

## ÍNDICE

6.2.4 -	Estudos Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos .....	1/122
6.2.4.1 -	Metodologia .....	1/122
6.2.4.2 -	Resultados .....	2/122
6.2.4.2.1 -	Caracterização Geológica das Áreas de Influência Indireta e Direta .....	2/122
6.2.4.2.2 -	Geologia Estrutural das Áreas de Influência Indireta e Direta (All e AID) .....	31/122
6.2.4.2.3 -	Caracterização Geomorfológica das Áreas de Influência Indireta e Direta .....	56/122
6.2.4.2.4 -	Unidades Geológico - Geotécnicas .....	95/122
6.2.4.2.5 -	Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica na AID .....	104/122
6.2.4.2.6 -	Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica .....	116/122
6.2.4.2.7 -	Caracterização Geotécnica das Áreas Sensíveis das Áreas de Influência Indireta (All) e Direta (AID) .....	116/122
6.2.4.2.8 -	Discussão do Risco Geotécnico .....	120/122
6.2.4.3 -	Considerações Finais .....	122/122

## ANEXOS

Anexo 6.2.4-1 Cruzamento de Variáveis de Meio Físico e Respectiva Vulnerabilidade - DIGITAL



## Legendas

Figura 6.2.4-1 - Afloramento do Grupo Urucuia. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 509.103E/ 8.677.426N.....	4
Figura 6.2.4-2 - Grupo Areado.....	6
Figura 6.2.4-3 - Em vermelho, o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas e em tons amarronzados na imagem, as ravinas e voçorocas na região de Gilbués.....	7
Figura 6.2.4-4 - Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba, modificada de Góes <i>et al.</i> (1990).....	8
Figura 6.2.4-5 - Grupo Balsas. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 383.915E/ 8.982.949N.....	10
Figura 6.2.4-6 - Perfil esquemático da Formação Pedra de Fogo.....	11
Figura 6.2.4-7 - Formação Pedra de Fogo. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 272.809E/ 8.937.081N.....	12
Figura 6.2.4-8 - Formação Riachão das Neves: meta-arcóseos e mármore. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 516.200E/ 8.713.000N.....	14
Figura 6.2.4-9 - Formação Riachão das Neves: meta-arcóseos e mármore. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 516.200E/ 8.713.000N.....	15
Figura 6.2.4-10 - Calcipelitos da Formação Sete Lagoas em acamamento tabular delgado suavemente dobrado, discordante sobre granitóides alterados, rosados.....	17
Figura 6.2.4-11 - Dolomitos da Formação Sete Lagoas.....	18
Figura 6.2.4-12 - Litotipos característicos da Formação Canabrinha.....	19
Figura 6.2.4-13 - Grupo Santo Onofre. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 748.620E/8.476.208N.....	20
Figura 6.2.4-14 - Seções geológicas na Serra do Espinhaço Setentrional, Bahia.....	21

Figura 6.2.4-15 - Coluna estratigráfica da Formação Salitre.....	23
Figura 6.2.4-16 - Sienitoide Cara Suja, Estreito e Ceraíma. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 698.897E/8.513.571N. ....	25
Figura 6.2.4-17 - Coluna estratigráfica do Grupo Rio dos Remédios na estrada Piatã - Abaíra. ....	27
Figura 6.2.4-18 - Coluna estratigráfica do Grupo Rio dos Remédios na estrada Piatã-Abaíra. ....	29
Figura 6.2.4-19 - Limites Geológicos das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.....	33
Figura 6.2.4-20 - Mapa Geológico das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.....	34
Figura 6.2.4-21 - Estruturas do Ciclo Brasileiro de Compartimentação no Paleozóico. ....	35
Figura 6.2.4-22 - Estruturas de compartimentação no Mesozóico. ....	37
Figura 6.2.4-23 - Componentes tectônicos da Faixa Rio Preto, para um corte SE-NW entre as regiões de Barreiras e Formosa do Rio Preto. ....	38
Figura 6.2.4-24 - Compartimentação Tectônica para a Faixa Rio Preto e Corte N-S Esquemático da Área.....	40
Quadro 6.2.4 - 1 - Propostas de subdivisão estratigráfica para a área estudada.....	41
Figura 6.2.4-25 - Estrutura em Leque em Seção Esquemática entre Formosa do Rio Preto e Monte Alegre dos Cardosos, BA.....	41
Figura 6.2.4-26 - Exemplo de Coluna Estratigráfica do Grupo Bambuí. ....	44
Figura 6.2.4-27 - Compartimentação Estrutural Simplificada para os Sedimentos Neoproterozóicos do Grupo Bambuí, no qual os Sedimentos Compõem Dois Cinturões Epidérmicos de Vergências Opostas Adjacente às Faixas Brasília, no Setor Oriental, e Araçuaí, no Setor Ocidental.....	46
Figura 6.2.4-28 - Mapa Geológico do Espinhaço Meridional e Regiões Adjacentes.....	48

Figura 6.2.4-29 - Estratigrafia, Sistemas Depositionais e Tectônica do Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina Centro-Oriental. ....	49
Figura 6.2.4-30 - Perfil Esquemático a Sul da Cidade de Diamantina, Mostrando os Elipsóides de Deformação Determinados em Quartzitos do Supergrupo Espinhaço.....	52
Figura 6.2.4-31 - Compartimentação Tectônica e Limites do Cráton São Francisco na Bahia. ....	54
Figura 6.2.4-32 - Ilustração do relevo em níveis topográficos ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas.....	57
Quadro 6.2.4 - 2 - Aspectos Morfológicos e Morfodinâmicos das Unidades de Relevo.....	89
Quadro 6.2.4 - 3 - Distribuição das Unidades Geomorfológicas nas Áreas de Influência.....	94
Quadro 6.2.4 - 4 - Distribuição das Unidades de Relevo nas Áreas de Influência. ....	95
Quadro 6.2.4 - 5 - Unidades Geológicas-Geotécnicas e suas Características.....	101
Quadro 6.2.4 - 6 - Atribuição de Pesos aos Horizontes Diagnósticos de Superfície. ....	106
Quadro 6.2.4 - 7 - Atribuição de Pesos Considerando a Textura.....	106
Quadro 6.2.4 - 8 - Hierarquização da Vulnerabilidade por Classe de Declividade.....	107
Quadro 6.2.4 - 9 - Matriz de Tabulação do Cruzamento entre os Solos e a Textura. ....	107
Quadro 6.2.4 - 10 - Matriz de tabulação do cruzamento entre os solos e a textura.....	109
Quadro 6.2.4 - 11 - Vulnerabilidade geotécnica e principais eventos ambientais associados.....	111
Quadro 6.2.4 - 12 - Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica.....	120



## 6.2.4 - Estudos Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos

O substrato geológico da região atravessada pelo traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas é composto por uma diversidade de unidades litoestratigráficas de idade Pré-cambriana que afloram notadamente nesta porção do território brasileiro, e, sobre esse substrato geológico, ocorrem diversas coberturas sedimentares continentais de idade cenozóica. O **Mapa Geológico - 2619-00-EIA-MP-2004, no Caderno de Mapas** ilustra as unidades litoestratigráficas presentes nas Áreas de Influência do empreendimento na escala 1:250.000.

A caracterização dos aspectos litológicos da Área de Influência do empreendimento, notadamente sob o ponto de vista geológico-geotécnico, é de suma importância para a avaliação de impactos da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas e propor medidas mitigadoras adequadas. Além dos aspectos litológicos, para a caracterização geológico-geotécnica e vulnerabilidade associadas, são considerados fatores como declividade, estabilidade de taludes e encostas, comportamento mecânico dos solos, hidrologia (susceptibilidade à inundação), clima, uso e ocupação do solo e susceptibilidade à erosão e processos erosivos instalados. A análise da vulnerabilidade geológica-geotécnica pode ser visualizada no **Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica - 2619-00-EIA-MP-2007, no Caderno de Mapas**.

### 6.2.4.1 - Metodologia

Este diagnóstico teve início com um extenso levantamento bibliográfico acerca da Geologia das Áreas de Influência da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas. Associado a esse levantamento, foi utilizado o *Geobank* da CPRM (Serviços Geológicos do Brasil) e dados do DRM (Departamento de Recursos Minerais) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Alguns mapas foram consultados para a elaboração do diagnóstico de Geologia, assim como o de Geotecnia. Foram, inicialmente, consultados os dados disponíveis no *Geobank* da CPRM, e também os relatórios de folhas geológicas do mesmo órgão. Após esse levantamento, as informações foram refinadas com análises provenientes do cruzamento desses dados com mapas temáticos do Meio Físico; são esses: o **Mapa Hidrográfico - 2619-00-EIA-MP-2003**, o **Mapa de Altimetria - 2619-00-EIA-MP-2008** e o **Mapa de Declividade - 2619-00-EIA-MP-2009, no Caderno de Mapas**. Associado a esses levantamentos e cruzamentos, foi feito um trabalho de campo de maneira a fazer verificação *in loco* das feições mapeadas.

Para a determinação dos terrenos suscetíveis a processos morfodinâmicos diversos (erosão, assoreamento, inundação, escorregamentos, dentre outros) foram realizadas as seguintes etapas:

Levantamento bibliográfico e cartográfico acerca dos aspectos geológico-geotécnicos;

Identificação de unidades geoambientais, suas características e fragilidades, a partir de uma análise integrada das informações levantadas anteriormente, e elaboração de diagnóstico sintético da área do empreendimento;

Identificação das principais ações passíveis de causar impactos no ambiente geológico-geotécnico ou componente geoambiental da área de estudo e proposição de medidas preventivas e mitigadoras.

## 6.2.4.2 - Resultados

### 6.2.4.2.1 - Caracterização Geológica das Áreas de Influência Indireta e Direta

Nesta seção será apresentada a descrição das unidades litoestratigráficas presentes no **Mapa Geológico - 2619-00-EIA-MP-2004, no Caderno de Mapas**, com seus respectivos potenciais de riscos geológico-geotécnicos.

#### 6.2.4.2.1.1 - Unidades Litoestratigráficas do Quaternário

**Depósitos aluvionares antigos (Q1a):** Areias superficiais inconsolidadas e calcarenitos finos a muito finos contendo cerca de 15% de bioclastos (predominantemente algas verdes). Localmente, apresentam estratificação cruzada e tangencial na base. É uma unidade com alta vulnerabilidade geotécnica, uma vez que o material é inconsolidado, podendo ocorrer voçorocamentos e ravinamentos.

**Depósitos aluvionares (Q2a):** Sedimentos aluvionares inconsolidados a semiconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas (depósitos de canal), quartzosas ou quartzo-feldspáticas, com níveis de cascalhos, lentes de material siltoargiloso e restos de matéria orgânica, relacionados a planícies de inundação, barras de canal e canais fluviais atuais. Às vezes são capeados por sedimentos coluvionares. É uma unidade com alta vulnerabilidade geotécnica, sendo possível a ocorrência de processos erosivos, tais como ravinamento e voçorocamento.

#### 6.2.4.2.1.2 - Unidades Litoestratigráficas do Neógeno

**Coberturas detríticas indiferenciadas (NQdi):** Sedimentos incoesos de origem eluvionar, natureza clástico-terrígena, compostos por seixos e areias de granulação grossa a fina e siltes. Alto potencial erosivo ocorrendo inicialmente sulcos superficiais evoluindo para voçorocas.

**Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (N1dl):** Coberturas detríticas formadas por solos residuais de composição argilo-arenosa e argilo-siltosa, total ou parcialmente laterizadas com presença de canga laterítica ferruginosa. Médio a baixo potencial erosivo visto a coesão da crosta laterítica, sendo possível, com o passar do tempo, devido ao descapeamento vegetativo, a ocorrência de processos erosivos superficiais.

**Depósitos colúvio-eluviais (NQc):** Sedimento areno-argiloso, conglomerático, inconsolidado, composto por fragmentos angulosos, grânulos, seixos, blocos e matacões de variados tipos de rochas, além de blocos de arenitos esbranquiçados e ferruginosos. Alto potencial erosivo caracterizado por processos erosivos que se iniciam superficialmente em forma de sulcos rasos e, posteriormente, evoluem para voçorocas.

#### 6.2.4.2.1.3 - Unidades Litoestratigráficas do Paleógeno

**Coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas (ENdl):** Latossolo areno-argilosos em superfícies onduladas e em encostas suaves relacionadas ao ciclo Sul - Americano. Médio a baixo potencial erosivo visto a coesão da crosta laterítica, sendo possível, com o passar do tempo, em função do desmatamento, o desenvolvimento de processos erosivos superficiais.

#### 6.2.4.2.1.4 - Unidades Litoestratigráficas do Cretáceo

##### Bacia Sanfranciscana

**Grupo Urucuia (K2u):** O Grupo Urucuia é caracterizado como uma unidade neo-cretácica, com espessura máxima de 400 m, constituída por arenitos finos a grosseiros, alternados a níveis de pelitos, tendo na base arenitos conglomeráticos e conglomerados. É recoberto, em grande parte, por coberturas cenozóicas aluvionares, coluvionares e eluvionares relacionadas à Formação Chapadão. (BOMFIM e GOMES, 2005). Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica, uma vez que a presença de material inconsolidado facilita

a instalação e aceleração de processos erosivos, ocorrendo processos de voçorocamentos e ravinamentos, especialmente como observado no extremo SW do estado do Piauí, na região de Gilbués, próximo ao limite com o NW da Bahia e o sul do Maranhão (**Figura 6.2.4-1**).

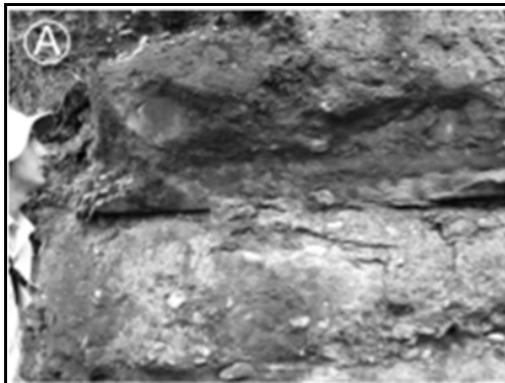


Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013

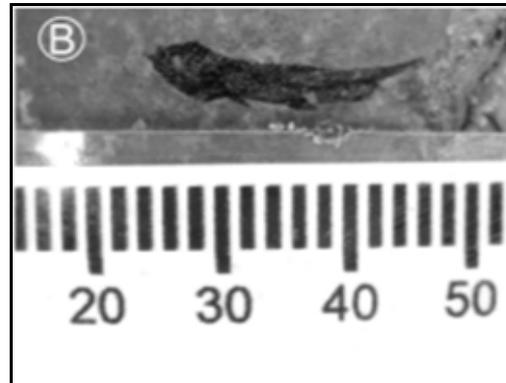
**Figura 6.2.4-1 - Afloramento do Grupo Urucua.**  
Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 509.103E/ 8.677.426N.

**Grupo Areado (K1a):** Segundo Fragoso *et al.*, 2001, foram reconhecidos no Grupo Areado três formações: Abaeté, Quiricó e Três Barras. A Formação Abaeté corresponde a arenitos líticos, por vezes conglomeráticos, variando até termos subarcosianos. Apresenta coloração branca a vermelhada e exibe estratificação cruzada acanalada e estratificação/laminação plano-paralela. O litotipo predominante corresponde a arenitos líticos, por vezes conglomeráticos, variando até termos subarcosianos. Apresenta coloração branca a vermelhada e exibe estratificação cruzada acanalada e estratificação/laminação plano-paralela. Subordinadamente há intercalações de camadas tabulares de ortoconglomerado polimítico, com matriz arenosa e clastos de siltito bege (predominante), quartzo leitoso e quartzito branco, subangulosos a subarredondados, com tamanhos que variam de seixo a bloco (**Figura 6.2.4-2**). Próximo à região da Falha de Galena ocorrem ainda lentes de brecha clasto suportada, monomítica, com clastos de tamanho seixo a matacão (até 40 cm) de calcário cinza escuro, por vezes oolítico. A

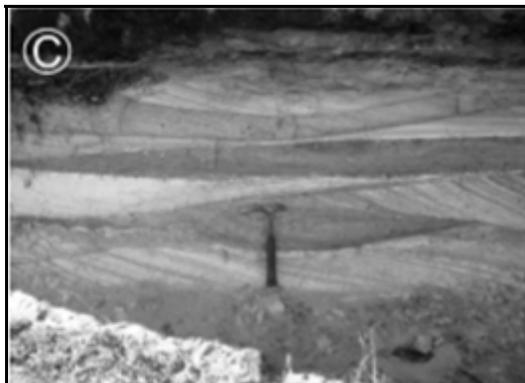
Formação Quiricó apresenta uma grande variedade de rochas predominantemente pelíticas, e subordinadamente areníticas, dominam as ocorrências da unidade na região. As frações areníticas predominam nas proximidades dos contatos inferior e superior com as unidades adjacentes. Na porção intermediária ocorrem: ritmito areno-pelítico com estratificação linsen e marcas de ondas; folhelho avermelhado, localmente com concreções carbonáticas, pelito arenoso laminado e siltito argiloso maciço. A Formação Três Barras apresenta na porção inferior uma associação de arenito com subordinadas contribuições pelíticas. Nas frações arenosas observam-se estratificações plano-paralela e cruzadas tabular, acanalada, tangencial e sigmoidal (**Figura 6.2.4-2**). Localmente, são encontradas marcas onduladas e estruturas convolutas. Os arenitos são geralmente mal selecionados, variando de fino a grosso, raramente conglomerático. As frações finas associadas correspondem a pelito vermelho maciço, localmente arenoso, ritmito areno-pelítico e argilito com cores variadas. A porção superior da Formação Três Barras aflora principalmente nas escarpas das chapadas, nas regiões leste e oeste da folha, onde ocorre diretamente sobre o Grupo Bambuí. Caracteriza-se por um espesso pacote de arenito cuja principal característica é a bimodalidade, conferida por alternâncias de lâminas de areia grossa e areia média a fina. Apresenta estratificações plano-paralela e cruzadas tabular, acanalada e tangencial, todas com sets métricos. Observa-se, ainda, intercaladas no arenito, raras camadas de argilito vermelho com gretas de contração. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica em função da facilidade de instalação de processos erosivos no material inconsolidado presente, ocorrendo voçorocamentos e ravinamentos, especialmente no extremo SW do estado do Piauí, na região de Gilbués, próximo ao limite com o NW da Bahia e o sul do Maranhão (**Figura 6.2.4-3**).



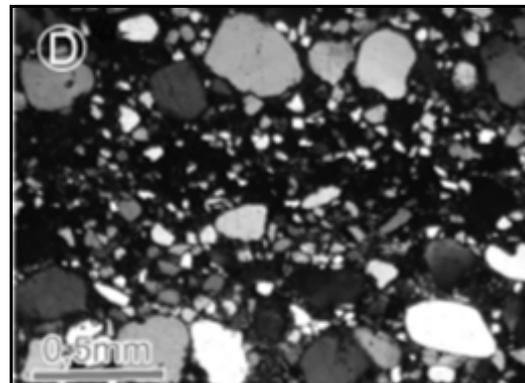
**Camadas tabulares de ortoconglomerado polimítico - fácies de leque aluvial da Formação Abaeté**



**Fóssil de peixe do gênero Dastilbe encontrado em camadas de folhelho negro da Formação Quiricó**



**Arenito com estratificações cruzadas acanalada e tangencial - fácies flúvio-deltaico da Formação Três Barras**



**Fotomicrografia exibindo bimodalidade no arenito com lâminas de areia fina, com grãos angulosos, e lâmina de areia média, com grãos arredondados -fácies eólica da Formação Três Barras**



Fonte: FRAGOSO *et al.* (2011).

**Arenito exibindo estratificação cruzada tangencial com sets métricos - fácies eólica da Formação Três Barras.**

**Figura 6.2.4-2 - Grupo Areado**

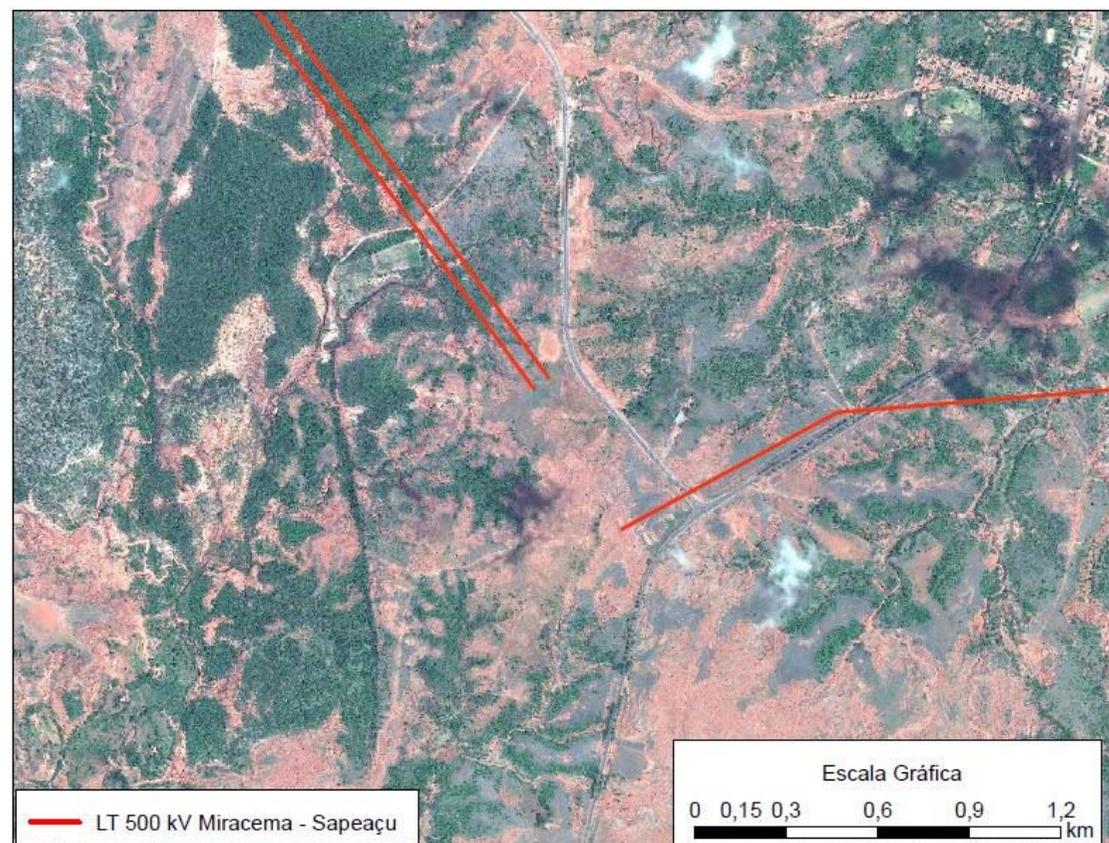


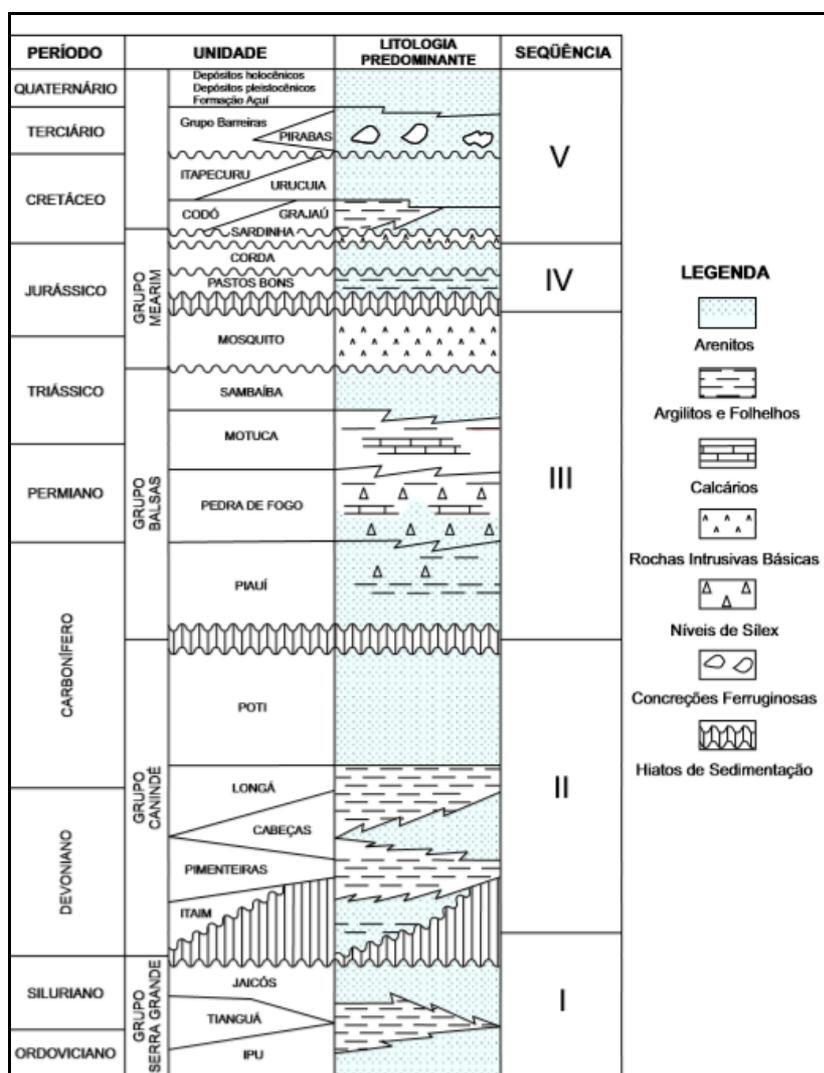
Imagem obtida em julho de 2013.

**Figura 6.2.4-3 - Em vermelho, o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas e em tons amarronzados na imagem, as ravinas e voçorocas na região de Gilbués.**

## 6.2.4.2.1.5 - Unidades Litoestratigráficas do Paleozóico

### Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba tem seu arcabouço litológico influenciado por feições estruturais do embasamento cristalino. Góes *et al.* (1990) apresentam a coluna sedimentar da bacia que possui uma espessura da ordem de 3.400 m e pode ser dividida em cinco seqüências deposicionais que podem ser observadas na **Figura 6.2.4-4**.



Fonte: Soares *et al.*, 1978 e Góes & Feijó, 1994.

**Figura 6.2.4-4 - Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba, modificada de Góes *et al.* (1990).**

**Formação Fazendinha (P4 m1bf):** A Formação Fazendinha é composta por quartzitos com hummockies associados à mica-xistos, com 1.325 m de espessura. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica em função dos litotipos intrínsecos a esta formação.

**Formação Mosquito (P4 m1bm):** A Formação Mosquito, por sua vez, é composta por biotita-xistos porfiroblásticos e metarritmitos pelito-arenosos, com 425 m de espessura.

**Formação Riacho do Bento (P4 m1br):** A Formação Riacho do Bento é composta por quartzitos com estratificações cruzadas decimétricas e marcas de corrente, meta-ritmitos areno-pelíticos com estratificações dos tipos *wavy* e *linsen*, gretas de contração e marcas de corrente, e quartzitos com estratificação cruzada de baixo ângulo a horizontal. É a unidade menos espessa de todo o pacote estratigráfico, com 400 m de espessura.

**Formação Açuruá (P4 m1pa):** A formação Açuruá compreende essencialmente ardósia e metasiltito finamente laminados com acamamento ondulado a lenticular, com lentes de metarenito fino intercalados (CPRM, 2005).

**Formação Lagoa de Dentro (PP4rrl):** A formação Lagoa de Dentro é constituída por metarenito eólico, finos a médios bem selecionados e sericíticos, intercalados com níveis metapelíticos maciços a laminados. A Formação Mangabeira é representada por quartzitos e metarenitos finos, também de origem eólica, bem selecionados, sericíticos, com intercalações de metaconglomerados de pequena espessura, com seixos de quartzito e quartzo leitoso (CPRM, 2005).

## Grupo Balsas

O Grupo Balsas (**Figura 6.2.4-5**) foi proposto por Góes (1990) para reunir o complexo clástico-evaporítico, sobreposto em discordância ao Grupo Canindé e sotoposto, também em discordância, às formações Mosquito (leste da bacia), Grajaú, Codó e Itapecuru (norte e nordeste da bacia), Urucuia (sul da bacia) e ao Grupo Mearim na parte central. É constituído por quatro formações: Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, ocupando o intervalo compreendido entre o Neocarbonífero (Formação Piauí) e o Paleotriássico (Formação Sambaíba). Na área estudada afloram a Formação Pedra de Fogo e Piauí. Este grupo apresenta alta vulnerabilidade geotécnica em função da presença de material inconsolidado podendo ocorrer voçorocamentos e ravinamentos.



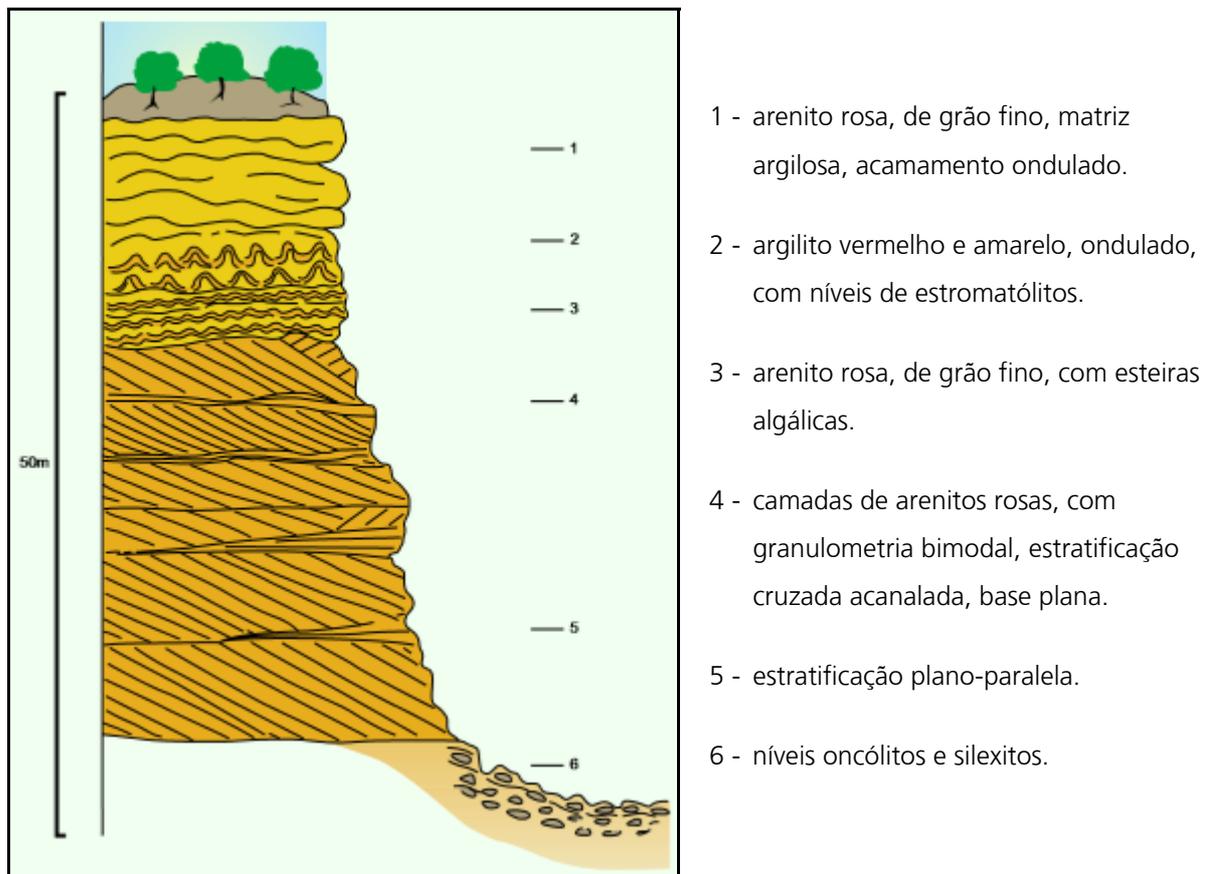
Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013.

**Figura 6.2.4-5 - Grupo Balsas. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 383.915E/ 8.982.949N.**

**Formação Pedra-de-Fogo (P12pf):** A sequência sedimentar da Formação Pedra de Fogo é marcada por arenitos róseos de granulação bimodal, com estratificação cruzada de baixo ângulo configurando dunas de grande porte com base plana. Intercalam na base níveis de oncólitos e para o topo arenitos róseos de grão fino com esteiras algálicas. No topo, os arenitos de granulação fina são vermelhos e intercalados com argilitos vermelhos. Os arenitos apresentam acamamentos lenticulares, gretas de dissecação, *tepees*, estruturas sigmoides de baixios arenosos e baixios de maré. Arenitos róseos de granulação fina intercalam esteiras algálicas e níveis de estromatólitos, conforme **Figura 6.2.4-6** e **Figura 6.2.4-7** (SANTOS, 2004).

A **Figura 6.2.4-7** ilustra as proximidades da cidade de Floriano no Piauí. Nesse local, os estratos com estratificação cruzada acanalada, de base plana, são interpretados como grandes dunas eólicas. As estratificações plano-paralelas são de sedimentação interdunas. Pelitos estromatólitos e esteiras algálicas de topo são interpretadas como superfícies

transgressivas. A coluna indica uma regressão na base, com ambiente desértico avançando sobre planícies costeiras. Os arenitos de estratificação cruzada, indicativos de dunas eólicas, são amplamente distribuídos pela paisagem (**Figura 6.2.4-7**).



