riacho do Mucaitá, rio Piauí, riacho da Capivara, riacho Agrestão, rio Fidalgo, riacho Boqueirão, rio Canindé, riachos Seco, Carcará, Grande, Jardim, Mulungu, Baixio (*sub-bacia Piauí/Canindé*); e riacho São Pedro (*sub-bacia Brígida*).

Para a avaliação dos recursos hídricos da AID e ADA, foram utilizados dados secundários disponíveis nos órgãos públicos, na bibliografia especializada, entre outras fontes de consulta pertinentes ao tema. Adicionalmente, foi realizada inspeção a campo no período de 14 a 17 de julho de 2008, correspondente ao período seco, tendo como foco os principais açudes e corpos d'água localizados ao longo do trajeto da ferrovia.

Esses levantamentos são consolidados no Quadro 4.1.5-9 - Caracterização dos Recursos Hídricos (AID e ADA), que apresenta, em intervalos de 5 km do traçado da ferrovia, os aspectos ambientais abaixo listados.

- a) Bacia/sub-bacia onde se insere o trecho analisado;
- b) Pontos de inspeção a campo e respectivas coordenadas;
- c) Municípios cruzados pelo traçado;
- d) Rede de drenagem na AID;
- e) Regime hidrológico (perene ou intermitente);
- f) Descrição do traçado, compreendendo os principais contornos sobre a rede hidrográfica;
- g) Localização das drenagens diretamente atravessadas pelo eixo ferroviário e respectiva localização, de acordo com o Mapa de Recursos Hídricos, escala 1:50.000;
- h) Presença de núcleos urbanos, que implicam demandas sobre os mananciais disponíveis, constituindo também fontes pontuais de poluição aos recursos hídricos;
- i) Usos das águas – para cursos d'água intermitentes os principais usos, na época chuvosa, são a dessedentação animal e a irrigação de pequenos cultivos; a presença de açudes e represas implica usos mais diversificados, com potencial para abastecimento humano, pesca e irrigação.
- j) Qualidade da Água – em função da pequena disponibilidade de informações, foram feitas inferências sobre as fontes potenciais de poluição que podem afetar os recursos hídricos da AID e da ADA, relacionadas ao rebanho de animais e a áreas agrícolas, difusas em toda bacia, além da presença de núcleos urbanos, nos quais é comum o

lançamento de esgoto e lixo nas imediações dos cursos d'água. Também foram pesquisadas as informações ambientais dos municípios cruzados pelo traçado segundo IBGE (2002)¹¹. Para os pontos inspecionados em campo (julho/2008), registraram-se as condições predominantes do manancial avaliado, como presença de mata ciliar, eventuais fontes de poluição, sinais de turbidez e assoreamento do curso d'água, entre outros aspectos relevantes;

- k) Ecossistemas Aquáticos: foram feitas considerações com base na caracterização geral das bacias na AII, levando-se em conta a predominância de drenagens intermitentes, a presença de sistemas lênticos e lóticos, o uso e a qualidade das águas, além das observações diretas realizadas “in loco”;
- l) Erosão e Assoreamento: entende-se que, quanto maior o grau de susceptibilidade dos terrenos à erosão, maior é o potencial de transporte de sólidos aos cursos d'água no período chuvoso e, conseqüentemente, maior é a possibilidade de assoreamento dos recursos hídricos que drenam a AID e ADA; para tanto, foram usadas como base as informações do mapa de susceptibilidade à erosão da AII, escala 1.250.000, estabelecendo-se uma correlação direta com as seis distintas categorias de susceptibilidade definidas ao longo da ferrovia: (i) fraca, (ii) fraca/moderada, (iii) moderada, (iv) moderada/forte, (v) forte, (vi) forte/muito forte.
- m) Registro Fotográfico – são apresentadas as fotos obtidas durante a inspeção a campo.

A disposição dessas informações sumarizadas no Quadro 4.1.5-9 permite identificar, através da leitura das colunas, os principais fatores que potencialmente afetam os recursos hídricos ao longo do traçado da ferrovia, desde o marco zero até o km 420.

Essas características são abordadas, a seguir, nos temas: Corpos d'água na AID (item A), Usos da Água (item B), Qualidade da Água (item C), Ecossistemas Aquáticos (item D) e Erosão e Assoreamento (item E), de acordo com a sub-bacia onde se insere o Trecho 1 da Nova Transnordestina.

A) CORPOS D'ÁGUA NA AID

- **Sub-bacia do Rio Itaueira**

O Trecho 1 da Transnordestina cruzará cerca de 80 km na sub-bacia do Itaueira, passando pelos territórios dos municipais de Eliseu Martins, Pavussu, Rio Grande do Piauí, Itaueira e Flores do Piauí, sucessivamente.

Conforme citado para a AII, a parte inicial em Eliseu Martins situa-se no divisor de águas das sub-bacias do Itaueira e Gurguéia, abrangendo os formadores do Salinas, afluente do Itaueira pela margem esquerda. Cerca de um quilômetro adiante, o eixo da CFN avançará pelos municípios de Pavussu e Rio Grande do Piauí, até o km 57,5, passando pelas comunidades de Jatobá (km 12) e São Lourenço (km 36,5). A malha viária existente nessa região é composta por algumas estradas vicinais não asfaltadas.

Nesse trajeto, a ferrovia acompanhará o vale do rio Salinas, preferencialmente pela sua margem direita. O leito desse rio será ultrapassado várias vezes pelo traçado, que

¹¹ IBGE, 2002 (disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meio_ambiente_2002/default.shtm, acesso em 09/08/08, às 12h:22m)

interceptará ainda 29 drenagens intermitentes, a maioria delas nas proximidades da sua foz. Entre o km 50 a 54, o eixo passará muito próximo a dois corpos d'água, provavelmente açudes existentes no rio Salinas, com características perenes.

À altura do km 64,8 a ferrovia atravessará o leito do rio Itaueira, no município homônimo. Este rio apresenta a montante o eixo da barragem do Vale do Itaueira, que coincide com o ponto de inspeção a campo P101. Grande parte desse reservatório situa-se na faixa da AID. A partir do km 65, a CFN cruzará um número reduzido de drenagens da margem direita do rio Itaueira, todas intermitentes, passando por uma pequena localidade – Resfriado (km 68), antes de entrar na sub-bacia do Piauí/Canindé.

No total, está prevista na travessia da sub-bacia do Itaueira o cruzamento direto de 48 drenagens, a grande maioria intermitente.

- **Sub-bacia dos Rios Piauí/Canindé**

Essa sub-bacia receberá no seu médio curso aproximadamente 310 km da malha ferroviária (entre o km 80 e 390), que cruzará territórios municipais de Flores do Piauí, Pajeú do Piauí, Ribeira do Piauí, São José do Peixe, São Miguel do Fidalgo, Paes Landim, Simplício Mendes, Bela Vista do Piauí, Nova Santa Rita, Campo Alegre do Fidalgo, São Francisco de Assis do Piauí, Paulistana, Betânia do Piauí, Curral Novo do Piauí e Simões.

