ÍNDICE

4.1.3 - Geologia, Geotecnia, Geoforfologia, Pedologia, Sismologia e Recursos Minerais (Item 4.1.1_100 a 117 do TR) 1/109

4.1.3.1 - Geologia (Item 4.1.1_100 a 103 do TR)..... 1/109

4.1.3.1.1 - Caracterização das Condições Geológicas da AII (Item 4.1.1_100 do TR)..... 1/109

4.1.3.1.2 - Estabilidade Geológica das Áreas das Ombreiras da AID e de Formação do Reservatório (Item 4.1.1_101 do TR) 10/109

4.1.3.1.3 - Avaliação da Estabilidade das Áreas de Empréstimo e Bota-fora (Item 4.1.1_114 e 117 do TR)..... 19/109

4.1.3.1.4 - Estado Previsto de Estabilidade dos Taludes após o Enchimento..... 20/109

4.1.3.1.5 - Caracterização dos Principais Aspectos Hidrogeológicos da AII (Item 4.1.2_124 do TR)..... 23/109

4.1.3.2 - Geomorfologia (Item 4.1.1_104 a 107 do TR) 25/109

4.1.3.2.1 - Introdução..... 25/109

4.1.3.2.2 - Contexto Geotectônico..... 26/109

4.1.3.2.3 - Aspectos Geomorfológicos 27/109

4.1.3.2.4 - Compartimentos Geomorfológicos (Item 4.1.1_104 do TR).... 31/109

4.1.3.2.5 - Processos Erosivos na AII (Itens 4.1.1_104, 106 e 112 do TR) . 39/109

4.1.3.2.6 - Processos Erosivos na AID (Item 4.1.1_105 e 106 do TR)..... 49/109

4.1.3.2.7 - Análise de Efeito de Ondas no Reservatório (Efeito Fetch) (Itens 107 e 113 do TR)..... 52/109

4.1.3.3 - Sismicidade (Item 4.1.1_108 a 110 do TR)..... 59/109

4.1.3.3.1 - Considerações Gerais 59/109

4.1.3.3.2 - Listagem de Sismos para a Região Sudeste do Brasil 61/109

4.1.3.3.3 - Sismicidade Induzida por Reservatórios (SIR) 66/109

4.1.3.3.4 - Considerações Finais..... 66/109

4.1.3.4 - Pedologia (Item 4.1.1_111 a 114 do TR) 67/109

4.1.3.4.1 - Introdução 67/109

4.1.3.4.2 - Metodologia de Análise 68/109

4.1.3.4.3 - Aptidão Agrícola das Terras..... 88/109

4.1.3.4.4 - Suscetibilidade à Erosão dos Solos (Item 4.1.1_111 do TR).... 93/109

4.1.3.5 - Recursos Minerais (Item 4.1.1_115 a 117 do TR)..... 105/109

ANEXOS

Anexo 4.1.3-1 Relatório Fotográfico

Legendas

Figura 4.1.3-1 - Mapa da Compartimentação Tectônica da Região Sudeste Brasileira 2/109

Figura 4.1.3-2 - Domínios tectônicos da Faixa Ribeira Setentrional e Central..... 3/109

Figura 4.1.3-3 - Imagem do graben de Itaocara, ressaltando os sistemas de falhamento (SFRP – Sistema de Falhamento do Rio Pomba, em vermelho) e as zonas de cisalhamento (ZCF – Zona de Cisalhamento Frencheira e CTB – Borda Tectônica Central, em amarelo) 9/109

Figura 4.1.3-4 - Dique de diabásio falhado, com medidas de campo (dip: direção/mergulho) demonstrando tectonismo meso-cenozóico.....11/109

Figura 4.1.3-5 - Típico perfil de intemperismo da região noroeste fluminense 12/109

Figura 4.1.3-6 - Talude escavado para implantação de uma UHE em São Sebastião do Alto, num dos tributários do Paraíba do Sul. Mesmo no horizonte de rocha sã, há formação de blocos *in situ* que devem ser estabilizados apropriadamente.....12/109

Figura 4.1.3-7 - Sinais de erosão superficial acelerada no solo residual jovem no mesmo talude escavado para implantação da UHE em São Sebastião do Alto.....12/109

Figura 4.1.3-8 - Vista geral do posicionamento das ravinas em relação às estradas e ao eixo do rio Pirapetinga.....14/109

Figura 4.1.3-9 - Detalhe de afloramentos rochosos mesmo no fundo de vale e sopé de taludes marginais e da inexistência de processos erosivos significativos em encostas, mesmo desmatadas, da AID 14/109