Fonte: Adaptado de Santos (2004).

**Figura 6.2.4-6 - Perfil esquemático da Formação Pedra de Fogo.**



Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013.

**Figura 6.2.4-7 - Formação Pedra de Fogo.**  
**Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 272.809E/ 8.937.081N.**

Para o topo, a sequência é transgressiva, com os sedimentos pelíticos de ambientes subaquáticos onde ocorrem os níveis de atividade orgânica como esteiras algálicas e estromatólitos. A Formação apresenta, na seção superior, arenitos argilosos silicificados com níveis de esteiras algálicas e marcas de bioturbação. A sequência de sedimentação é interpretada como sendo lagunar.

**Formação Piauí: (C2pi):** Litologicamente, a Formação Piauí, no âmbito das Áreas de Influência do empreendimento, é constituída de arenitos, siltitos e folhelhos, apresentando geometria tabular com baixa lenticularidade e mostrando grande persistência lateral. Os arenitos são de granulometria fina a média com matriz caulínica, onde predominam estratificações plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo do tipo *herring bone*. Nos siltitos e folhelhos observam-se marcas onduladas com topo plano, indicando transporte para oeste. Este conjunto de rochas indica que se trata de depósitos de praia (zona litorânea), em regime de fluxo superior, associado a depósitos de planície

de maré. Apresenta média a alta vulnerabilidade geotécnica visto os litotipos associados a esta formação serem compostos por arenitos e por rochas menos friáveis, como siltitos e folhelhos. Pontualmente, apresentam baixa resistência ao serem submetidos a esforços (SANTOS, 2004).

O **Grupo Canindé** apresenta alta vulnerabilidade geotécnica em função da presença de material inconsolidado apresentando ocorrência de voçorocamentos e ravinamentos. Este grupo é representado pelas formações Poti (C1po), Longá (D3C1I), Cabeças (D2c) e Pimenteiras (D2p):

**Formação Poti (C1po):** A Formação Poti consiste em arenitos finos com ondulações truncadas (*hummocky*) e laminações plano-paralelas, além de intercalações de arenitos e folhelhos contendo estruturas *wavy* e *linsen*, mostrando marcas onduladas, caracterizando o retrabalhamento por ondas, devido, provavelmente, a tempestades. Em alguns afloramentos, as marcas onduladas indicam paleocorrente para sudoeste (SANTOS, 2004).

**Formação Longá (D3C1I):** Esta unidade é constituída por delgadas intercalações de camadas de arenitos com espessura variando de 3 a 10 cm, separadas por níveis de silte e/ou argila com 1 a 2 cm de espessura. Os arenitos geralmente apresentam estratificação plano-paralela, mostrando gradação normal e bases abruptas; às vezes laminação cruzada e marcas onduladas assimétricas, indicando transporte para sudoeste (SANTOS, 2004).

**Formação Cabeças (D2c):** Litologicamente a Formação Cabeças é representada por arenitos finos, róseo-avermelhados, grãos subarredondados, silicificados, aflorando sob a forma de blocos isolados de aspecto ruiforme, exibindo externamente disjunções poligonais (dando um aspecto de "casco-de-tartaruga") e internamente estratificação plano-paralela (SANTOS, 2004).

**Formação Pimenteiras (D2p):** A formação Pimenteiras é composta litologicamente por argilito e siltito com intercalações de arenito ferruginoso e lentes de conglomerado basal. Esta formação foi usada para identificar folhelhos e siltitos cinzas e arroxeados que afloravam próximo à Vila de Pimenteira (SANTOS, 2004).

O **Grupo Serra Grande (Ssg)**, segundo dados obtidos de publicações do Siluriano da Bacia do Parnaíba, da CPRM, diz que o grupo é formado por arenito arcoseano com lentes de conglomerado, siltito e argilito no topo. A unidade da base composta por arenitos grossos foi denominada Formação Mirador. A unidade média, denominada como Formação Tianguá, é composta por folhelhos, siltitos e arenitos finos com escassez de associações paleonológicas. Na unidade superior, ocorrem arenitos grossos a muito grossos, com alguns conglomerados, que afloram na parte leste da Serra Grande, a qual foi denominada de Formação Jaicós. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica, em função de o material ser composto por litotipos favoráveis a instalação e aceleração de processos erosivos, tais como voçorocamentos e ravinamentos (SANTOS, 2004).

#### 6.2.4.2.1.6 - Unidades Litoestratigráficas Neoproterozóicas

##### Grupo Bambuí

**Formação Riachão das Neves (NP2br):** Esta formação é formada por metarcóseo, metassiltito carbonático, metarenito feldspático e mármore. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica visto o material carbonático onde ocorrem voçorocamentos e evoluções em feições cársticas (**Figura 6.2.4-8 e Figura 6.2.4-9**).



Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013.

**Figura 6.2.4-8 - Formação Riachão das Neves: meta-arcóseos e mármore.  
Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 516.200E/ 8.713.000N.**



Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013

**Figura 6.2.4-9 - Formação Riachão das Neves: meta-arcóseos e mármore.  
Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 516.200E/ 8.713.000N.**

**Formação Serra da Mamona (NP2bm):** Segundo Meira (2013):

*“A Formação Serra da Mamona compõe a base da serra dos Tapuias, sendo caracterizada por rochas metamórficas datadas do período Criogeniano, oriundas de processos de metamorfismo regional e as rochas mais comumente encontradas são o metasiltilito, a ardósia, o metarenito, a mármore e a metamarga”.*

A Unidade Serra da Mamona inclui formação ferrífera bandada e pelitos carbonosos na base, e pelitos, quartzitos e conglomerados quartzosos no topo. A formação ferrífera bandada é constituída pelo empilhamento de lâminas tabulares maciças com variável proporção de quartzo e óxido de ferro e lâminas cinzentas ou castanhas dominadas por materiais ferruginosos. Os quartzitos e conglomerados do topo aparecem em camadas de aparência maciça, delgadas (1-10 cm), médias (10-30 cm) e espessas (30-100 cm), esverdeadas e cinzentas. As esverdeadas são ricas em fragmentos de quartzo de veio e

devem sua cor a matriz de sericita esverdeada. As camadas cinzentas, apesar da alta proporção de quartzo, devem sua cor a intraclastos de pelitos carbonosos, fragmentos de chert avermelhado e alta proporção relativa de minerais opacos na matriz quartzo-sericítica. No topo da sucessão aparecem corpos lenticulares de conglomerados grossos cinzentos. As duas sucessões formam um conjunto grano e estrato crescente para topo. A sucessão basal registra deposição em ambiente euxínico com baixo aporte de material terrígeno e a sucessão de topo representa a progradação de materiais terrígenos. O conjunto pode ser interpretado como parte de um delta em bacia relativamente fechada. Apresenta média vulnerabilidade geotécnica em função da formação ferrífera bandada, mas há litotipos associados à formação, tais como pelitos carbonosos e quartzitos que são potencialmente suscetíveis à instalação de processos erosivos, tais como ravinamentos e voçorocamentos (MEIRA, 2013).

**Subgrupo Paraopeba (NP2bp):** O Sub-grupo Paraopeba está subdividido em 4 Formações: Formação Serra da Saudade, Formação Serra de Santa Helena, Formação Sete Lagoas e Formação Lagoa do Jacaré. Essas Formações são caracterizadas basicamente por siltitos e folhelhos intercalados com calcários e dolomitos; a base da Formação Sete Lagoas é caracterizada por conglomerados e diamictitos e são denominados de Formação Jequitáí.

**Formação Serra da Saudade (NP2ss):** A Formação Serra da Saudade (COSTA & BRANCO, 1961, DARDENNE, 1978) sobrepõe-se em contato concordante e gradacional à Formação Lagoa do Jacaré. Esta unidade é representada por conjunto predominantemente pelítico. A formação se encontra sobreposta a calcários rítmicos (calcarenito/calculutito) de aspecto noduloso. Apresenta baixa vulnerabilidade geotécnica, visto o material pelítico ser favorável a processos erosivos superficiais, mas devido à impermeabilidade do material não permite a evolução de tais processos.

**Formação Serra de Santa Helena (NP2sh):** A Formação Serra de Santa Helena (COSTA & BRANCO, 1961) constitui uma sucessão sedimentar predominantemente pelítica. Assenta-se sobre a Formação Sete Lagoas em contato concordante e gradativo, representado pelo aumento gradual do conteúdo de pelitos nos carbonatos de topo da Formação Sete Lagoas. A Formação Serra de Santa Helena apresenta ampla distribuição na área, aflorando na porção sul, constituindo a base das escarpas das serras do Sabonetal, do Bom Sucesso (Lontra) e de São Francisco, em uma faixa contínua de mais

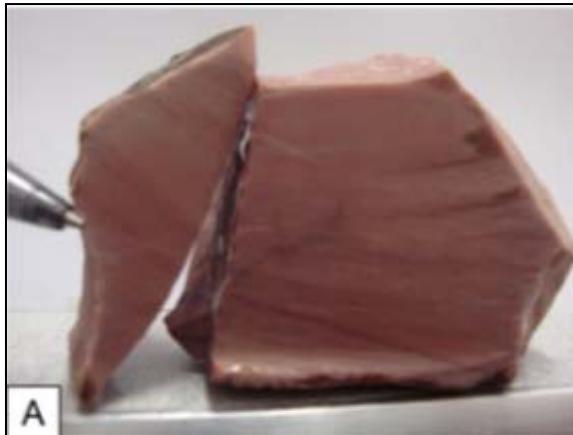
de 130 km de extensão, que engloba altitudes situadas entre 505 m e 640 m, o que perfaz uma espessura máxima de cerca de 135 m. Já na margem esquerda do rio São Francisco, esta unidade constitui a base das serras da região de Manga, Nhandutiba e Montalvânia. Apresenta baixa vulnerabilidade geotécnica, visto o material pelítico ser favorável a processos erosivos superficiais, mas devido à impermeabilidade do material, não permite a evolução de tais processos.

**Formação Sete Lagoas (NP2s11):** A Formação Sete Lagoas (COSTA & BRANCO, 1961) representa a unidade basal do Grupo Bambuí na área, sendo constituída por uma sucessão carbonática que aflora nas serras dos municípios de Januária e Itacarambi, na margem esquerda do rio São Francisco. À altura do vilarejo de São João das Missões, a continuidade desta formação é interrompida por uma falha normal de direção E-W. A partir daí, e mais para o norte, a Formação Sete Lagoas só aflora ao longo de uma estreita faixa, segundo a direção NW, na região de Montalvânia, coincidindo com uma estrutura tectônica do tipo horst-anticlinal. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica, visto o material carbonático ser altamente favorável à formação de feições cársticas (**Figura 6.2.4-10 e Figura 6.2.4-11**).



Fonte: Adaptado de CPRM, 2008.

**Figura 6.2.4-10 - Calçipelitos da Formação Sete Lagoas em acamamento tabular delgado suavemente dobrado, discordante sobre granitóides alterados, rosados.**



Dolomitos retrabalhados rosados



Camadas decimétricas maciças de doloarenitos, intercaladas com camadas finamente laminadas.



Basculamento para sul das camadas de dolomito. Notar truncamento de camadas na parte superior esquerda da foto.



Camadas decimétricas de doloarenitos e dololitos intercalados, evidenciando um espessamento para o topo a partir dos ritmos dolomíticos da Fácies Ritmitos e Pelitos.

Fonte: Uhlein *et al.*, (2012).

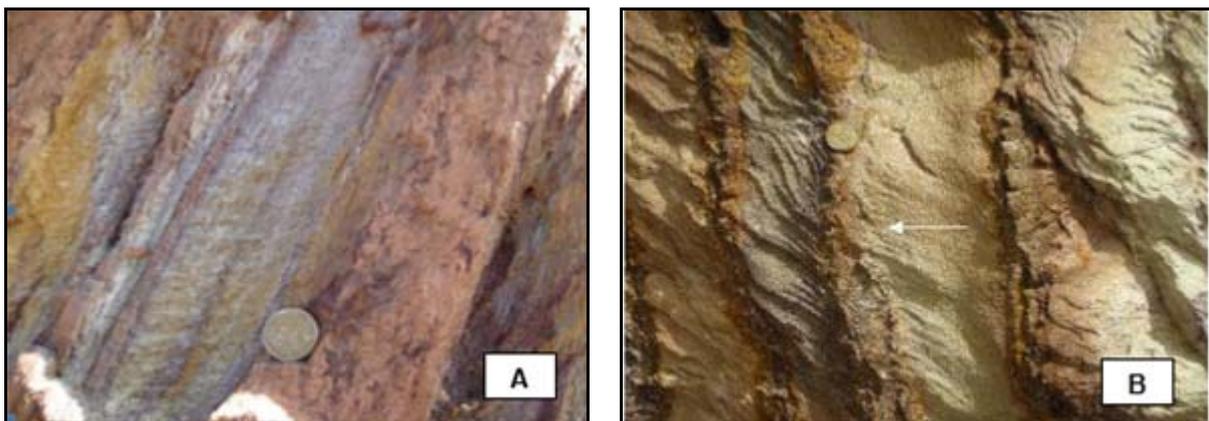
Figura 6.2.4-11 - Dolomitos da Formação Sete Lagoas.

**Formação São Desidério (NP2bd):** Esta formação é representada por mármore, metamarga e metassiltito além de mármore oolítico na base. Apresenta alta vulnerabilidade geotécnica, visto o material carbonático ser altamente favorável à formação de feições cársticas.

**Formação Bebedouro (NP2be):** Segundo Guimarães (1996), em sua dissertação de mestrado, a Formação Bebedouro é constituída de diamictitos, pelitos e arenitos, estratificados e maciços, ordenados em camadas, alternadas ou não, limitadas por contatos bruscos, erosivos e gradativos. Apresenta baixa vulnerabilidade geotécnica, visto

o material pelítico ser favorável à instalação de processos erosivos superficiais, no entanto, a impermeabilidade do material não permite a evolução de tais processos.

**Formação Canabrinha (NP2bc):** A Formação Canabrinha é composta por quartzito lítico, filito, metarritmito areno-pelítico, metadiamicrito, e, localmente, metamarga. Sua deposição ocorreu em um ambiente de talude submarino dominado por fluxos gravitacionais, tais como fluxos de lama e correntes de turbidez, em um *rift* ou *hemi-graben* assimétrico de direção leste-oeste, com uma borda falhada a sul e uma possível borda flexural a norte. Apresenta baixa vulnerabilidade geotécnica, visto o material pelítico ser favorável a processos erosivos superficiais, no entanto, devido à impermeabilidade do material, não permite a evolução de tais processos (Figura 6.2.4-12).



**A**  
Metarritmito constituído por lâminas de quartzito micáceo e mica-xisto intercalados.

**B**  
Quartzito com estratificação gradacional (granodecrescência indicada pela seta) intercalado a mica-xisto.

Fonte: Uhlein *et al.* (2011).

**Figura 6.2.4-12 - Litotipos característicos da Formação Canabrinha.**

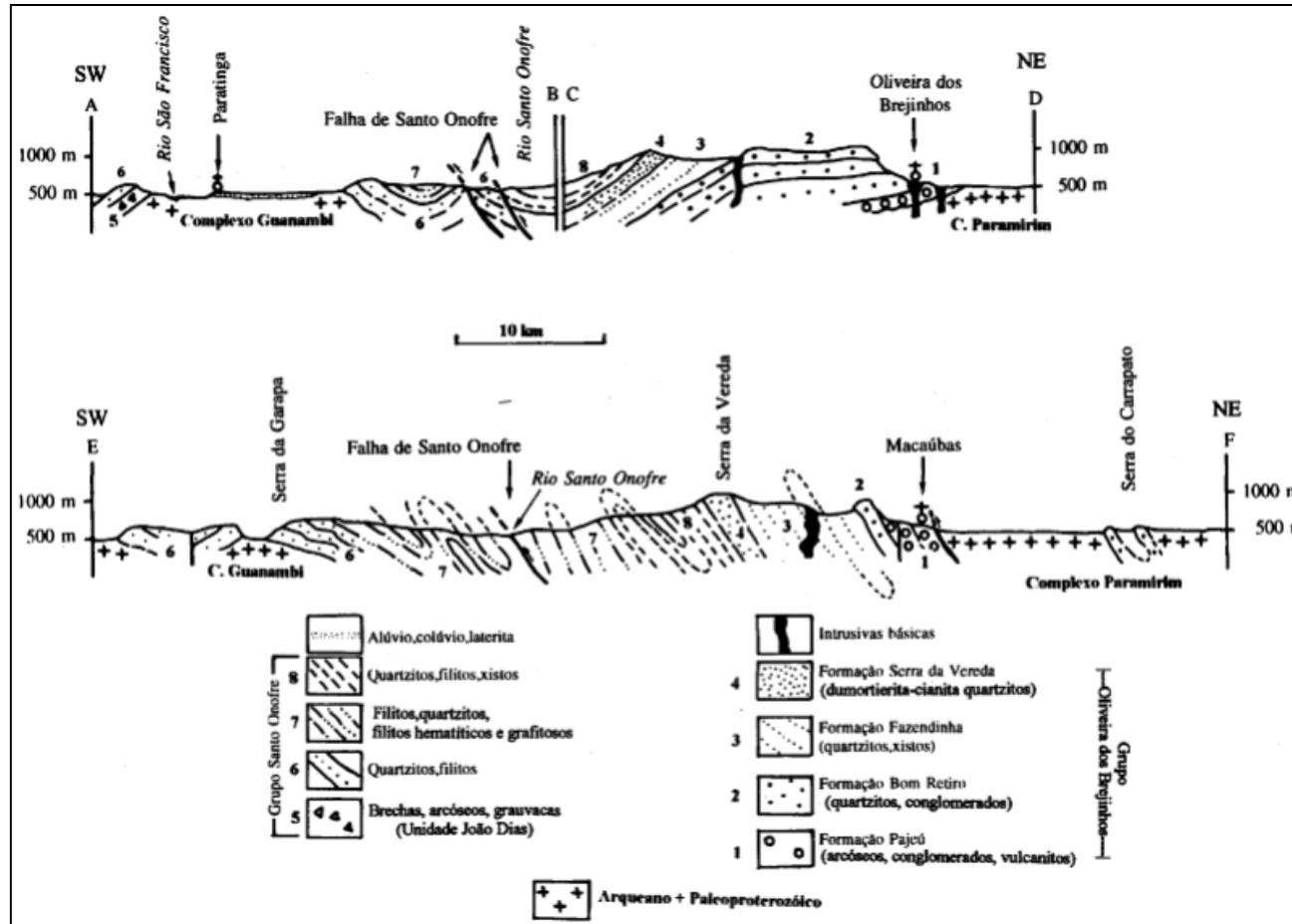
**Grupo Santo Onofre (NP1so):** O Grupo Santo Onofre redefinido por Schobbenhaus (1993), composto pelas Formações Santo Onofre e Sítio Novo, acha-se tipicamente exposto ao longo do rio Santo Onofre. Esse grupo é formado por espessas sequências de quartzitos, quartzitos com intercalações de filitos, filitos com intercalações de quartzitos e raras lentes de calcários. Os filitos têm proporções variadas de hematita, grafita e mais raramente óxidos de manganês. O teor de carbono fixo nos filitos grafitosos pode chegar a 12%. Nos filitos ocorrem também níveis ricos de cloritoide e/ou pirita. Uma unidade quartzítica de topo, com intercalações de filitos, transgride a oeste sobre rochas do

embasamento arqueano. A leste, uma sequência de quartzitos, xistos e filitos, com a presença constante de biotita, está em contato brusco com a unidade de topo do Grupo Oliveira dos Brejinhos. Apresenta baixa vulnerabilidade geotécnica, visto as unidades litológicas não apresentarem riscos de tombamentos e quedas, uma vez que as possíveis fraturas existentes em rochas quartzíticas são preenchidas por fragmentos finos dissolvidos da erodibilidade das camadas de rochas filíticas e siltosas (**Figura 6.2.4-13 e Figura 6.2.4-14**).



Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013

**Figura 6.2.4-13 - Grupo Santo Onofre.  
Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 748.620E/8.476.208N.**

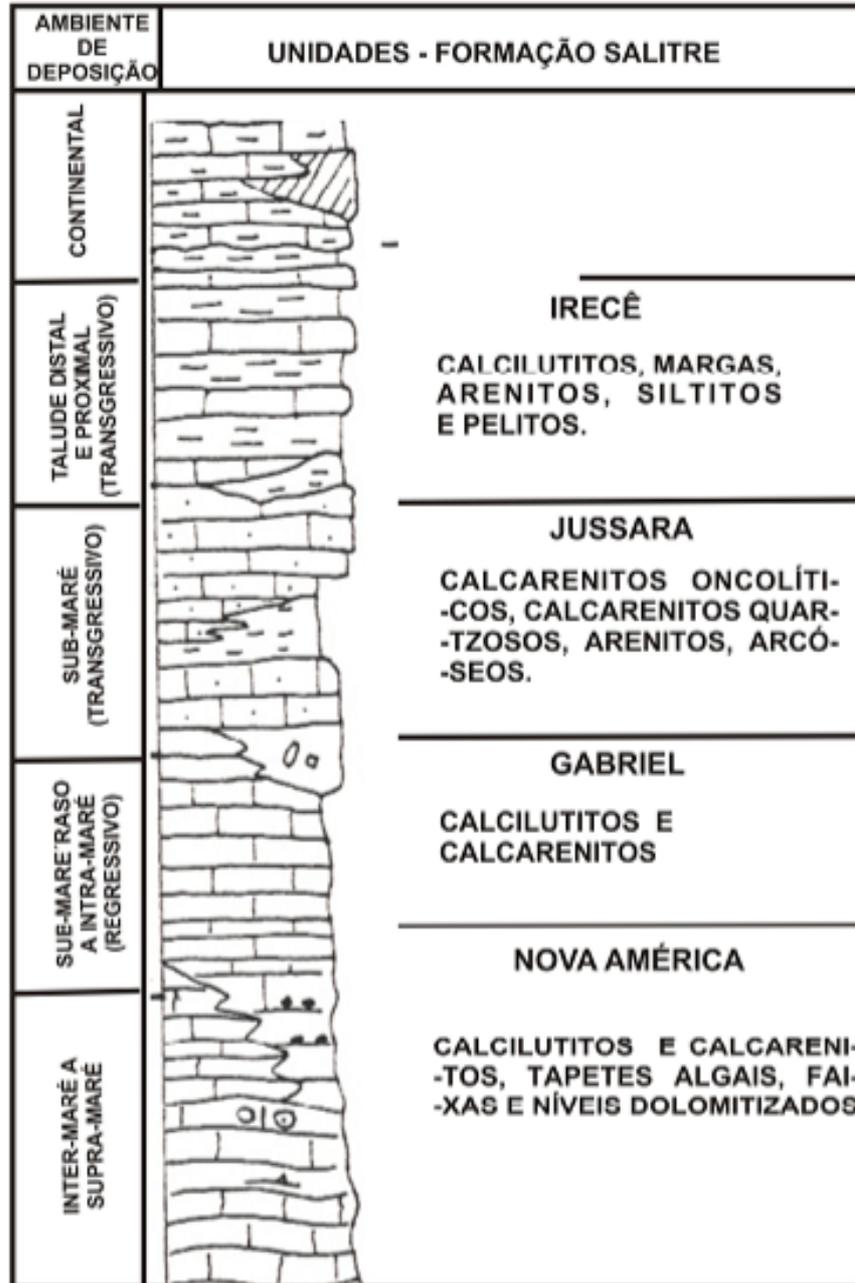


Fonte: Adaptado de Schobbenhaus (1993).

Figura 6.2.4-14 - Seções geológicas na Serra do Espinhaço Setentrional, Bahia.

**Unidades Gabriel e Nova América (NP2sa):** Formação Salitre: Para Bomfim *et al.* (1985), a unidade Gabriel, no campo, constitui, em geral, pequenos e esparsos afloramentos de forma psamítica, que não permitem melhores observações de suas estruturas. Litologicamente, a unidade Gabriel é composta por estreitas intercalações de calcissiltitos, calcilutito e calcarenito fino, caracterizados por uma coloração rósea, creme e cinza, laminação plano-paralela e presença constante de cristais cúbicos de pirita e/ou limonita. Em alguns locais, seus litotipos ocorrem em camadas e bancos maciços, cortados geralmente por veios e filmes de calcita. Pequenos corpos de rochas dolomitizadas, de coloração cinza a creme, aspecto maciço, sempre com fraturamento superficial acentuado, ocorrem associados aos litotipos do Batólito Guanambi.

Bomfim *et al.* (1985) relacionaram esta unidade a um ciclo regressivo. A principal característica desta sequência é a presença constante de estruturas sedimentares típicas de ambiente de submaré a supamaré, tais como tapetes algais, estruturas *tepees*, intraclastos, laminação cruzada e estruturas de *bird eyes*. Em diversos pontos de sua área de ocorrência, como nos arredores a sul de Lapão e no Povoado de Achado, os litotipos da unidade Nova América são caracterizados como calcarenito róseo com forte recristalização e indícios de dolomitização, que mostram comumente estratificação cruzada acanalada. Nestes locais observam-se níveis incipientes de estromatólitos algais colunares de pequeno porte, do gênero *Jurusania* Krylov, que apresentam alto interesse econômico por seu conteúdo fósforo (Bomfim *et al.*, 1985). Apresenta alto potencial de risco podendo ocorrer processos erosivos superficiais evoluindo para voçorocas e feições cársticas (**Figura 6.2.4-15**).



Fonte: Bonfim *et al.*, (1985).

**Figura 6.2.4-15 - Coluna estratigráfica da Formação Salitre.**

#### 6.2.4.2.1.7 - Unidades Litoestratigráficas Mesoproterozóicas

**Grupo Rio Preto (M<sup>3</sup>n1rp):** xisto e filito grafitosos, sericíticos e granadíferos com intercalações de quartzito, metaconglomerado e raro anfíbolito. A vulnerabilidade geotécnica dessa unidade é baixa.

**Formação Viramundo (MP3sm) e Formação Garapa (MP3sp):** As formações Viramundo (máx. de 9.500 m) e Garapa ( $\pm 1.500$  m) são litologicamente semelhantes e consistem de arenitos muito finos a grossos, raramente muito grossos, puros a feldspáticos e com estratificação cruzada diversa. Darferder e Dardenne (2002) definiram que camadas e lentes de metapelito são subordinados, mas, em particular na Formação Viramundo, ocorrem como alguns horizontes espessos (Unidade Umbuzeiro de Costa & Silva, 1980). Localmente, ocorrem leitos de microconglomerado. O Membro Sucurial tem cerca de 300 m de espessura e consiste de mármores dolomíticos e calcíticos com estromatólitos, situados entre metapelitos basais e metarenitos da Formação Garapa (DARFERDER e DARDENNE, 2002). A vulnerabilidade geotécnica dessa unidade é alta, uma vez que os arenitos são suscetíveis a processos erosivos tais como voçorocamento e ravinamento e feições ruiformes, gerando cavidades muitas das vezes obliteradas por depósitos secundários inconsolidados.

**Formação Tombador - fácies 2 (MPt2):** Segundo Pedreira e Rocha (2002), a Formação Tombador, que foi descrita na primeira década do século passado, está depositada sobre um embasamento constituído por ortognaisses TTG (tonalito-trondhjemitó-granodiorito), rochas metavulcânicas ácidas, granodioritos e monzonitos porfiroclásticos. Na serra do Tombador propriamente dita, ao longo da rodovia BR-324, pode ser observada a discordância (não-conformidade) entre este embasamento e as rochas da Formação Tombador. De acordo com Pedreira e Rocha (2002):

*“Eles consistem em arenitos com granulometria bimodal e estratificação cruzada de grande porte. Na parte intermediária da formação, os conjuntos de estratificação cruzada, que possuem níveis com marcas de pingos de chuva, estão truncados por superfícies materializadas por camadas delgadas de arenito com estratificação plano-paralela. Essas superfícies são interpretadas como produto de subidas descontínuas do lençol de água subterrânea. As litologias e estruturas sedimentares da Formação Tombador a caracterizam como um paleodeserto perfeitamente preservado. Devido a uma elevação do seu nível, o mar transgrediu sobre a Formação Tombador, depositando sobre ela argilitos e siltitos da Formação Caboclo, em um ambiente de planície de maré.”*

Os arenitos bimodais da Formação Tombador são explorados como lajes para o revestimento de pisos. Apresenta médio potencial geológico-geotécnico uma vez que unidades ortognáissicas não são suscetíveis a processos erosivos, salvo quando há forte intemperismo da litologia favorecendo feições erosivas superficiais, como escorregamentos e ravinamentos.

#### 6.2.4.2.1.8 - Unidades Litoestratigráficas Paleoproterozóicas

Do ponto de vista de riscos geotécnicos, as unidades litoestratigráficas Paleoproterozóicas apresentam baixo potencial geológico-geotécnico podendo ocorrer feições erosivas superficiais como escorregamentos.

**Batólito de Ganambi (PP23<sub>v3</sub> mg):** Sienito, quartzo-sienito, monzonito, quartzo-monzonito, e subordinadamente monzodiorito, granito e monzogabro, alcalino-potássicos/ultrapotássicos.

**Sienitoides Cara Suja, Estreito e Ceraíma (PP23 λg):** Compreende sienito, quartzo-sienito e monzonito alcalino-potássicos/ultrapotássicos (**Figura 6.2.4-16**).

**Formação Açuruá (PP4pa):** Metargilito e metassiltito com lentes de metarenito.



Fonte: Trabalho de Campo Ecobrand - julho de 2013

**Figura 6.2.4-16 - Sienitoide Cara Suja, Estreito e Ceraíma.  
Coordenadas UTM/SIRGAS2000 F23 698.897E/8.513.571N.**

**Granitoide Milagre (PP2γ4 mm):** Compreende leucogranito, granodiorito e charnockito, foliados, calcialcalinos de alto K, peraluminosos. 2158 Ma Rb-Sr (Itaberaba) e 2154 Ma Rb-Sr (Pedra d'Água).

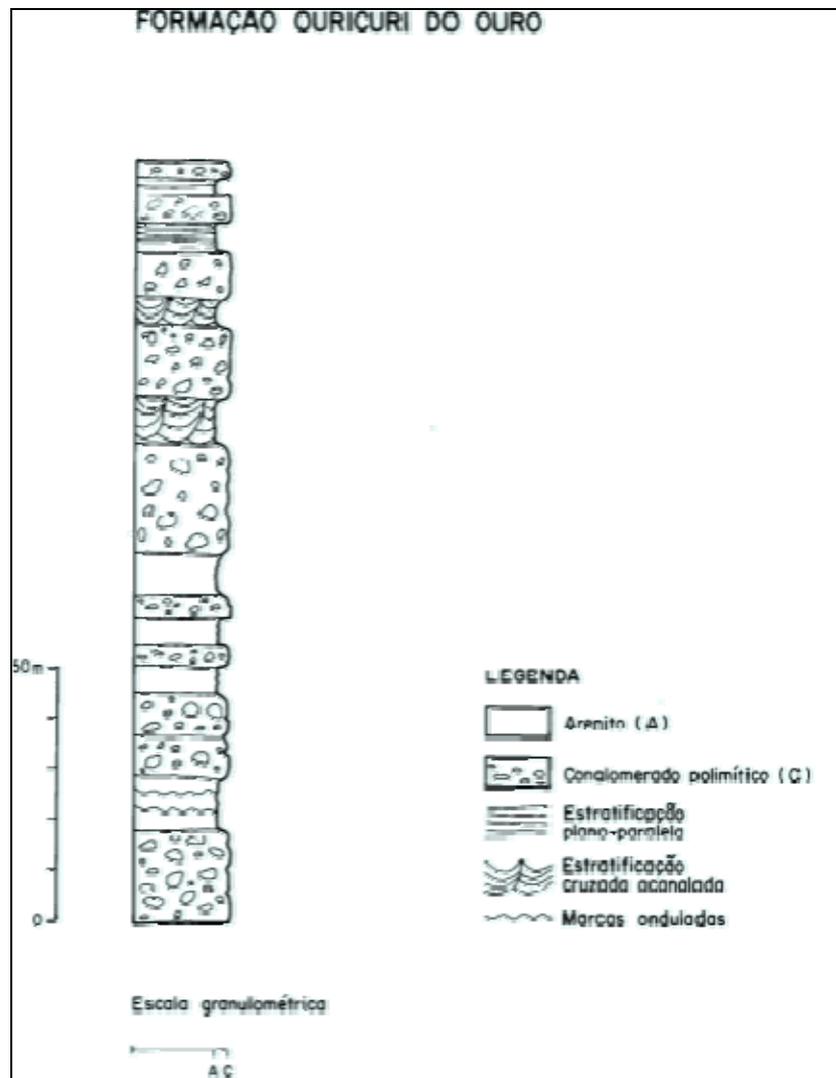
**Granito de Jussiape (PP2γju):** Granito e granodiorito, em partes porfíricos e com fácies subvulcânicas, localmente foliados/milonitizados, calcialcalinos de alto K, metaluminosos.