Inicialmente, o eixo da ferrovia passará pela sub-bacia do riacho do Mucaitá, contribuinte pela margem esquerda do rio Piauí, cuja travessia ocorrerá no km 116, observando-se apenas um núcleo urbano mais expressivo, representado pela sede municipal de Ribeira do Piauí. Já na margem direita do rio Piauí, a ferrovia passará pelo riacho da Capivara (km 135), entrando a seguir na sub-bacia do riacho Agrestão, afluente do rio Fidalgo, o qual será cruzado pelo traçado à altura do km 163. A partir desse ponto, a ferrovia acompanhará o leito do rio Fidalgo no sentido de montante até o km 230, já na região de seus formadores.

Na faixa entre o km 150 e o km 190, principalmente no município de São Miguel do Fidalgo, o eixo ferroviário irá margear um dos principais sistemas lagunares perenes encontrados na bacia do rio Piauí, formado pelo rio Fidalgo, que assume grande relevância do ponto de vista ecológico e para os usos múltiplos dos recursos hídricos nessa região do semi-árido. Os levantamentos de campo nesse trecho inclui o Ponto P70 no km 188, em uma lagoa natural, e o ponto P72 (km 185) em um açude comunitário, cujas águas são utilizadas por um assentamento populacional (Ipueiras).

Posteriormente, o eixo da CFN entrará na sub-bacia do Canindé, atravessando seu leito à altura do km 292. No município de São Francisco de Assis do Piauí, entre o km 260 e km 280, a ferrovia atravessará formadores do riacho Boqueirão, contribuinte da margem esquerda do rio Canindé, região onde são encontrados lagoas e açudes, conforme levantamentos de campo (Pontos P58 e P54).

Cabe destacar que, entre o km 285 e 294, o empreendimento irá atravessar um braço de reservatório de grande porte formado por barragem existente no município de Jacobina do Piauí.

Na seqüência, a malha da CFN cruzará alguns contribuintes da margem direita desse rio, nos quais foram inspecionadas pequenas represas nos afluentes do riacho Seco (km 312 e 319), em Paulistana, identificadas pelo pontos P43 e P37; em Betânia do Piauí, no riachos Jardim e

Molungá, entre os km 340 e 350 (P42, P33, P32 e P30); em Curral Novo do Piauí, no riacho Olho d'Água, no km 364 (P21), e no município de Simões, no km 381 (P19). Ainda no município de Simões, o eixo da CFN passará pela sub-bacia do riacho Carrão, entrando a seguir (km 390) na sub-bacia do rio Brígida (bacia do rio São Francisco).

A partir do km 272, são identificados pequenos povoados como Poço da Pedra (km 272) em São Francisco de Assis do Piauí, Serra Vermelha em Betânia do Piauí (km 348), e Baixie em Curral Novo do Piauí (km 371), já nas proximidades do limite de Piauí e Pernambuco.

No total, está prevista na sub-bacia do Piauí/Canindé o cruzamento direto de 128 drenagens, a grande maioria intermitente.

- **Sub-bacia do Rio Brígida**

No seu trecho final até o km 420, a o traçado irá interceptar os afluentes da margem direita do rio Brígida, nos municípios de Araripina e Trindade (PE), totalizando 9 travessias, todas de caráter intermitente. Identificou-se nessa região da AID apenas um núcleo urbano no km 399 (Vila Nascente).

Foram visitados dois açudes nessa região, um deles no riacho Pitombeiras (km 389) e outro no riacho Conceição (km 405), conforme descrição dos pontos P18 e P16. Esses cursos d'água pertencem à sub-bacia do riacho São Pedro, cujo leito será atravessado à altura do km 415, próximo ao destino final da ferrovia.

B) USOS DAS ÁGUAS

Reproduzindo o padrão da AII, a rede de drenagem na AID e na ADA se caracteriza, conforme citado, por apresentar na sua quase totalidade regime intermitente, contendo escoamento superficial apenas no período chuvoso.

Nessa época, as águas superficiais são destinadas à dessedentação de animais, especialmente rebanhos de caprinos, e à irrigação de pequenas lavouras de subsistência. O suprimento de água para as atividades humanas é feito preponderantemente por meio de mananciais subterrâneos, explorados através de poços e cacimbas, sendo também instaladas cisternas domiciliares que captam águas de chuva.

Durante a estiagem, os açudes artificiais representam, muitas vezes, as únicas reservas de água para abastecimento de pequenas comunidades e assentamentos rurais, que se encontram dispersos ao longo da AID. A represa existente no rio Canindé, no município de Jacobina do Piauí, de Ingazeira, inserida no município de Paulistana tem seus formadores, a montante, atravessado pelo eixo da ferrovia. Suas, é considerada uma obra de grande porte no estado, com capacidade para armazenar 25,7 mi m³. Inaugurada em 1965 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS, suas, águas são destinadas a múltiplas finalidades prioritariamente ao, como abastecimento urbano, da sede urbana de Paulistana, localizada às suas margens pesca, recreação, entre outros usos, sendo também previstos projetos de irrigação destinados a cultivos agrícolas em pequenas propriedades¹².

¹² Suassuna, J. As principais represas públicas do Nordeste brasileiro (disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/js120299.doc>, acesso em 13/08/08, às 18:40h).

Conforme especificado no Quadro 4.1.5-9, na AID, são encontrados outros corpos d'água de menor porte, como a represa do Vale do Itaueira (km 63), na sub-bacia do Itaueira, o açude no rio Fidalgo, utilizado pelo assentamento Ipueira (km 184), as represas da bacia do Pajeú (km 349 e 350), dos riachos Olho d'Água (km 364) e Jardim (km 381), encontradas na sub-bacia do rio Piauí/Canindé, no Piauí, bem como os açudes da sub-bacia do Brígida, em Pernambuco, no riacho Pitombeira (km 389) e no riacho Conceição (km 405).

Esses corpos d'água são potencialmente usados para pesca artesanal e atividades de recreação pelos habitantes locais. Novamente, destacam-se os sistemas lagunares do rio Fidalgo, utilizados para múltiplas finalidades. Atualmente, na lagoa do Fidalgo em São Miguel do Fidalgo¹³, estão previstas unidades demonstrativas de piscicultura pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) através da Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR) do Piauí, visando capacitar produtores e pescadores artesanais em técnicas de manejo e criação de peixes.

Todos os corpos d'água da AID e ADA são também receptores potenciais de dejetos dos rebanhos, de sólidos e insumos aplicados na agricultura, bem como de lixo e esgotos sanitários gerados das comunidades de entorno, concorrendo para a existência de conflitos quanti-qualitativos no âmbito dos usos múltiplos das águas.

Conforme citado para a AII, os cursos d'água ao longo de todo o trecho da ferrovia não foram até o momento submetidos ao processo de enquadramento nos termos da Resolução CONAMA 357 de 17 março de 2005, sendo, portanto, considerados classe 2.