Figura 4.1.3-10 - Vista de um dos afloramentos de rocha presentes a meia ou alta encosta sujeitos à exploração de rocha como material de construção. O impacto ambiental da atividade extrativa é significativo.....15/109

Figura 4.1.3-11 - Vista geral da distribuição de sulcos e ravinas na AID, mais freqüentes quando há escavações que atinjam o solo residual jovem 15/109

Figura 4.1.3-12 - Vista de uma saibreira desativada na AID 16/109

Figura 4.1.3-13 - Perfil de solo em corte de estrada evidenciando o solo residual jovem e inexpressividade de depósitos coluviais 16/109

Figura 4.1.3-14 - Afloramentos rochosos em forma de lajes e blocos *in situ* e depositados em tálus 17/109

Figura 4.1.3-15 - Saibreira abandonada evidenciando o perfil típico da região: rocha alterada, solo residual jovem e solo maduro 17/109

Figura 4.1.3-16 - Cortes em rocha nas estradas evidenciando a intensidade de fraturamento e o risco de queda de bloco.....18/109

Figura 4.1.3-17 - Afloramentos rochosos com blocos *in situ* e planos de fraturamento evidentes 18/109

Figura 4.1.3-18 - Aspecto da paisagem de "Mares de Morros" (AB'SABER,2003) no planalto Atlântico Leste-Sudeste, com a presença das concavidades nas cabeceiras de drenagem, denominadas complexos de rampa por MEIS *et al* (1981).....28/109

Figura 4.1.3-19 - Afloramentos no leito do Rio Paraíba do Sul evidenciando seu controle estrutural.....29/109

Figura 4.1.3-20 - Aspecto das colinas próximas ao rio Paraíba do Sul.....32/109

Figura 4.1.3-21 - Aspecto dos topos convexos alongados das colinas no médio curso do rio Pirapetinga.....33/109

Figura 4.1.3-22 - Aspecto das colinas próximas a Trimonte, no médio curso do rio Angu, onde o relevo mais recortadoisola o topo das colinas. Nota-se ao fundo as elevações, já pertencentes ao domínio: escarpas, serras isoladas e pães de açúcar norte 34/109

Figura 4.1.3-23 - Aspecto das colinas no vale suspenso do córrego da Areia, próximo a subbacia do rio São Primo.....34/109

Figura 4.1.3-24 - Aspecto das colinas no vale do córrego da Prata, nota-se a conjugação com as vertentes íngremes da Serra de Santa Rita e Serra do Português 35/109

Figura 4.1.3-25 - Aspecto das vertentes íngremes dos alinhamentos serranos repletos de concavidades alongadas, na Serra do Português 36/109

Figura 4.1.3-26 - Vertentes íngremes na porção norte da AII revelando o entalhamento dos vales e movimento de massa na encosta 36/109

Figura 4.1.3-27 - Pães de Açúcar na Serra da Boa Vista 37/109

Figura 4.1.3-28 - Aspecto do vale suspenso do rio Angu nas proximidades da cidade de São Domingos. Detalhe das concavidades estranguladas na base das drenagens afluentes 38/109

Figura 4.1.3-29 - Aspecto do relevo de colinas no vale suspenso do Ribeirão das Areias 39/109

Figura 4.1.3-30 - a) fotografia ilustrando colinas cobertas por vegetação esparsa no terço superior das encostas e por gramíneas; b) encostas cobertas por eucaliptos na área de influência indireta da UHE Itaocara 41/109

Quadro 4.1.3-1 - Estimativa do número de ocorrências de feições erosivas observadas na área de influência indireta e direta da UHE Itaocara 42/109

Figura 4.1.3-31 - Colinas com solo exposto, submetido à erosão laminar e em sulcos incisos (ravinas), inviabilizando produção agrícola ou até mesmo projetos de recuperação de áreas degradadas tamanho o seu grau de interferência.....43/109

Figura 4.1.3-32 - Paisagem correspondente a região do vale suspenso do rio Angu,com relevo suave e predominância de gramíneas para pastagem extensiva.Ressalta-se o processo erosivo superficial definido pelo mau uso das pastagens.....44/109

Figura 4.1.3-33 - Voçoroca no fundo de vale, diagnosticada como resultado do rebaixamento do nível de base e expansão remontante da rede de drenagem 45/109

Figura 4.1.3-34 - Cicatriz de escorregamento rotacional 46/109

Figura 4.1.3-35 - Exemplo de complexos de rampa proporcionando o entulhamento do fundo do vale a jusante.....47/109