**Granitoides de Pé de Serra do Ipirá (PP2γ4 mp):** Esta suíte compreende granito, granodiorito e monzonito, calcialcalinos de alto K a alcalinos, metaluminosos a peraluminosos. 2078 Ma Pb-Pb.

**Granitos Caculé e Rio do Paulo (PP3γ4 mc):** Compreende anfibólio-biotita monzogranito, localmente foliado, calcialcalino de alto K, metaluminoso 2019 Ma Pb-Pb.

**Granitos das regiões de Iramaia e Contendas - Mirante (PP3,4pc):** Compreende leucogranito, biotita-muscovita granito e biotita granito, calcialcalinos de alto K, peraluminosos. 1974-1929 Ma Rb-Sr.

**Formação Ouricuri do Ouro (PP4rro):** A Formação Ouricuri do Ouro, representada na **Figura 6.2.4-17**, está comumente sobre o embasamento cristalino, mas a sudeste de Ibitara é concordante com o Grupo Rio dos Remédios; o contato superior com a Formação Mangabeira é gradativo. Ela consiste em um conglomerado mal classificado formado por seixos e matacões bem arredondados de quartzitos, quartzo leitoso, gnaiss, itabirito e rochas metavulcânicas ácidas. A sua matriz é arenosa, arcósiana, areno-argilosa ou quartzo-sericítica. Localmente contém pequenas intercalações de quartzito conglomerático, arcóseo e rochas vulcânicas ácidas (SCHOBENHAUS & KAUL, 1971).



Fonte: SILVA, 1994.

**Figura 6.2.4-17 - Coluna estratigráfica do Grupo Rio dos Remédios na estrada Piatã - Abaíra.**

**Complexo Lagoa Real - ortognaisses (PP4v11):** O Complexo Lagoa Real (COSTA *et al.*, 1985) é constituído por meta-granitóides com idades em torno de 1,7 Ga (TURPIN *et al.*, 1988; CORDANI *et al.*, 1992), gnaisses e albititos da Suíte Intrusiva Lagoa Real (ARCANJO *et al.*, 2000) e por um conjunto de diabásios, anfibolitos e charnoquitos que ocorrem intercalados com os litotipos daquela suíte. Esse Complexo compreende o sienito São Timóteo e os ortognaisses adjacentes, além de albititos, epidositos e oligoclasitos, localmente mineralizados em urânio. Anfibolitos ocorrem como enclaves deformados dentro dos ortognaisses. Tais rochas hospedam-se em zonas de cisalhamento

compressionais de idade brasileira. Na altura da cidade de Caetité, Bahia, essas zonas de cisalhamento foram responsáveis pela colocação desse Complexo sobre as unidades do embasamento e essas sobre os metassedimentos do Supergrupo Espinhaço.

**Grupo Rio dos Remédios (PP4rr) (Figura 6.2.4-18):** A formação Rio dos Remédios é constituída por vulcanitos ácidos a intermediários (metarriolito, metadacito e metarriodacito) em parte porfirítico, em geral xistificados, calcialcalinos de alto K, peraluminosos.

**Formação Areião (PP3ca):** Pertence ao Grupo Contendas-Mirante, engloba litotipos metaarcóseo e metasubarcóseo, com níveis locais de metaconglomerado.

#### 6.2.4.2.1.9 - Unidades Litoestratigráficas Arqueanas

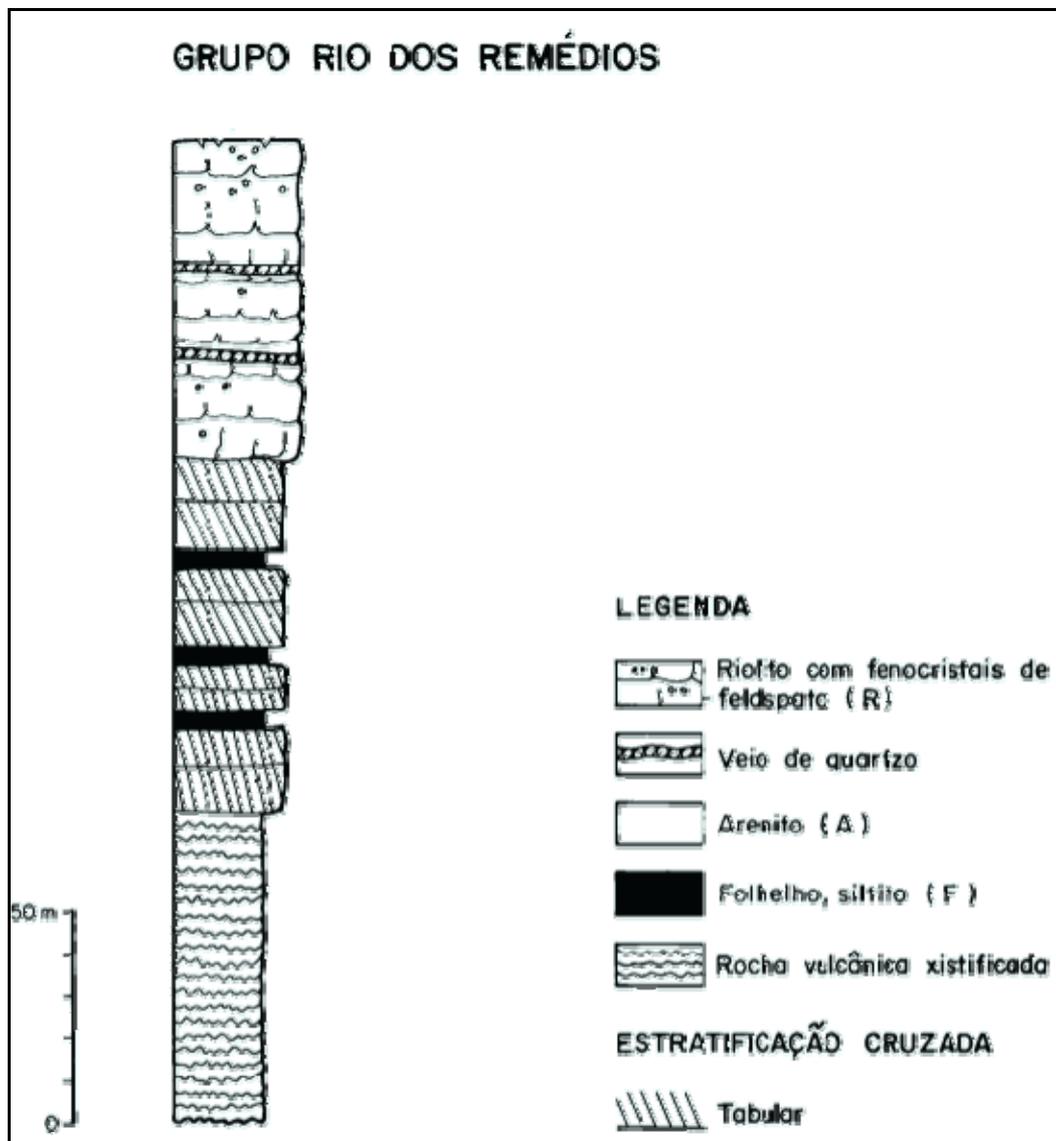
Do ponto de vista geológico-geotécnico, os litotipos que compreendem estas unidades litoestratigráficas arqueanas apresentam baixo potencial geológico-geotécnico, podendo ocorrer feições erosivas superficiais como escorregamentos.

**Complexo Cristalândia do Piauí (A4pp2cb):** Orto e paragneisse, às vezes migmatíticos, com níveis de rochas metamáfica, metaultramáfica e calcissilicática e metachert ferrífero, milonitizados.

**Complexo Riacho de Santana - Unidade Inferior e Intermediária (A3rs1):** Compreende metakomatiíto, metabasalto e metagabro tholeíticos, xisto aluminoso, mica xisto, rocha calcissilicática, formação ferrífera, quartzito, metachert, mármore e grafita xisto.

**Complexo Riacho de Santana - unidade superior (A3rs2):** Compreende quartzito, metachert, mármore, formação ferrífera e rocha calcissilicática.

**Formação Rio Gavião / Mirante (A4PP1 cm):** Composta por filito e metagrauvaca, xisto, por vezes noduloso e localmente migmatizado com intercalações de metabasaltos e metandesito calcialcalinos e metarcósio metagrauvaca.



Fonte: SILVA, 1994.

**Figura 6.2.4-18 - Coluna estratigráfica do Grupo Rio dos Remédios na estrada Piatã-Abaira.**

**Ortognaisse granulítico, enderbítico e charnockítico (A4co):** Compreende ortognaises enderbítico a charnockítico, em parte migmatíticos, calcialcalinos e baixo e médio K, com enclaves de metamafito e metaultramafito.

**Complexo Jequié - charnockitos alcalinos (A4jc3):** Olivina charnockito alcalino, metamorfolizado na fácies anfíbolito.

**Complexo Jequié - ortognaisses (A4jo):** Biotita-hornblenda ortognaisse, calcialcalino de baixo-K, às vezes migmatizado.

**Corpos metamórficos e metaultramáficos (APmu):** Compreende rochas metamáficas e metaultramáficas, como: serpentinito, piroxenito, tremolita-actinolita xisto, cloritito e hornblendito.

**Formação Barreiro Dantas e Jurema-Travessão (A23cb):** Composta por rocha metapiroclástica félsica, metagrauvaca, metapelito, metachert, formação ferrífera e metarriolito subvulcânico metavulcanitos máfico (tholeítico) e félsico (tholeítico e subordinadamente calcialcalino) 3010 Ma Pb-Pb, com intercalações de rochas metassedimentares químico exalativa e detríticas.

**Complexo Gavião, ortognaisse migmatítico (A23gm):** O complexo Gavião é constituído por ortognaisses migmatítico tonalítico-trondhjemitico-granodiorítico, com enclaves máfico e ultramáfico, e os granitóides anorogênicos, denominados de granitóides Abaira-Jussiape. São constituídos por granito e granodiorito, em parte porfirítico e com fácies subvulcânicas, localmente foliados/milonitizados.

**Complexo Riacho de Santana, Migmatitos (A2gr):** Compreende ortognaisse migmatítico, tonalítico-granodiorítico com enclaves máficos e restos de rochas supracrustais.

**Ortognaisses TTG Migmatítico (A2 mo):** Compreende ortognaisses TTG (tonalito-trondhjemitico-granodioritos) migmatizados com intercalações descontínuas de metabasitos.

**Complexo Ibitira - Ubiraçaba (A34iu):** Este complexo compreende intercalações de metarenitos impuros, metapelitos, quartzitos e migmatitos, anfibolitos, metabasaltos e ortognaisses, além de quartzitos com coloração bege e granulação média. Intercalações de xistos granatíferos, mármore, anfibolitos e metabasaltos indiferenciados.

**Granulitos indiferenciados (A34jg):** Composta por ortognaisse charnockítico a enderbítico, calcialcalino normal, com enclaves de rocha metamáfica granulítica; gnaisse quartzo-feldspático e restos de rochas supracrustais.

**Complexo Santa Isabel (A34si):** Nos ortognaisses do Complexo Santa Isabel estudados podem ser reconhecidos tonalito cinza, granodioritos, enclaves máficos anfibolíticos e piroxenitos, além de uma variedade de granitos e zonas migmatizadas. Predominantemente, nos domínios migmatizados, o neossoma é constituído por granitóides cinza-claros a bege. Em geral, a intensidade da migmatização cresce de sul para norte e as feições são do tipo *nebulíticas*, *shollen*, *schilieren*, *surreitica* ou dilatação.

**Complexo Paramirim, Ortognaisses (A3po):** O Complexo Paramirim é constituído por gnaisses bandados, por vezes migmatíticos, com estruturas diversas evoluindo para os tipos mais mobilizados, como *schlieren* e *nebulíticos*.

#### 6.2.4.2.2 - Geologia Estrutural das Áreas de Influência Indireta e Direta (AII e AID)

Nesta seção será apresentada a geologia estrutural das principais unidades geológicas que compõem a Área de Influência no que tange a Bacia do Parnaíba e o Cráton do São Francisco, como já exemplificado na geologia regional.

##### 6.2.4.2.2.1 - Metodologia

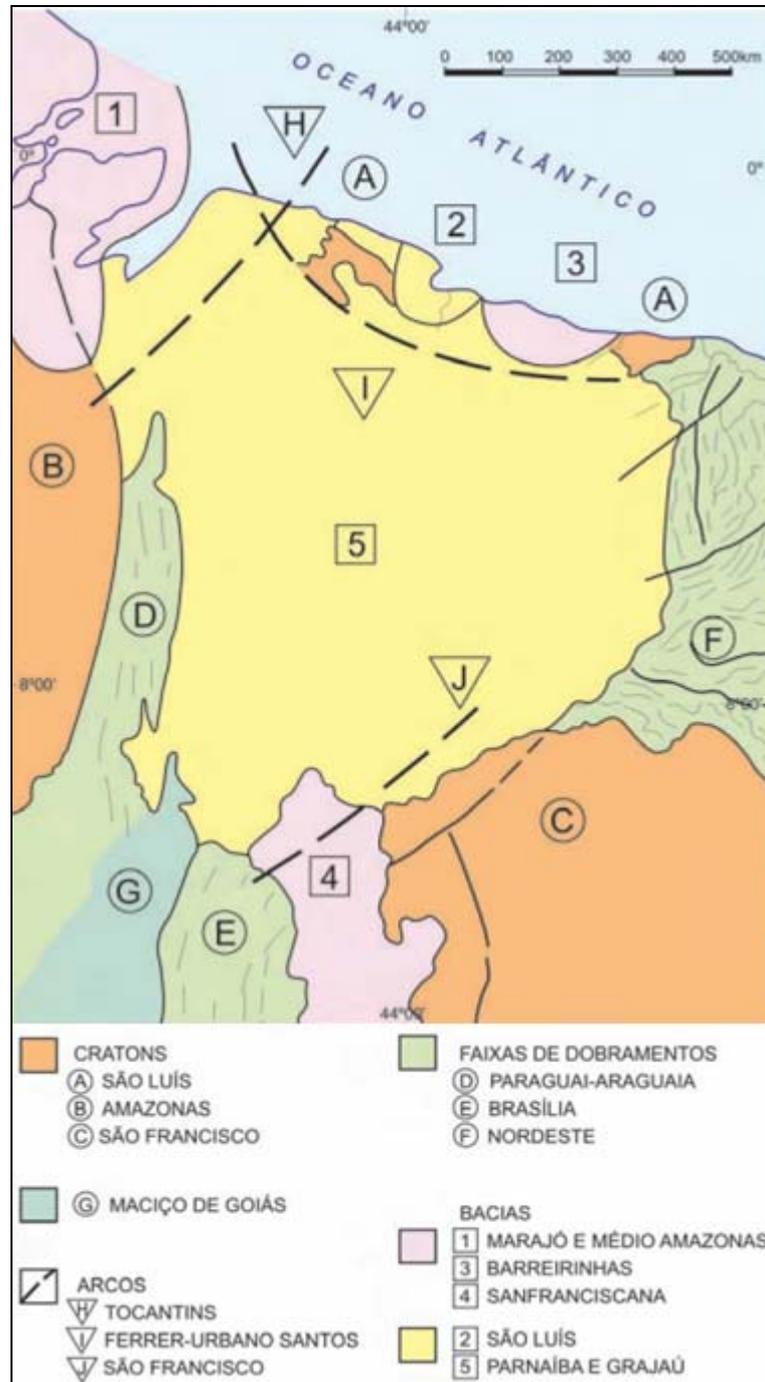
A Bacia do Parnaíba foi recentemente interpretada por Góes (1995) e Góes & Coimbra (1996) e redefinida como Província Sedimentar do Meio Norte. Foi dividida em quatro bacias menores, com gêneses distintas: Parnaíba (Siluriano-Triássico), Alpercatas (Jurássico-Eocretáceo), Grajaú (Cretáceo) e Espigão Mestre (Cretáceo). Góes & Rosseti (2001) demonstraram que as bacias do Grajaú e São Luís pertencem ao mesmo arcabouço estrutural com a história evolutiva e sedimentação relacionadas, denominando a área como Bacia de São Luís- Grajaú.

Os limites com o embasamento são efetuados ao norte pelo Cráton de São Luís; a oeste pelo Cráton do Amazonas, a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia e o Maciço de Goiás; ao sul pela Faixa de Dobramentos Brasília, e a leste pelo Cráton do São Francisco e pela Faixa de Dobramentos Nordeste. A compartimentação estrutural é feita pelo Arco do Tocantins localizado a noroeste, separando-a das bacias de Marajó e Médio Amazonas; pelo Arco de São Francisco situado a sul e sudeste, separando-a da Bacia Sanfranciscana (**Figura 6.2.4-19**).

A formação da Bacia do Parnaíba foi classificada por Figueiredo & Raja Gabaglia (1990) como poligenética, iniciando-se como fratura interior continental, durante o Cambro-Ordoviciano, passando a sinéclise interior continental, a partir do Siluriano.

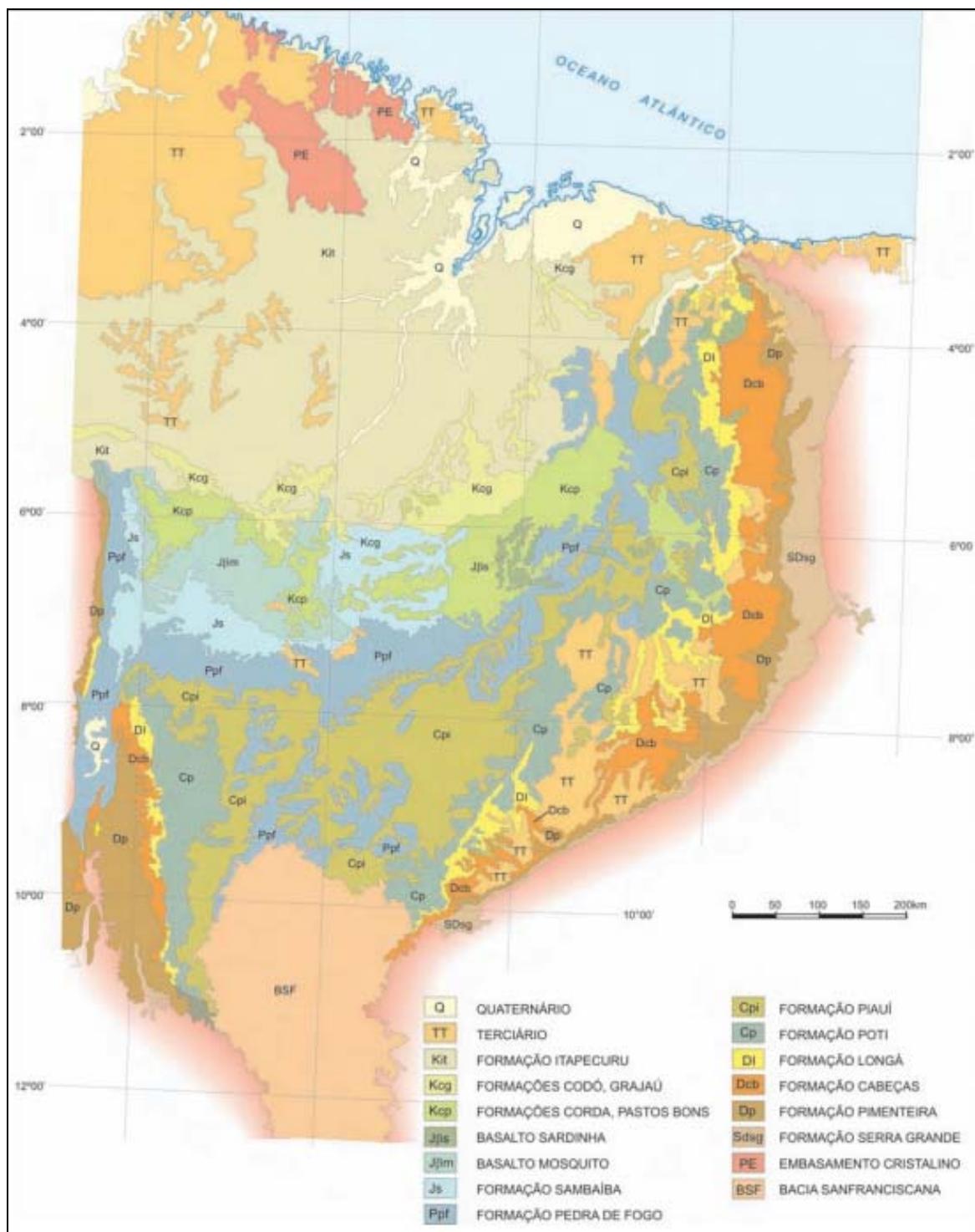
Góes (1995) redefiniu a área aflorante da Bacia do Parnaíba e denominou as rochas provenientes de vulcanismo como Anfíclise de Alpercatas. Estas rochas básicas e as pertencentes às formações Corda e Pastos Bons, demarcadas pelo elemento estrutural de Xambioá, de orientação leste-oeste, passaram a compor a Bacia de Alpercatas (GÓES & COIMBRA, 1996). Entretanto, é importante ressaltar que os trabalhos nesta área não são suficientes para adoção desta nomenclatura.

As unidades litoestratigráficas aflorantes que foram mapeadas pela CPRM (LIMA & LEITE, 1978) e adotadas no mapa geológico do Brasil, escala 1:2.500.000 (SCHOBENHAUS *et al.*, 1981), foram as utilizadas no presente trabalho (**Figura 6.2.4-20**).



Fonte: Adaptado de Santos (2004).

Figura 6.2.4-19 - Limites Geológicos das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.



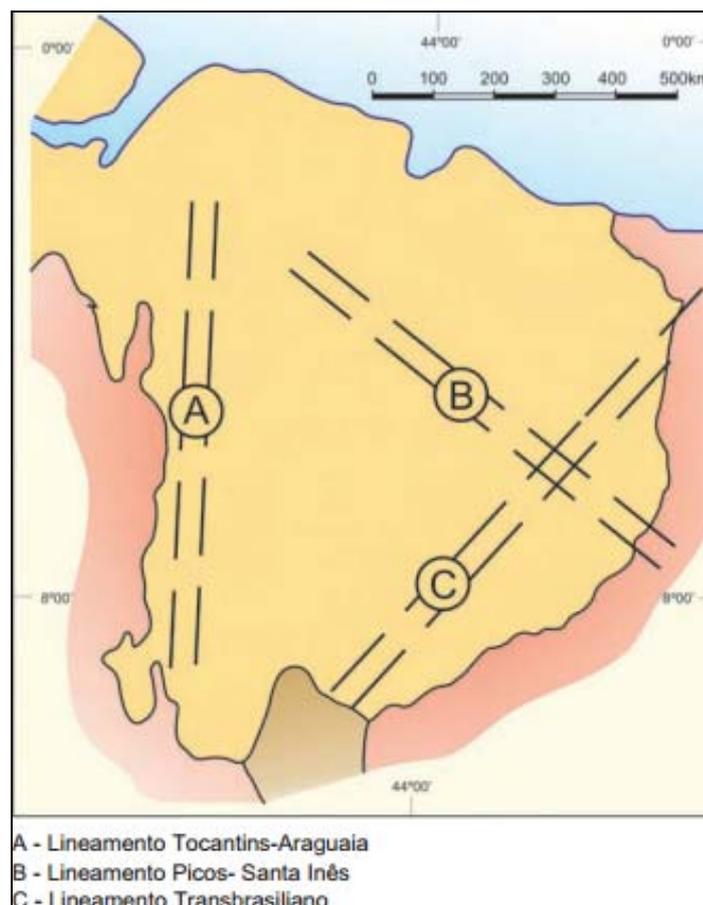
Fonte: Adaptado de Lima & Leite (1978) e Schobbenhaus *et al.* (1981).

**Figura 6.2.4-20 - Mapa Geológico das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.**

#### 6.2.4.2.2 - Tectônica e Estratigrafia

Em um trabalho publicado pela CPRM, Santos e Carvalho em 2004 citam a evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Parnaíba. Referem que Cunha (1986) e outros autores reconheceram as estruturas do Ciclo Brasileiro que atuaram na compartimentação da Bacia, durante o Paleozóico. São pertencentes à direção nordeste do Lineamento Transbrasiliano, noroeste do Lineamento Picos-Santa Inês e norte-sul do Lineamento Tocantins-Araguaia (**Figura 6.2.4-21**).

Após o término do Ciclo Brasileiro (Cambro-Ordoviciano), por subsidência termomecânica, os grabens foram preenchidos pelo progressivo afundamento ao longo das faixas tectonicamente instáveis, a partir do final do Ordoviciano (CAPUTO & LIMA, 1984).



Fonte: Adaptado de Fortes (1978).

**Figura 6.2.4-21 - Estruturas do Ciclo Brasileiro de Compartimentação no Paleozóico.**

No Paleozóico, os eventos que ocorreram na margem oeste da América do Sul, então pertencente ao continente Gondwana, tiveram influência na Bacia do Parnaíba. Em termos paleobiogeográficos, as faunas marinhas do Siluriano, Devoniano e Carbonífero mostram afinidades com outras de mesma idade, registradas no proto-oceano Pacífico.

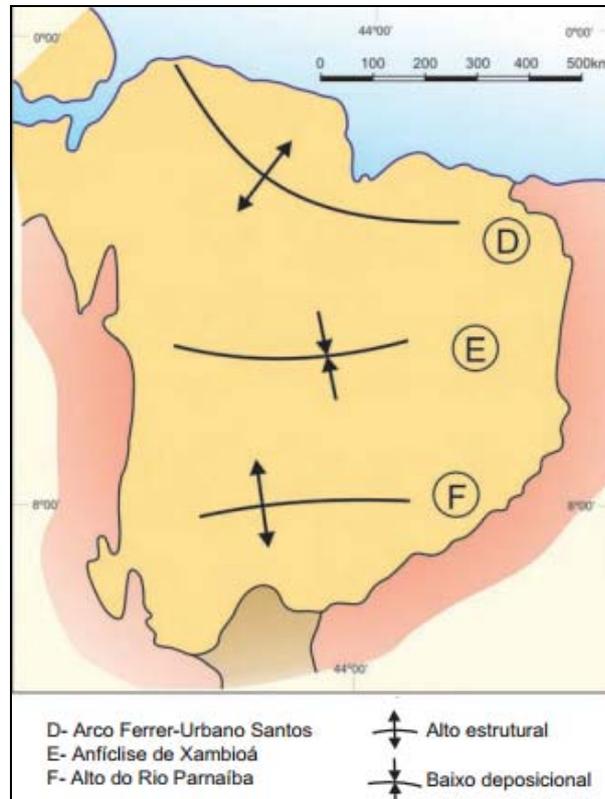
No Carbonífero, foram iniciados os movimentos precursores de agregação do supercontinente Pangea, ligado à Orogenia Eoherciniana (GÓES & FEIJÓ, 1994). O primeiro reflexo foi o arqueamento do Alto do Rio Parnaíba (CASTELO BRANCO & COIMBRA, 1984 *apud* SANTOS & CARVALHO, 2009), deslocando o depocentro da bacia para noroeste.

No Permiano, a Antéclise Tocantins-Araguaia e o Arco Tocantins se elevaram, e as comunicações entre as Bacias Amazonas e Parnaíba foram encerradas. Na continuidade até o Triássico, a área deposicional foi deslocada para o centro da bacia finalizando o ciclo continental com as formações Motuca e Sambaíba.

No Mesozóico, os principais elementos tectônicos regionais foram a Estrutura de Xambioá de orientação leste-oeste, situado no centro da bacia; o Arco Ferrer-Urbano Santos delimitando as pequenas bacias marginais associadas à abertura do Atlântico Sul Equatorial, e o Alto do Rio Parnaíba (GÓES, 1995) (**Figura 6.2.4-22**).

No Jurássico e Cretáceo, os derrames e diques de diabásio, que são rochas de ambientes distensionais indicam os efeitos da separação dos continentes. As unidades litoestratigráficas do Cretáceo Inferior e início do Cretáceo Superior estão associadas com a subsidência relacionada ao desenvolvimento do rifte atlântico (SANTOS, 2004).

As unidades litoestratigráficas do Paleozóico ao Triássico correspondem à Bacia do Parnaíba. No Jurássico e Cretáceo Inferior as unidades de diabásio-basaltos, e as Formações Corda e Pastos Bons correspondem à Bacia de Alpercatas, demarcada pelo elemento estrutural de Xambioá, de orientação leste-oeste, que de alto interno no Paleozóico passou a eixo deposicional no Mesozóico. Esta bacia ainda é pouco estudada. Na Bacia de São Luís - Grajaú, as unidades com idade entre Aptiano e Neocretáceo compreendem as Formações Grajaú, Codó, Itapecuru, Alcântara e Cojupe (SANTOS, 2004).



Fonte: Adaptado de Góes (1995).

**Figura 6.2.4-22 - Estruturas de compartimentação no Mesozóico.**

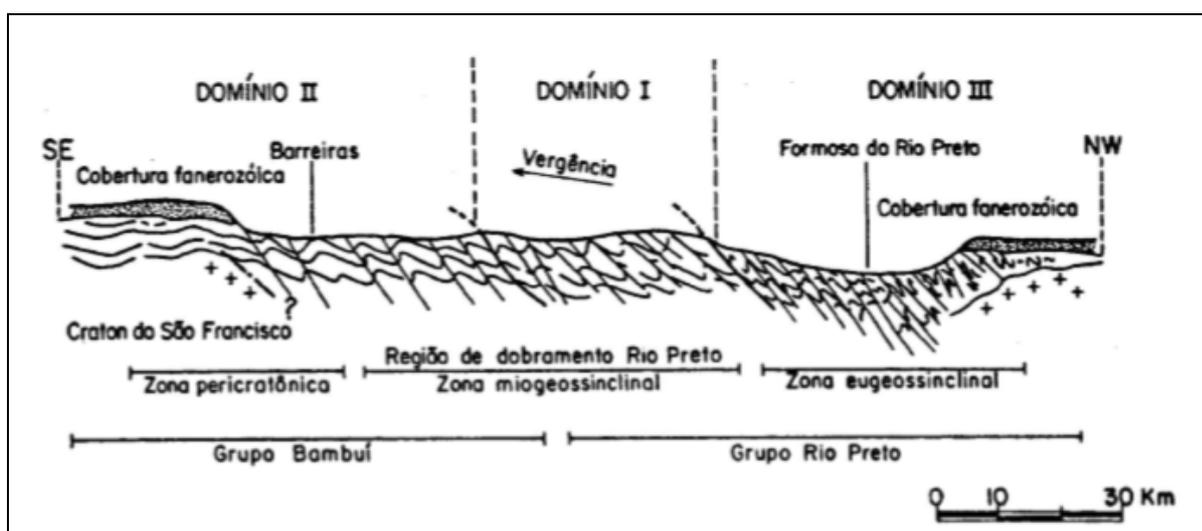
6.2.4.2.2.1 - Faixa Rio Preto (Domínio Ocidental)

**Segundo Dias & Mendes (2008):**

*“A geologia da região entre Formosa do Rio Preto e Malhadinha, situada no contexto tectônico da faixa de dobramentos Rio Preto, compreende os metassedimentos Neoproterozóicos de baixo grau metamórfico do Grupo Rio Preto, subdividido nas Formações Canabrinha e Formosa do Rio Preto. A Formação Canabrinha é composta por mica xistos, quartzitos e meta-ritmitos areno-pelíticos, interpretados como produtos de correntes de turbidez. A Formação Formosa do Rio Preto é constituída por mica xistos, quartzitos ferro-manganesíferos, xistos granatíferos e, subordinadamente, quartzitos micáceos e xistos verdes calcissilicáticos. Essas unidades encontram-se em contato tectônico por falha oblíqua reversa dextral” (Falha Rio Preto).*

A estruturação da região é caracterizada por deformação polifásica atribuída à Orogênese Brasileira, com o desenvolvimento de três foliações distintas, dobramentos e falhamentos associados. A foliação principal  $S_2$ , penetrativa por toda a área, apresenta uma estruturação em leque com mergulho para noroeste na porção sul da área, subvertical em sua porção central e mergulho para sudeste na porção norte.

Importante trabalho foi realizado por Inda & Barbosa (1978), que elaboraram um mapa geológico do estado da Bahia na escala 1:1.000.000, baseado na compilação de mapas geológicos de diversas regiões e autores. Nesse trabalho foi elaborado um perfil geológico regional na Faixa Rio Preto, definindo seus componentes tectônicos (zonas cratônicas, pericratônicas e geossinclinais). O Grupo Bambuí corresponde à cobertura das zonas cratônicas, pericratônicas e parte da zona miogeossinclinal e o Grupo Rio Preto em parte da zona miogeossinclinal e eugeossinclinal. Essas unidades encontram-se dobradas e com vergência para o Cráton São Francisco (**Figura 6.2.4-23**).



Fonte: Egydio-Silva (1987).

**Figura 6.2.4-23 - Componentes tectônicos da Faixa Rio Preto, para um corte SE-NW entre as regiões de Barreiras e Formosa do Rio Preto.**

Egydio-Silva (1987), em sua tese de doutorado, desenvolveu um trabalho estratigráfico e estrutural nas áreas de ocorrência dos metassedimentos da Faixa Rio Preto.