C) QUALIDADE DAS ÁGUAS

Reproduzindo o padrão da AII, a qualidade das águas da faixa da AID é fortemente condicionada pelos fatores climáticos e pelas vazões dos cursos d'água, que são irregulares e não preservam o escoamento durante todo o ano

A dinâmica decorrente da condição hidrológica regional, caracterizada por secas prolongadas intercaladas com períodos de chuvas intensas, confere às drenagens superficiais elevados teores de sólidos dissolvidos e em suspensão, especialmente nos terrenos mais susceptíveis aos processos erosivos. Nessa época, os cursos d'água em geral apresentam comprometimento dos aspectos estéticos, com elevados níveis de cor e de turbidez, recebendo também aporte de metais pesados característicos do substrato geológico, especialmente ferro e alumínio.

Conforme descrito no Quadro 4.1.5-9, o Trecho 1 da Nova Transnordestina percorre predominantemente zonas rurais. Assim, as principais fontes de poluição na faixa da AID são de origem difusa, resultantes principalmente do aporte de excrementos dos rebanhos, que se concentram em torno dos açudes para dessedentação e enriquecem o ambiente aquático com sais minerais, especialmente o fósforo, propiciando o desenvolvimento de algas e de macrófitas. A economia local, voltada predominantemente à pecuária, à produção de mel e leite e alguma agricultura de subsistência, não requer aplicação intensiva de insumos como fertilizantes e agroquímicos, minimizando o aporte de compostos contaminantes aos cursos d'água.

¹³ Governo do Piauí (disponível em <http://www.sict.pi.gov.br/materia.php?id=17586>, acesso em 13/08/08, às 14h:33min).

Os baixos padrões de saneamento básico e o fluxo de dejetos de animais aos corpos d'água repercutem nos padrões bacteriológicos das águas, propiciando a proliferação de doenças de veiculação hídrica. Há ainda que se considerar os baixos índices pluviométricos na maior parte do ano que levam a uma salinização na superfície do solo e das águas.

Assim, os pequenos açudes e represas registrados em campo, principalmente aqueles situados próximos a povoados, como no rio Fidalgo (km 184), em São Francisco de Assis do Piauí, a partir do km 270, entre outros, tendem a se comportar no período seco como depósitos de materiais de origem orgânica e mineral, o que eleva o grau de eutrofização. Os corpos d'água situados em zonas mais distantes de núcleos habitacionais e em áreas essencialmente agrícolas tendem a apresentar águas com melhor qualidade.

A represa de Jacobina do Piauí ~~Ingazeira~~ recebe potencialmente maior contribuição de cargas de origem difusa e de quantidade ~~esgotos domésticos a partir da cidade de Paulistana,~~ enquanto que os lagos do rio Fidalgo têm como fator potencial de eutrofização as práticas de aquicultura, que requerem aplicação direta na água de rações com elevados teores de nutrientes. Essa dinâmica de aporte de materiais poluentes já tem afetado o riacho São Pedro, afluente do rio Brígida, que ~~já~~ apresenta sinais de eutrofização na barragem de Algodões.

Ressalta-se que, durante a fase de licenciamento de instalação do empreendimento, estão previstas coletas de água na rede hídrica da AID e ADA, para análises física, químicas e biológicas, o que permitirá estabelecer com maior precisão o grau de comprometimento desses ambientes.

D) ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

As características da qualidade das águas nos ambientes lênticos na AID e ADA são extremamente favoráveis à proliferação de cianobactérias. Esse tema tem recebido muita ênfase nos estudos envolvendo o abastecimento de água na Região Nordeste, inclusive pelo Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional – PISF, que será implantado na sub-bacia do rio Brígida.

De acordo com Carmichael (1994)¹⁴, vários gêneros e espécies de cianobactérias que formam florações produzem toxinas que podem causar problemas à saúde humana e de animais, tais como *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis aeruginosa*. Experimentos com essa espécie demonstraram que o fósforo é um fator limitante para o seu crescimento, pois a alga absorve prontamente esse elemento e mais lentamente o amônio (Lindmark, 1997 in Castelo Branco, 1991)¹⁵.

Esse aspecto assume importância em toda a rede hídrica, pois pode afetar não somente a saúde das pessoas, mas interferir no desenvolvimento de animais que se utilizam desses mananciais para dessedentação.

Nesse sentido, a amostragem dos corpos d'água prevista durante a fase de licenciamento de instalação do empreendimento será rá necessariamente focada es à análise dos organismos

¹⁴ Carmichael WW. The toxins of cyanobacteria. Sci Am 1994;270:78-6.

¹⁵ Castelo-Branco CW. A Comunidade planctônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil [dissertação de mestrado]. Brasília (DF): Universidade de Brasília; 1991.

aquáticos (fitoplâncton, zooplâncton e bentos), visando observar os instrumentos legais: atendimento da Portaria 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde que estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; ~~e e pela~~ Resolução CONAMA 357 de 17/03/05 que determina para águas classes 2, ~~a~~ densidade de cianobactérias inferior a ~~passa a ser~~ 50.000 células/mL

E) EROÇÃO E ASSOREAMENTO

Com base nas informações disponíveis no Quadro 4.1.5-9, toda a travessia do eixo ferroviário na bacia do rio Itaueira compreende, preponderantemente, terrenos com fraca susceptibilidade aos processos erosivos. Conseqüentemente, o vale do Salinas, entre outros afluentes do Itaueira que serão acompanhados pela ferrovia, sofre potencialmente pequeno grau de assoreamento, implicando também menor potencial de comprometimento da qualidade de suas águas por cargas de origem difusa no período chuvoso. De fato, o reservatório da barragem Vale do Itaueira inspecionado em campo (km 63), mesmo com a vegetação ciliar alterada, não apresentou sinais de turbidez das águas ou assoreamento do seu leito.

Na região dos divisores do Itaueira e Piauí/Canindé (km 75 a 90), nos municípios de Itaueira e Flores do Piauí, verificam-se trechos de maior vulnerabilidade à erosão. Na seqüência, o eixo da ferrovia passa por terrenos de fraca susceptibilidade até o km 105, quando ocorrem terrenos com faixas de susceptibilidade moderada à erosão, prolongando-se aproximadamente até o km 130, no município de São José do Peixe. Refletindo essa situação, o açude comunitário existente em Ribeira do Piauí (km 109), à margem esquerda do rio Piauí, mostrou durante o levantamento de campo, realizado em plena época de estiagem, nítidos sinais de turbidez e assoreamento local.

Cabe ressaltar novamente o trecho entre o km 145 e 160 que passa pela bacia do rio Fidalgo, contendo terrenos com potencial moderado/forte à erosão, justamente na faixa do sistema lagunar, onde está projetada ao lado a passagem da ferrovia. Todos os aspectos considerados no tocante a recursos hídricos evidenciam nesse trajeto uma alta fragilidade ambiental e a necessidade de tomada de ações preventivas visando à preservação desse ecossistema aquático. As condições dos terrenos tendem a melhorar ligeiramente até o km 205, ainda na região dos formadores do Fidalgo, entre os municípios de Simplício Mendes e Bela Vista do Piauí, com possibilidade moderada de erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água.