Figura 4.1.3-36 - Diferentes usos das planícies de inundação na AID 47/109

Figura 4.1.3-37 - Parte do fragmento florestal presente em um trecho da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, a montante da comunidade de Formiga 48/109

Figura 4.1.3-38 - Encosta apresentando voçoroca e cicatriz de movimento de massa coberto por gramínea e movimento rotacional pelo corte de estrada 49/109

Figura 4.1.3-39 - Região das colinas rebaixadas e das extensas várzeas.....50/109

Figura 4.1.3-40 - Encosta íngreme coberta com mata ciliar densa sem ocorrência de feições erosivas em um rio tributário ao Rio Paraíba do Sul e; recuo erosivo do corte de estrada em encosta coberta por gramíneas na área de influência direta da UHE Itaocara.....51/109

Figura 4.1.3-41 - Vertente com declividade acentuada, caracterizada como APP, na Área de Influência Direta do futuro reservatório. Presença de sulcos erosivos acentuados pelo pisoteio do gado 51/109

Figura 4.1.3-42 - Movimento das partículas de água em uma onda 53/109

Figura 4.1.3-43 – Esquema de incidência de ventos SSE e dinâmica de formação de ondas no lago artificial 55/109

Figura 4.1.3-44 - Ilustração das camadas cruzadas em ambiente matricial para avaliar a sinergia dos efeitos das possíveis ondas geradas pelo efeito *fetch*.....56/109

Quadro 4.1.3-2 - Valores atribuídos as variáveis influentes nos processos erosivos oriundos do efeito *fetch* 57/109

Figura 4.1.3-45 - Distribuição das áreas mais susceptíveis à erosão a partir da incidência das possíveis ondas 58/109

Figura 4.1.3-46 – Mapa do Boletiudes >3,0 .....61/109

Quadro 4.1.3-3 – Lista de Sismos Ocorridos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de janeiro e Espírito Santo - Região Sudeste do Brasil (2001 – 2009) 62/109

Quadro 4.1.3-4 - As magnitudes mb (coluna MAG) foram calculadas ou estimadas por um dos seguintes métodos (Tipo T).....65/109

Quadro 4.1.3-5 - Composição das Unidades de Mapeamento.....84/109

Figura 4.1.3-47 - Distribuição das Unidades de Mapeamento de Solos.....88/109

Quadro 4.1.3-6 - Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras na AII 90/109

Quadro 4.1.3-7 - Resultados do cálculo de área em hectares e percentual para as classes de Aptidão Agrícola das Terras da área. 92/109

Figura 4.1.3-48 - Aptidão Agrícola das Terras 93/109

Quadro 4.1.3-8 - Interação dos Fatores Erodibilidade dos Solos e Tipos de Relevo 96/109

Quadro 4.1.3-9 - Interação dos Fatores Solos e Substrato Geológico 99/109

Quadro 4.1.3-10 - Áreas Degradadas na Área de Influência Indireta 100/109

Quadro 4.1.3-11 - Suscetibilidade à Erosão das Unidades de Mapeamento da Área de Influência 103/109

Figura 4.1.3-49 - Suscetibilidade à Erosão das Terras 104/109

Quadro 4.1.3-12 - Processos Minerários na Área de Influência Direta da UHE Itaocara 106/109

Quadro 4.1.3-13 - Recursos Minerários na Área de Influência Indireta da UHE Itaocara 108/109

4.1.3 - Geologia, Geotecnia, Geoforfologia, Pedologia, Sismologia e Recursos Minerais (Item 4.1.1_100 a 117 do TR)

AAR e AII

4.1.3.1 - Geologia (Item 4.1.1_100 a 103 do TR)