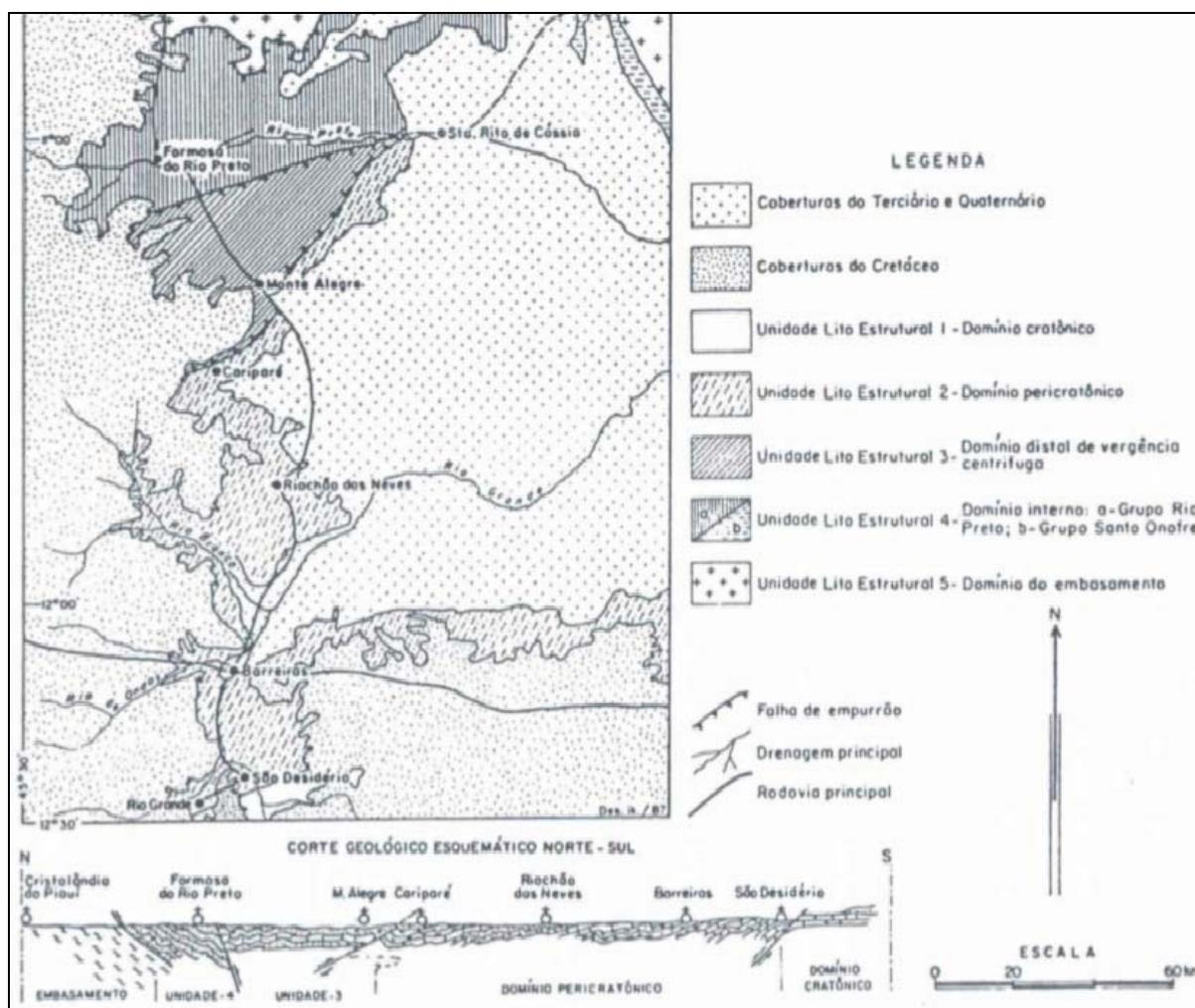
Além de formular uma nova divisão litoestratigráfica, esse autor propôs a subdivisão de todo o sistema de dobramentos em cinco unidades litoestruturais, cada uma caracterizada por um metamorfismo e deformação próprios, separadas por grandes estruturas disruptivas. As unidades externas apresentam metamorfismo fraco ou nulo e deformação que, apesar de polifásica, é pouco importante, e as unidades internas apresentam metamorfismo de grau mais elevado e deformação bastante intensa. As unidades propostas são as seguintes (**Figura 6.2.4-24**):

**Unidade Lito-estrutural 1 ou Domínio Cratônico:** Caracterizada pela horizontalidade de camadas e pela ausência de metamorfismo, apresentando associação litológica formada por rochas carbonáticas pertencentes ao grupo Bambuí (Formação São Desidério).

**Unidade Lito-Estrutural 2 ou Domínio Pericratônico:** Unidade de maior extensão (aproximadamente 100 km, desde São Desidério até Cariparé). As rochas pertencentes a essa unidade apresentam-se metamorfisadas a um grau incipiente a fraco, e apresenta apenas uma fase marcante de deformação. As rochas desse domínio representam diferentes fácies do Grupo Bambuí, constituídas por calcários, ardósias, metagrauvascas, metamargas e xistos carbonáticos (formações São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves).

**Unidade Lito-Estrutural 3 ou Domínio Distal de Vergência Centrífuga:** Apresenta metamorfismo de grau fraco a médio e estruturação complexa, com três fases de deformação (no mínimo) e dupla vergência (estrutura pouco comum entre as faixas neoproterozóicas bordejantes do Cráton São Francisco). Apresenta uma associação de rochas metapsamíticas, metapsefíticas e metapelíticas intercaladas pertencentes à Formação Canabrinha, unidade basal do Grupo Bambuí.

**Unidade Lito-Estrutural 4 ou Domínio Interno:** Assemelha-se à unidade 3 em termos tectônicos e metamórficos, diferenciando-se dessa devido ao aspecto litológico. Apresenta uma associação metassedimentar arenosa com intercalações de metapelitos e metabásicas. Essas rochas foram consideradas como pertencentes ao Supergrupo Espinhaço, subdivididas em duas unidades: o Grupo Rio Preto (aflorante no vale do Rio Preto e nas escarpas da Serra da Tabatinga, com direção NE) e o Grupo Santo Onofre (metassedimentos aflorantes na Serra do Boqueirão, com direção regional NNW).



Fonte: Egydio-Silva (1987)

**Figura 6.2.4-24 - Compartimentação Tectônica para a Faixa Rio Preto e Corte N-S Esquemático da Área.**

**Unidade Lito-Estrutural 5 ou Domínio do Embasamento:** Representado por rochas metamorfisadas em grau médio a forte, com estruturação complexa, apresentando até quatro fases de deformação. Compreende uma associação de biotita e hornblenda gnaisses, geralmente migmatizados, além de corpos anfibolíticos.

As unidades pertencentes ao Grupo Bambuí (**Quadro 6.2.4 - 1**) no oeste baiano foram correlacionadas às ocorrências de unidades desse grupo em Minas Gerais. Da base para o topo, as formações Canabravinha, São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves foram correlacionadas às formações Jequitaí, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três

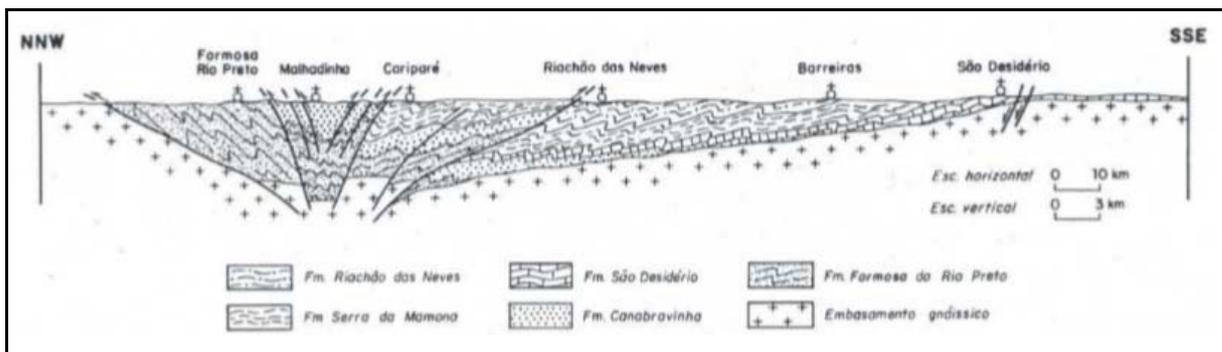
Marias, respectivamente. O Grupo Rio Preto foi correlacionado ao Grupo Chapada Diamantina, sequência superior do Supergrupo Espinhaço.

**Quadro 6.2.4 - 1 - Propostas de subdivisão estratigráfica para a área estudada.**

		Egydio-Silva (1987)		Uhlein (1991)	
Neoproterozoico	Grupo Bambuí	Formações São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves	Grupo Bambuí	Formações São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves	
		Formação Canabravinha	Grupo Rio Preto	Formação Formosa do Rio Preto	Formação Canabravinha
Mesoproterozoico	Grupo Rio Preto			-	

Fonte: Adaptado de Egydio-Silva (1987).

Egydio-Silva (1987) subdividiu a região do Sistema de Dobramentos do Rio Preto em cinco domínios lito-estruturais: Domínio Cratônico, Domínio Pericratônico, Domínio Distal de Vergência Centrífuga, Domínio Interno e Domínio do Embasamento. O padrão estrutural geral é marcado por uma feição de leque assimétrico, evidenciado no Domínio Distal, que caracteriza a dupla vergência da Faixa Rio Preto: para sudeste, em direção ao Cráton do São Francisco, nos domínios Cratônico e Pericratônico, e porção sul do Domínio Distal, e para noroeste, em direção ao embasamento no estado do Piauí, na porção norte do Domínio Distal e nos domínios Interno e do Embasamento (**Figura 6.2.4-25**).



Fonte: Egydio-Silva (1987)

**Figura 6.2.4-25 - Estrutura em Leque em Seção Esquemática entre Formosa do Rio Preto e Monte Alegre dos Cardosos, BA.**

O domínio transicional entre a Faixa Rio Preto e o Cráton São Francisco apresenta deformação progressiva à medida que se aproxima da Falha de Cariparé, feição disruptiva mais externa da faixa dobrada. Nesse domínio, afloram rochas do Grupo Bambuí com deformação impressa na forma de falhas inversas e normais, de orientação preferencial E e mergulhos variando entre 50° e 60° para NW, associadas a dobramentos vergentes para SE. Essa região foi dividida por Egydio-Silva (1987) entre domínios Cratônico e Pericratônico, de acordo com a intensidade da deformação registrada.

No Domínio Pericratônico é identificada uma fase principal de deformação, associada a uma foliação plano axial ( $S_1$ ), marcada em clivagem ardosiana ou clivagem de fratura, com vergência tectônica em direção sudeste.

O Domínio Distal de Vergência Centrífuga apresenta o acervo deformacional mais complexo da Faixa Rio Preto. Egydio-Silva identificou três fases de deformação para essa unidade, em quatro superfícies penetrativas.

A primeira fase teria sido responsável pela formação de dobras isoclinais cuja deformação progressiva teria ocasionado generalizada transposição e geração de dobras intrafoliais, subparalelizando o acamamento ( $S_0$ ) e a foliação ( $S_1$ ), formando planos com um máximo estatístico de N66E/33NW.

A estrutura em leque é caracterizada como produto da segunda fase de deformação, que gerou uma clivagem de crenulação fortemente penetrativa ( $S_2$ ). Essa foliação, plano axial de dobras recumbentes, apresenta vergência para o Cráton do São Francisco, quando a foliação torna-se sub-vertical a fortemente empinada, e daí para norte, mergulha para sudeste indicando importante inversão da vergência tectônica.

Dobras recumbentes de grande porte, transpostas, estão relacionadas a essa fase de deformação, responsáveis por tornar  $S_1$  subparalela à  $S_2$ . Os grandes empurrões na região de Monte Alegre dos Cardosos e Cariparé, cujo mecanismo é responsável pela sobreposição da Formação Canabrinha em relação à Formação Serra da Mamona, foram gerados também nessa fase, assim como as falhas a sul de Formosa do Rio Preto, que sobrepõe a Formação Canabrinha ao Grupo Rio Preto.

O Domínio Interno corresponde ao flanco norte da estrutura em leque, com quadro estrutural semelhante ao do domínio distal.

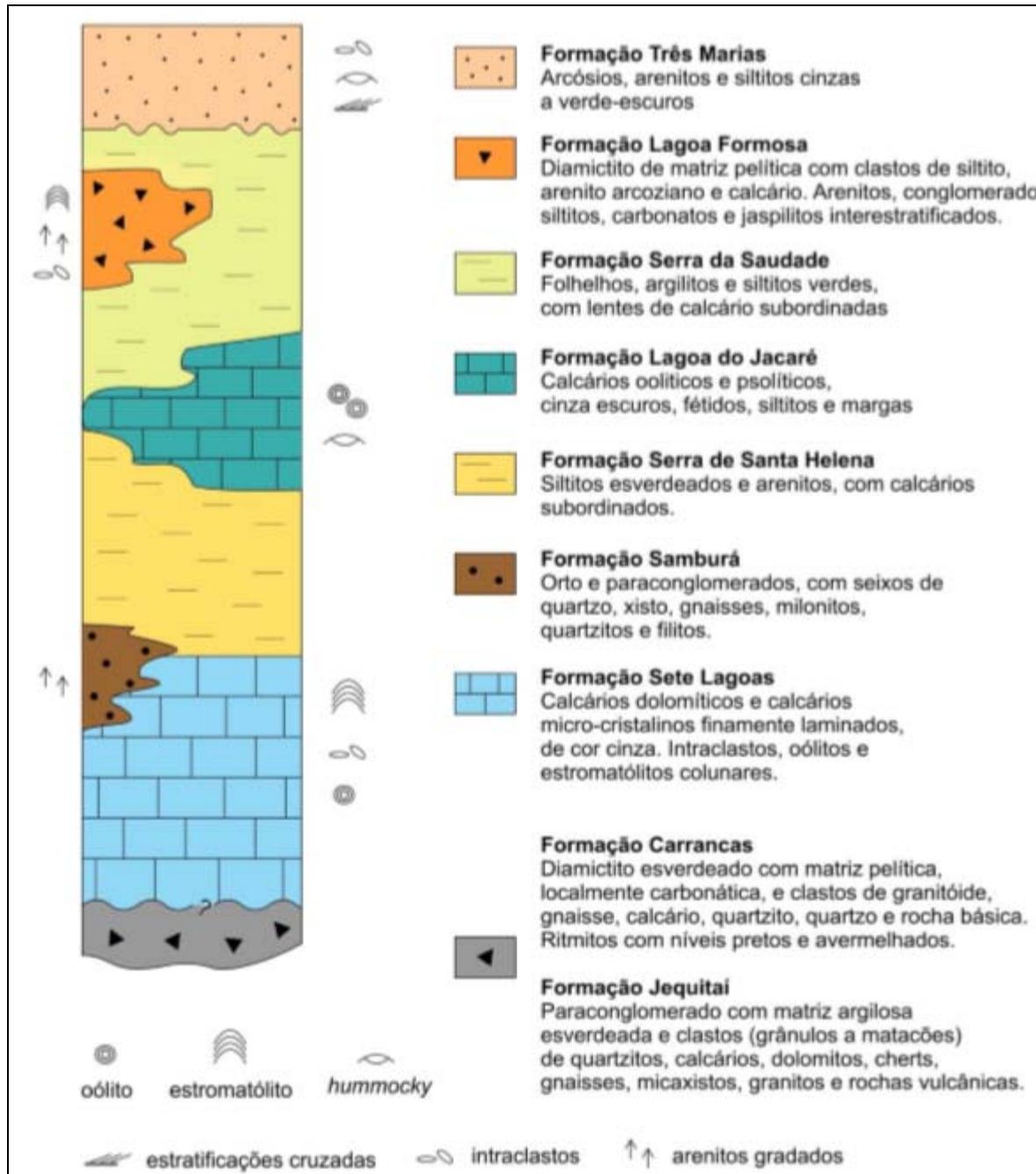
Uma terceira fase de deformação é responsável por dobras suaves, vergentes para noroeste, e conseqüente desenvolvimento de clivagem de crenulação ( $S_3$ ) espaçada centimetricamente a decimetricamente, com mergulhos mais elevados em relação a  $S_2$ . A quase paralelização entre o acamamento ( $S_0$ ) e a foliação ( $S_2$ ), com mergulhos cada vez mais suaves para sudeste à medida que se caminha para norte, sugere a probabilidade das rochas do Grupo Rio Preto cavalgarem o embasamento no estado do Piauí, com vergência tectônica para NW.

O Domínio do Embasamento é complexamente deformado, onde é possível identificar quatro fases de deformação. A primeira fase teria sido responsável pela formação de dobras que possuem um bandamento gnáissico como foliação plano-axial, recumbentes e que apresentam flancos fortemente estirados. A segunda fase afeta a foliação gnáissica, gerando dobras fracamente inclinadas, às vezes recumbentes, com planos axiais mergulhando para sudeste, e a terceira fase apresenta dobras semelhantes à fase anterior, porém, com atitudes distintas. Dobras semelhantes às produzidas pela segunda fase, porém, com atitudes diferentes, são relacionadas a uma terceira fase de deformação. O desenvolvimento de uma clivagem de crenulação é relacionado a uma quarta fase deformacional.

#### 6.2.4.2.2.2 - Cobertura do Cráton do São Francisco

Valeriano (1992) caracterizou três compartimentos tectônicos distintos relacionados à orogênese brasileira na região da Folha Piumhi e adjacências. São os domínios autóctone-parautóctone, externo e interno. O domínio interno inclui a *Nappe* Passos exposta a sudoeste nas Folhas Guapé e Alpinópolis. Esta *nappe* registra empurrões para SE e recobre parcialmente os demais domínios. É constituída essencialmente por metassedimentos dos grupos Araxá ou Andrelândia deformados em fácies xisto-verde e anfibólito. O domínio externo ou Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi (VALERIANO, 1992) é um conjunto de escamas de empurrão deformadas em dobras abertas e em fácies xisto-verde. Este sistema de empurrões cavalga o domínio autóctone-parautóctone. Este domínio inclui a Formação Samburá, os depósitos do Grupo Bambuí e o embasamento pericratônico.

As escamas tectônicas do domínio externo foram exumadas por volta de 640-610 Ma e forneceram detritos para a bacia de ante-país que abrigou os depósitos da Formação Samburá (VALERIANO, 1992). A seguir, observa-se a estratigrafia do Grupo Bambuí (**Figura 6.2.4-26**).



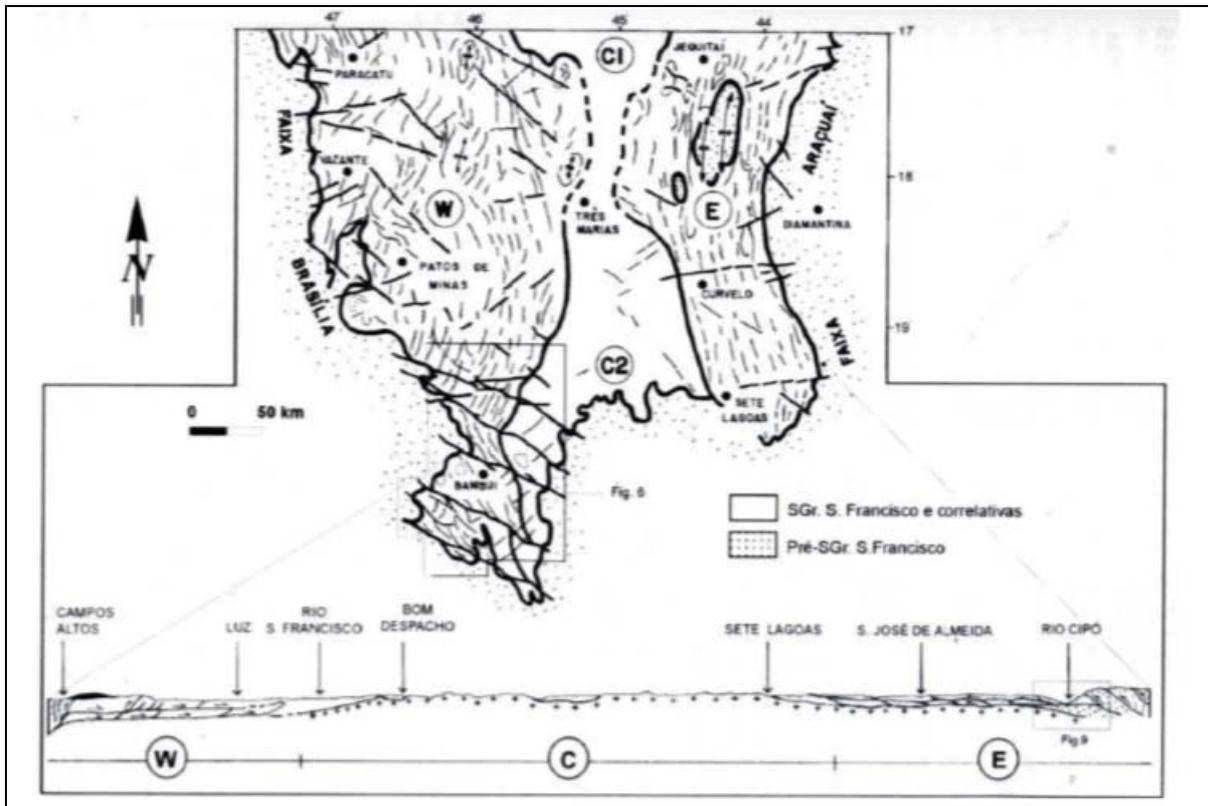
Fonte: Branco & Costa (1961).

Figura 6.2.4-26 - Exemplo de Coluna Estratigráfica do Grupo Bambuí.

No trabalho estrutural de Muzzi-Magalhães (1989), ele mostra traços estruturais de charneiras de grandes dobras deslocadas por zonas de cisalhamento sinistrais. Nas imagens magnetométricas, tanto intensidade magnética total como derivadas, aparecem lineamentos NW-SE bem definidos, atravessando toda área da Folha Piumhi. Este feixe de lineamentos não tem expressão geológica ou geomorfológica no campo. Pode ser interpretado como uma feição rasa, possivelmente um exame de diques no embasamento subjacente aos depósitos Bambuí e Samburá.

#### 6.2.4.2.2.3 - Aspectos Estruturais e Geotectônicos

A evolução estrutural do Grupo Bambuí está intimamente relacionada às edificações das faixas de dobramentos marginais ao Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977) ocorridas no Proterozóico Superior. O Grupo Bambuí reflete a cobertura sedimentar cratônica e apresenta deformação nas regiões próximas às bordas da bacia, onde se situam a Faixa Brasília, no setor ocidental, e Faixa Araçuaí, no setor oriental (ALMEIDA, 1977). Recentemente, Alkmim *et al.* (1993) dividiram o Grupo Bambuí em três compartimentos estruturais: Oeste, Central e Leste (**Figura 6.2.4-27**). O Compartimento Oeste é de natureza epidérmica e representa a deformação de ante-país adjacente à Faixa Brasília. Neste domínio a deformação foi acomodada na forma de dobras em todas as escalas, falhas de empurrão e sistemas de falhas transcorrentes. Limita-se a oeste por uma grande falha de orientação geral N-S que alça os metassedimentos do Grupo Canastra sobre os sedimentos do Grupo Bambuí. De forma geral, as dobras orientam-se segundo N-S ou NW-SE e possuem vergência para leste. O Compartimento Leste, também de natureza epidérmica com vergência para oeste, representa a deformação de ante-país adjacente à Faixa Araçuaí. Descolamento basal existente neste compartimento isolou a deformação das coberturas em relação ao embasamento. Uhlein (1991) mostra a presença de uma clivagem de plano axial cuja penetratividade, bem como o metamorfismo das rochas, aumenta para leste, deformando profundamente o Supergrupo Espinhaço. O Compartimento Central corresponde ao setor onde as rochas da Bacia Bambuí não sofreram deformações significativas. As porções norte e sul do domínio Central são expressões de altos do embasamento no cráton: os altos de Januária, a norte, e o de Sete Lagoas, a sul. Entre eles, há o baixo de Pirapora, região de maior profundidade do embasamento.



Fonte: Alkmim & Martins-Neto (2001).

**Figura 6.2.4-27 - Compartimentação Estrutural Simplificada para os Sedimentos Neoproterozóicos do Grupo Bambuí, no qual os Sedimentos Compõem Dois Cinturões Epidérmicos de Vergências Opostas Adjacentes às Faixas Brasília, no Setor Oriental, e Araçuaí, no Setor Ocidental.**

#### 6.2.4.2.2.2.4 - Supergrupo Espinhaço

O Supergrupo Espinhaço (**Figura 6.2.4-28**), por ser o objetivo principal dessa pesquisa, mereceu uma análise mais aprofundada dos trabalhos anteriores, especialmente no domínio da Chapada Diamantina.

#### **Domínio do Espinhaço Setentrional**

No domínio do Espinhaço Setentrional afloram os grupos Oliveira dos Brejinhos e Santo Onofre, que tomam os seus nomes, respectivamente, da cidade onde o primeiro é bem representado e do afluente do rio São Francisco que atravessa longitudinalmente a serra do Espinhaço.

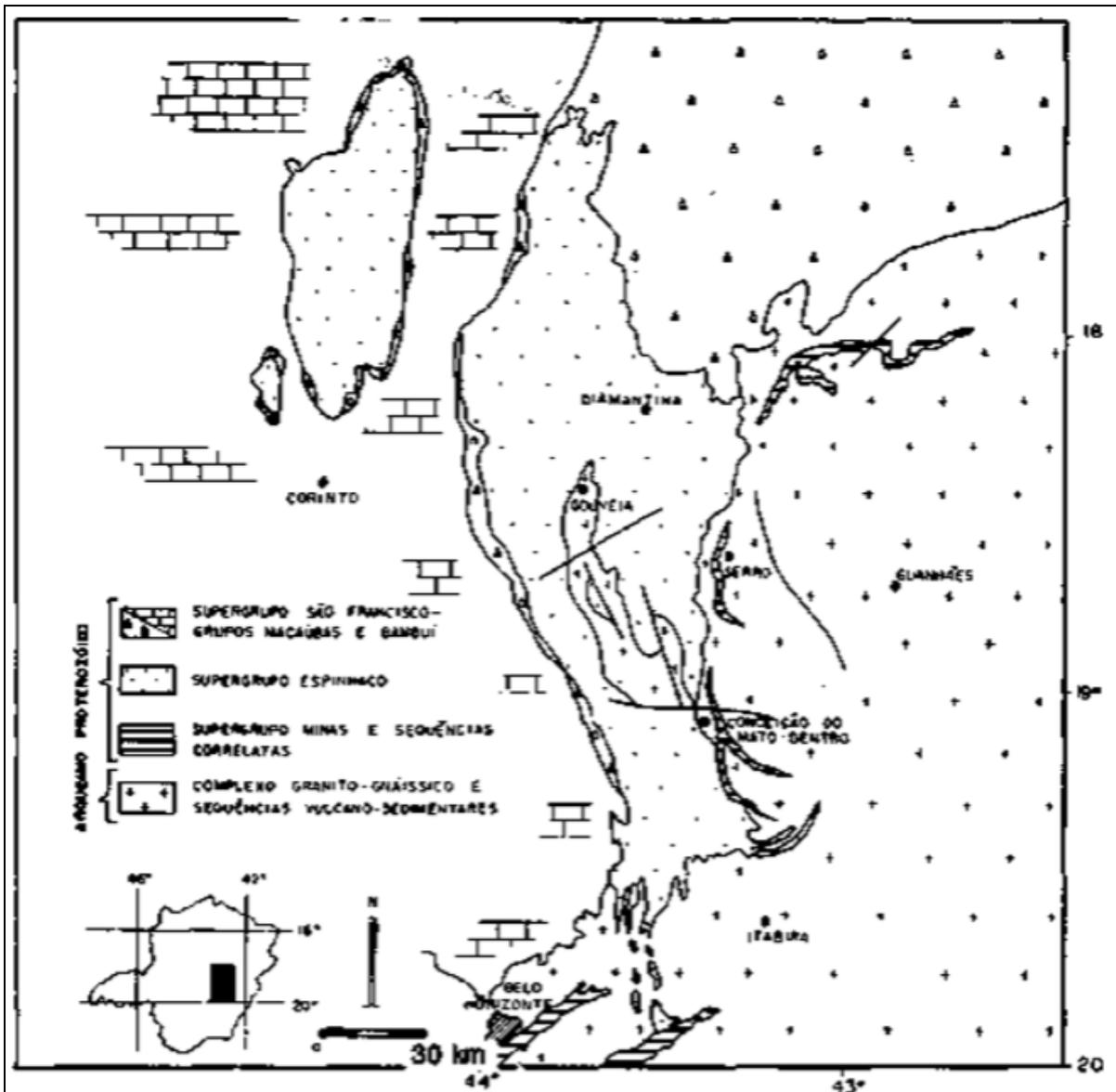
Schobbenhaus (1993) reinterpreto a estratigrafia do Espinhaço setentrional dividindo o Grupo Santo Onofre em dois: ao grupo inferior ele denominou Grupo Oliveira dos Brejinhos; para o grupo superior foi conservado o nome Santo Onofre. O autor justificou essa divisão com os seguintes fatos.

### **Vulcanismo Básico Afeta apenas o Grupo Inferior**

O grupo superior ao longo do *strike* passa para as litologias da Formação Macaúbas, Neoproterozóica.

### **Domínio da Chapada Diamantina**

Segundo Dossin *et al.* (1990), a porção inferior do Supergrupo Espinhaço (**Figura 6.2.4-28 e Figura 6.2.4-29**) é representada pelo Grupo Diamantina, o qual é constituído pela reunião das três Formações basais: São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel, da base para o topo, abundantemente expostas nas proximidades da cidade de Diamantina. O termo estratigráfico Diamantina, na categoria de camada, foi introduzido por Rimann (1920) na nomenclatura estratigráfica para designar as sequências quartzíticas que ocorrem na região homônima. Essa designação foi posteriormente utilizada por Paes Leme (1924) como 'Série Diamantina' e por Pflug (1965) como 'Fácies Diamantina'. Dossin *et al.* (1984) retomam a designação, caracterizando o grupo homônimo.



Fonte: Modificado de Pflug *et al.* (1980).

Figura 6.2.4-28 - Mapa Geológico do Espinhaço Meridional e Regiões Adjacentes.

ESTRATIGRAFIA		AMBIENTE SEDIMENTAR	AMBIENTE TECTÔNICO	
SUPERGRUPO ESPINHAÇO	GRUPO DIAMANTINA CHAPADA DIAMANTINA	FORMAÇÃO MORRO DO CHAPÉU	FLUVIAL E EÓLICO	REJUVENESCIMENTO DA ANTEFOSSA ?
		FORMAÇÃO CABOÇLO	MARINHO	QUIESCÊNCIA TECTÔNICA
		FORMAÇÃO TOMBADOR	FLUVIAL E EÓLICO	IMPLANTAÇÃO E PREENCHIMENTO DA ANTEFOSSA
	GRUPO PARAGUAÇU	FORMAÇÃO GUINÉ	DELTAÍCO	INTERIOR A MARGEM DO CONTINENTE
		FORMAÇÃO MANGABEIRA	EÓLICO E FLUVIAL	
		FORMAÇÃO OURIC. DO OURO	LEQUE ALUVIAL	
	GRUPO DOS REMÉDIOS		EÓLICO	

Fonte: Pedreira *et al.* (1989).

Figura 6.2.4-29 - Estratigrafia, Sistemas Depositionais e Tectônica do Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina Centro-Oriental.

### Aspectos Estruturais do Supergrupo Espinhaço

Knauer (2007) coloca que a estruturação da Serra do Espinhaço pode ser atribuída a um sistema de falhas inversas ou de empurrão/zonas de cisalhamento dúctil, cujos planos caracterizam-se por direções predominantemente meridiana e mergulhos moderados até altos para os quadrantes leste. Estes planos separam blocos maiores caracterizados por amplas dobras abertas até fechadas, usualmente assimétricas, com eixos próximos a norte-sul. Uma importante inflexão para sudeste dos planos de falhas inversas nas áreas a sul de Diamantina implica em uma crescente importância de componentes sinistrais.

Knauer (2007) coloca também que as litologias do Supergrupo Espinhaço são bastante abrangentes, uma vez que abarcam uma série de características comuns ou similares, características estas que marcam não só as rochas do Supergrupo Espinhaço, como também aquelas relacionadas às unidades mais antigas e mais novas. Essas características são as seguintes:

- Foliação com valores próximos a norte-sul, com mergulhos para os quadrantes leste;
- Duas lineações de interseção com presença constante, sendo uma de direção norte-sul (originada no plano axial de dobras abertas), e que representa clivagem com altos mergulhos, e outra de direções próximas a leste-oeste;
- Lineação de estiramento mineral paralela ao estiramento dos seixos de metaconglomerados;
- Constante assimetria de elementos, incluindo sombras de pressão, "boudinage" de veios, "rods" rotacionados e "mica-fish".

Ao analisar essas características em conjunto com a estruturação regional, é forte o indicativo da ocorrência de um ou mais eventos deformacionais marcados por grande transporte de massa de leste para oeste.

Ainda de acordo com Knauer (2007), considerando áreas/afloramentos com menor deformação, uma estrutura planar se destaca nos quartzitos do Supergrupo Espinhaço se apresentando sempre paralela ao plano da estrutura sedimentar onde se ressalta, ou o acamamento, ou os planos de estratificação cruzada.