Após cruzar uma extensão relativamente grande com áreas consideradas de fraca potencialidade a esses processos até o km 275, na sub-bacia do riacho Boqueirão, a ferrovia percorrerá até o final essencialmente terrenos com susceptibilidade à erosão classificada como moderada e moderada/forte, chegando ao grau forte e muito forte, próximo ao divisor de águas do rio Brígida, na Chapada do Araripe, especialmente na sub-bacia do riacho Olho D'água (km 364), onde se encontra o açude inspecionado no município de Curral Novo do Piauí. Da mesma forma, o reservatório existente nos municípios de Paulistana e Jacobina do Piauí, e todos os açudes observados na sub-bacia do Brígida são também muito vulneráveis

ao aporte de sedimentos, nutrientes e metais a partir da bacia de drenagem, que afetam a qualidade de suas águas, em uma região já submetida a maior nível de antropização.

Síntese dos Recursos Hídricos Superficiais da AID/ADA

O Trecho 1 da Nova Transnordestina, em seus 420 km de extensão, irá cruzar um total de 137 cursos d'água (48 na sub-bacia do rio Itaueira, 128 na sub-bacia dos rios Canindé/Piauí e 9 na sub-bacia do rio Brígida), a grande maioria deles com regime de escoamento intermitente. Na AID do empreendimento, localizam-se diversos açudes, alguns de pequeno e outros de maior porte, utilizados para abastecimento urbano e rural, dessedentação animal e irrigação. Assim como na AII, todos os corpos d'água da AID e ADA são também receptores potenciais de dejetos dos rebanhos, de sólidos e insumos aplicados na agricultura, bem como de lixo e esgotos sanitários gerados das comunidades de entorno, concorrendo para a existência de conflitos quanti-qualitativos no âmbito dos usos múltiplos das águas. As características da qualidade das águas nos ambientes lênticos da AID e ADA são extremamente favoráveis à proliferação de cianobactérias. Esse aspecto assume importância em toda a rede hídrica, pois pode afetar não somente a saúde da população, mas interferir no desenvolvimento de animais que se utilizam desses mananciais para dessedentação. Quanto aos aspectos de erosão e assoreamento, todo o eixo ferroviário na bacia do rio Itaueira compreende, preponderantemente, terrenos com fraca susceptibilidade aos processos erosivos. Na região dos divisores do Itaueira e Piauí/Canindé, verificam-se trechos de maior vulnerabilidade à erosão. Na seqüência, o eixo passa por terrenos de fraca e moderada susceptibilidade, passando, após, pela sub-bacia do rio Fidalgo, em terrenos com potencial moderado/forte à erosão. Após cruzar uma extensão relativamente grande com áreas consideradas de fraca susceptibilidade, a ferrovia percorrerá até o final essencialmente terrenos com susceptibilidade à erosão classificada como moderada e moderada/forte, chegando ao grau forte e muito forte, próximo ao divisor de águas do rio Brígida, na Chapada do Araripe.

Quadro 4.1-18 (Quadro da Vilma A2)

Mapa 4.1-8 – Recursos Hídricos na AID
19 folhas

4.1.5.3. Recursos Hídricos Subterrâneos da All

A) Hidrogeologia

O mapa hidrogeológico foi construído tomando-se como base o mapa geológico, acrescido de informações obtidas em banco de dados de poços tubulares. Foram consultados os bancos de dados de poços da CPRM (SIAGAS), o Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste CPRM (2005), os atlas digitais dos recursos hídricos subterrâneos do Piauí e de Pernambuco e (CPRM, 2004 e 2005), o Banco de Dados de Poços da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR) do Piauí e informações diversas de outros órgãos públicos.

Tomaram-se também por base os critérios relativos ao “Potencial Hidrogeológico Explorável” utilizado nas folhas N^o. 13, Teresina-SE (SUDENE, 1978); N^o. 14, Jaguaribe-SO (Cruz & França, 1970); N^o. 18 São Francisco - NE (Pessoa, 1970) e N^o 19, Aracaju - NO (Leal, A. Z. 1970) do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste.

A nomenclatura para os domínios hidrogeológicos foi baseada nos relatórios dos Diagnósticos Municipais do Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água Subterrânea (CPRM 2005).

De acordo com as informações e critérios do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, foram identificadas e individualizadas no trecho em estudo as zonas do Potencial Hidrogeológico Explorável, descritas a seguir:

- **Muito elevado a elevado:** rochas sedimentares de muito alta permeabilidade e profundidade da água inferior a 20 metros
- **Elevado a médio:** rochas sedimentares de alta permeabilidade e com profundidade da água inferior a 20 metros ou rochas sedimentares de alta permeabilidade e profundidade da água entre 20 e 50 metros;
- **Médio a fraco:** rochas sedimentares de média permeabilidade e com profundidade da água inferior a 50 metros ou rochas sedimentares de alta a muito alta permeabilidade e profundidade da água entre 50 e 100 metros.
- **Fraco a muito fraco:** rochas do embasamento cristalino; rochas sedimentares de permeabilidade baixa a muito baixa, independentemente da profundidade das águas; zonas onde a profundidade das águas é superior a 100 metros, independentemente da permeabilidade.

É importante observar que para delimitação dessas zonas foi considerado o contexto regional, não se levando em conta anomalias pontuais.

Domínios Hidrogeológicos

Domínio Fissural: Rochas Cristalinas

Esse domínio abrange cerca de 45% da área do trecho Eliseu Martins –Trindade e agrupa as rochas do embasamento cristalino de diversas idades e tipos e as rochas vulcânicas a

subvulcânicas da Formação Sardinha, do Cretáceo, que atravessam as formações sedimentares da Bacia do Parnaíba. Essas rochas constituem aquífugos, formações sem porosidade e permeabilidade, que não contém água subterrânea, e/ou aquíferos fissurais de potencial explorável que varia desde médio a muito fraco.

Os aquíferos desse domínio 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, devido a sistemas de fendas e fraturas interconectadas, permitindo a ocorrência de aquíferos fissurais descontínuos e com extensão limitada. Esses aquíferos suprem, em alguns casos, demandas existentes de abastecimento público, industrial, dessedentação animal ou irrigação.

Considerando que a área estudada está inserida no Polígono das Secas, a pequena disponibilidade de água superficial aliada à baixa e irregular pluviosidade explica a grande dependência dos habitantes e dos rebanhos da região que compreende esse domínio em relação à água subterrânea, mesmo sendo essa, na maior parte, uma alternativa tênue, pela reduzida vocação hidrogeológica das rochas cristalinas e em função de sua normalmente alta salinidade.

De uma maneira geral a potencialidade de exploração desses aquíferos depende sempre 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 sub-domínios:

- **Subdomínio das Rochas Ígneas Vulcânicas e Subvulcânicas** – Aquíferos fissurais e aquífugos.

É constituído basicamente pelos basaltos e diabásios da Formação Sardinha da Bacia do Parnaíba, que correspondem a aquífugos ou podem constituir aquíferos de fraca a média potencialidade, tendo em vista estarem associados a maiores espessuras de mantos de intemperismo.

- **Subdomínio das Rochas Plutônicas, Metaplutônicas e Metavulcânicas pré-cambrianas** – Aquíferos fissurais e aquífugos.