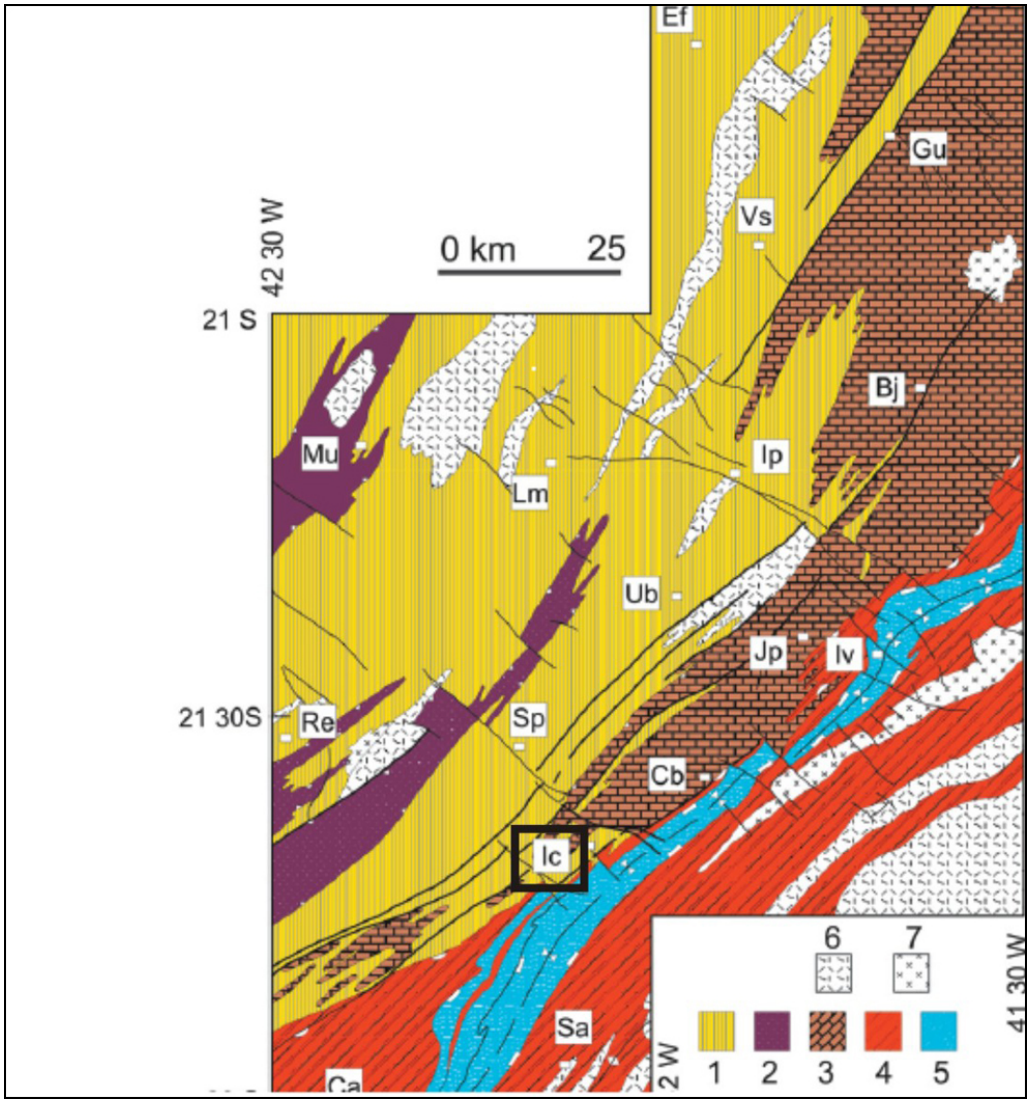
4.1.3.1.1 - Caracterização das Condições Geológicas da AII (Item 4.1.1_100 do TR)

Na Área de Influência Indireta – AII do empreendimento, que abarca as bacias afluentes do trecho do rio Paraíba do Sul, com destaque para as dos rios Angu e Pirapetinga, da margem esquerda, e a do rio Santa Rita da Floresta, da margem direita, as condições geológicas podem ser descritas através dos seus principais aspectos estratigráficos, litológicos e estruturais.

4.1.3.1.1.1 - Principais Aspectos Estratigráficos

Segundo Almeida *et al.* (1981), durante o Ciclo Brasiliano, foram estabelecidas duas províncias estruturais ao sul do cratón São Francisco: a Província Tocantins, representada pela faixa Brasília, e a Província Mantiqueira, representada pelas faixas Araçuaí e Ribeira.

A AII se insere na porção central da Faixa Ribeira. Esta pode ser compartimentada tectonicamente em quatro terrenos com imbricação para NW/W (**Figura 4.1.3-1**): Ocidental, Oriental, Paraíba do Sul/Embú e Cabo Frio. O Terreno Ocidental compreende os domínios tectônicos Andrelândia e Juiz de Fora. Já o Terreno Oriental foi subdividido em três compartimentos tectônicos - Cambuci, Costeiro e Italva -, ligados ao desenvolvimento de arcos magmáticos neoproterozoicos.