Ulhein (1984 *apud* KNAUER, 2007) relaciona os planos de "minerais planares orientados" ao plano axial de minidobras isoclinais deitadas a recumbentes. No entanto, o autor também coloca que:

*"o caráter tectônico destes planos pode ser descaracterizado, e uma origem não tectônica, ligada a processos deposicionais e/ou diagenéticos é aqui assumida. Esta 'foliação' paralela ao acamamento nunca afeta (e nem é afetada) pela 'foliação' paralela aos planos de estratificação cruzada."*

A principal foliação observada pode ser facilmente reconhecida por litologias de origem pelítica (granulação de silte entre 0,004 e 0,02 mm e argila que é menor que 0,004 mm), além de ser parcialmente representada por quartzitos e metaconglomerados típicos da unidade.

Na região da Chapada Diamantina (**Figura 6.2.4-30**), parcialmente inserida na All do empreendimento, a direção da foliação é comumente observada entre N05°W e N15°E, com mergulhos moderados até altos para os quadrantes leste, e que se mostram mais suaves para o sul da serra (KNAUER, 2007). O aspecto anastomosado composto por planos de falhas que se bifurcam e se convergem aleatoriamente, tem sido um dos fatores considerados para a definição de uma origem minolítica (formada por trituração promovida por processo tectônico) onde a forte inflexão para SE no sul da serra se reflete na orientação preferencial de parte destas estruturas. Outro elemento importante na região da Chapa da Diamantina é o planar, representado por uma clivagem (de fratura ou ardosiana), e que localmente evolui para uma verdadeira xistosidade.

Esta foliação da Chapada Diamantina está relacionada às grandes dobras abertas (até localmente fechadas) de eixo norte-sul, típicas da maior parte das áreas de afloramento do Supergrupo Espinhaço (KNAUER, 2007).

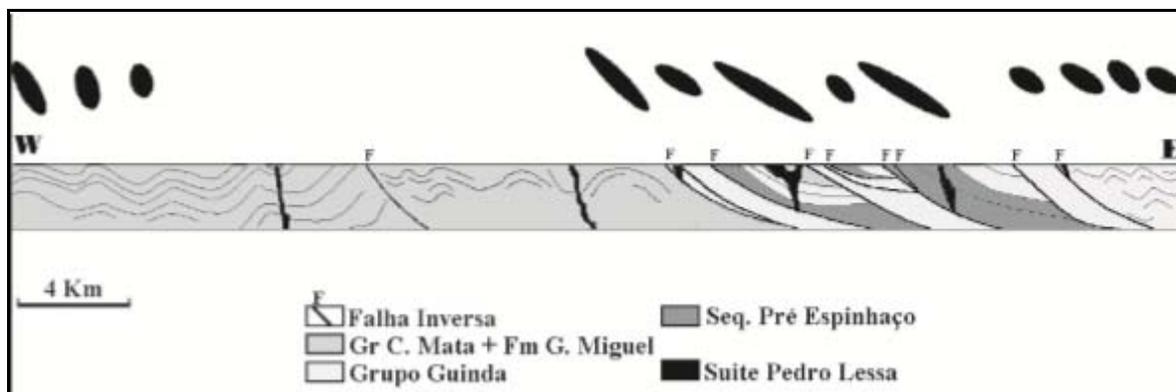
Métodos para a quantificação da deformação ou "*strain*" requerem a presença de marcadores da deformação, marcadores esses cujas relações de forma, arranjo e posicionamento possibilitam a quantificação das mudanças de um corpo rochoso quando submetido a esforços tectônicos. Segundo KNAUER (2007), usualmente, as análises de deformação consideram dois métodos clássicos:

- O método desenvolvido por Fry (1969) que enfatiza a deformação da matriz;
- O método "Rf/phi" (RAMSAY, 1967) assume que os objetos elipsoidais observados são deformados em conjunto (e na mesma proporção) com a matriz que os envolve;

KNAUER (1999 *apud* 2007) analisou amostras de rochas quartzíticas incluídas nas principais unidades metassedimentares constituintes da Serra do Espinhaço Meridional, em especial do Supergrupo Espinhaço. Os resultados, aplicado o método "Rf/phi", refletiram a atuação de evento tectônico anterior com orientação de esforços basicamente similar àquela do último tectonismo. Chegou-se a conclusão de que praticamente todas as

amostras coletadas nas proximidades de zonas de cisalhamento dúctil/falhas de empurrão apresentam valores de deformação (*strain*) bastante altos, compatíveis com o contexto geológico anteriormente definido.

Knauer (2007) interpretou um perfil aproximadamente oeste-leste a sul de Diamantina (**Figura 6.2.4-30**) permitindo, assim, algumas interessantes considerações. Apesar de ser possível uma generalização de aumento da deformação de oeste para leste e para sudeste, os maiores valores determinados de deformação localizam-se no segmento centro-leste do perfil, reafirmando o caráter heterogêneo da deformação.



Fonte: kNauer (2007).

**Figura 6.2.4-30 - Perfil Esquemático a Sul da Cidade de Diamantina, Mostrando os Elipsóides de Deformação Determinados em Quartzitos do Supergrupo Espinhaço.**

### Segundo kNauer (2007):

*“No caso do Supergrupo Espinhaço, o não reconhecimento de fósseis exige a utilização de técnicas de quantificação que considerem apenas características intrínsecas não-paleontológicas das rochas. Assim, afiguram-se viáveis métodos e técnicas passíveis de utilização em atributos provenientes do alto grau de preservação de estruturas sedimentares na unidade, mesmo considerando a influência do ‘fabric’ sedimentar inicial e daquele imposto pela compactação e/ou diagênese no elipsóide final de deformação finita.”*

#### 6.2.4.2.2.2.5 - Blocos Arqueanos do Cráton do São Francisco

### O Domínio Salvador-Esplanada do Cinturão Bahia Oriental

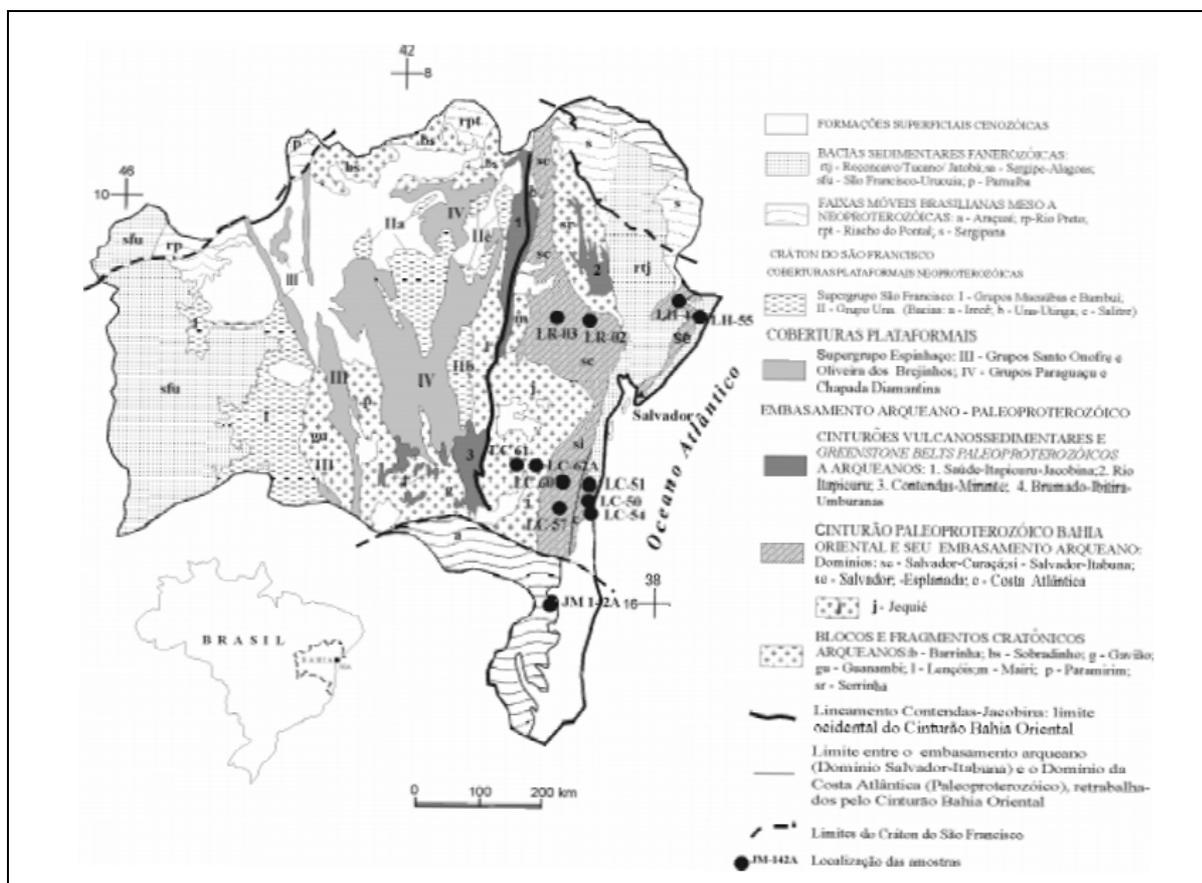
Constituído pela região mais oriental do Cráton São Francisco, consiste de um segmento crustal estruturado na direção NE-SW e limitado por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais. Na sua extensão para NE e SW, o segmento está coberto pelos depósitos fanerozóicos do Grupo Barreiras e da bacia do Recôncavo-Tucano, respectivamente (SILVA, 2002).

Este domínio representa uma ramificação do Cinturão Bahia Oriental e é denominado de Cinturão Salvador-Esplanada por alguns autores (**Figura 6.2.4-31**). O Cinturão ou Domínio Salvador-Esplanada é constituído por três unidades litotectônicas separadas por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais:

Na primeira unidade, a mais ocidental e mais afastada da costa, predominam ortognaisses migmatíticos. Esta unidade está limitada, a leste, pela Zona de Cisalhamento de Aporá, de expressão regional e profunda;

Na unidade central predominam granulitos (ortognaisses charnoenderbíticos e charnockíticos) e biotita gnaiesses retrometamorfisados a partir de granulitos;

A unidade mais oriental consiste de ortognaisse bimodal, de fácies anfibolito, com termos félsico, tonalítico-granodiorítico, e máfico, gabro anfibolitizado.



Fonte: Silva (2002).

Figura 6.2.4-31 - Compartimentação Tectônica e Limites do Cráton São Francisco na Bahia.

## Embasamento Neo-arqueano no Domínio Itabuna-Salvador-Curaçá do Cinturão Bahia Oriental

### De acordo com Silva (2002):

“O domínio Itabuna-Salvador-Curaçá, setor centro-oriental do Cráton São Francisco na Bahia, consiste de terrenos de alto grau de fácies granulito, expostos continuamente segundo N-S, desde o sul da Bahia até o sul de Pernambuco, por cerca de 800 km.” (Figura 6.2.4-31).

Este domínio compreende dois segmentos anteriormente denominados de cinturões Salvador-Curaçá (DALTON de SOUZA & SANTOS, 1984 *apud* SILVA, 2002) e Itabuna (FIGUEIREDO, 1989 *apud* SILVA, 2002). Em função do metamorfismo de alto grau,

sintectônico à extensiva compressão NNW-SSE de alto *strain*, a determinação da idade, a interpretação da gênese e a cartografia geológica desses terrenos têm sido objeto de controvérsia na literatura. Com base em dados geocronológicos Rb-Sr, Pb-Pb evaporação e U-Pb convencional, esses terrenos têm sido interpretados como um arco magmático juvenil acrescido e metamorfozizado há ca. 2100 Ma, na borda leste do Cráton São Francisco. A partir de dados litogeoquímicos, SILVA (2002) subdividiu os terrenos arqueanos do bloco Jequié e Cinturão Itabuna em:

- Granulitos depletados (TTG do Complexo Ibicaraí, ex-Itabuna);
- Granulitos não-depletados (Complexo Jequié).

#### 6.2.4.2.2.2.6 - Geologia Estrutural das Unidades Pré-Cambrianas

Segundo descrito por Schobbenhaus & Brito Neves (2003) em “A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana”:

*“As unidades vulcano-sedimentares pré-cambrianas das bacias ‘Espinhaço’ e ‘São Francisco’ foram atingidas pelas frentes orogênicas brasileiras (Almeida 1977), formando ao longo de seus limites, cinturões epidérmicos de antepaís, cuja vergência é em direção ao Cráton do São Francisco (ALKMIM, 2004). Tais cinturões epidérmicos são caracterizados por associações de falhas de empurrão e dobras, tendo o caráter epidérmico comprovado pelas muitas exposições de descolamento basal” (MAGALHÃES, 1988; OLIVEIRA 1989; UHLEIN, 1991; DUSSIN, 1994; ALKMIM *et al.*, 1996).*

O principal elemento do relevo na região deve-se a grande estrutura anticlinal (Anticlinal de Itacambira), com eixo em torno do meridiano e caimento para sul, esculpida em metarenitos do Supergrupo Espinhaço. Faixas de rochas miloníticas são observadas no contato Espinhaço/Embasamento, caracterizando uma superfície de descolamento basal (NEVES, 2003).

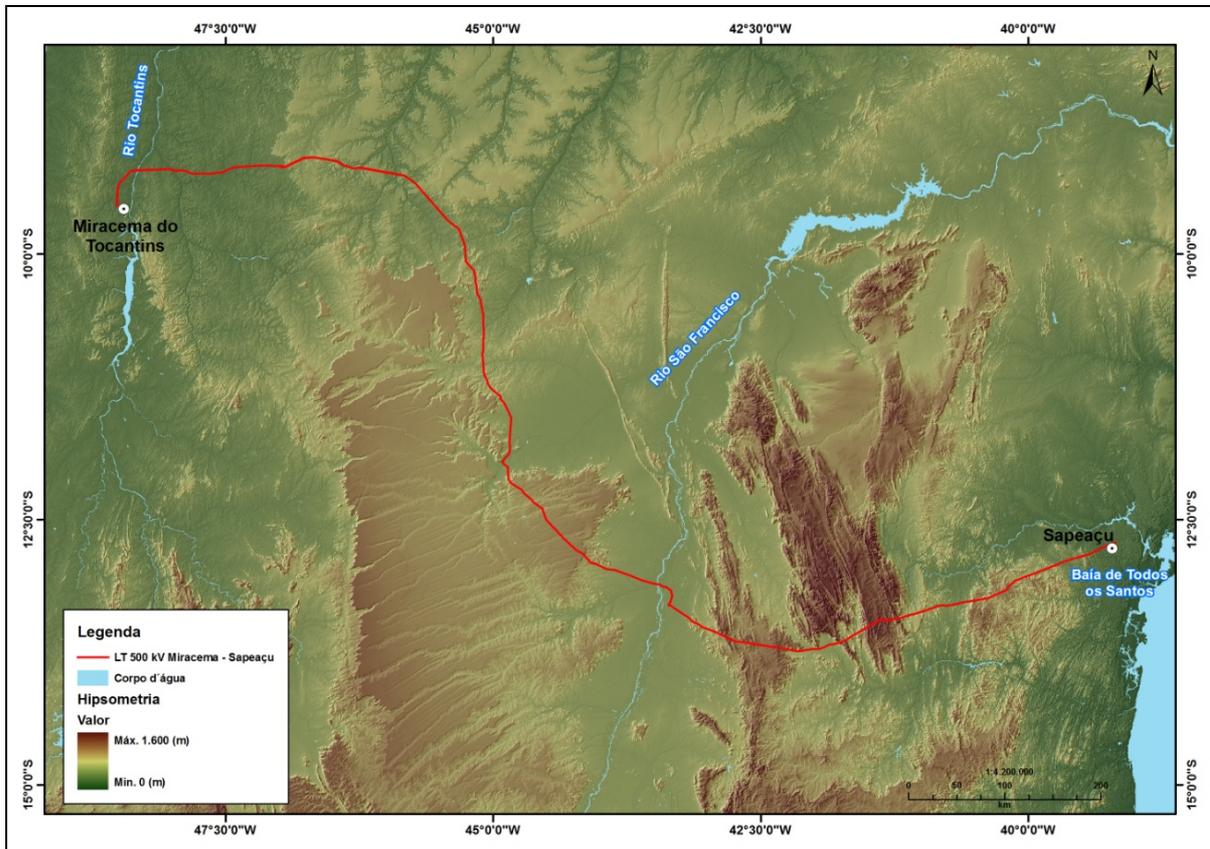
Uma fase de deformação anterior (Dp-1), a fase principal (Dp), foi reconhecida em micrólitos da xistosidade principal em filitos do Supergrupo Espinhaço e metarritmitos e metapelitos do Grupo Macaúbas (UHLEIN, 1991 *apud* NEVES, 2003).

A xistosidade principal (Xp), relacionada à fase de deformação principal Dp, apresenta-se geralmente N-S, com mergulho íngreme ou suave, subhorizontal, para leste e com lineações de estiramento (seixos e minerais alongados). Indicadores cinemáticos diversos apontam para um transporte tectônico de E para W. Esta fase está relacionada a dobras assimétricas vergentes para oeste e zonas de cisalhamento rúpteis-dúcteis, neste caso, com estrutura homoclinal (UHLEIN, 1991 *apud* NEVES, 2003). Falhas inversas e de empurrão são comuns, podendo apresentar também feições em rampas e patamares, originando estruturas em duplexes. As fases Dp-1 e Dp foram correlacionadas a um evento progressivo de cisalhamento simples, caracterizado por dobras e zonas de cisalhamento (OLIVEIRA, 1989 e UHLEIN, 1991 *apud* NEVES, 2003).

Uma fase posterior de deformação (Dp+1) caracteriza-se por dobramentos abertos, assimétricos, com eixo variando de N10W a N30E e clivagem espaçada ou de crenulação Sp+1, segundo o plano axial. Ocorre também lineação de interseção ou crenulação N-S, sub-horizontal (NEVES, 2003).

#### **6.2.4.2.3 - Caracterização Geomorfológica das Áreas de Influência Indireta e Direta**

O presente relatório de geomorfologia integra as análises do percurso da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, com as avaliações da Área de Influência Indireta (AII) que se estende por cerca de 1.854,51 km entre os estados do Tocantins e Bahia. O empreendimento tem início nas proximidades da cidade de Miracema do Tocantins, situada às margens do rio Tocantins, cruza os estados do Maranhão e Piauí, contornando a zona de desertificação de Gilbués, perpassa pelo relevo planáltico residual elaborado no divisor de drenagem do rio Tocantins com o rio São Francisco, pelo planalto com presença de serras isoladas da Chapada Diamantina, chegando, por fim, aos tabuleiros cristalinos pré-litorâneos de Sapeaçu, na porção leste da Bahia (**Figura 6.2.4-32**).



**Figura 6.2.4-32 - Ilustração do relevo em níveis topográficos ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas.**

Para caracterizar o relevo da região atravessada pelo empreendimento foi realizada uma análise sobre os aspectos morfológicos e morfométricos das encostas (declividade das encostas, densidade de drenagem e amplitude topográfica), bem como a ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa considerando as unidades litoestratigráficas e as estruturas identificadas no estudo geológico.

Serão apresentadas no presente diagnóstico as técnicas de geoprocessamento e as bases teóricas adotadas nos mapeamentos, para descrição da metodologia utilizada, as caracterizações e análises da paisagem geomorfológica e sua atual dinâmica hidroerosiva, assim como a lista das unidades de mapeamento identificadas ao longo da All da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas.

#### 6.2.4.2.3.1 - Metodologia

Para o levantamento geomorfológico da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas foi adotada como base a classificação elaborada pelo Projeto RADAMBRASIL, Folha SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju (RADAMBRASIL, 1973), Folha SD.23 Brasília (RADAMBRASIL, 1982) e Folha SD.24 Salvador (RADAMBRASIL, 1981). Somam-se aos mapeamentos do RADAM, os dados secundários obtidos na literatura especializada, especialmente no que se refere à cartografia geomorfológica disponível, além dos dados do Mapeamento Geoambiental do Brasil da CPRM.

O arcabouço teórico do levantamento geomorfológico para o empreendimento foi subsidiado pelas interpretações de Penck (1953) sobre o papel das forças endógenas e exógenas da terra na formação do relevo. A partir desta abordagem foram utilizadas as análises desenvolvidas por Ross (1990), na qual o relevo e o mapeamento são encarados como relação entre degradação (denudação) e agradação (deposição).

Sendo assim, as pesquisas apresentadas no presente diagnóstico foram baseadas na caracterização dos domínios morfoestruturais, proveniente dos processos tectônicos regionais, na variabilidade climática e na dinâmica evolutiva dos processos erosivos e deposicionais.

#### 6.2.4.2.3.2 - Caracterização Geomorfológica

Para realizar este diagnóstico de geomorfologia faz-se necessário descrever as principais unidades geomorfológicas e suas características dinâmicas; caracterizar os diversos padrões de relevo e os diferentes graus de suscetibilidade ao desencadeamento de movimentos de massa, processos erosivos e assoreamento de corpos d'água, tanto naturais como de origem antrópica.

A gênese do relevo atravessado pela LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas está diretamente associada à complexa evolução do substrato geológico, que é composto por rochas que datam desde o Eon Arqueano até o Período Quaternário. O substrato geológico, no trecho estudado, é extremamente complexo e, pela grande extensão do empreendimento, apresenta diversas unidades litoestratigráficas que, em seus processos de evolução ao longo do tempo, definem ambientes totalmente distintos morfologicamente.

As características estruturais das rochas, adquiridas ao longo dos ciclos termotectônicos, associados a propriedades físico-químicas das rochas, faz com que a resistência das mesmas aos processos intempéricos seja diferenciada, configurando, conseqüentemente, padrões preferenciais para organização da rede de drenagem e relevo.

Além dos condicionantes litoestruturais, outro fator que contribuiu decisivamente para a formação da paisagem geomorfológica existente ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, foi a exposição das rochas a um longo período de estabilidade crustal após a tectônica juro-cretácea. Esta estabilidade geológica permitiu que as rochas fossem dissecadas em longos ciclos erosivos, formando, conseqüentemente, grandes domínios de dissecação. Ao longo deste processo, a dinâmica tectônica e a dinâmica de denudação alteraram a topografia e as formas do relevo. Estas dinâmicas soergueram fundos marinhos e expuseram embasamentos cristalinos mais antigos de forma que seus efeitos ficam impressos no relevo e permitem fazer uma análise da dinâmica evolutiva da paisagem.

Dentro destas superfícies aplainadas destacam-se os relevos residuais isolados, com vertentes pedimentadas, que, em alguns trechos, afloram rochas na forma de *inselbergs*. Segundo Ribeiro da Costa *et al.* (1978), essa característica evidencia a ação de um clima com estação seca. Como a pediplanação consiste no processo de aplainamento de extensas superfícies submetidas a clima árido ou semiárido, tal autor conclui que a pediplanação foi o fenômeno responsável pela formação das superfícies aplainadas nestas regiões.

As superfícies de aplainamento se estendem ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas desde Miracema do Tocantins (TO) até Sapeaçu (BA), sendo interrompidas localmente por *inselbergs* e serras isoladas, sobretudo nas proximidades da Chapada Diamantina. A alta amplitude topográfica destas elevações, marca a existência de um domínio geomorfológico em que predominam encostas de alta declividade, escarpadas, com vales entalhados. Próximo à Rio de Contas (BA), os metariolitos e metarenitos do Grupo Rio dos Remédios se destacam na paisagem pelo relevo movimentado com a formação de alinhamentos serranos que se prolongam na direção NE-SW, acompanhando as litoestruturas do Supergrupo Espinhaço. Esta região apresenta grande potencial erosivo, inclusive, com potencial para desenvolvimento de processos erosivos acelerados, tais como movimentos de massa. Porém, dado o ambiente não tão úmido como as regiões plenamente tropicais, predominam aí quedas de blocos.

Saindo da Chapada Diamantina, a LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas avança sobre o relevo planáltico cristalino da porção Leste da Bahia, marcado pela presença de colinas amplas e suaves que se estendem das imediações de Barra da Estiva até Sapeaçu.

Em relação à atual dinâmica do relevo, cabe destacar a influência das variações climáticas ocorridas no período Quaternário. Tais mudanças estão diretamente relacionadas com a dinâmica atmosférica, que possui respostas diretas nas glaciações, oscilações do nível médio relativo do mar e nos níveis de base gerais e locais. Segundo Bigarella *et al.* (1965), os eventos erosivos originados por estas alterações climáticas foram responsáveis pelo recuo lateral das vertentes nos períodos mais secos e pelo entalhamento dos canais fluviais e alterações químicas das rochas nos períodos mais úmidos.

De acordo com Ab'Saber (1958), os vestígios destas variações climáticas no relevo são vários. A presença de seixos e matacões rolados, por exemplo, ilustram um regime hidrológico mais extremo, com a presença de enxurradas, que o atual. As formações de relevo foram e continuam sendo moldadas pelas condições climáticas e meteorológicas atuantes na área de estudo, com influência direta no entalhamento das drenagens, na configuração dos interflúvios e na dinâmica hidroerosiva das encostas.

A Geomorfologia da área de estudo é composta, primeiramente, por compartimentações de relevo formadas por processos morfotectônicos. Esses processos estão diretamente associados a aspectos da geologia estrutural que tiveram morfologias influenciadas pelos aspectos climáticos pretéritos e atuais da região. Essa combinação de fatores resultou nas Unidades Geomorfológicas e nas unidades de relevo identificadas na All do empreendimento. Neste sentido, passa-se a apresentação das unidades de mapeamento encontradas na área de estudo. Vale ressaltar que as descrições geomorfológicas foram adaptadas do mapeamento do Projeto RADAMBRASIL para então serem agrupadas em unidades interpretadas a partir dos levantamentos de campo, e as unidades de relevo, por sua vez, foram descritas a partir de adaptações do Mapeamento Geoambiental da CPRM, além do Projeto RADAMBRASIL e do Zoneamento Agroecológico do Nordeste da EMBRAPA.

### 6.2.4.2.3.3 - Descrição das Unidades Geomorfológicas e suas Características Dinâmicas

As Unidades Geomorfológicas são definidas como um arranjo de formas semelhantes ou conjunto de tipos de modelados, unidades ou padrões de relevo. Tais semelhanças são resultantes de um tipo de morfogênese e estão relacionadas a fatores paleoclimáticos regionais e a influências geológicas de base, além dos arranjos fisiográficos combinados, como a vegetação, solos e clima. A convergência de vários indicadores é o instrumento adequado para a separação das Unidades Geomorfológicas.

#### 6.2.4.2.3.3.1 - Unidades Geomorfológicas

A compartimentação das Unidades Geomorfológicas baseia-se na homogeneidade das formas de relevo e na sua gênese comum em relação aos fatores litoestruturais e climáticos, procurando-se retratar as paisagens típicas da região estudada.

Foram identificadas, na All, 10 Unidades Geomorfológicas que se encontram descritas a seguir: Depressão do Tocantins, Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão, Depressão Interplanáltica de Paranaguá, Planalto Ocidental do Médio São Francisco, Domínio dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes, Domínio das Depressões Pediplanadas (Composta pela Região da Depressão do São Francisco - Rio de Contas e Vão do São Francisco), Planalto do Espinhaço, Planaltos da Chapada Diamantina, Patamares do Médio Rio Paraguaçu e Planaltos Cristalinos.

A distribuição espacial das Unidades Geomorfológicas ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas pode ser visualizado no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005, no Caderno de Mapas.**

#### Depressão do Tocantins

Definiu-se como Depressão do Tocantins o corredor deprimido do vale do rio Tocantins no trecho entre os municípios de Miracema do Tocantins e Lizarda. A unidade constitui um conjunto homogêneo, com altimetria de 200 a 300 m.

A unidade apresenta relevo de dissecação suave, predominando extensivamente as formas tabulares, com grande diversidade de expressão areolar. Em menor escala, ocorrem trechos de relevos aplanados ainda conservados. Essas seções aplanadas bordejam áreas serranas, ou mesmo trechos marginais ao rio Tocantins.

De modo geral, o padrão de drenagem é retangular e os vales são relativamente incisos. Na área de litologias paleozóicas, percebe-se o modelado de vertentes suaves com declividade claramente voltada para o eixo do rio Tocantins em sistema de rampa bem definido.

Formas de dissecação tabulares são presentes no trecho de Miracema do Tocantins até Pedro Afonso. São relevos de topo aplainado, com diferentes ordens de grandeza e aprofundamento de drenagem, separados por vales de fundo plano.

Na fronteira entre os municípios de Tocantínia, Rio dos Bois e Pedro Afonso encontra-se a forma erosiva de Terraço Erosivo Fluvial. É um patamar esculpido pelo rio, com declive fraco voltado para o leito fluvial, geralmente com cobertura aluvial.

Já no município de Pedro Afonso, percebe-se a forma erosiva de Superfície Pediplanada, superfície de aplanamento elaborada por processo de pediplanação, cortando litologias pré-cambrianas do Complexo Xingu, Complexo Goiano, devonianas da Bacia do Parnaíba, bem como áreas de acumulação inundáveis. Áreas aplanadas com ou sem cobertura arenosa, periódica ou permanentemente alagadas, precariamente incorporadas à rede de drenagem.

Na região de Rio dos Bois, a formação predominante é de planície e terraço fluviais. Área aplanada, resultante da acumulação fluvial, geralmente sujeita a inundações periódicas e comportando meandros abandonados, eventualmente alagados, unida com ou sem ruptura a patamar mais elevado.

Esta Unidade Geomorfológica representa 14,9% da AII e 15,2% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

### **Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão**

Na LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, a partir do município de Balsas até Alto Parnaíba, verifica-se a unidade geomorfológica Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão formada por arenitos. As escarpas são pouco pronunciadas, apresentando, em alguns locais, adiantado estágio de dissecação. A altitude média é da ordem de 600 m, diminuindo um pouco na direção norte.

Ao longo do corredor de estudos, ainda no município de Balsas, encontram-se vales pedimentados. Vales interplanálticos com pedimentos bem conservados convergindo geralmente sem ruptura de declive para a calha fluvial, eventualmente em processos de retomada de erosão. No município de Alto Parnaíba, ocorre a predominância da forma estrutural Superfícies Tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação. Chapadas geralmente areníticas cuestiformes ou não, limitadas por rebordos festonados localmente dissimulados por pedimentos. No trecho entre os municípios de Lizarda, Balsas, Alto Parnaíba e Santa Filomena não há formas de acumulação.

Esta Unidade Geomorfológica representa 12,2% da All e 12,8% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

### **Depressão Interplanáltica de Parnaguá**

Ao longo da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas em estudo, o município de Gilbués marca o início da unidade geomorfológica Depressão Interplanáltica de Parnaguá. A topografia é uniforme na parte ocidental, onde se desenvolve sobre rochas sedimentares de idade paleozóica. Já na parte oriental, aparecem rochas Pré-Cambrianas em relevo ondulado, sobressaindo cristas de quartzito.

Esse município apresenta Superfícies Tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação, que são chapadas geralmente areníticas, cuestiformes ou não, limitadas por rebordos festonados localmente dissimulados por pedimentos. Há também formas de dissecação em mesas e formas de dissecação em ravinas em Gilbués. Superfícies pediplanadas, ou seja, aplainamentos bem conservados elaborados em rocha pré-cambrianas no interior das depressões periféricas. Extensas áreas recobertas por depósitos superficiais inconsolidados com numerosas lagoas temporárias e drenagem intermitente são encontradas no município de Corrente. Não há formas de acumulação ao longo do trecho em estudo desde o município de Gilbués até o município de Corrente.

Esta Unidade Geomorfológica representa 13,8% da All e 14% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

## Planalto Ocidental do Médio São Francisco

Em direção sul, o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas atinge uma parte do município de Cristalândia do Piauí. Esta unidade é constituída da Chapada das Mangabeiras e da Serra da Tabatinga. A primeira é formada por espesso pacote de arenitos da Formação Itapecuru, enquanto a segunda se desenvolve sobre arenitos lateritizados de idade terciária.

A altitude média varia de 700 m (na Serra da Tabatinga) a 800 m (na Chapada das Mangabeiras). Há domínio de chapadões e depressões periféricas recobertas por cerrado. Superfícies Tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação são encontradas nos municípios de Corrente e de Cristalândia do Piauí. São chapadas geralmente areníticas, cuestiformes ou não, limitadas por rebordos festonados localmente dissimulados por pedimentos. Em grande parte do município de Cristalândia do Piauí encontra-se o tipo de dissecação em forma de ravinas e vales encaixados.

Uma grande parte do município de Riachão das Neves, dentro do corredor estudado, permanece sem dados geomorfológicos segundo a fonte pesquisada, e as informações disponíveis não são compatíveis com a base de dados proposta nesse estudo.