É constituído por granitóides diversos com idades compreendidas entre o Neoproterozóico e o Arqueano.

Neoproterozóico – NP3□3s: Sienitos a sienogranitos alcalinos; NP3□i: Granitóides Indiscriminados; NP2□1r: ortognaisses tonalíticos a sienograníticos, metaluminosos a peraluminosos; NP2□1i: Granitóides Indiscriminados pré a sin orogênicos e ortognaisses diversos; N□3t: Monzodioritos, monzonitos, quartzo-monzonitos e biotita-granito; N□3p: Alcalifeldspato granito/sienito, quartzo sienito e quartzo monzonito.

Mesoproterozóico – MP3□bf: Corpos Máficos-Ultramáficos São Francisco, gabros, serpentinitos e metaperidotitos; MP3□pt: Metaultramafitos. MP3βsf: metavulcanitos máficos e "metacherts".

Paleoproterozóico – P₁g: gnaisses tonalíticos, granodioríticos e thronjdjemíticos, médios a porfíricos.

Arqueano – A4g: Ortognaisses de Complexo TTG (Thronjdjemito-Tonalito-Granodiorito).

- **Subdomínio das Rochas Metassedimentares Pré-cambrianas** – Aqüíferos fissurais

Abrange seqüências de rochas metassedimentares e metavulcânicas, de idades do Mesoproterozóico ao Arqueano, com diferentes graus de metamorfismo, que constituem aqüíferos de potencial fraco a muito fraco.

Mesoproterozóico – MP3b3: Metagrauvas, quartzitos, "metacherts" e formações ferríferas; MP3₁pt2: Granada e/ou andaluzita-mica xistos, metaultramafitos, metagabróides e "metacherts".

Arqueano – A4gq: Complexo Granjeiro – Xistos, quartzitos.

- **Subdomínio da Associação complexa de Rochas Ígneas e Metamórficas Pré-cambrianas** – Aqüíferos fissurais, aqüífugos.

Constituído por associações complexas de rochas de idades paleoproterozóicas e arqueanas que constituem aqüífugos e localmente aqüíferos de potencial fraco a muito fraco.

Paleoproterozóico – P₁Pe: Ortognaisses migmatizados com restos de rochas supracrustais; P₁21q: Quartzitos; P₁21c: Mármore; P₁21q: Ortognaisses tonalíticos, granodioríticos e graníticos, migmatizados e migmatitos, com níveis de quartzitos, mármore, rochas calcissilicáticas e anfibólitos; P₁gm5: Complexos Gnáissico-migmatíticos indiscriminados – Complexo metaplutônico TTG.

Arqueano – A4₁g: Complexo Granjeiro – "Metacherts", "BIF", mármore, metamáficas e metaultramáficas.

Domínio Poroso: Rochas Sedimentares e Sedimentos

- **Subdomínio das rochas sedimentares de coberturas terciário-quadernárias** – Aqüíferos intersticiais porosos livres.

É constituído pelos litotipos das unidades sedimentares TQd e NQc, que constituem aqüíferos livres de potencial explotável de médio a fraco, ou funcionam como zonas de recarga para as formações subjacentes.

- **Subdomínio das rochas sedimentares mesozóicas** – Aqüíferos intersticiais porosos livres, de baixa potencialidade hidrogeológica

Esse subdomínio é formado por aqüíferos pouco produtivos correspondentes as formações Exú (Ke), Santana (Ks) e Corda (JSc). As duas primeiras formações pertencem à Bacia do Araripe, ocorrendo apenas no Estado de Pernambuco. A Formação Santana, devido a sua

constituição litológica, corresponde mais a uma camada confinante que propriamente a um aquífero. Já a Formação Exu, apesar de seus termos mais arenosos, constitui um aquífero fraco em função de ocorrer sempre em cotas mais elevadas.

A Formação Corda constitui com a Formação Motuca, subjacente, um sistema aquífero. Nas áreas de cotas mais elevadas, a captação desse aquífero é problemática devido a níveis d'água mais profundos.

Essas formações constituem, assim, na área estudada, aquíferos, cujo potencial explorável varia de fraco a muito fraco, a médio a fraco, na dependência da topografia.

- **Subdomínio das rochas sedimentares paleozóicas carboníferas** – Aquíferos intersticiais porosos livres, de baixa potencialidade hidrogeológica. Aquitardos.

Esse subdomínio corresponde à Formação Piauí (Cpi). Sua porção superior corresponde a um aquitardo, na base, constitui um aquífero. De uma forma geral, esta formação, isoladamente, corresponde a um aquífero livre, de potencial explorável fraco a muito fraco. Em associação com a formação Poti, que lhe é subjacente, constitui um dos principais sistemas aquíferos da região.

- **Subdomínio das rochas sedimentares paleozóicas carboníferas** – Aquíferos intersticiais porosos livres, de boa potencialidade hidrogeológica.

Corresponde à Formação Poti (Cpo). Em sua área de afloramento constitui aquífero livre de boa potencialidade hidrogeológica. Em conjunto com a formação Piauí, sobreposta, forma o sistema aquífero Poti/Piauí, localmente confinado a semi-confinado, de potencial explorável elevado a médio.

O sistema aquífero Poti/Piauí tem sua alimentação provida através das chuvas e, em menor escala, através dos rios e formações subjacentes, já que sua superfície confinada é muito pequena. As principais perdas ocorrem por evapotranspiração e, em menor escala, por infiltração para as formações inferiores.

- **Subdomínio das rochas sedimentares paleozóicas devonianas** – Aquitardes, aquícludes.

Engloba formações sedimentares pouco permeáveis que constituem aquíardes ou aquícludes, funcionando como camada confinante para os aquíferos subjacentes, como a Formação Longá (DCI) e a Formação Pimenteiras (Dp).

Dependendo de sua variação faciológica, de termos mais ou menos argilosos, a Formação Longá funciona como um aquíclude ou aquitardo, ou seja, uma camada confinante, ou semiconfinante, para o aquífero Cabeças, sotoposto. Em alguns pontos pode constituir aquífero de potencial explorável fraco a muito fraco.

A Formação Pimenteiras funciona como aquitardo ou camada semipermeável, que confina o aquífero Serra Grande sotoposto. Sua alimentação ocorre por infiltração direta a partir das chuvas, por infiltração a partir dos rios e por infiltração vertical do aquífero Cabeças,

sobreposto, e do aquífero Serra Grande, sotoposto, sendo esta última (vertical) a mais importante.

As maiores perdas ocorrem por evapotranspiração, na área de recarga, e por infiltração vertical ascendente e descendente nos aquíferos superior e inferior. Em alguns locais constitui aquífero raso de potencial explotável fraco a muito fraco, captado através de cacimbões.

- **Subdomínio das rochas sedimentares paleozóicas devonianas** – Aquífero intersticial poroso, livre ou confinado, de excelente potencialidade hidrogeológica.