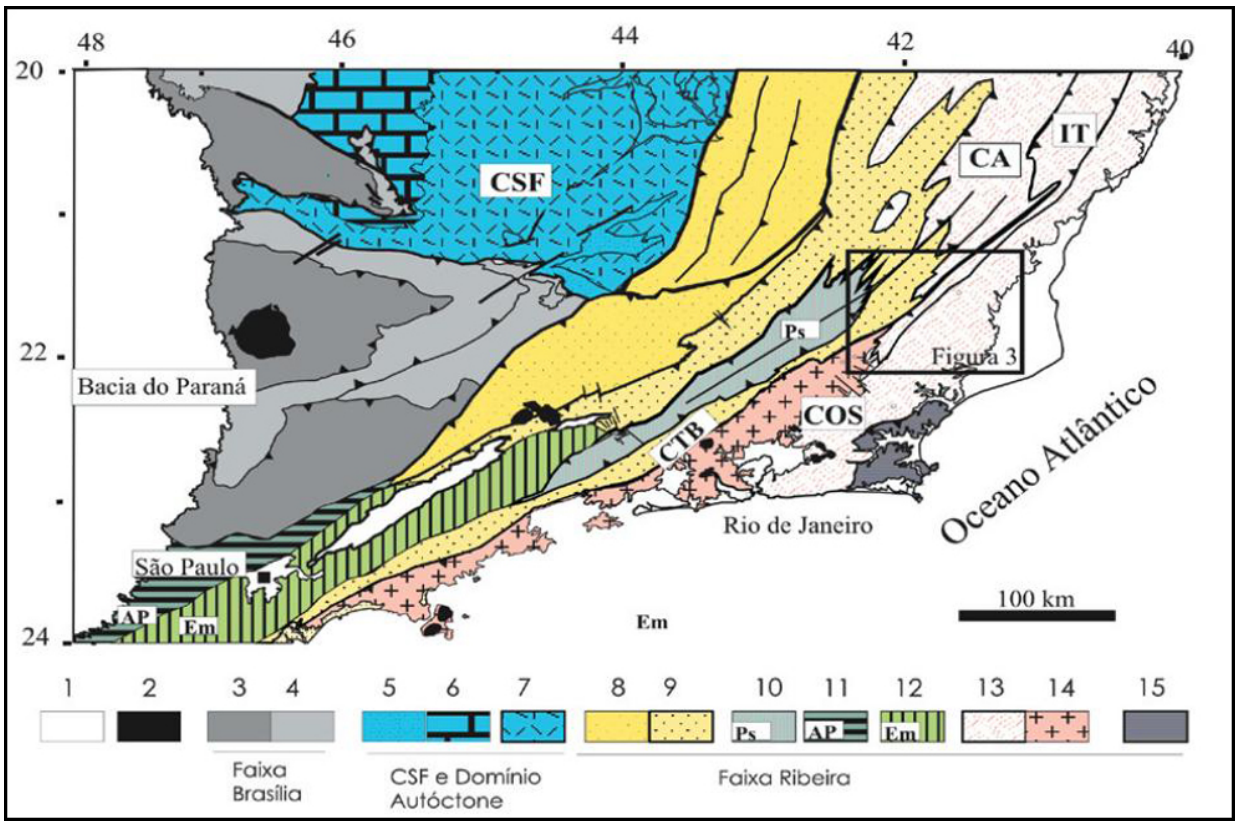
Legenda: 1- coberturas fanerozóicas; 2- rochas alcalinas do K/Eoceno; 3 e 4: Faixa Brasília, domínios externo e interno; 5 - Megassequência Andrelândia autóctone, 6- Supergrupo Bambuí, 7- Embasamento cratônico;: 8- Terreno Ocidental da Faixa Ribeira /Domínio Andrelândia, 9- Terreno Ocidental/Domínio Juiz de Fora, 10- Terreno Paraíba do Sul, 11- Terreno Apiaí,12- Terreno Embú, 13- Terreno Oriental: Ca- Domínio Cambuci, IT- Klippe Italva, Cos-Domínio Costeiro,14- Terreno Oriental/Arco magmático Rio Negro, 15- Terreno Cabo Frio Fonte: modificado de HEILBRON *ET AL.*2004.

Figura 4.1.3-1 - Mapa da Compartimentação Tectônica da Região Sudeste Brasileira

De acordo com a **Figura 4.1.3-2**, a AII abrange cinco domínios distintos: o Domínio Juiz de Fora, o Domínio Cambuci, Domínio Italva, o Domínio Paraíba do Sul e o Domínio Costeiro (Heilbron *et al*, 2004).