Esta Unidade Geomorfológica representa 9,3% tanto da All quanto da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

## Domínio dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes

De forma análoga ao citado no último parágrafo do item anterior, a parte superior do Quadrante 5 também não apresenta dados geomorfológicos (segundo a fonte pesquisada). O Domínio dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes limita-se a leste e oeste com o Domínio das Depressões Pediplanadas. Esses planaltos alcançam altitudes entre 400 e 1.400 m. Os trechos mais elevados ocorrem a sudoeste e a cota dos 400 m encontra-se a sudeste do domínio ao nível do rio São Francisco. Este domínio tem como arcabouço geológico formações que correspondem ao Proterozóico Inferior mascaradas por coberturas relacionadas ao Proterozóico Superior - Grupos Paranoá e Bambuí e ao Cretáceo - Formação Urucuia. Neste domínio, o Grupo Bambuí apresenta um comportamento estrutural caracterizado por dobras, falhas ou fraturas responsáveis pela existência de lineamentos bem marcados. As dobras são de pequena amplitude e não apresentam feições morfológicas distintas.

Predominam os modelados de aplanamento degradados e retocados em diferentes níveis topográficos sobre arenitos da Formação Urucuia e rochas do Grupo Bambuí. Destacam-se também modelados de dissecação diferencial com formas convexas ou aguçadas e patamares carstificados em rochas do Grupo Bambuí.

Um dos planaltos pertencentes a esse domínio é a região geomorfológica que forma o Planalto do Divisor São Francisco-Tocantins. Ele distingue-se pelo modelado predominantemente plano com áreas localizadas de dissecação diferencial, relacionadas principalmente com os sedimentos horizontais da Formação Urucuia, sobrepostos aos do Grupo Bambuí.

Esta Unidade Geomorfológica representa 7,4% da All e 7,2% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

### **Domínio das Depressões Pediplanadas**

Este domínio caracteriza-se por constituir uma macrotopografia relacionada com fatores morfoestruturais à qual se superpõem as feições resultantes das ações morfoclimáticas, gerando superfícies de aplainamento e interplanáticas e periféricas, algumas das quais são carstificadas.

As altitudes predominantes estão entre 400 m e 600 m, correspondendo aos pisos das depressões. Sobre esses pisos os conjuntos de relevos residuais alcançam altitudes de 900 m. Predominam as feições de pediplanos com cobertura detrítica, principalmente arenosas, contendo localmente seixos ou argilas. De maneira geral, essas depressões foram submetidas a processos de pediplanação em rochas do embasamento e do Grupo Bambuí e localmente a processos de dissolução de rochas calcárias deste grupo. As feições estruturais demonstraram que a área foi pouco afetada por esforços tangenciais, porém, sua cobertura mostra distorções localizadas sob a forma de pequenas falhas normais de fraco rejeito que acompanharam os movimentos de ascensão dos planaltos entre os quais se estabeleceram. As falhas surgem nas proximidades da borda ocidental da serra do Espinhaço, tendo algumas delas continuidade na depressão. Eventualmente, aparecem alinhamentos de direção N-S e E-W.

O domínio foi dividido em duas regiões separadas espacialmente pelo Planalto Divisor São Francisco-Tocantins: Depressão do Tocantins e Depressão do São Francisco - Rio de Contas. O traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas perpassa apenas a Depressão do São Francisco - Rio de Contas.

A primeira região na qual se subdivide o Domínio das Depressões Pediplanadas é chamada de Região da Depressão do São Francisco - Rio de Contas. Esta região, identificada por Barbosa, Boaventura e Pinto (1973, em Projeto RADAMBRASIL) como unidade morfoestrutural, abrange a média bacia do rio São Francisco. Nela destaca-se a vasta depressão formada pelo próprio rio São Francisco e seus afluentes, situada entre o Planalto do Divisor São Francisco-Tocantins e o Planalto do Espinhaço, e a depressão que contém a bacia do rio Paramirim embutida entre o Planalto do Espinhaço e o Planalto da Diamantina.

A morfologia da área é representada, em geral, por um conjunto de relevos aplanados com altitudes médias que variam entre 400 m e 750 m. Os relevos residuais posicionados na margem direita do rio São Francisco atingem altitude máxima de 800 m, como as Serras do Iuiú, da Gorutuba e da Jaiba.

A morfologia é caracterizada por extensos planos inclinados desenvolvidos sobre rochas do embasamento cristalino e do Grupo Bambuí.

Apresenta fraca dissecação, a rede de drenagem, em geral constituída de cursos intermitentes, está subordinada à bacia hidrográfica do rio São Francisco. A região foi dividida em duas Unidades Geomorfológicas: Vão do São Francisco, que abrange a maior extensão das áreas aplainadas ao longo dos rios São Francisco, Verde e Grande, e o Pediplano Sertanejo.

A segunda região na qual se subdivide o Domínio das Depressões Pediplanadas é chamada de Vão do São Francisco. Por analogia com o Vão do Paranã, esta unidade também recebeu a designação de vão, encontrando-se balizada pelo Planalto do Divisor São Francisco-Tocantins a oeste e o Planalto do Espinhaço a leste, a unidade forma um corredor estrutural entre os Patamares do Chapadão.

Abrange o médio vale do rio São Francisco, desde as cidades de São Francisco até Ibotirama, ocupando uma área de 37.470 km<sup>2</sup>. Limita-se a oeste com os Patamares do Chapadão e a leste com as Serras Setentrionais e os Patamares Orientais e Ocidentais do Espinhaço. Seu relevo é caracterizado por extensos planos inclinados partindo das escarpas e Patamares Orientais e Ocidentais do Espinhaço e dos relevos residuais. Em todo o trecho oriental da unidade, precedendo o Planalto do Espinhaço, assim como as proximidades das Serras do Iuiú e da Jaíba, os relevos residuais aparecem sob forma de *inselbergs* e cristas residuais.

Nesta unidade as direções preliminares das falhas são SE-NW e NE-SW. Eventualmente, aparecem alinhamentos de direção N-S e E-W. Na Serra do Iuiú, em rochas calcárias, as fraturas são controladoras do relevo orientando a carstificação.

O modelado de aplainamento por toda a margem esquerda do rio São Francisco, de Januária para norte, e pela margem direita, da cidade de São Francisco até a Serra do Monte Alto, foi esculpido sobre litologias do Grupo Bambuí. Residuais de calcários demonstram que este tipo de rocha ocupava posição topográfica mais elevada e que foi rebaixada pelos processos de pediplanação e de dissolução relacionados com os sistemas morfogenéticos diversos.

O pediplano mantém localmente a cobertura coluvial que se espessa à medida que se aproxima do vale dos rios, variando a sua cor em função da posição topográfica: nas partes mais altas normalmente tem cor avermelhada; na meia encosta tende para o creme e nas áreas deprimidas o material adquire uma cor acinzentada. É constituído de areias, argilas e silte assinalando-se ainda que quase sempre na base dos perfis distinguem-se manchas de cores variadas de hidromorfia.

Na área que antecede os Patamares do Chapadão apresenta-se uma dissecação incipiente, distinguindo-se nas partes baixas uma mata ciliar em substituição à vegetação de Cerrado. A cobertura coluvial das rampas está sendo remanejada sobre os depósitos da planície fluvial do rio São Francisco.

Restos de aplainamento inumado foram observados na margem direita do rio São Francisco, recobertos de colúvios espessos, de textura areno-argilosa e coloração avermelhada. Os afluentes que provêm do Planalto do Divisor São Francisco-Tocantins são separados por interflúvios que contêm depressões cársticas, dolinas, sumidouros e

ressurgências, concentrados nas proximidades do rio principal. Na margem direita as formas cársticas estão em superfície ou em via de exumação. Ali predominam zonas embaciadas com lagoas temporárias entre residuais de calcário.

Observa-se o modelo de dissolução Karst em exumação nos municípios de Santana, Sítio do Mato e pequena parte do município de Bom Jesus da Lapa, que é um conjunto de formas de dissolução parcialmente expostas em superfície por erosão de uma cobertura preexistente.

Verifica-se o tipo de modelado Superfície de Aplainamento Degradada Inumada nos municípios de Serra Dourada e Santana. São formas aplanadas, parcialmente conservadas, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança morfogênica; geralmente dissecadas e separadas por escarpas ou ressaltos de outros modelados de aplainamento de dissecação e de dissolução. Aparecem freqüentemente mascaradas inumadas por coberturas detriticas ou de alteração constituídas de couraças e/ou latossolos.

Esta Unidade Geomorfológica representa 15,8% tanto da AII quanto da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

### **Planalto do Espinhaço**

Este é um curto trecho de serra, onde o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas perpassa ao sul. Como um pequeno domínio, este trecho pode ser caracterizado como planaltos em estruturas dobradas, reunidos segundo aspectos que os diferencia da Chapada Diamantina. Neste trecho a rocha do embasamento é metamórfica, oriunda do processo colisional entre placas. Esta condição geológica oferece maior resistência ao intemperismo, juntando-se com a constituição mineral, e torna esta área uma das mais altas ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas. As vertentes tornam-se íngremes, por vezes escarpadas, e a drenagem dissecada nos vales bem entalhados em leitos orientados pelas estruturas do substrato geológico.

Esta Unidade Geomorfológica representa 7% da AII e 6,7% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

## Planaltos da Chapada Diamantina

Localizada na porção central do estado da Bahia, este domínio caracteriza-se pelas formações esculpidas nos terrenos sedimentares do Grupo Chapada Diamantina (Supergrupo Espinhaço). Estende-se por vasta área de formato N-S, desde as cidades de Seabra e Lençóis até Mucugê e Ibicoara, no trecho sul, interceptada pela LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas em estudo. Trata-se de um conjunto topograficamente elevado a mais de 800 m de altitude, com áreas aplainadas no topo e com serras que se sobressaem a mais de 1.500 m nas bordas mais movimentadas. Estas elevações constituem-se sobre um terreno sedimentar dobrado em sinclinais e anticlinais dissecadas pelo trabalho erosivo dos afluentes e cabeceiras do rio Paraguaçu. São comuns neste relevo recortado, a formação de "tetos" que servem de abrigos ou tocas, não constituindo sistemas de cavidades complexos, mas definindo atenção especial na instalação de qualquer empreendimento, tanto pelo risco de queda de blocos, como pela geração de habitats relevantes para a flora e fauna local.

Esta Unidade Geomorfológica representa 2,9% da AII e 3% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

## Patamares do Médio Rio Paraguaçu

Ocupa quase toda a porção leste da quadrícula V-A, colocando-se, de maneira geral, entre a Depressão do Pediplano Sertanejo, a leste, e os Pediplanos Karstificados, a oeste. Apresenta trechos que se encontram em descontinuidade espacial, localizados ao sul do rio Paraguaçu, mas que guardam a mesma posição em relação às unidades vizinhas.

Esta unidade apresenta cotas pouco inferiores a 800 m, sendo que a faixa altimétrica mais comum é a que se encontra entre 400 e 600 m.

Trata-se de uma área que comporta relevos dissecados onde a densidade de drenagem é bastante uniforme e os entalhes são, de modo geral, pouco profundos. Os interflúvios constituem desde colinas até outeiros e morros, isto é, relevos convexos e côncavo-convexos de 50 até mais de 100 m de diferença entre o topo e a base, semelhante aos mares de morros litorâneos. As declividades mais comuns são da ordem de 20° a 30°. As elevações residuais localmente denominadas serras, como a da Bateia, apresentam os desnivelamentos mais acentuados, com encostas geralmente convexas, que mostram

concauidades formadas por alvéolos de cabeceira, muitos deles já colonizados por vegetação. A erosão atua através do escoamento superficial, provocando o aparecimento de ravinas, principalmente nas bordas dos rios e sobre as vertentes mais inclinadas, que alcançam 45°. Deve ser assinalada também a existência de terracetes nas encostas, assim como a ocorrência eventual de cicatrizes de deslizamento, evidenciando movimentos de massa. Nos locais mais conservados dos topos a incisão da drenagem torna-se menos profunda, preservando formas largas, planos inclinados com pequeno desnível e declividade inferior a 5°. Os relevos do Patamar apresentam uma cobertura coluvial amarelada ou avermelhada, de cerca de 1 m de espessura, a qual aumenta na base das encostas, sobe a rocha metamórfica alterada. Às vezes observa-se a ocorrência de linha de pedras composta de fragmentos rochosos e de quartzo na base desta cobertura.

A área é constituída de metaxistos, gnaisses, migmatitos do Pré-Cambriano Indiferenciado, com intrusões graníticas, veios e anfibolitos e trechos recobertos por depósitos detríticos terciário-quadernários, e embora a dissecação seja considerada como homogênea ou não condicionada à tectônica ou à litologia, é comum na área a ocorrência de sulcos retelinizados. Estes foram mapeados como vales adaptados à estrutura, entrecruzando-se, na maior parte das vezes, nos sentidos NW-SE e NE-SW.

Nas proximidades das bordas do planalto calcário, principalmente na parte noroeste da unidade, ocorrem formas muito entalhadas, dissecadas por vales profundos de vertentes convexas. Aparecem também alguns relevos residuais de topo aplanado em meio aos dissecados do Patamar.

A rede de drenagem da área em estudo pertence à bacia do rio Paraguaçu, apresentando padrão geral dendrítico e apenas cursos de água pequenos e de regime temporário. Os vales são largos e simétricos, geralmente em formas de "U" e com fundo plano. Na convergência de alguns deles, entre os relevos convexos, assinala-se a existência de lagos.

Esta Unidade Geomorfológica representa 10,5% da AII e 10,1% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

## Planaltos Cristalinos

A denominação dada a estes planaltos pretende mostrar a oposição entre eles e os demais planaltos, sedimentares e metassedimentares. Este domínio está representado na Folha SD.24 Salvador por três regiões geomofológicas: Planalto Soerguido, Planalto Rebaixado e Planalto Rejuvenescido. Caracteriza-se por uma história geológica que remonta a ciclos orogênicos muito antigos, Guriense e Transamazônio, com rochas já em grau elevado de metamorfismo e nítido alinhamento do relevo, segundo direções preferenciais, e áreas de rochas granitizadas removimentadas posteriormente. Inclui faixas marginais granitizadas incorporadas ao Cráton do São Francisco, as quais são atravessadas por extensas falhas direcionadas nos sentidos NE-SW e NW-SE, onde dobras sublinhadas por falhas são notadas sob a forma de alinhamento do relevo.

Esta Unidade Geomorfológica representa 6,2% da AII e 6% da AID da futura LT, conforme **Quadro 6.2.4 - 3**.

### 6.2.4.2.3.3.2 - Características Dinâmicas e Gênese do Relevo

A gênese do relevo atravessado pela LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas está diretamente associada à complexa evolução do substrato geológico, que é composto por rochas que datam desde o Eon Arqueano até o Período Quaternário. O substrato geológico, no trecho estudado, é extremamente complexo e, pela grande extensão da linha, apresenta diversos litotipos que em seus processos de evolução ao longo do tempo, definem ambientes totalmente distintos em forma.

Os fatores estruturais das rochas, adquiridos ao longo dos ciclos termotectônicos, associados a propriedades físico-químicas das rochas, faz com que a resistência das mesmas aos processos intempéricos seja diferenciada, configurando, conseqüentemente, padrões preferenciais para organização da rede de drenagem e relevo.

Além dos condicionantes litoestruturais, outro fator que contribuiu decisivamente para a formação da paisagem geomorfológica existente ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, foi a exposição das rochas a um longo período de estabilidade crustal após a tectônica juro-cretácea. Esta estabilidade geológica permitiu que as rochas fossem dissecadas em longos ciclos erosivos formando, conseqüentemente, grandes domínios de dissecação. Ao longo deste processo, a dinâmica tectônica e a dinâmica de denudação alteraram a topografia e as formas do

relevo. Estas dinâmicas soergueram fundos marinhos e expuseram embasamentos cristalinos mais antigos de forma que seus efeitos ficam impressos no relevo e permitem fazer uma análise da dinâmica evolutiva da paisagem.

Dentro destas superfícies aplainadas destacam-se os relevos residuais isolados, com vertentes pedimentadas, que, em alguns trechos, afloram rochas na forma de *inselbergs*. Segundo Ribeiro da Costa *et al.* (1978), essa característica evidencia a ação de um clima com estação seca. Como a pediplanação consiste no processo de aplainamento de extensas superfícies submetidas a clima árido ou semiárido, tal autor conclui que a pediplanação foi o fenômeno responsável pela formação das superfícies aplainadas nestas regiões.

As superfícies de aplainamento se estendem ao longo do traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas desde Miracema do Tocantins (TO) até Sapeaçu (BA), sendo interrompidas localmente por *inselbergs* e serras isoladas, sobretudo nas proximidades da Chapada Diamantina. A alta amplitude topográfica destas elevações, que podem ultrapassar os 300 m, marca a existência de um domínio geomorfológico em que predominam encostas de alta declividade, escarpadas, com vales entalhados. Próximo à Rio de Contas, os metariolitos e metarenitos do Grupo Rio dos Remédios se destacam na paisagem pelo relevo movimentado com a formação de alinhamentos serranos que se prolongam na direção NE-SW, acompanhando as litoestruturas do Supergrupo Espinhaço. Esta região apresenta grande potencial erosivo, inclusive, o de processos erosivos acelerados, como movimentos de massa, porém, dado o ambiente não tão úmido como as regiões plenamente tropicais, predominam aí quedas de blocos.

Saindo da Chapada Diamantina, a LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas avança sobre o relevo planáltico cristalino da porção Leste da Bahia, marcado pela presença de colinas amplas e suaves que se estendem das imediações de Barra da Estiva até Sapeaçu.

Em relação à atual dinâmica do relevo, cabe destacar a influência das variações climáticas ocorridas no período Quaternário. Tais mudanças estão diretamente relacionadas com a dinâmica atmosférica, que possui respostas diretas nas glaciações, oscilações do nível médio relativo do mar e nos níveis de base gerais e locais. Segundo Bigarella *et al.* (1965), os eventos erosivos originados por estas alterações climáticas foram responsáveis pelo recuo lateral das vertentes nos períodos mais secos e pelo entalhamento dos canais fluviais e alterações químicas das rochas nos períodos mais úmidos.

De acordo com Ab'Saber (1958), os vestígios destas variações climáticas no relevo são vários. A presença de seixos e matacões rolados, por exemplo, ilustram um regime hidrológico mais extremo, com a presença de enxurradas, que o atual. As formações de relevo foram e continuam sendo moldadas pelas condições climáticas e meteorológicas atuantes na área de estudo, com influência direta no entalhamento das drenagens, na configuração dos interflúvios e na dinâmica hidroerosiva das encostas.

#### 6.2.4.2.3.4 - Caracterização dos Padrões de Relevo

Cada unidade geomorfológica abrange sistemas ou unidades de relevo que correspondem a padrões de formas semelhantes agrupadas criteriosamente por fotoanálise, por meio de parâmetros morfométricos e morfológicos (amplitude topográfica, gradiente das vertentes, geometria dos topos, densidade e padrão de drenagem).

As unidades, sistemas ou padrões de relevo correspondem a agrupamentos de formas de relevo que apresentam similitude geométrica definida por gênese em comum. Nessas unidades, há uma generalização dos processos morfogenéticos atuantes, tendo como resultado a recorrência de materiais superficiais correlacionais.

Estas unidades de relevo foram separadas por conjuntos de formas de relevo com padrão semelhante, considerando a amplitude altimétrica, gradiente, geometria dos topos e vertentes, bem como a densidade e o padrão de drenagem.

Com base nas imagens de satélite IRS e Rapideye, no **Mapa de Declividade - 2619-00-EIA-MP-2009**, no **Mapa de Altimetria - 2619-00-EIA-MP-2008**, no **Caderno de Mapas**, nas cartas topográficas, no Projeto RADAMBRASIL e no Mapeamento Geoambiental da CPRM, foram identificadas e delimitadas 16 (dezesseis) Unidades ou Sistemas de Relevo existentes nas Áreas de Influência que se encontram representadas no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005**, no **Caderno de Mapas** e estão descritas a seguir.

#### Escarpas Serranas

Compreende relevo de degradação independentemente da litologia onde se instale. Constitui relevo montanhoso, muito acidentado, formado pelo recuo da escarpa de um maciço, mas sem a formação de degraus, de maneira homogênea e gradual.

As Escarpas Serranas são caracterizadas por possuírem vertentes predominantemente variando de retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, predominantemente aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus.

Nas Escarpas Serranas o sistema de drenagem principal está em franco processo de entalhamento. Esta unidade representa um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, o predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). É frequente a atuação de processos de erosão laminar e de movimentos de massa, tais como queda de blocos e deslizamentos.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - acima de 300 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).

Esta Unidade de Relevo está presente em 3,2% da AII e 3,5% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### **Superfícies Aplainadas Conservadas**

São superfícies de erosão modeladas, típicas de clima semiárido, com formas aplainadas, pouco dissecadas, formadas em fases sucessivas de retomada de erosão, que apresentam tênue capeamento de material fragmentário. Promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos, representando, em linhas gerais, grandes extensões das depressões interplanálticas do território brasileiro. Desenvolvem-se, geralmente, sobre rochas sedimentares. Apresentam interflúvios tabulares com drenagem pouco aprofundada, de densidade variando de alta a média, com padrão oscilando entre dendrítico e retangular. Resultam, nessas superfícies, formas de topo aplainado, que são parcialmente recobertas por depósitos inconsolidados.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, um equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (a despeito das baixas declividades, prevalece o desenvolvimento de solos rasos e pedregosos e os processos de erosão laminar são significativos).

Principais características:

- Relevo de Aplainamento;
- Amplitude de relevo - 0 a 10 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 0 a 5°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 17% da All e 16,1% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### Chapadas e Platôs

Do ponto de vista Geomorfológico, a chapada é, na realidade, um planalto sedimentar típico, pois trata-se de um acamamento estratificado que, em certos pontos, está nas mesmas cotas da superfície de erosão, talhadas em rochas pré-cambrianas (GUERRA, 2003). Correspondem a relevos de topo plano que delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. Em geral, são definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento, separadas, geralmente, por vales de fundo plano apresentando vertentes de pequena declividade.

São superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpas.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio marcante dos processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Também vale mencionar os processos de morfogênese, que são significativos nos rebordos das escarpas erosivas, via recuo lateral das vertentes. É frequente nesses locais a atuação de processos de laterização. Vale

destacar a ocorrência, mesmo que esporádica e restrita, de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo: 0 a 20 m;
- Inclinação das vertentes: topo plano, excetuando-se os eixos dos vales fluviais.

Esta unidade de relevo está presente em 17,6% da AII e 18,8% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Montanhoso

Unidade de Relevo marcada por ser acidentada com vertentes predominantemente retilíneas com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Nesses locais o sistema de drenagem principal se encontra em processo de entalhamento.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - acima de 300 m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a 200 m;
- Inclinação das vertentes - 5° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).

Esta Unidade de Relevo está presente em 4,5% da AII e 4,2% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Morros e Serras Baixas

Unidade de Relevo marcada pela presença de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados. Também é possível identificar nessa Unidade de Relevo a presença de morros de topo tabular, característico das chapadas intensamente dissecadas e desfeitas em conjunto de morros de topo plano. Nesses locais, o sistema de drenagem principal é representado por restritas planícies aluviais.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Também é perceptível a atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), além de ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 80 a 200 m, podendo apresentar desnivelamentos de até 300 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 15° a 35°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 3,5% da AII e 3,9% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Vales Encaixados

Essa Unidade de Relevo se desenvolve predominantemente em rochas sedimentares, no entanto, também apresenta ocorrências sobre rochas cristalinas. Apresentam quebras de relevo abruptas em contraste com o relevo plano adjacente. Em geral, estas formas de relevo indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional.

Os Vales Encaixados são marcados por relevo acidentado, constituindo por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Nas áreas marcadas por esta unidade de

relevo, o sistema de drenagem está em processo de entalhamento. Esse processo de forte entalhamento proveniente da incisão vertical da drenagem é a principal responsável pela formação dos Vales Encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas, estes, em geral, pouco dissecados.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). É possível identificar a atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa, assim como a geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 100 a 300 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 10° a 25°, com ocorrências pontuais de vertentes muito declivosas (acima de 45°).

Esta Unidade de Relevo está presente em 0,8% da AII e 0,4% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### **Colinas Amplas e Suaves**

Unidade de Relevo que se desenvolve sobre qualquer litologia, no entanto, há uma predominância da sua ocorrência nas áreas de rochas sedimentares. Pode ser caracterizada como áreas compostas por colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos tabulares ou alongados. O sistema de drenagem nessas áreas é marcado pela deposição de planícies aluviais amplas com baixa densidade de drenagem e padrão dendrítico. A drenagem imperfeita nos fundos dos vales afogados contribui para a formação das planícies aluviais.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Vale destacar a ocorrência, mesmo que esporádica e restrita, de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). É também perceptível a geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 20 a 50 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 3° a 10°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 18% da All e 17,4% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### Inselbergs

Esta Unidade de Relevo é marcada pela presença de *Inselbergs* e outros relevos residuais (cristas isoladas, morros residuais, pontões, monolitos). Composto por elevações pouco alongadas, relativamente ilhadas, cuja evolução se fez em função de um sistema de erosão marcada pela influência do clima semiárido.

Relevos residuais isolados, de vertentes muito inclinadas, destacados na paisagem aplainada que o circunda, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos.

Principais características:

- Relevo de Aplainamento;
- Amplitude de relevo - variando de 50 a 500 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 25° a 45°, com ocorrências pontuais de paredões rochosos subverticais (60°-90°).

Esta Unidade de Relevo está presente em 0,8% da All e 0,6% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### Tabuleiros

Unidade de Relevo que ocorre predominantemente sobre rochas sedimentares. Os tabuleiros, de maneira geral, podem ser caracterizados como formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de "U", resultantes da dissecação fluvial recente.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Vale destacar a ocorrência, mesmo que esporádica e restrita, de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 20 a 50 m;
- Inclinação das vertentes - topo plano variando de 0 a 3°, com ocorrências pontuais de vertentes acentuadas variando de 10 a 25°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 2,1% tanto da AII quanto da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### **Planaltos e Baixos Platôs**

Unidade de Relevo que se desenvolve predominantemente em rochas sedimentares, mas também apresenta ocorrências sobre rochas cristalinas.

Pode ser caracterizado por apresentar superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. O sistema de drenagem principal tem fraco entalhamento e a deposição de planícies aluviais é restrita ou acontece em vales fechados.

Há, nas áreas marcadas por esta unidade de relevo, predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorre também, eventualmente, a atuação de processos de laterização.

Vale destacar a ocorrência, mesmo que esporádica e restrita, de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 20 a 50 m;
- Inclinação das vertentes - topo plano a suavemente ondulado variando de 2 a 5°, excetuando-se os eixos dos vales fluviais.

Esta Unidade de Relevo está presente em 11,4% da All e 11,6% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### **Colinas Dissecadas e Morros Baixos**

Unidade de Relevo que pode se desenvolver sobre qualquer litologia. Caracterizada por colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. O sistema de drenagem atua através da deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). É frequente a atuação de processos de erosão laminar. Também ocorrem, mais esporadicamente, processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). É possível observar a geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 30 a 80 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 5 a 20°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 6,4% da All e 6,8% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Superfícies Aplainadas Degradadas

Constituída por superfícies suavemente onduladas, decorrentes do arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. Podem ser facilmente observadas, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas do território brasileiro.

Caracteriza-se por um extenso e monótono relevo suave ondulado sem, contudo, caracterizar um ambiente colinoso devido suas amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade.

Principais características:

- Relevo de Aplainamento;
- Amplitude de relevo - variando de 10 a 30 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 0 a 5°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 8,5% da AII e 8,8% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos

Esta Unidade de Relevo pode ser observada se desenvolvendo sobre todos os tipos de litologias. É caracterizada por apresentar relevo acidentado, constituído por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. O sistema de drenagem aparece como em processo de entalhamento.

Merece destaque o fato de que esta Unidade de Relevo representa uma transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). É frequente a atuação de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Pode observar a geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 50 a 200 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 10 a 25° com ocorrências pontuais de vertentes muito declivosas (acima de 45°).

Esta Unidade de Relevo está presente em 1,8% da All e 1,9% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

### **Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta**

Unidade de Relevo composta por leques aluvias, rampas de colúvio e de tálus. A principal característica desta Unidade de Relevo é o fato de ela ser uma zona de acumulação atual.

Os cones de tálus consistem de superfícies deposicionais fortemente inclinadas constituídas por depósitos de encosta, de matriz areno-argilosa a argilo-arenosa, rica em blocos muito mal selecionados. Podem ser observados nos sopés das vertentes íngremes de terrenos montanhosos de maneira disseminada.

As rampas de colúvio consistem de superfícies deposicionais inclinadas constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, interdigitam e/ou recobrem os depósitos aplainados das planícies aluviais. Ocorrem, de forma disseminada, nas baixas encostas de ambientes colinosos ou de morros. A ocorrência de variações no direcionamento dos retrabalhamentos coluviais, ao longo do tempo, associadas à ocorrência de processos erosivos/deposicionais durante o Quaternário, é responsável pela produção de vários episódios de formação de rampas, também conhecidos como o processo de formação dos complexos das rampas de colúvio.

Principais características:

- Relevo de Agradação;
- Amplitude de relevo - variável, dependendo da extensão do depósito na encosta;
- Inclinação das vertentes - variando de 5 a 20° nas áreas associadas às rampas de colúvio e de 20 a 45° nas áreas associadas aos cones de tálus.

Esta Unidade de Relevo está presente em 1,3% tanto da All quanto da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Tabuleiros Dissecados

Unidade de Relevo que se desenvolve em rochas sedimentares composta por formas tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem. Apresentam relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecção fluvial recente.

Há, nas áreas marcadas por esta Unidade de Relevo, predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Também há ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

Principais características:

- Relevo de Degradação;
- Amplitude de relevo - variando de 20 a 50 m;
- Inclinação das vertentes - topos planos restritos variando de 0 a 3°, sendo que, localmente, podem ocorrer vertentes acentuadas variando de 10 a 25°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 0,1% tanto da All quanto da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

## Planícies Fluviais

Unidade de Relevo composta por planícies de inundação, baixadas inundáveis e abacimentos, sendo consideradas como zonas de acumulação atual.

Compostas por superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos areno-argilosos a argilo-arenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; e bem drenados nos terraços.

Trata-se de área plana resultante de acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas e cobertas por aluviões holocênicos. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial com superfícies sub-horizontais extensas, formando planícies de inundação ou terraços fluviais, com declividades extremamente suaves. Os terrenos aluviais têm, usualmente, moderada a baixa capacidade de carga. A suscetibilidade à erosão é geralmente baixa.

Principais características:

- Relevo de Agradação;
- Amplitude de relevo - variando de 0 a 5 m;
- Inclinação das vertentes - variando de 0 a 3°.

Esta Unidade de Relevo está presente em 3,1% da All e 2,6% da AID, conforme **Quadro 6.2.4 - 4**.

#### **6.2.4.2.3.5 - Diferentes Graus de Suscetibilidade ao Desencadeamento de Movimentos de Massa, Processos Erosivos e Assoreamento de Corpos D'água, tanto Naturais como de Origem Antrópica**

Ao longo deste item serão apresentadas considerações buscando analisar as Unidades de Relevo apresentadas no **item 6.2.4.2.3.4 - Caracterização dos Padrões de Relevo** de acordo com a morfodinâmica atual, destacando a importância dessa dinâmica na interação dos diferentes componentes ambientais.

Para a análise da morfodinâmica foram relacionados parâmetros, como declividade, condições litológicas e pedológicas, precipitação, cobertura vegetal, ações antrópicas, dentre outros que possam se mostrar relevantes para o contexto a ser analisado.

De acordo com Tricart (1977), a avaliação morfodinâmica pode ser classificada em categorias que são apoiadas nos resultados do balanço entre morfogênese e pedogênese. O autor considerou três estágios de dinâmica resultantes desse balanço:

- Meios estáveis (predominância da pedogênese);
- Meios de transição (equilíbrio entre pedogênese e morfogênese);

- Meios instáveis (predominância da morfogênese).

O traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas se projeta sobre diversos tipos de relevo, com dimensões, inclinações, amplitude topográfica e estabilidade distintos. Outros fatores que variam muito no decorrer do traçado são os solos de espessuras diversas que recobrem o relevo, a estrutura geológica, a variedade litoestratigráfica e as condições climáticas.

De maneira geral, toda e qualquer forma de relevo possui processos naturais, intrínsecos às suas características litoestruturais, no entanto, a intensidade do uso antrópico nessas áreas altera, totalmente, os processos naturais existentes, modificando áreas que, originalmente, apresentavam-se estabilizadas, transformando-as em setores comprometidos sob o ponto de vista erosional.

A influência da intervenção antrópica deve ser analisada com cautela, principalmente as atividades que sucedem o desmatamento, tais como a agropecuária. O desmatamento para uso agropecuário, deixa os solos desprotegidos das chuvas, facilitando o escoamento superficial das águas pluviais. Quando as atividades que seguem o desmatamento não têm a cautela adequada com o manejo dos locais aonde atuam, acabam promovendo ações degradantes que, em alguns casos, podem vir a tomar grandes dimensões. Em um caso específico, a degradação de origem antrópica tomou uma dimensão irreversível: o caso de Gilbués.

Na região de Gilbués a extração de diamantes na primeira metade do século XX seguida por atividades agropecuárias que romperam o equilíbrio morfodinâmico da região que está passando por processo de desertificação com muitas ravinas, voçorocas, e assoreamentos de corpos hídricos a um nível irreversível. Mesmo o traçado da LT tendo sido propositalmente desviado dessa área tão sensível, os eventos morfodinâmicos que ali acontecem merecem uma atenção especial por serem atípicos e terem tomado níveis tão alarmantes.