Esse subdomínio corresponde à Formação Cabeças (Dc), que corresponde ao principal aquífero da Bacia do Parnaíba. No Vale do Gurguéia, no sul do Piauí, o Projeto de Irrigação do DNOCS utiliza águas do aquífero Cabeças, a partir de poços com cerca de 600 metros de profundidade. Os poços existentes podem produzir conjuntamente uma descarga da ordem de 5.000 m³/h.

Constituído basicamente de arenitos médios e grosseiros, este aquífero é alimentado por infiltração direta das precipitações pluviométricas e por infiltração proveniente de rios, na zona de afloramento, e por filtração vertical ascendente do aquífero Serra Grande, através do aquífero Pimenteiras e descendente do aquífero Poti/Piauí, através do aquífero Longá. Perde água pela evapotranspiração na região de afloramento e através de filtrações ascendentes e descendentes.

No trecho estudado ocorre no Estado do Piauí com potencial explotável de médio a muito elevado, encontrando-se os melhores potenciais no vale do Rio Fidalgo.

- **Subdomínio das rochas sedimentares paleozóicas silurianas** – Aquífero intersticial poroso livre ou confinado, de boa potencialidade hidrogeológica.

Esse subdomínio corresponde às rochas do Grupo Serra Grande, Ssg, que constitui aquífero intersticial poroso, livre ou confinado, de boa potencialidade hidrogeológica. É um dos mais importantes aquíferos da Bacia do Parnaíba. Seu potencial hidrogeológico é bastante variável e condicionado, entre outros fatores, pela altitude.

Na área estudada, em sua área de afloramento, esse aquífero apresenta potencial explotável de fraco a médio, em função da conformação morfológica caracterizada por serras de elevadas altitudes (Serra da Ibiapaba) com escarpas abruptas, que condiciona a ocorrência de níveis d'água profundos, reduzindo o potencial de produção dos poços. Além disso, os arenitos que se encontram pouco friáveis, duros e mesmo silicificados, determinam fraca permeabilidade para os sedimentos, restringindo a potencialidade do sistema.

No Estado do Piauí, contudo, o aquífero Serra Grande é bastante importante, sendo fonte de abastecimento para vários municípios e constituindo um importante sistema de produção de água subterrânea, especialmente onde está confinado pela Formação Pimenteiras.

Sua alimentação se dá, na maior parte, por água proveniente das infiltrações pluviométricas e fluviais. As chuvas torrenciais de curto período dificultam a infiltração e o caráter intermitente dos cursos d'água resulta em pequena contribuição de recarga.

As maiores perdas são devidas a evapotranspiração na área de recarga (até 90% da precipitação média sobre a área) e ao movimento vertical ascendente de água que vai até o aquífero Cabeças, onde é maior a carga hidráulica do aquífero Serra Grande.

Os aquíferos Cabeças e Serra Grande podem ser captados através de poços com profundidade média da ordem de 300 m, nas áreas rebaixadas dos vales e nas zonas de ocorrência das formações impermeáveis confinantes. As vazões de exploração dos poços perfurados podem variar de algumas dezenas até várias centenas de metros cúbicos por hora.

Mapa 4.1-9 – Domínios Hidrogeológicos

B) Vulnerabilidade dos Aqüíferos

A avaliação da vulnerabilidade de um aqüífero é um tema relativamente complexo e depende do tratamento integrado de diferentes tipos de informação colhidos na área de estudo. Essa vulnerabilidade é função, principalmente, das condições geológicas e hidrogeológicas do próprio aqüífero, além da topografia e do tipo de solo. Existem atualmente vários métodos para a avaliação da vulnerabilidade de aqüíferos. Alguns métodos foram idealizados para a determinação da vulnerabilidade de um aqüífero a qualquer tipo de contaminante, ou seja, a vulnerabilidade geral, enquanto outros podem ser aplicados para se avaliar a vulnerabilidade de um aqüífero a contaminantes específicos, tais como, resíduos industriais, resíduos sólidos urbanos, sistemas de saneamento, etc.

Por definição, vulnerabilidade é a sensibilidade na qualidade da água subterrânea ante uma carga contaminante imposta, determinada por características intrínsecas do aqüífero. O Quadro 4.1.5-9 traz uma síntese dos principais métodos de avaliação de vulnerabilidade de aqüíferos disponíveis na literatura especializada. Um dos métodos mais utilizados para a determinação da vulnerabilidade de aqüíferos 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 aqüífero.

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) (Quadro 4.1-20).

Quadro 4.1-19 – Principais métodos de avaliação da vulnerabilidade de aqüíferos

Método	Vulnerabilidade a	Parâmetros	Autores
Waste-soil Interaction Matrix	Disposição de resíduos sólidos e líquidos e novas indústrias	- 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	-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	- profundidade do lençol freático;	Aller <i>et al.</i>

		- recarga; - meio aquífero; - solo; - topografia; - impacto do aquífero; - condutividade hidráulica.	(1985)
--	--	---	--------

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.

Quadro 4.1-20 - Metodologia de Índices de Vulnerabilidade GOD

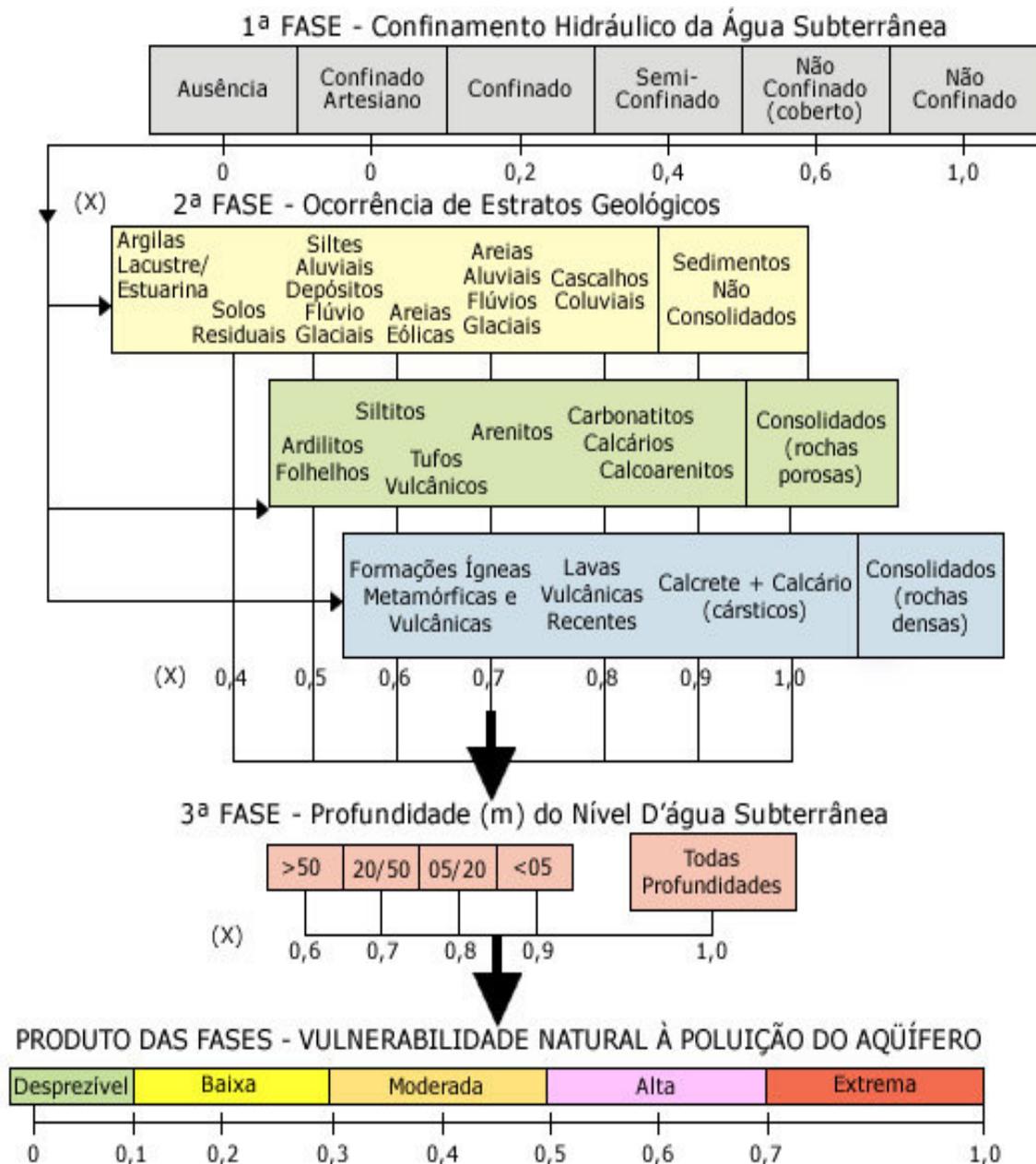
Método	Vulnerabilidade	Parâmetros	Autores
GOD	Vulnerabilidade geral	- tipo de aquífero; - litologia da zona vadosa; - profundidade do lençol freático.	Foster & Hirata (1988)
Groundwater Vulnerability Map for nitrate	Potencial de lixiviação de nitrato	- tipo de solo; - característica hidráulica e litologia 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