O Domínio Juiz de Fora é fortemente marcado, até mesmo em uma escala de afloramento, por uma intercalação de rochas do Complexo Juiz de Fora (granulitos gnaissficados ortoderivados), mais velhas que 1,7 Ba, e metassedimentos neoproterozóicos da megassequência Andrelândia (associação de paragnaisses) com idade de 1,0 a 0,79 Ga. O Domínio Cambuci consiste em um terreno metamórfico paraderivado de sua sequencia sedimentar (neoproterozóico), intrudido de

diversas suítes ígneas gnaissificadas (neoproterozóico). Os domínios Italva e Paraíba do Sul são compostas por rochas metamórficas tanto paraderivadas (neoproterozóicas) como ortoderivadas do embasamento mais antigo (paleoproterozóico). O Domínio Costeiro, por sua vez, está associado a rochas ortoderivadas do Arco Magmático Rio Negro, proveniente da subducção oceânica durante o fechamento e colisão continental do Gondwana (neoproterozóico), como também, às sequencias sedimentares metamorfizadas no final do neoproterozóico.



Legenda: 1 – Terreno Ocidental, Domínio Juiz de Fora; 2 – Klippe Paraíba do Sul; Terreno Oriental, 3 a 5: 3 – Domínio Costeiro; 4 – Domínio Cambuci; 5 – Klippe de Italva; 6 a 8 - Rochas plutônicas mais ou menos gnaissificadas:6 – Granitóides tipo-S ou híbridos meta a peraluminosos; 7 – Granitóides Tipo-I metaluminosos. Cidades mencionadas: Ca, Cantagalo; Sa, São Sebastião do Alto; Ic, Itaocara; Cb, Cambuci; Sp, Santo Antônio de Pádua; Re, Recreio; Iv, Italva; Jp, São João do Paraíso; Ub, São José de Ubá; Lm, Laje do Muriaé; Mu, Muriaé; Ip, Itaperuna; Bj, Bom Jesus do Itabapoana; Vs, Varre-Sai; Gu, Guaçuí; Ef, Espera Feliz.Fonte: modificado de TUPINAMBÁ *ET AL*. 2003.

Nota: No retângulo preto está a área de interesse.

Figura 4.1.3-2 - Domínios tectônicos da Faixa Ribeira Setentrional e Central

Sob o embasamento cristalino depositaram e se depositam ainda, sedimentos aluvionares e coluvionares do quaternário. Estes depósitos fluviais consistem de areias, silte e argila, por vezes com camadas cascalhentas. Devido às suas caraterísticas de deposição descontínua e não litificação, não é exequível estabelecer uma relação estratigráfica entre os mesmos.

4.1.3.1.1.2 - Principais Aspectos Litológicos

Iniciando de Norte para Sul, o Domínio do Terreno Paraíba do Sul ocorrem na porção norte da AII. Este domínio é marcado por tipos litológicos diversos, associados ao metamorfismo do embasamento pré-existente à colisão continental, bem como da sequencia sedimentar sobre este embasamento. As rochas neste terreno são constituídas por ortognaisses paleoproterozóicos do Complexo Quirino e por um conjunto metassedimentar rico em intercalações de mármores dolomíticos e de idade ainda incerta, denominado de Complexo Paraíba do Sul. Este terreno destaca-se por sua característica estrutural dobrada, denominada megassinforme do Paraíba do Sul, onde ortognaisses derivados do antigo embasamento e paragnaisses derivados da sequencia sedimentar estão imbricados em alternados dobramentos e zonas de cisalhamento, predominantemente destrais.

O Complexo Juiz de Fora caracteriza-se por um embasamento metamorfizado em alto grau e uma sequencia sedimentar também metamorfizada. O embasamento mais antigo é constituído por granulitos gnaissficados ortoderivados e compreendem gabros, dioritos, tonalitos e granodioritos; eles exibem mais comumente texturas granoblásticas a foliadas, mas a textura milonítica também está presente.

As rochas do Juiz de Fora incluem granada-biotita gnaisses, intercalados com quartzitos e corpos de granitóides foliados, porfiróides ou não, conhecidos como Granitóide Rio Turvo. Os gnaisses a granada e biotita possuem texturas, cores e composição mineralógica diversa devido a processos anatéticos, metamórficos e intrusivos variados. Apresentam, em geral, cor cinza, grãos finos a médios, e bandas máficas (biotita e granada) e félsicas (quartzo e feldspato). Uma visível orientação de movimento é dada pelos porfiroclastos de quartzo ou feldspato. As lamelas de biotita mostram-se bem orientadas ao longo da foliação, enquanto as granadas exibem certo grau de deformação. Os granitóides foliados, porfiróides ou não (Granitóide Rio Turvo), possuem grãos médios a grossos, com foliação evidenciada pela orientação da biotita.. A mineralogia é composta principalmente por plagioclásio, K-feldspato, quartzo, hornblenda, biotita, clinopiroxênio e ortopiroxênio. Os tipos mais básicos possuem orto e clinopiroxênio, os mais félsicos ortopiroxênio.