A evolução do relevo e da drenagem é resultado direto do trabalho que a erosão realiza com caráter diferencial marcante por meio de vários ciclos pretéritos e do ciclo atual, ciclo este que se encontra em fase de maturidade plena. Em função da geologia, relevo e clima, podem ocorrer zonas mais ou menos alteradas, transições com o manto de alteração ou regolito (solo residual) e irregularidades. A diferença de permeabilidade

entre solo e rocha constitui um meio de percolação preferencial na interface entre esses dois tipos de material, podendo desencadear processos erosivos e instabilidades, principalmente em terrenos declivosos.

Os produtos do intemperismo dos diversos tipos de rocha (solos residuais ou eluviais e coluviais) devem ser tratados com cautela, pois mantêm as características originais das rochas das quais são provenientes, no entanto, podem ser desfavoráveis a intervenções, uma vez que apresentam diferenças expressivas de densidade e de resistência quando relacionados ao seu material original.

Os processos morfogenéticos se diferenciam em função do clima, do relevo e da cobertura vegetal. Além do papel desempenhado pela evolução morfoclimática, a diversidade geomorfológica da região está condicionada também pela diversidade litológica e estrutura geológica. As influências tectono-estruturais são constantes (alinhamentos de topos, cursos d'água retilíneos/sulcos estruturais, falhas, diáclases e foliação das rochas).

Quando os processos de decomposição química e o escoamento superficial comandam a evolução do modelado, a dissecação forma interflúvios em forma de colinas, cristas e taludes com vales encaixados, a depender, também, das constituições litológicas e estruturais.

O traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas se projeta sobre uma grande variação de Unidades de Relevo, conforme pode ser visto no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005, no Caderno de Mapas**, compreendendo planícies fluviais; superfícies aplainadas conservadas e degradadas; chapadas e platôs; vales encaixados; tabuleiros e tabuleiros dissecados; colinas amplas e suaves; planaltos e baixos platôs; colinas dissecadas e morros baixos; escarpas serranas; domínio montanhoso; degraus estruturais e rebordos erosivos; *inselbergs*; vertentes recobertas por depósitos de encosta; e morros e serras baixas. Todos esses padrões de relevo se desenvolveram sobre litologias muito variadas e com uso e ocupação também bastante diferenciados.

A avaliação do relevo é definida a partir das Unidades de Relevo apresentadas no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005, no Caderno de Mapas**, considerando suas peculiaridades. Cada um desses modelados será analisado tendo em vista o

reconhecimento das qualidades, potencialidades e impedimentos, relacionados à gênese, geometria, formações superficiais e processos atuantes, associados, ainda, às modificações antrópicas.

As formas de relevo mais conservadas, tais como as superfícies aplainadas, o topo das chapadas, o topo dos platôs, o topo dos planaltos, o topo dos tabuleiros, e as áreas com colinas amplas e suaves, não oferecem, via de regra, restrições quanto ao uso e ocupação, pois se tratam de formas amplas com topos planos ou com declives mínimos.

As formas mais dissecadas, onde a ação da erosão foi mais acentuada, são mais restritivas quanto à implantação de empreendimentos. Os setores representados pelas formas mais aguçadas ou de maiores amplitudes de relevo, com declives das encostas mais íngremes, são os considerados mais vulneráveis em relação à estabilidade de terrenos, devido à maior incidência dos processos de erosão acelerada e movimentos de massa. Dentre estas áreas destacam-se as representadas pelo domínio de colinas dissecadas e morros baixos e o domínio de morros e de serras baixas.

Os relevos de borda, com encostas longas de declividade forte e vales profundos, com incisões de drenagem associadas, com interflúvios amplos de topos suaves ou ondulados e vertentes convexas, favorecem a atuação de processos morfogenéticos representados por erosão laminar com tendência a sulcamentos e ravinamentos localizados. Dentre estas áreas destacam-se as representadas pelas escarpas, pelo domínio montanhoso, pelos *inselbergs* e pelos degraus estruturais e rebordos erosivos.

O desequilíbrio morfodinâmico resulta da intensa utilização de encostas com altas declividades. A presença de fácies com diferentes materiais de textura variadas, como a argilosa, areno-argilosas e arenosas expressivas, contribui para essa instabilidade.

Essa massa de materiais mobilizáveis favorece a atuação dos processos morfogenéticos, produzindo deslocamentos de camadas e, principalmente, nas elevações onde a desagregação é estimulada pelo arranjo e pela orientação litológica.

As áreas de maior risco de acidentes geológicos são as encostas nas bordas dos morros, degraus estruturais e escarpas serranas, assim como os vales encaixados e nas vertentes recobertas por depósitos de encosta. Quando alvos de elevados índices de precipitação

pluviométrica, a água pode escoar pela superfície ou abrindo sulcos pelo terreno, instabilizando as encostas e resultando em movimentos de massa.

Nas áreas representadas pelas planícies fluviais, o risco é de inundações que possam desestabilizar a base das torres.

A seguir, é apresentado no **Quadro 6.2.4 - 2** um resumo dos aspectos morfológicos e morfodinâmicos das Unidades de Relevo.

**Quadro 6.2.4 - 2 - Aspectos Morfológicos e Morfodinâmicos das Unidades de Relevo.**

Unidade de Relevo	Sigla	Morfometria / Morfologia	Efeitos da Morfodinâmica
Escarpas Serranas	ES	Modelados com elevados declives graduais, intensa dissecação e alinhamentos extensos altamente controlados pela tectônica regional; topos convexizados e vertentes convexas a retilíneas; setores com relevos mais movimentados com encostas abruptas e rochosas; áreas com dissecação menos intensa e drenagem pouco aprofundada; a amplitude topográfica alcança valores superiores a 1.000 m.	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.
Superfícies Aplainadas Conservadas	SAC	Superfícies planas a levemente onduladas; promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos.	Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (a despeito das baixas declividades, prevalece o desenvolvimento de solos rasos e pedregosos e os processos de erosão laminar são significativos).
Chapadas e Platôs	C	Superfícies tabulares alçadas; relevos soerguidos, planos ou aplainados; não ou incipientemente pouco dissecados; rebordos posicionados em cotas elevadas; são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas.	Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão); processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes; frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Unidade de Relevo	Sigla	Morfometria / Morfologia	Efeitos da Morfodinâmica
Montanhoso	MO	Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas; presença de escarpas; topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados; sedimentação de colúvios e depósitos de tálus; sistema de drenagem principal em processo de entalhamento.	Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão); atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.
Morros e Serras Baixas	MSb	Relevo de morros convexo-côncavos dissecados; topos arredondados ou aguçados. Também relevo de morro de topo tabular em conjunto de morros de topo plano; sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais.	Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão); atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas); ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.
Vales Encaixados	VE	Relevo acidentado; vertentes predominantemente retilíneas a côncavas fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus; sistema de drenagem principal em processo de entalhamento; feições de relevo fortemente entalhadas pela incisão vertical da drenagem formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas, estes, em geral, pouco dissecados; quebras de relevo abruptas em contraste com o relevo plano adjacente; indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional.	Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão); atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.
Colinas Amplas e Suaves	CA	Relevo de colinas pouco dissecadas; vertentes convexas e topos amplos de morfologia tabular ou alongada; sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas.	Predomínio de processos de pedogênese; formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Unidade de Relevô	Sigla	Morfometria / Morfologia	Efeitos da Morfodinâmica
Inselbergs	IN	Relevos residuais; cristas isoladas; morros residuais; pontões; monolitos.	Relevos residuais isolados; destacados na paisagem aplainada; remanescentes do arrasamento geral dos terrenos.
Tabuleiros	TB	Relevos com topos convexizados e aplainados; dissecação tendendo a homogênea; vertentes convexas a convexo-côncavas; relevos mais elevados com encostas íngremes desnudas; densidade de drenagem média; vales encaixados "forma de U", resultantes da dissecação fluvial recente.	Intemperismo químico profundo, recoberto por colúvios; escoamento superficial difuso a concentrado; predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão); ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).
Planaltos e Baixos Platôs	PL	Mais elevados do que os terrenos adjacentes; pouco dissecados; formas tabulares ou colinas muito amplas; sistema de drenagem principal com fraco entalhamento; deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.	Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão); eventual atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
Colinas Dissecadas e Morros Baixos	CD	Relevo de colinas dissecadas; vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados; sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.	Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão); atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.
Superfícies Aplainadas Degradadas	SAd	Superfícies suavemente onduladas; promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente.	Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (a despeito das baixas declividades, prevalece o desenvolvimento de solos rasos e pedregosos e os processos de erosão laminar são significativos).

Unidade de Relevo	Sigla	Morfometria / Morfologia	Efeitos da Morfodinâmica
Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	DE	Sucessão de rampas com relevos declivosos, com topos convexos; rampas colúvias com níveis de linhas de pedra; amplitude topográfica podendo chegar a 200 m; localmente intensa influência estrutural com escarpas íngremes; sistema de drenagem principal em processo de entalhamento; relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.	Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; setores mais conservados com solos pouco espessos; presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos.
Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta	VR	Superfícies deposicionais; fortemente inclinadas; constituídas por depósitos de encosta; matriz areno-argilosa a argilo-arenosa, rica em blocos muito mal selecionados; sobrepostos aos depósitos aluviais; Ocorre nos sopés das vertentes íngremes de terrenos montanhosos.	Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão); baixa capacidade de suporte.
Tabuleiros Dissecados	TBd	Dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem; relevo movimentado; colinas com topos tabulares ou alongados; vertentes retilíneas e declivosas; vales encaixados resultantes da dissecação fluvial recente.	Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão); ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).
Planícies Fluviais	PF	Superfícies sub-horizontais, terraços fluviais e leques alúvicolúviais, com gradientes extremamente suaves; terrenos inundáveis.	Terrenos com baixa a moderada capacidade de carga; freático elevado, ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias por acréscimo lateral; muito fraca erosão laminar, sem evidências erosivas marcantes, erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.

#### 6.2.4.2.3.6 - Unidades de Mapeamento

O mapeamento geomorfológico adotado para a presente análise foi desenvolvido a partir da concepção metodológica na qual o relevo e o mapeamento são encarados a partir da relação entre degradação e agradação, fundamentado na influência do substrato geológico e suas estruturas sobre a esculturação das formas da superfície.

Os domínios geomorfológicos podem ser caracterizados como a base para a compartimentação do relevo. Nelas, as formas do relevo são interpretadas como consequência da estrutura geológica local.

As Unidades Geomorfológicas são definidas como um arranjo de formas semelhantes ou conjunto de tipos de modelados, unidades ou padrões de relevo. Tais semelhanças são resultantes de um tipo de morfogênese e estão relacionadas a fatores paleoclimáticos regionais e a influências geológicas de base, além dos arranjos fisiográficos combinados, como a vegetação, solos e clima. A convergência de vários indicadores é o instrumento adequado para a separação das unidades geomorfológicas.

As Unidades de Relevo, também chamadas de modelados ou de padrões de relevo, por sua vez, correspondem à representação geométrica do relevo, isolados em polígonos, segundo um determinado critério, estando ligadas diretamente à representação da paisagem.

As unidades foram caracterizadas, considerando os aspectos morfológicos (tipos de topos e de encostas) e morfométricos (densidade de drenagem, amplitude topográfica, declividade das encostas), assim como os processos morfodinâmicos (tipo e suscetibilidade à erosão) e da estrutura geológica e bases litológicas.

As unidades de mapeamento descritas no decorrer do item **6.2.4.2.3 - Caracterização Geomorfológica das Áreas de Influência Indireta e Direta** estão representadas no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005, no Caderno de Mapas.**

De maneira a facilitar a interpretação deste mapa, segue uma análise quantitativa dos dados apresentados no mapeamento.

Com relação às Unidades Geomorfológicas, pode se perceber uma distribuição homogênea no traçado, com nenhuma unidade sendo dominante, conforme pode ser observado no **Quadro 6.2.4 - 3**. Uma constatação que se pode fazer é que a Unidade Geomorfológica da Chapada Diamantina, extremamente representativa do ponto de vista

de Potencialidade Espeleológica, abrange uma área muito pequena nas Áreas de Influência da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, com um total de 2,9% da AII e 3% da AID.

**Quadro 6.2.4 - 3 - Distribuição das Unidades Geomorfológicas nas Áreas de Influência.**

Unidade Geomorfológica	AII		AID	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Depressão do Tocantins	215.366,0	14,9	22.170,3	15,2
Planalto da Bacia Sedimentar Piauí - Maranhão	175.826,5	12,2	18.673,3	12,8
Depressão Interplanáltica de Paranaguá	199.880,4	13,8	20.433,5	14,0
Planalto Ocidental do Médio São Francisco	135.050,5	9,3	13.577,6	9,3
Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes	107.175,0	7,4	10.516,4	7,2
Domínio das Depressões Pediplanadas	227.867,8	15,8	23.121,7	15,8
Planalto do Espinhaço	101.204,5	7,0	9.774,4	6,7
Planaltos da Chapada Diamantina	42.224,0	2,9	4.454,0	3,0
Patamares do Médio Rio Paraguaçu	151.320,3	10,5	14.720,2	10,1
Planaltos Cristalinos	89.761,8	6,2	8.846,3	6,0
<b>Total</b>	<b>1.445.676,8</b>	<b>100</b>	<b>146.287,6</b>	<b>100</b>

A área mais representativa é o Domínio das Depressões Pediplanadas, correspondendo a 15,8% tanto da AII quanto da AID. Esse Domínio Geomorfológico é importante em função da sua estabilidade e do baixo potencial para ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa.

No que concerne às Unidades de Relevo, conforme pode ser observado no **Quadro 6.2.4 - 4**, as Chapadas e Platôs, as Colinas Amplas e Suaves, as Superfícies Aplainadas Conservadas e os Planaltos e Baixos Platôs são as unidades mais representativas tanto para a AII quanto para a AID, representando juntos um total de 63,9% da AID. Conforme foi discutido no item **6.2.4.2.3.5 - Diferentes Graus de Suscetibilidade ao Desencadeamento de Movimentos de Massa, Processos Erosivos e Assoreamento de Corpos D'água, tanto Naturais como de Origem Antrópica**, essas quatro unidades de relevo possuem o predomínio dos processos de pedogênese, quando ocorre formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. Nessas Unidades de Relevo há ocorrência esporádica e restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). A partir desse dado,

pode-se constatar que uma grande parte da AID está situada sobre áreas estáveis que não sofrem com efeitos drásticos de eventos morfodinâmicos.

**Quadro 6.2.4 - 4 - Distribuição das Unidades de Relevo nas Áreas de Influência.**

Unidade de Relevo	All		AID	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Escarpas Serranas	45.862,9	3,2	5.092,0	3,5
Superfícies Aplainadas Conservadas	245.095,5	17,0	23.556,8	16,1
Chapadas e Platôs	254.867,2	17,6	27.467,8	18,8
Montanhoso	64.557,4	4,5	6.075,6	4,2
Morros e Serras Baixas	50.009,9	3,5	5.720,0	3,9
Vales Encaixados	11.860,1	0,8	589,9	0,4
Colinas Amplas e Suaves	259.827,4	18,0	25.471,2	17,4
Inselbergs	11.547,1	0,8	891,1	0,6
Tabuleiros	30.471,1	2,1	3.114,9	2,1
Planaltos e Baixos Platôs	165.099,1	11,4	16.981,7	11,6
Colinas Dissecadas e Morros Baixos	92.148,1	6,4	9.902,2	6,8
Superfícies Aplainadas Degradadas	123.094,2	8,5	12.804,7	8,8
Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	26.188,4	1,8	2.772,5	1,9
Vertentes recobertas por depósitos de encosta	18.795,4	1,3	1.880,1	1,3
Planícies Fluviais	44.189,1	3,1	3.775,0	2,6
Tabuleiros Dissecados	2.063,9	0,1	192,1	0,1
<b>Total</b>	<b>1.445.676,8</b>	<b>100</b>	<b>146.287,6</b>	<b>100</b>

#### 6.2.4.2.4 - Unidades Geológico - Geotécnicas

**De acordo com Zuquette (2011):**

*“A definição de unidade deve basear-se sempre em um grupo de atributos diretamente relacionados a um vetor de interesse. Assim, uma unidade pode ser definida com base em um grupo de atributos (unidades básicas) ou por meio de uma associação de grupos de atributos (unidades compostas).”*

As Unidades Geológico-Geotécnicas são definidas por meio da análise dos dados geológicos levando em consideração, principalmente, a relação entre relevo, material inconsolidado e rocha. Esse mapeamento é importante pois prevê o comportamento de cada uma dessas unidades quando alvo de ocupação humana.

A partir das unidades litoestratigráficas definidas no **Mapa Geológico - 2619-00-EIA-MP-2004, no Caderno de Mapas**, podem ser determinadas as Unidades Geológico-Geotécnicas descritas a seguir.

#### **6.2.4.2.4.1 - Unidade Geológico-Geotécnica Depósitos Aluvionares**

Consiste em depósitos aluvionares recentes, compostos de areia, silte, argila e cascalhos. Formam terraços e pequenos depósitos ao longo das drenagens. Os materiais tendem a apresentar baixas propriedades geotécnicas em função do nível d'água elevado, da variação granulométrica e de eventuais lentes de argila mole. A capacidade de suporte é, em geral, baixa. Apresenta boa condição de escavabilidade, limitada nos locais onde o NA é muito elevado. Apresenta elevada suscetibilidade à erosão das margens e terraços, assim como a inundações.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: Q1a e Q2a.

#### **6.2.4.2.4.2 - Unidade Geológica-Geotécnica Canga ou Detrítica (Ug\_Can)**

Consiste de cangas e detritos, níveis de hematita compacta e friável, ocorrências de bauxita e solos lateríticos com concreções. Esses materiais sustentam as cristas homoclinais dos platôs lateríticos e serras. Os materiais apresentam capacidade de suporte, em geral, elevada a muito elevada, principalmente nos locais de ocorrências de carapaças e solos litólicos. A escavabilidade é dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos, podendo variar de moderada a extremamente difícil. Apresenta elevada suscetibilidade a movimentos de massa, principalmente em cristas e áreas de alta declividade, onde os processos morfo-esculturais ainda estão em desenvolvimento. As rupturas são condicionadas por estruturas geológicas, como fraturas e falhas, e suas relações espaciais. Apresentam baixa suscetibilidade frente aos processos erosivos.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: NQdi, N1dl e ENdl.

#### **6.2.4.2.4.3 - Unidade Geológica-Geotécnica Coluvionar (Ug\_Co)**

A unidade é constituída por materiais detríticos de granulometria e composição mineral heterogêneas, que incluem colúvios, alúvios e depósitos de tálus. A unidade é composta por blocos, matacões, calhaus, seixos de hematita e outros minerais e rochas, em matriz alúvio-coluvial. Ocorre capeando vertentes ao longo de serras, esporões, cristas homoclinais e entulhando áreas aplainadas. Ocorre também capeando anfiteatros representados pelas concavidades estruturais. A capacidade de suporte dos materiais é variável de baixa a moderada, condicionada pela variação granulométrica e pela distribuição errática de blocos e matacões. A escavabilidade dos materiais é variável de fácil a moderada, dificultada pela eventual ocorrência de blocos e matacões. A suscetibilidade a movimentos de massa é elevada nos depósitos em vertentes de alta declividade, sendo condicionada também pela heterogeneidade textural, pela ausência de estrutura interna e baixa coesão dos materiais. A suscetibilidade à erosão é elevada, condicionada pelos mesmos fatores associados aos processos de ruptura.

Somente uma unidade litoestratigráfica integra esta Unidade Geológica-Geotécnica: NQc.

#### **6.2.4.2.4.4 - Unidade Geológica-Geotécnica Rochas (meta) Básicas a Ácidas (Ug\_B)**

A unidade é constituída de rochas básicas, incluindo gabros, gabros porfiríticos e diques de diabásios e ácidas desde granitos a enderbitos. O comportamento geotécnico é dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: PP23<sub>γ</sub>3 mg, PP23 λg, PP2<sub>γ</sub>4 mm, PP2<sub>γ</sub>4 mp, PP3<sub>γ</sub>4 mc, PP2<sub>γ</sub>ju, PP3<sub>γ</sub>4pc, PP4<sub>γ</sub>l1, PP4rr, A4co, A23cb e A34si.

#### **6.2.4.2.4.5 - Unidade Geológica-Geotécnica Rocha (meta) Sedimentar (UG\_S)**

Reúne as rochas sedimentares e metassedimentares. As espessuras do solo residual são variáveis e a do saprolito e da rocha são chegam a atingir, em média, 30 m. Ocorrem colúvios pouco espessos. A escavabilidade é fácil a moderada (1ª e 2ª categorias) sendo dificultada nos trechos onde ocorrem solos litólicos associados a afloramentos de rocha. A capacidade de suporte dos terrenos é média a alta, pontualmente baixa.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: K2u, K1a, Grupo Canindé (C1po, D2c, D2p e D3C1l), P4 m1pl, C2pi, PP4pa, MP3sm, MP3sp, MPt2, PP3ca, PP4rrl, PP4rro, SSg, e P12pf.

#### **6.2.4.2.4.6 - Unidade Geológica-Geotécnica Dolomitos e Calcários (Ug\_Dol)**

Consiste de dolomitos, calcários dolomíticos, mármore, com níveis itabiríticos e de filitos, incluídos no Grupo Bambuí. A capacidade de suporte é variável, de baixa a muito elevada, dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos. A escavabilidade é variável de fácil a muito difícil, condicionada pela intensidade do intemperismo. Apresenta baixa suscetibilidade a movimentos de massa, sendo dependente das relações estruturais de fraturas e falhas. A suscetibilidade à erosão é baixa.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são constituintes do Grupo Bambuí: NP1so, NP2bc, NP2bd, NP2be, NP2bm, NP2bp, NP2br, NP2sa, NP2sh, NP2sl1 e NP2ss.

#### **6.2.4.2.4.7 - Unidade Geológica-Geotécnica Filitos e Xistos (Ug\_Fil)**

A unidade é constituída por filitos e filitos grafitosos. As propriedades geotécnicas são fortemente influenciadas pelas características litológicas, sendo dependentes das relações estruturais, das atitudes das descontinuidades e da foliação metamórfica frente os esforços solicitados. A capacidade de suporte varia de baixa, quando paralela à foliação, a alta, quando perpendicular. A escavabilidade é fácil a moderada, quando paralela à foliação, e moderada a difícil, quando perpendicular à foliação, sendo condicionada também pelo grau de intemperismo dos materiais. A suscetibilidade a movimentos de massa é alta, sendo controlada pelas relações estruturais entre a foliação e descontinuidades e a face do talude; pelo grau de fraturamento, grau de alteração e pelas superfícies, geralmente lisas, dos planos da foliação e descontinuidades. A suscetibilidade aos processos erosivos é muito alta, condicionada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e os planos das interseções das fraturas e falhas que cortam esses terrenos. É condicionada também pelo escoamento das águas superficiais e pelo nível do lençol freático, o qual, uma vez alcançado pelo ravinamento, evolui rapidamente para feições do tipo voçorocas. A alta friabilidade e textura siltosa dos produtos de intemperismo das rochas dessa unidade favorecem o desenvolvimento de processos erosivos.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: m<sup>3</sup>N1rp e A4PP1 cm.

#### **6.2.4.2.4.8 - Unidade Geológica-Geotécnica Gnaisses e Migmatitos (Ug\_Gn)**

A unidade é constituída de gnaisses, granito gnaisses, granito gnaisses porfiríticos e migmatitos. Essas litologias são, em geral, bastante intemperizadas e muito estruturadas, com exposições em ravinas e voçorocas de faixas milonitizadas, planos de falhas e zonas hidrotermalizadas. Em alguns locais ocorrem afloramentos sob a forma de lageados e blocos. Ocorre principalmente em áreas de relevo de colinas. A capacidade de suporte é em geral elevada. A escavabilidade é fácil nos locais de ocorrência de solos mais profundos, podendo ser difícil a muito difícil nos locais onde o topo rochoso se apresenta mais elevado. A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa, em função dos baixos gradientes topográficos e das características geotécnicas dos materiais de cobertura. Rupturas de talude ocorrem relacionadas aos processos de evolução das feições erosivas. A suscetibilidade à erosão é alta a moderada, sendo que o horizonte B dos Latossolos confere expressiva proteção frente aos agentes erosivos. Esse material, uma vez removido, possibilita a exposição dos solos saprolíticos, que apresentam textura predominantemente siltosa, sendo cortados por diversas estruturas geológicas. Os saprolitos apresentam alta erodibilidade, tanto pela ação das águas de escoamento superficial, quanto pelas águas freáticas.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: A4pp2cb, A4jo, A2 mo, APmu, A34jg, A4jc3, A34jed, A23gm, A2gr e A3po.

#### **6.2.4.2.4.9 - Unidade Geológica-Geotécnica Quartzitos (Ug\_Qtz)**

A unidade é constituída de quartzito, quartzito conglomerático, quartzito ferruginoso, metaconglomerado, filito xistoso e metachert. Ocorre em platôs quartzíticos, patamares, serras e morros de topo arredondado, principalmente. Os afloramentos rochosos, com pouca ou nenhuma cobertura superficial, dominam a unidade. De modo mais restrito, ocorrem os afloramentos rochosos associados a solos pouco espessos. A capacidade de suporte é elevada a muito elevada. A escavabilidade é, em geral, difícil a muito difícil, condicionada pelo topo rochoso elevado ou aflorante e pela presença de blocos imersos em solo pouco espesso. A escavabilidade pode ser moderada nas áreas com coberturas de Cambissolos mais espessos. A suscetibilidade a movimentos de massa é fortemente controlada pelas estruturas geológicas como falhas, fraturas e foliação. As relações espaciais entre essas feições podem gerar cunhas e blocos desconfinados e ocasionar rupturas no maciço quartzítico. A suscetibilidade à erosão é baixa. Entretanto, em

áreas de acumulação de Cambissolos e solos Litólicos, a suscetibilidade à erosão pode ser elevada.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: P4 m1br, A3rs2 e A34iu.

#### **6.2.4.2.4.10 - Unidade Geológica-Geotécnica Quartzitos e Xistos (Ug\_XQ)**

A unidade é constituída de quartzito, xisto conglomerático, metaconglomerado polimítico e mica xisto. Ocupa uma faixa alongada de relevo predominante de platôs quartzíticos, serras e patamares, e morros de cristas aguçadas. A capacidade de suporte é alta a muito alta. A escavabilidade é difícil a muito difícil, em função dos solos rasos e presença de blocos e lascas. A suscetibilidade a movimentos de massa é alta em locais de alta declividade e onde as relações espaciais entre descontinuidades, como falhas e fraturas, possibilitaram a individualização de blocos, lascas e/ou cunhas instáveis. A suscetibilidade a quedas e tombamentos de blocos e lascas é baixa em locais de rocha pouco fraturada, pouco decomposta. A suscetibilidade à erosão é moderada a baixa. Localmente, em áreas de rampas capeadas por solos pouco coesivos e pouco espessos, podem ocorrer o entalhamento e ravinamento dos materiais de cobertura.

As unidades litoestratigráficas integrantes desta Unidade Geológica-Geotécnica são: P4 m1bf e P4 m1bm.

#### **6.2.4.2.4.11 - Unidade Geológica-Geotécnica Rochas Ultrabásicas (Ug\_Ub)**

A unidade é constituída de rochas ultra-básicas, incluindo basaltos e lentes de formação ferrífera. Ocorre em relevo de colinas e morros de topos arredondados e em esporões. Produtos de intemperismo dessas litologias apresentam alto potencial para a geração de argilas do grupo das esmectitas (2:1), com alta capacidade de troca de cátions. A capacidade de suporte é moderada a alta, condicionada pelo desenvolvimento de solos mais profundos e coesivos. A escavabilidade é, em geral, moderada, sendo fácil nos locais de solos mais profundos e difícil nas áreas de ocorrências de Cambissolos Lépticos. A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa, condicionada pelos baixos gradientes topográficos. A suscetibilidade à erosão é moderada a baixa, sendo favorecida nos locais de ocorrência de solos pouco espessos.

Somente uma unidade litoestratigráfica integra esta Unidade Geológica-Geotécnica: A3rs1.

#### 6.2.4.2.4.12 - Dinâmica das Unidades Geológica-Geotécnicas

Cada uma das Unidades Geológica-Geotécnicas apresentadas tem um comportamento previsto, uma vez que são alvos de ocupação humana. Esse comportamento é definido a partir da análise dos dados geológicos levando-se em consideração, principalmente, a relação entre relevo, material inconsolidado e rocha. No **Quadro 6.2.4 - 5**, são apresentados os comportamentos esperados de cada uma das Unidades Geológicas-Geotécnicas.

**Quadro 6.2.4 - 5 - Unidades Geológicas-Geotécnicas e suas Características.**

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Eventos Associados
Depósitos Aluvionares	Depósitos aluvionares recentes, compostos de areia, silte, argila e cascalhos. Formam terraços e pequenos depósitos ao longo das drenagens. Os materiais tendem a apresentar baixas propriedades geotécnicas em função do nível d'água elevado, da variação granulométrica e de eventuais lentes de argila mole. A capacidade de suporte é, em geral, baixa. Apresenta boa condição de escavabilidade, limitada nos locais onde o NA é muito elevado.	Apresenta boa condição de escavabilidade, limitada nos locais onde o NA é muito elevado. Apresenta elevada suscetibilidade à erosão das margens e terraços, assim como a inundações.
Canga ou Detrítica	Consiste de cangas e detritos, níveis de hematita compacta e friável, ocorrências de bauxita e solos lateríticos com concreções. Esses materiais sustentam as cristas homoclinais dos platôs lateríticos e serras. Os materiais apresentam capacidade de suporte, em geral, elevada a muito elevada, principalmente nos locais de ocorrências de carapaças e solos litólicos. A escavabilidade é dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos, podendo variar de moderada a extremamente difícil. Apresenta elevada suscetibilidade a movimentos de massa, principalmente em cristas e áreas de alta declividade, onde os processos morfoesculturais ainda estão em desenvolvimento.	As rupturas são condicionadas por estruturas geológicas, como fraturas e falhas, e suas relações espaciais. Apresentam baixa suscetibilidade frente aos processos erosivos.