A Figura 4.1.5-6 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 0-1;
- 2ª Fase: consiste na ocorrência e caracterização geológica da zona não saturada, representada numa escala de 0,4-1;
- 3ª Fase: determinação da profundidade do nível d'água, exibido numa escala 0,6-1,0.
- Produto das Fases: o produto dos três parâmetros é o índice de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero, expresso numa escala de 0,1 -1,0 em termos relativos.

Figura 4.1-12 – Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade.



Foster et al, 2002.

O Quadro 4.1.5-11 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).

Quadro 4.1-21 – 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.

No estudo da vulnerabilidade natural dos aquíferos mapeados na região, estabeleceram-se três classes de vulnerabilidade, a baixa, a moderada e a alta, conforme pode ser visto nos Quadros 4.1.5-12. e 4.1.5-13. 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.

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.

Quadro 4.1-22 – Índices calculados no método GOD no trecho Eliseu Martins – Trindade da Ferrovia Transnordestina

Litologias	G	O	D	Valor Final	Vulnerabilidade
Rochas vulcânicas	1	0,7	0,8	0,56	Alta
Rochas plutônicas	1	0,6	0,8	0,48	Moderada
Rochas metassedimentares	1	0,4	0,8	0,32	Moderada
Complexos Metamórficos	1	0,5	0,8	0,40	Moderada
Coberturas sedimentares	0,6	0,7	0,6	0,25	Baixa
Fm Corda - Mesozóico	1	0,6	0,7	0,42	Moderada
Fm Piauí - Carbonífero	0,4	0,6	0,8	0,19	Baixa
Fm Poti - Carbonífero	1	0,7	0,7	0,49	Moderada
Fm Pimenteiras e Longá - Devoniano	0,2	0,5	0,7	0,07	Baixa
Fm Cabeças - Devoniano	1	0,7	0,8	0,56	Alta
Fm Serra Grande - Siluriano	1	0,7	0,7	0,49	Moderada

Quadro 4.1-23 – 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

C) Considerações Sobre a Vulnerabilidade dos Aqüíferos

A análise dos domínios hidrogeológicos permite individualizar três compartimentos distintos no trecho Eliseu Martins – Trindade da ferrovia em estudo, cujas implicações ambientais são discutidas.

Compartimento 1: Eliseu Martins/PI a Flores do Piauí /PI

Neste compartimento, o traçado previsto para a ferrovia situa-se na Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde se destacam as chapadas e as superfícies pediplanadas, cortadas por rios de pequena a média magnitude, que as entalham, gerando interflúvios e vales pedimentados, com indícios de erosão terciária.

Quanto às formas de relevo deste compartimento, há uma alternância constante entre as altas e baixas altimetrias. As altas altimetrias são representadas pelas chapadas e serras, que apresentam vertentes íngremes em processos de ravinamento, enquanto que as baixas altimetrias são caracterizadas pelos vales fluviais, muito presente na região, sendo os dos rios Salina e Itaueira os mais significativos.

Do ponto de vista geológico, ocorrem rochas sedimentares pertencentes às formações Longá, Poti, Piauí e Cordas, além dos basaltos e diabásios da Formação Sardinha e das Coberturas Sedimentares.

Nesse compartimento identificam-se classes de vulnerabilidade baixa, moderada e alta. A baixa vulnerabilidade está relacionada às áreas de ocorrência das formações Longá, Piauí e das Coberturas Sedimentares. No primeiro caso, a baixa vulnerabilidade é resultante da natureza confinante, para os aquíferos subjacentes, dos estratos da Formação Longá, tendo em vista seu caráter argiloso, e da profundidade entre 20 e 50 metros dos níveis estáticos dos poços aí encontrados. A formação Piauí, juntamente com a formação Poti, constituem um sistema aquífero único, denominado de Poti/Piauí. A porção superior da Formação Piauí, por sua natureza muito argilosa, se comporta como um aquitardo confinando sua base e toda a Formação Poti que lhe é sotoposta. Este fato explica a baixa vulnerabilidade do Sistema Poti/Piauí nas áreas de ocorrência da Formação Piauí. No caso das Coberturas Sedimentares, como já mencionados, a grande profundidade dos níveis estáticos, acima de 50 metros, é o fator determinante para a baixa vulnerabilidade dos aquíferos dessa área.

As áreas de ocorrência das formações Poti e Corda condicionam a vulnerabilidade moderada que ocorre no trajeto. O Aquífero Poti, quando ocorre na área de afloramento da formação homônima, tem comportamento livre e zona não saturada de natureza arenosa. A vulnerabilidade moderada associada a essa formação pode ser explicada pela conjugação desses dois fatores, aliados à profundidade dos níveis estáticos dos poços tubulares aí encontrados que se situam entre 20 e 50 metros. Já a vulnerabilidade moderada associada às áreas de ocorrência da Formação Corda, que constitui um aquífero com zona não saturada areno-argilosa, deve-se ao fato da mesma também condicionar um aquífero livre, cujos poços apresentam níveis estáticos a profundidades de 20 a 50 metros.