A sequencia sedimentar metamorfizada apresenta para-gnaisses mais marcantes da Megassequência Andrelândia que na área são granada-biotita gnaisses. A sua mineralogia é composta ainda por quartzo, K-feldspato e plagioclásio; zircão, turmalina, rutilo e apatita aparecem como acessórios. Apresenta um bandamento milimétrico a centimétrico de níveis máficos com biotita e níveis félsicos com quartzo e feldspato. Bancos métricos de quartzitos e

gonditos e lentes de rochas calcissilicáticas são comuns. Corpos datados no intervalo entre 585 a 575 Ma, chamados de granada leucogranito e leucocharnockito, estão associados à fusão do conjunto metassedimentar.

No Domínio Costeiro ocorrem rochas metassedimentares de fácies anfibolito alto a granulito, intrudidas por diversas rochas granitóides como o Complexo Rio Negro, leucogranitos / leucocharnockitos e granitóides a chanorckitóides porfiróides. As unidades metassedimentares são a São Fidélis (unidade basal) e a São Sebastião do Alto (superior). A Unidade São Fidélis corresponde a rochas muito migmatizadas denominadas de biotita gnaisses granatíferos, com sillimanita e localmente cordierita. A Unidade São Sebastião do Alto compreende granada hornblenda biotita gnaisses migmatíticos com estrutura bandada e/ou porfirítica. Essa unidade ocorre ao longo da RJ-116, nas proximidades de São Sebastião do Alto e Aperibé.

Inúmeros corpos plutônicos intrusivos metamorfisados em fácies anfibolito, mais ou menos gnaissificados, são encontrados intrudindo as rochas metassedimentares do Domínio Costeiro. O principal magmatismo cálcio-alcalino é representado pelo Complexo Rio Negro, um gnaisse de composição mesocrática, granulometria média a grossa, foliação descontinua, com agregados planares de biotita e hornblenda. A partir de Itaocara (RJ) este domínio passa a cavalgar o domínio Cambuci (**Figura 4.1.3-2**).

O Domínio Cambuci tem, com o Domínio Juiz de Fora, um contato marcado por uma zona de cisalhamento fortemente redobrada, de baixo a médio ângulo. As rochas mais antigas não ultrapassam a idade de 1.7 Ga; elas compreendem uma sucessão metavulcano-sedimentar metamorfisada em fácies anfibolito e granulito, e um complexo, também metamorfizado, de rochas ígneas.

Na região de interesse só é possível identificar essas rochas de protólito ígneo, principalmente na margem direita do Paraíba do Sul, entre as cidades de Carmo e Itaocara. Em posição tectono-estratigráfica inferior, há dois complexos de plútons gnaissificados: Complexo Serra da Bolívia e São Primo. Eles podem ser descritos como ortognaisses de granulometria média a grossa, inequigranulares a porfiriticos, com cristais de hornblenda ou biotita em matriz quartzo-feldspática. Gabros, dioritos, quartzo dioritos, tonalitos, monzodioritos e monzogranitos são encontrados como enclave. Na área da barragem predominam os hornblenda biotita gnaisses, bem foliados, e, localmente, um granitóide leucocrático com foliação incipiente, ambas com pórfiros de feldspato. Níveis chanockíticos e zonas miloníticas são freqüentes. Todas estas rochas da Unidade Cambuci, bem como os Metassedimentos, revelam um grau forte de metamorfismo, característica reforçada pela presença de corpos gerados por anatexia.

O Domínio Italva aflora sobre o Domínio Costeiro e compreende um conjunto metavulcanosedimentar com mármores calcíticos, anfibolitos (ca. 840 Ma) e paragnaisses com provável contribuição vulcânica. Segundo da descrição de Tupinambá *et al*, 2007 " o Grupo Italva é composto por um conjunto metavulcano-sedimentar, rico em mármores e anfibolitos. Contrastando com os outros compartimentos descritos, o metamorfismo principal não ultrapassa os limites do fácies anfibolito, e a deformação principal é moderada, caracterizada por uma xistosidade grossa, além de dobras recumbentes a reclinadas. Os gnaisses do Grupo Italva se apresentam de duas formas distintas (homogêneos ou bandados), que se alternam em várias escalas e apresentam contatos gradacionais entre si. Os gnaisses homogêneos são ricos em quartzo e contém granada, muscovita, biotita, e, pontualmente, hornblenda. São leucocráticos, finos e de composição granítica a granodiorítica, com raras intercalações de rochas calcissilicáticas, anfibolitos e sillimanitamuscovita-quartzo-xistos. Sua textura é granoblástica, com raras palhetas de biotita e granadas milimétricas disseminadas ou concentradas em faixas concordantes com a foliação. Os tipos porfiroblásticos apresentam cristais centimétricos de plagioclásio e granada. Remobilizados quartzosos com mica branca e granada são comuns. A foliação é pouco penetrativa, definida por orientação incipiente de cristais de biotita e porfiroblastos de feldspato. O processo de fusão parcial do gnaisse é incipiente, arranjado em lâminas e bandas paralelas de melanossoma com biotita e hornblenda e leucossoma quartzoso, porfiroblástico ou equigranular contendo hornblenda ou granada+muscovita".