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Eventos Associados
Coluvionar	<p>A unidade é constituída por materiais detríticos de granulometria e composição mineral heterogêneas, que incluem colúvios, alúvios e depósitos de tálus. A unidade é composta por blocos, matacões, calhaus, seixos de hematita e outros minerais e rochas, em matriz alúvio-coluvial. Ocorre capeando vertentes ao longo de serras, esporões, cristas homoclinais e entulhando áreas aplainadas. Ocorre também capeando anfiteatros representados pelas concavidades estruturais. A capacidade de suporte dos materiais é variável de baixa a moderada, condicionada pela variação granulométrica e pela distribuição errática de blocos e matacões. A escavabilidade dos materiais é variável de fácil a moderada, dificultada pela eventual ocorrência de blocos e matacões.</p>	<p>A suscetibilidade a movimentos de massa é elevada nos depósitos em vertentes de alta declividade, sendo condicionada também pela heterogeneidade textural, pela ausência de estrutura interna e baixa coesão dos materiais. A suscetibilidade à erosão é elevada, condicionada pelos mesmos fatores associados aos processos de ruptura.</p>
Rochas (meta) Básicas a Ácidas	<p>A unidade é constituída de rochas básicas, incluindo gabros, gabros porfiríticos e diques de diabásios e ácidas desde granitos a enderbitos.</p>	<p>O comportamento geotécnico é dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos.</p>
Rocha (meta) Sedimentar	<p>Reúne as rochas sedimentares e metassedimentares. As espessuras do solo residual são variáveis e a do saprolito e da rocha são chegam a atingir, em média, 30 m. Ocorrem colúvios pouco espessos. A escavabilidade é fácil a moderada (1ª e 2ª categorias) sendo dificultada nos trechos onde ocorrem solos litólicos associados a afloramentos de rocha.</p>	<p>A capacidade de suporte dos terrenos é média a alta, pontualmente baixa.</p>
Dolomitos e Calcários	<p>Consiste de dolomitos, calcários dolomíticos, mármore, com níveis itabiríticos e de filitos, incluídos no Grupo Bambuí. A capacidade de suporte é variável, de baixa a muito elevada, dependente da intensidade de atuação dos agentes intempéricos. A escavabilidade é variável de fácil a muito difícil, condicionada pela intensidade do intemperismo.</p>	<p>Apresenta baixa suscetibilidade a movimentos de massa, sendo dependente das relações estruturais de fraturas e falhas. A suscetibilidade à erosão é baixa. Vale ressaltar o risco de quedas caso seja aplicada carga pontual elevada.</p>

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Eventos Associados
Filitos e Xistos	<p>A unidade é constituída por filitos e filitos grafitosos. As propriedades geotécnicas são fortemente influenciadas pelas características litológicas, sendo dependentes das relações estruturais, das atitudes das descontinuidades e da foliação metamórfica frente os esforços solicitados. A capacidade de suporte varia de baixa, quando paralela à foliação, a alta, quando perpendicular. A escavabilidade é fácil a moderada, quando paralela à foliação e moderada a difícil, quando perpendicular à foliação, sendo condicionada também pelo grau de intemperismo dos materiais.</p>	<p>A suscetibilidade aos processos erosivos é alta, condicionada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e os planos das interseções das fraturas e falhas que cortam esses terrenos. É condicionada também pelo escoamento das águas superficiais e pelo nível do lençol freático, o qual, uma vez alcançado pelo ravinamento, evolui rapidamente para feições do tipo voçorocas. A alta friabilidade e textura siltosa dos produtos de intemperismo das rochas dessa unidade favorecem o desenvolvimento de processos erosivos.</p>
Gnaisses e Migmatitos	<p>A unidade é constituída de gnaisses, granito gnaisses, granito gnaisses porfiríticos e migmatitos. Essas litologias são, em geral, bastante intemperizadas e muito estruturadas, com exposições em ravinas e voçorocas de faixas milonitizadas, planos de falhas e zonas hidrotermalizadas. Em alguns locais ocorrem afloramentos sob a forma de lageados e blocos. Ocorre principalmente em áreas de relevo de colinas. A capacidade de suporte é em geral elevada. A escavabilidade é fácil nos locais de ocorrência de solos mais profundos, podendo ser difícil a muito difícil nos locais onde o topo rochoso se apresenta mais elevado.</p>	<p>A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa, em função dos baixos gradientes topográficos e das características geotécnicas dos materiais de cobertura. Rupturas de talude ocorrem relacionadas aos processos de evolução das feições erosivas. A suscetibilidade à erosão é alta a moderada, sendo que o horizonte B dos Latossolos confere expressiva proteção frente aos agentes erosivos. Esse material, uma vez removido, possibilita a exposição dos solos saprolíticos, que apresentam textura predominantemente siltosa, sendo cortados por diversas estruturas geológicas. Os saprolitos apresentam alta erodibilidade, tanto pela ação das águas de escoamento superficial, quanto pelas águas freáticas.</p>
Quartzitos	<p>A unidade é constituída de quartzito, quartzito conglomerático, quartzito ferruginoso, metaconglomerado, filito xistoso e metachert. Ocorre em platôs quartzíticos, patamares, serras e morros de topo arredondado, principalmente. Os afloramentos rochosos, com pouca ou nenhuma cobertura superficial, dominam a unidade. De modo mais restrito, ocorrem os afloramentos rochosos associados a solos pouco espessos. A capacidade de suporte é elevada a muito elevada. A escavabilidade é, em geral, difícil a muito difícil, condicionada pelo topo rochoso elevado ou aflorante e pela presença de blocos imersos em solo pouco espesso. A escavabilidade pode ser moderada nas áreas com coberturas de Cambissolos mais espessos.</p>	<p>A suscetibilidade a movimentos de massa é fortemente controlada pelas estruturas geológicas como falhas, fraturas e foliação. As relações espaciais entre essas feições podem gerar cunhas e blocos desconfinados e ocasionar rupturas no maciço quartzítico. A suscetibilidade à erosão é baixa. Entretanto, em áreas de acumulação de Cambissolos e solos Litólicos, a suscetibilidade à erosão pode ser elevada.</p>

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Eventos Associados
Quartzitos e Xistos	A unidade é constituída de quartzito, xisto conglomerático, metaconglomerado polimítico e mica xisto. Ocupa uma faixa alongada de relevo predominante de platôs quartzíticos, serras e patamares, e morros de cristas aguçadas. A capacidade de suporte é alta a muito alta. A escavabilidade é difícil a muito difícil, em função dos solos rasos e presença de blocos e lascas.	A suscetibilidade a movimentos de massa é alta em locais de alta declividade e onde as relações espaciais entre descontinuidades, como falhas e fraturas, possibilitaram a individualização de blocos, lascas e/ou cunhas instáveis. A suscetibilidade a quedas e tombamentos de blocos e lascas é baixa em locais de rocha pouco fraturada, pouco decomposta. A suscetibilidade à erosão é moderada a baixa. Localmente, em áreas de rampas capeadas por solos pouco coesivos e pouco espessos, podem ocorrer o entalhamento e ravinamento dos materiais de cobertura.
Rochas Ultrabásicas	A unidade é constituída de rochas ultrabásicas, incluindo basaltos e lentes de formação ferrífera. Ocorre em relevo de colinas e morros de topos arredondados e em esporões. Produtos de intemperismo dessas litologias apresentam alto potencial para a geração de argilas do grupo das esmectitas (2:1), com alta capacidade de troca de cátions. A capacidade de suporte é moderada a alta, condicionada pelo desenvolvimento de solos mais profundos e coesivos. A escavabilidade é, em geral, moderada, sendo fácil nos locais de solos mais profundos e difícil nas áreas de ocorrências de Cambissolos lépticos.	A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa, condicionada pelos baixos gradientes topográficos. A suscetibilidade à erosão é moderada a baixa, sendo favorecida nos locais de ocorrência de solos pouco espessos.

#### 6.2.4.2.5 - Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica na AID

Nesse item serão definidas Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica localmente, para a AID. A classificação de vulnerabilidade geotécnica levará em consideração informações geológicas, de declividade, comportamento mecânico dos solos, hidrológicas e climatológicas, considerando ainda o uso e ocupação do solo e os processos erosivos instalados.

Para a determinação das Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica, foi aplicada a metodologia desenvolvida por Santos *et al.* (2007). Essa metodologia consiste em cruzamentos de fatores geológicos, geomorfológicos, de relevo (declividade) e pedológicos. Uma vez que os dados hidrológicos e climatológicos foram utilizados para a

delimitação das Unidades de Relevô e das Unidades Geomorfológicas, entende-se que esses dados também estão inclusos nesta análise.

O método proposto por Santos *et al.* (2007) baseia-se no estudo da “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados” proposto por Ross (1994), que, por sua vez, se baseou em Tricart (1977), que sistematiza uma hierarquia nominal de fragilidade, representada por pelos seguintes valores ou pesos:

- Muito fraca (peso=1);
- Fraca (peso=2);
- Média (peso=3);
- Forte (peso=4);
- Muito Forte (peso=5).

Para se chegar ao resultado da vulnerabilidade, foram executados os procedimentos a seguir indicados.

Foi feita a análise das Unidades Geomorfológicas (**6.2.4.2.3 - Caracterização Geomorfológica das Áreas de Influência Indireta e Direta**) que se encontram representadas no **Mapa Geomorfológico - 2619-00-EIA-MP-2005, no Caderno de Mapas**. Para cada uma das Unidades Geomorfológicas foram separadas as respectivas Unidades de Relevô, levando-se em consideração seus aspectos morfológicos/morfométricos.

Posteriormente, foi feita a análise das unidades de mapeamento de solos, considerando somente o primeiro nível categórico (ordem) associado ao seu gradiente textural. Para que a atribuição de pesos pudesse ser feita para esses atributos, foi aplicada a metodologia de Santos *et al.* (2007) que buscou uma adaptação das propostas de Ross (1994 *apud* SANTOS, 2007), Crepani *et al.* (2001 *apud* SANTOS, 2007) e Silveira *et al.* (2005 *apud* SANTOS, 2007) que consideram os horizontes diagnósticos de superfície (**Quadro 6.2.4 - 6**) e a textura dos solos (**Quadro 6.2.4 - 7**). Nessa avaliação de atribuição dos pesos foram consideradas as vulnerabilidades aos processos de erosão, movimentos de massa, colapsos e contaminação dos solos.

**Quadro 6.2.4 - 6 - Atribuição de Pesos aos Horizontes Diagnósticos de Superfície.**

Unidade de Solo	Hierarquia de Vulnerabilidade	Peso
Latossolo	Muito Baixa	1
Plintossolo	Baixa	2
Planossolo	Baixa	2
Argissolo	Intermediária	3
Cambissolo	Intermediária	3
Chernossolo	Alta	4
Neossolo	Muito Alta	5
Gleissolo	Muito Alta	5

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2007).

**Quadro 6.2.4 - 7 - Atribuição de Pesos Considerando a Textura.**

Textura	Hierarquia de Vulnerabilidade	Peso
Argilosa	Muito Baixa	1
Argilosa / Média	Baixa	2
Argilo / Arenosa	Baixa	2
Areno / Argilosa	Intermediária	3
Média	Intermediária	3
Arenosa / Média	Muito Alta	4
Arenosa	Muito Alta	5
Muito Arenosa	Muito Alta	5

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2007).

Sequencialmente, foi feita a análise do **Mapa de Declividade - 2619-00-EIA-MP-2009, no Caderno de Mapas**, elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*, NASA, 2012). Um MDE pode ser definido como uma representação espacial da superfície a partir de pontos que descrevem a topografia do terreno ou a elevação tridimensional de uma grade de dados a intervalos regulares ou irregulares (MONTGOMERY, 2003 *apud* SANTOS, 2007). Os intervalos de declividades adotados foram os definidos pela EMBRAPA Solos e estão especificados no **Quadro 6.2.4 - 8**.

**Quadro 6.2.4 - 8 - Hierarquização da Vulnerabilidade por Classe de Declividade.**

Classe de Declividade	Hierarquia de Vulnerabilidade	Peso
0 a 3%	Muito Baixa	1
3 a 8%	Baixa	2
8 a 20%	Intermediária	3
20 a 45%	Alta	4
45 a 75%	Muito Alta	5
>75%	Muito Alta	5

Fonte: Adaptado de Santos *et. al.* (2007).

Foram feitos cruzamentos entre os atributos de solos, textura e declividade: Para a definição do **Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica - 2619-00-EIA-MP-2007, no Caderno de Mapas**, foram efetuados alguns cruzamentos que serão explicitados ao longo do texto. O primeiro cruzamento se deu considerando as unidades de solos e o gradiente textural. O resultado dessa operação se encontra no **Quadro 6.2.4 - 9**.

**Quadro 6.2.4 - 9 - Matriz de Tabulação do Cruzamento entre os Solos e a Textura.**

		Unidades de Solo				
		Latossolo	Plintossolo e Planossolo	Argissolo e Cambissolo	Chernossolo	Gleissolo e Neossolo
Textura	Argilosa	11	12	13	14	15
	Argilosa / Média	21	22	23	24	25
	Argilo / Arenosa	21	22	23	24	25
	Areno / Argilosa	31	32	33	34	35
	Média	31	32	33	34	35
	Arenosa / Média	41	42	43	44	45
	Arenosa	51	52	53	54	55
	Muito Arenosa	51	52	53	54	55

Fonte: Adaptado de Santos *et. al.* (2007).

Os valores resultantes desses cruzamentos correspondem à justaposição dos pesos atribuídos a cada uma das variáveis (unidade de solo e textura). No **Quadro 6.2.4 - 9**, está evidenciado esse procedimento. Assim, para a definição dos grupamentos resultantes, predomina, sempre, o algarismo que representa a maior Vulnerabilidade.

Dessa maneira, por exemplo, o cruzamento do Latossolo (peso=1) com a textura Argilosa (peso=1), terá como resultado o valor 11 (1+1 justapostos), sendo assim, classificado no Grupamento I - Vulnerabilidade Muito Baixa. No entanto, ao se associar o mesmo Latossolo (peso=1) à textura Arenosa (peso=5), o resultado será o valor 51 (5+1 justapostos) que levará a que essa associação seja classificada como do Grupamento V - Vulnerabilidade Muito Alta, uma vez que é sempre considerado o algarismo mais alto da justaposição para o enquadramento do resultado dentro dos grupamentos de Vulnerabilidade.

Os grupamentos resultantes dos cruzamentos do **Quadro 6.2.4 - 9** são classificados da seguinte maneira:

- Grupamento I - Vulnerabilidade Muito Baixa (11);
- Grupamento II - Vulnerabilidade Baixa (12; 21; 22);
- Grupamento III - Vulnerabilidade Intermediária (13; 23; 31; 32; 33);
- Grupamento IV - Vulnerabilidade Alta (14; 24; 34; 41; 42; 43; 44);
- Grupamento V - Vulnerabilidade Muito Alta (15; 25; 35; 45; 51; 52; 53; 54; 55).

O resultado do cruzamento do solo com a textura foi, por sua vez, submetido a esse mesmo processo com a variável declividade. Essa operação teve como resultado 03 (três) Classes de Vulnerabilidade (SANTOS *et al.*, 2007). A definição de 03 (três) das Classes de Vulnerabilidade no presente estudo, visou diminuir a subjetividade na decisão de escolha das classes Muito Baixa e Baixa, Muito Alta e Alta, além de melhor compatibilidade com a escala adotada. As classes estão listadas a seguir.

- Grupamento I - Vulnerabilidade Baixa (engloba as classes Muito Baixa e Baixa);
- Grupamento II - Vulnerabilidade Intermediária (classe Intermediária);
- Grupamento III - Vulnerabilidade Alta (engloba as classes Alta e Muito Alta).

Para a definição dessas 03 (três) classes, Santos *et al.* (2007) se basearam em Ross (1992 *apud* SANTOS, 2007). O resultado dessa operação se encontra no **Quadro 6.2.4 - 10**.

**Quadro 6.2.4 - 10 - Matriz de tabulação do cruzamento entre os solos e a textura**

Classes de Declividade	Agrupamentos					
		I	II	III	IV	V
0 a 3%		11	12	13	14	15
3 a 8%		21	22	23	24	25
8 a 20%		31	32	33	34	35
20 a 45%		41	42	43	44	45
45 a 75%		51	52	53	54	55
>75%		51	52	53	54	55

Fonte: Adaptado de Santos et. al (2007)

Os grupamentos resultantes dos cruzamentos do **Quadro 6.2.4 - 10** são classificados da seguinte maneira:

- Grupamento I - Vulnerabilidade Baixa (11,12, 21 e 22);
- Grupamento II - Vulnerabilidade Intermediária (13, 23, 31,32 e 33);
- Grupamento III - Vulnerabilidade Alta (14, 15, 24, 25, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 53, 54 e 55).

Após feitas todas as análises e cruzamentos demonstrados ao longo deste item, foi feita também uma análise das unidades litoestratigráficas representadas no **Mapa Geológico - 2619-00-EIA-MP-2004, no Caderno de Mapas** e a integração das informações de maneira a identificar a vulnerabilidade e os principais agentes predominantes em cada unidade de relevo, a partir das relações pedológicas, geomorfológicas e geológicas.

Essas análises produziram três resultados:

- **Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica - 2619-00-EIA-MP-2007, no Caderno de Mapas);**
- **Quadro 6.2.4 - 11;**
- **Anexo 6.2.4-1 - Cruzamento de Variáveis de Meio Físico e Respectiva Vulnerabilidade - DIGITAL**

No **Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica - 2619-00-EIA-MP-2007, no Caderno de Mapas** se encontram demarcadas as áreas com o risco geológico-geotécnico alto, intermediário e baixo, de acordo com os procedimentos acima descritos.

O **Quadro 6.2.4 - 11** mostra uma breve síntese da integração de dados geológicos, geotécnicos, geomorfológicos e pedológicos, de maneira a listar os principais eventos geoambientais associados a cada Unidade Geomorfológica, divididos por grau de vulnerabilidade geológico-geotécnica.

**Quadro 6.2.4 - 11 - Vulnerabilidade geotécnica e principais eventos ambientais associados**

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade	Eventos Geoambientais Associados
Depressão do Tocantins	Alta	Alagadiços e enchentes ocasionais; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; atuação de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos;
	Intermediária	Ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; eventual atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); erosão lateral e vertical dos canais fluviais; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; movimentos de massa; geração de depósitos de talus e de colúvios nas baixas vertentes; presença de blocos.
	Baixa	Eventual atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); freático elevado, ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; muito fraca erosão laminar, sem evidências erosivas marcantes, erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.
Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão	Alta	Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes; frequente atuação de processos de laterização; atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.
	Intermediária	Frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
	Baixa	Processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade	Eventos Geoambientais Associados
Depressão Interplanáltica de Paranaguá	Alta	Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes; ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos.
	Intermediária	Lençol freático elevado, ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
	Baixa	Solos espessos e bem drenados; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes; eventual atuação de processos de laterização.
Planalto Ocidental do Médio São Francisco	Alta	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas); ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.
	Intermediária	Erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas); geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.
	Baixa	Ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade	Eventos Geoambientais Associados
Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes	Alta	Ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.
	Intermediária	Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes; frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.
	Baixa	Ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.
Domínio das Depressões Pediplanadas	Alta	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; atuação de processos de laterização.
	Intermediária	Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas); ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; ocorrência de alagadiços e enchentes sazonais; deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias por acréscimo lateral; muito fraca erosão laminar, sem evidências erosivas marcantes, erosão lateral e vertical do canal; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; intemperismo químico profundo.
	Baixa	Formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; ocorrências pontuais de erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais; intemperismo químico profundo.

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade	Eventos Geoambientais Associados
Planalto do Espinhaço	Alta	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; escoamento superficial difuso a concentrado; atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; escoamento superficial difuso a concentrado.
	Intermediária	Ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas;
	Baixa	Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); intemperismo químico profundo, recoberto por colúvios; escoamento superficial difuso a concentrado.
Planaltos da Chapada Diamantina	Alta	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes; frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
	Intermediária	Presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos; atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.
	Baixa	Frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas); geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas.

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade	Eventos Geoambientais Associados
Patamares do Médio Rio Paraguaçu	Alta	Processos de erosão laminar e de movimentos de massa; presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; eventual atuação de processos de laterização; processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos, voçorocas e ravinas).
	Intermediária	Processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas); eventual atuação de processos de laterização; ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.
	Baixa	Processos de erosão laminar são significativos; processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes; frequente atuação de processos de laterização; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
Planaltos Cristalinos	Alta	Setores declivosos com presença de afloramentos de rocha, blocos e matacões; erosão por escoamento difuso e concentrado; formação de sulcos e ravinas e desenvolvimento de caneluras; instabilidade em encostas; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes; atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas).
	Intermediária	Erosão laminar e de movimentos de massa; geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes; presença de blocos; nos contatos escarpados com outras unidades, intensificação de processos erosivos mecânicos; ocorrências esporádicas e restritas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).
	Baixa	Ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa; geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

O **Anexo 6.2.4-1 - Cruzamento de Variáveis de Meio Físico e Respectiva Vulnerabilidade - DIGITAL**, por sua vez, apresenta todas as probabilidades de cruzamentos de variáveis do Meio Físico e as respectivas classificações de vulnerabilidade para todos os cruzamentos encontrados nas Áreas de Influência da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas. Em função da extensão da LT e da enorme diversidade litológica presente nas Áreas de Influência, esse dado está sendo apresentado em mídia digital (planilha de excel).

#### **6.2.4.2.6 - Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica**

Pela metodologia de cruzamentos com atribuição de pesos a variáveis explicitada no item **6.2.4.2.5 - Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica na AID**, foi possível a integração dos dados de Meio Físico, determinando valores para ponderação e análise integrada dos temas do Meio Físico necessários à análise da Vulnerabilidade Geológico - Geotécnica, e foram feitos usando o *software* ArcGis 10.1, com banco de dados em formato *shapefile*. Os cruzamentos e somas foram feitos com a utilização da ferramenta *intersect* no ArcToolBox. Após executadas as interseções, foi realizado um processo cuidadoso de limpeza, buscando eliminar qualquer sobreposição e polígonos não representativos em função da escala de apresentação do mapa.

#### **6.2.4.2.7 - Caracterização Geotécnica das Áreas Sensíveis das Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID)**

##### **6.2.4.2.7.1 - Caracterização Descritiva**

Neste item, será traçada uma caracterização das condições geológicas e de estabilidade geotécnica de áreas sensíveis, incluindo margens de corpos d'água, terrenos de declividades elevadas e terrenos úmidos.

De acordo com a análise integrada dos Diagnósticos de Geologia, Geomorfologia, Recursos Hídricos e Clima, além do **Mapa de Altimetria - 2619-00-EIA-MP-2008** e do **Mapa de Declividade - 2619-00-EIA-MP-2009, no Caderno de Mapas** da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas, podem ser traçadas as seguintes caracterizações das Áreas Sensíveis de Influência Direta (AID) e Influência Indireta (AII), as condições geológicas e de estabilidade geotécnica de áreas sensíveis, incluindo margens de corpos d'água, terrenos de declividades elevadas e terrenos úmidos, dividindo o empreendimento por trechos:

### **Trecho Miracema (TO) - Gilbués (PI)**

Segmento de orientação geral Oeste-Leste, inserido na Província da Bacia do Parnaíba, de idade Paleozóica-Mesozóica. Este trecho é representado pelas unidades Litoestratigráficas do Grupo Canindé, Grupo Balsas e depósitos de colúvio-eluvionares e aluvionares (atuais e antigos). Seja na AID, seja na All, as unidades litológicas são cortadas perpendicularmente pelo traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas sendo possível caracterizar as vulnerabilidades geológico-geotécnicas da área do empreendimento como um todo.

Este primeiro trecho encontra-se inserido no contexto hidrogeológico das Bacias ou Regiões Hidrográficas do Tocantins-Araguaia e do Parnaíba. Localizada na porção oeste do empreendimento onde é possível observar o braço principal do rio Tocantins e seus afluentes (rio do Sono, rio Perdida, rio das Balsas) formando extensos depósitos aluvionares, alguns deles chegando a 4 km de extensão, suscetíveis a inundações em períodos chuvosos (de outubro a abril). O relevo deste trecho é considerado homogêneo, com altitudes variando entre 200 m e 500 m, exceto em algumas nascentes, onde chega a atingir altitudes de mais de 1.000 m. O clima é de natureza continental tropical, devido à sua posição continental, não sofrendo o efeito direto da confluência intertropical. Apresenta-se semiúmido com tendência a úmido caracterizando-se de savanas tropicais, com quatro a cinco meses secos.

### **Trecho Gilbués (PI) - Barreiras (BA)**

Segmento de direção Norte-Sul, predominantemente, inserido no Domínio Ocidental da Província São Francisco com a extremidade Norte situada sobre as Formações Sedimentares da Bacia do Parnaíba.

Esse trecho do empreendimento atravessa as unidades litoestratigráficas dos Grupos Urucuaia, Areado, Bambuí, Santo Onofre e Rio Preto, da Formação Canabrinha, do Complexo Cristalândia do Piauí, além das coberturas detrítico-lateríticas e de depósitos aluvionares (antigos e recentes). Este trecho está sob influência da Bacia do Parnaíba e, ao sul, da Bacia do Rio São Francisco. O rio São Francisco atravessa regiões com condições naturais das mais diversas e tem cinco usinas hidroelétricas, os aluviões recentes, os arenitos e calcários, que dominam boa parte da bacia de drenagem, funcionam como verdadeiras esponjas para reterem e liberarem as águas nos meses de estiagem, a tal ponto que, em Pirapora (MG), Januária (MG) e até mesmo em Carinhanha (BA), a menor vazão acontece em setembro, dois meses após o mínimo pluvial.

A medida que o São Francisco penetra na zona sertaneja semiárida, em função da intensa evaporação, da baixa pluviosidade e dos afluentes temporários da margem direita, tem seu volume d'água prejudicado, mas mantém-se perene, graças ao mecanismo de retroalimentação proveniente do seu alto curso e dos afluentes no centro de Minas Gerais e oeste da Bahia. Nesse trecho o período das cheias ocorre de outubro a abril, com altura máxima em março, no fim da estação chuvosa. As vazantes são observadas de maio a setembro, condicionadas à estação seca.

As extremidades superior e inferior da bacia apresentam bons índices pluviométricos, enquanto os seus cursos médio e submédio atravessam áreas de clima bastante seco.

As planícies de inundação do rio São Francisco e dos seus afluentes devem ser observadas com cuidado, não somente em função da possibilidade de enchente na época chuvosa mas, principalmente, pela sua importância, em função das características físicas desses locais, na manutenção da perenidade do rio na época de estiagem.

### **Trecho Barreiras (BA) - Bom Jesus da Lapa (BA)**

Segmento de direção Noroeste-Sudeste, sobre as unidades do Domínio Ocidental da Província São Francisco, onde predominam as coberturas sedimentares neoproterozóicas da Bacia São Franciscana (Grupo Bambuí), mesozóicas da Bacia do Urucuia e sedimentos incosolidados cenozóicos, que cobrem os terrenos arquenos e paleoproterozóicos do Cratón do São Francisco. Presente no domínio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco caracterizada pela variabilidade de condições naturais sendo predominante o clima semiárido com vertentes inclinadas na costa leste do Chapadão Ocidental da Bahia e planícies de inundação próximas às margens do rio São Francisco.

Neste trecho, o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas perpassa por mais de 9 km por terrenos aluvionares antigos, inconsolidados. Esses terrenos, em geral, possuem boa condição de escavabilidade que é limitada nos locais onde o nível d'água é muito elevado. Esses locais também apresentam elevada suscetibilidade à erosão das margens e terraços fluviais, assim como à ocorrência de inundações.

### Trecho Bom Jesus da Lapa (BA) - Ibicoara (BA) - Sapeaçu (BA)

Representa dois segmentos:

- O primeiro com orientação geral Oeste-Leste sobre as diversas unidades pré-cambrianas do Domínio Central da Província São Francisco. Encontra-se inserido tanto no contexto hidrológico da Bacia do Rio São Francisco, quanto da Bacia do Atlântico Leste.
- O segundo tem orientação Sudoeste-Nordeste, predominantemente, inserido nos terrenos arqueanos do Domínio Oriental da Província São Francisco. Encontra-se inserido no contexto hidrológico da Bacia do Atlântico Leste.

Ambos os segmentos possuem complexidades estruturais com diversos lineamentos estruturais mapeados e um forte *trend* NNW-SSE.

Ao levar em consideração o trecho abarcado pela Bacia do Rio São Francisco, conforme mencionado anteriormente, as planícies de inundação do rio São Francisco e dos seus afluentes devem ser observadas com cuidado, não somente em função da possibilidade de enchente na época chuvosa, mas, principalmente, pela sua importância, em função das características físicas desses locais, na manutenção da perenidade do rio na época de estiagem.

Já o trecho sob influência da Região Hidrográfica Atlântico Leste deve ser analisada com outro viés, uma vez que, é nesta região hidrográfica que se observa uma das maiores evoluções da ação antrópica sobre a vegetação nativa - a caatinga foi devastada pela pecuária que invadiu os sertões; o Recôncavo Baiano e a Zona da Mata foram desmatados para a implantação da cultura canavieira; e as matas úmidas do sul da Bahia foram substituídas pelas plantações de cacau. Ainda hoje, o extrativismo vegetal, principalmente para exploração do potencial madeireiro, representa uma das atividades de maior impacto sobre o meio ambiente.

A complexidade estrutural deste terreno confere cuidados ao serem realizadas obras para implementação do empreendimento visto que há diversas falhas regionais e outras estruturas, como falhas locais, fraturas, dobras e zonas de cisalhamento. É representada por diversas unidades Proterozoicas e Arqueanas, além de rochas intrusivas e o cinturão sedimentar dos cordões litorâneos e as coberturas Fanerozoicas do Cráton do São Francisco.

#### 6.2.4.2.7.2 - Caracterização Quantitativa

Conforme foi explicitado no item **6.2.4.2.5 - Classes de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica na AID** pela a integração dos dados do Meio Físico, determinando valores para a ponderação e análise da Vulnerabilidade Geotécnica por meio de cruzamento de variáveis geológicas, de declividade, comportamento mecânico dos solos, hidrológicas e climatológicas, foi possível determinar classes de Vulnerabilidade Geológica-Geotécnicas para as Áreas de Influência do empreendimento. Baseado nos dados obtidos na metodologia elencada no respectivo item, o **Quadro 6.2.4 - 12** mostra a distribuição quantitativa desses resultados na AII e na AID.

**Quadro 6.2.4 - 12 - Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica.**

Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica	AII		AID	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Alta	555.192,0	38,4	57.703,3	39,4
Média	466.237,4	32,3	47.806,2	32,7
Baixa	424.247,3	29,3	40.778,2	27,9
<b>Total</b>	<b>1.445.676,8</b>	<b>100</b>	<b>146.287,6</b>	<b>100</b>

A partir da análise do **Quadro 6.2.4 - 12** pode-se constatar que não há nenhuma classe de Vulnerabilidade preponderando nas Áreas de Influência do empreendimento, mas que todas elas se distribuem pela área de estudo de acordo com as características geológicas, geomorfológicas, de declividade, de solos, dentre outras.

#### 6.2.4.2.8 - Discussão do Risco Geotécnico

De acordo com as informações levantadas pelo estudo bibliográfico das unidades litoestratigráficas presentes em todo o traçado da LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas em estudo, assim como a caracterização geotécnica do tipo de material (rocha, solo) descrita em diversas partes desta seção (geologia-geomorfologia e geotecnia), pode-se resumir no **Quadro 6.2.4 - 5** e no **Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica - 2619-00-EIA-MP-2007, no Caderno de Mapas**, as condições encontradas ao longo do empreendimento, levando sempre em conta as condições de contorno associadas ao clima, uso e ocupação do solo e declividade do terreno.

O cenário de risco geotécnico apresenta-se pouco problemático para a realização do empreendimento, levando-se em consideração o baixo risco de escorregamentos e

deslizamentos de terra, visto que no âmbito climatológico, a condição quente e seca, variando de semiúmido com 4 a 5 meses de seca nos estados do Tocantins, Maranhão, Bahia e parte do Piauí ao semiárido com períodos de 6 meses de seca, impõe pouca atividade erosiva. No estado da Bahia, à medida que se avança para as porções litorâneas, este cenário seco e quente alterna para climas sub-quentes variando de sub-úmido a úmido nas porções costeiras. Mesmo assim a condição de relevo pouco expressivo, somada a esta escassez hídrica não define riscos geotécnicos.

Analisando o **Mapa de Altimetria - 2619-00-EIA-MP-2008, no Caderno de Mapas** pode-se observar no estado da Bahia relevos baixos encaixados nos leitos dos rios Paraguaçu, Paramirim e São Francisco com amplas planícies de inundação dissecando morros e serras como a Chapada Diamantina (1.000-1.500 m), a Serra do Boqueirão de direção NW (<1.000 m), a Serra Geral localizada a Sul e parte do centro-oeste baiano (<1.000 m) e o Chapadão Ocidental da Bahia, na porção oeste do Estado (<1.000 m).

Para o estado do Piauí na porção sul observa-se as Serras Grande e Uruçui, a Chapada do Gerais e a Serra da Tabatinga (divisa com o estado da Bahia e parte norte do estado do Tocantins). Estas elevações não passam de 1.000 m e são dissecadas pelos rios Gurguéia, Paraim e seus afluentes, formando enormes planícies aluviais sujeitas a inundações.

O empreendimento passa pela porção sul do estado do Maranhão onde faz divisa com os estados do Tocantins (à oeste) e Piauí (à leste) delimitado, respectivamente, pelos rios Tocantins e Parnaíba. Dentro da porção supracitada do estado do Maranhão, observa-se cotas topográficas inferiores a mil metros com planícies aluvionares sujeitas a inundação dissecadas pelos rios das Balsa, Medanha, Claro e seus afluentes.

No estado do Tocantins observa-se um relevo mais ameno com cotas variando, em geral, de 200-500 m nos baixios gerados pela dissecação do rio Tocantins e seus afluentes e serras, em geral, de cota máxima de 1.000 m como as serras do Lajeado, de Belo Horizonte e da Piabanha.

Uma feição erosiva característica destas regiões são as fortes dissecações do relevo, como as que ocorrem na região de Gilbués e possivelmente observadas na porção centro-oriental e ocidental dos terrenos arqueanos da Bahia. O clima quente e seco minimiza os efeitos erosivos superficiais como escorregamentos (*slump, creep, etc.*), mas se tornam suscetíveis para queda de blocos.

### 6.2.4.3 - Considerações Finais

O traçado proposto para a LT 500 kV Miracema - Sapeaçu e Subestações Associadas em estudo corta uma ampla variedade de litologias com propriedades mecânicas variadas, a destacar as Unidades Geotécnicas inconsolidadas como os depósitos aluvionares que deflagram erosões superficiais e evoluem para sulcos profundos caracterizando enormes voçorocas. Nas cotas mais elevadas dos morros, como nas serras, o maior risco geotécnico são as quedas de blocos, uma vez que o clima semiárido prevalece sobre o clima semiúmido.

Nas planícies de inundação dos rios e seus afluentes que cortam o traçado do empreendimento vale ressaltar a pouca capacidade de carga aplicada sobre os depósitos terrígenos (colúvio-eluvionar e aluviões) conferindo risco de estabilidade estrutural e presença de uma enorme planície de depósitos arenoso-arcoseanos e sedimentos Holocênicos cujos riscos estão associados à ocorrência de solos orgânicos, que são considerados como "solos moles", ou seja, que possuem uma característica plástica, no que diz respeito a suporte de carga.

Uma das medidas que deve ser tomada ao se abrir cortes nos taludes para execução da obra é a inclinação das fáceis. Uma vez que os escorregamentos ocorrem sempre que a inclinação do talude excede aquela imposta pela resistência ao cisalhamento do maciço e nas condições de presença de água.

Para uma melhor segurança estrutural do empreendimento recomenda-se, em caso de necessidade, testes de compactação do solo, limite de liquidez do solo, limite de plasticidade, método *shakedown* e outros ensaios descritos por Villibor e Nogami (2009) apresentam da seguinte forma os Métodos de Ensaios da Sistemática MCT, além de testes mecânicos de rochas (resistência, deformação, tensão, porosidade) para determinação de coeficientes (Poisson e Young), de suma importância para garantir a segurança do empreendimento.