A alta vulnerabilidade ocorre restritamente no trajeto, associada à ocorrência da formação vulcânica Sardinha. Tal índice de vulnerabilidade associado à ocorrência de uma formação ígnea é explicado pela baixa profundidade dos níveis estáticos dos poços aí encontrados, tendo em vista que essa formação aflora no fundo do vale do Rio Itaueira.

No compartimento em análise, as atenções devem ser voltadas para os escoamentos, superficiais e subterrâneos. No primeiro caso, destacam-se como vias de possíveis escoamentos de contaminantes, os rios Itaueira e Salinas, afluentes do Parnaíba. O rio Salinas margeia o traçado previsto para a ferrovia por cerca de 40 km, entre os municípios de

Pavussu, Rio Grande do Piauí e Itaueira. No caso de transporte de cargas líquidas contaminantes não se deve desprezar a possibilidade de seu carreamento fluvial até as cidades de Itaueira e Floriano/PI, ao norte da área de influência da ferrovia.

Com relação ao escoamento subterrâneo, as atenções devem priorizar as áreas de ocorrência das formações Poti, Corda e Sardinha tendo em vista seus índices de vulnerabilidade moderados e altos.

Compartimento 2: Flores do Piauí/PI a São Francisco de Assis do Piauí/PI

Neste compartimento, o traçado previsto para a ferrovia situa-se na Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde se destacam as chapadas e as superfícies pediplanadas, cortadas por rios de pequena a média magnitude, que as entalham, gerando interflúvios e vales pedimentados, com indícios de erosão terciária. A ferrovia percorre as formações Pimenteiras, Cabeças e Longa e o Grupo Serra Grande, em alguns trechos mascarados pelas Coberturas Sedimentares.

Os índices de vulnerabilidade neste compartimento variam entre altos, médios e baixos. A alta vulnerabilidade está associada à área de ocorrência da Formação Cabeças, que constitui o aquífero Cabeças, o mais importante reservatório subterrâneo da Bacia do Parnaíba. A alta vulnerabilidade do Aquífero Cabeças, em sua área de afloramento, decorre da ausência total de confinamento, da litologia predominantemente arenosa da zona não saturada e dos níveis estáticos inferiores a 50 metros, nos poços tubulares analisados.

A vulnerabilidade moderada está associada à área de ocorrência do Grupo Serra Grande, a qual decorre de fatores bastante diversos. Apesar de esta unidade constituir importante aquífero, devido à sua natureza predominante arenosa, o que facilita a infiltração e o armazenamento de água, o mesmo apresenta-se nessa região como um aquífero livre, cujos níveis estáticos são profundos, tendo em vista as cotas bastante elevadas aí predominantes.

Em função das características acima descritas, as atenções devem ser voltadas, no caso de possíveis acidentes envolvendo o transporte de cargas líquidas contaminantes, para o escoamento subterrâneo na área onde a ferrovia corre sobre o Grupo Serra Grande, tendo em vista a possibilidade de infiltração de contaminantes neste aquífero de grande importância regional.

A vulnerabilidade baixa está associada às formações Longá, Pimenteiras e às Coberturas Sedimentares. Nos dois primeiros casos, a baixa vulnerabilidade dos aquíferos que ocorrem nas áreas de afloramento dessas duas formações pouco permeáveis (devido a sua natureza predominantemente argilosa) deve-se principalmente ao fato de que estas duas formações funcionam como camadas confinantes para os aquíferos subjacentes às mesmas. A baixa vulnerabilidade associada às áreas de ocorrência das Coberturas Sedimentares, deve-se principalmente à grande profundidade dos níveis estáticos dos poços aí encontrados, tendo em vista as cotas elevadas.

No caso de possíveis acidentes com cargas líquidas contaminantes, as atenções devem ser focadas, no caso do escoamento subterrâneo, principalmente para a área de ocorrência da Formação Cabeças, em função de sua grande importância como aquífero para toda a região. Com relação ao escoamento superficial, especial atenção deve ser dada às proximidades do

Rio Fidalgo no município de São Miguel do Fidalgo, onde se encontra o Açude de São Miguel do Fidalgo, o mais importante reservatório de água superficial desse compartimento.

Compartimento 3: São Francisco de Assis do Piauí/PI a Trindade/PE

Este compartimento caracteriza-se pela predominância de rochas cristalinas do embasamento, com exceção, em Pernambuco, das manchas sedimentares das formações Santana e Exú, da Bacia do Araripe, e das Coberturas Sedimentares Terciário-Quaternárias, que destacam-se por estarem mais elevadas em relação ao seu entorno.

Em termos de riscos ambientais, ocorrem vulnerabilidades moderada e baixa. A vulnerabilidade baixa predomina no Estado de Pernambuco. Está associada às rochas sedimentares das formações Santana e Exú e às Coberturas Sedimentares. Essa vulnerabilidade de grau baixo decorre do caráter argiloso predominante nessas formações. Decorre também do fato de que tais formações, como acima mencionado, ocupam normalmente cotas elevadas em relação ao seu entorno, o que se traduz pelos profundos níveis da água nos poços tubulares (níveis estáticos) aí encontrados, superiores a 50 metros.

A vulnerabilidade moderada, nesse compartimento, relaciona-se às áreas ocupadas por rochas cristalinas do embasamento, decorrendo da natureza livre dos aquíferos fissurais cristalinos, das profundidades dos níveis estáticos dos poços, que não ultrapassam os 20 metros, e das pequenas espessuras dos solos das rochas cristalinas, que condicionam zonas não saturadas na própria rocha sã. No que diz respeito aos aquíferos fissurais, não obstante sua vulnerabilidade moderada, a infiltração de cargas contaminantes ocorreria de forma rápida, tendo em vista as pequenas espessuras do manto de intemperismo e a possibilidade de rápida infiltração nas fraturas. Apesar da extensão do comprometimento desses aquíferos ser pequena, em função das suas dimensões limitadas, os danos não devem ser descartados, uma vez que esses aquíferos são, muitas vezes, as únicas fontes de abastecimento humano e animal.

Síntese dos Recursos Hídricos Subterrâneos da All

Na All do empreendimento, ocorrem aquíferos dos domínios Fissural, em substrato de rochas cristalinas, e Poroso, em substrato de rochas sedimentares e sedimentos, os primeiros com fraco a muito fraco potencial explotável, e os últimos, com disponibilidade hídrica mais elevada, que se amplia quanto menor for a profundidade. Em termos da vulnerabilidade dos aquíferos, podem ser individualizados três grandes compartimentos: *Eliseu Martins/PI a Flores do Piauí/PI*, em que se identificam classes de vulnerabilidade baixa, moderada e alta; *Flores do Piauí/PI a São Francisco de Assis do Piauí/PI*, segmento caracterizado pela presença de aquíferos com vulnerabilidade alta, média e baixa; e *São Francisco de Assis do Piauí/PI a Trindade/PE*, trecho com ocorrência de vulnerabilidades moderadas a baixas, sendo estas últimas predominantes no Estado de Pernambuco.

Mapa 4.1-10 - Vulnerabilidade dos Aqüíferos All