A partir de 2000, a região de Itaocara passou a ser mapeada em escalas de maior detalhe por equipes das universidades fluminenses, em especial da UERJ. Os diversos trabalhos acadêmicos publicados (Miranda e Silva, 2001; Facuri, 2002; Eirado e Tupinambá, 2002) promoveram uma nova denominação para as unidades geológicas descritas pela CPRM (2000).

Os mapeamentos na escala 1:50.000 revelaram evidências dos dois grandes eventos deformacionais da região: o dúctil, de idade Neoproterozóica-cambriana, dividida em etapas sin-colisional (principal) e tardi-tectônica, com geração, respectivamente, de estruturas planares típicas de alta deformação (foliação tectônica, bandeamento gnáissico, transposição de foliação e lineação mineral) e de zonas de cisalhamento subverticais e foliação milonítica (nas quais se encaixa o rio Paraíba do Sul); e a rúptil, de idade Mesozóica-Cenozóica, a qual se associa o Gráben de Itaocara.

O Gráben de Itaocara é uma depressão com geometria rômbica, limitada por um sistema de falhas e fraturas com direções NE e NW, fraturas subverticais com orientação de N20 ºW a N60 ºW, falhas com direções NW (de alto mergulho, abertas ou preenchidas por material carbonático) e ENE, e zonas de cisalhamento com foliação milonítica. A borda NE do Gráben é

limitada pelo Sistema de Falhamento no qual se encaixa o rio Pomba. As bordas SE e NW parecem ser controlados pela reativação de estruturas antigas (falhas e zonas de cisalhamento). Já na borda SW, ocorrem falhas e fraturas NW que cruzam perpendicularmente o eixo da UHE Itaocara. Estas falhas deslocam claramente os contatos das unidades geológicas e se refletem na paisagem através da morfologia de cotovelo do rio Paraíba do Sul.

Em relação às litologias, os mapeamentos na escala 1:50.000 revelaram que na região da margem esquerda do Paraíba do Sul, no Terreno Ocidental, ocorrem rochas dos domínios Juiz de Fora e Cambuci; já na margem direita, ocorrem apenas as rochas do Juiz de Fora.

As rochas do Cambuci incluem a denominada Suíte Ígnea Serra da Bolívia e alguns metassedimentos de alto grau. A Suíte Ígnea é composta predominantemente por ortognaisses granodioríticos a tonalíticos de aspecto granitóide, com enclaves de diversos tipos. Na área da barragem predominam os hornblenda biotita gnaisses, bem foliados, e, localmente, um granitóide leucocrático com foliação incipiente, ambas com pórfiros de feldspato. Níveis chanockíticos e zonas miloníticas são frequentes. Todas estas rochas da Unidade Cambuci, bem como os Metassedimentos, revelam um grau forte de metamorfismo, característica reforçada pela presença de corpos gerados por anatexia.

4.1.3.1.1.3 - Principais Aspectos Estruturais

Em termos de evolução Geotectônica e Geologia Estrutural, a região em questão foi marcada por dois eventos deformacionais bem distintos: o primeiro evento de caráter tectono-metamórfico de idade Neoproterozoica/Cambriana, relacionado à Orogenia Brasiliana; o outro, um evento tafrogênico de idade Meso-Cenozóica, relacionado à ruptura do Gondwana.

O primeiro evento, de caráter dúctil, ocorreu durante a formação do supercontinente Gondwana, quando os terrenos citados anteriormente corresponderiam a paleoplacas convergentes: a paleoplaca inferior seria representada pelo Terreno Ocidental e a paleoplaca superior seria representada pelo Terreno Oriental, onde foi instalado o arco magmático rio Negro, com o qual a paleoplaca correspondente ao terreno Cabo Frio colidiu, resultando na amalgamação da mesma. Os terrenos Oriental, Ocidental e Paraíba do Sul foram amalgamados entre 600 e 570 Ma. e a acresção do Terreno Cabo Frio, ocorrida entre 530 e 510 Ma, representou o final da colagem orogênica.

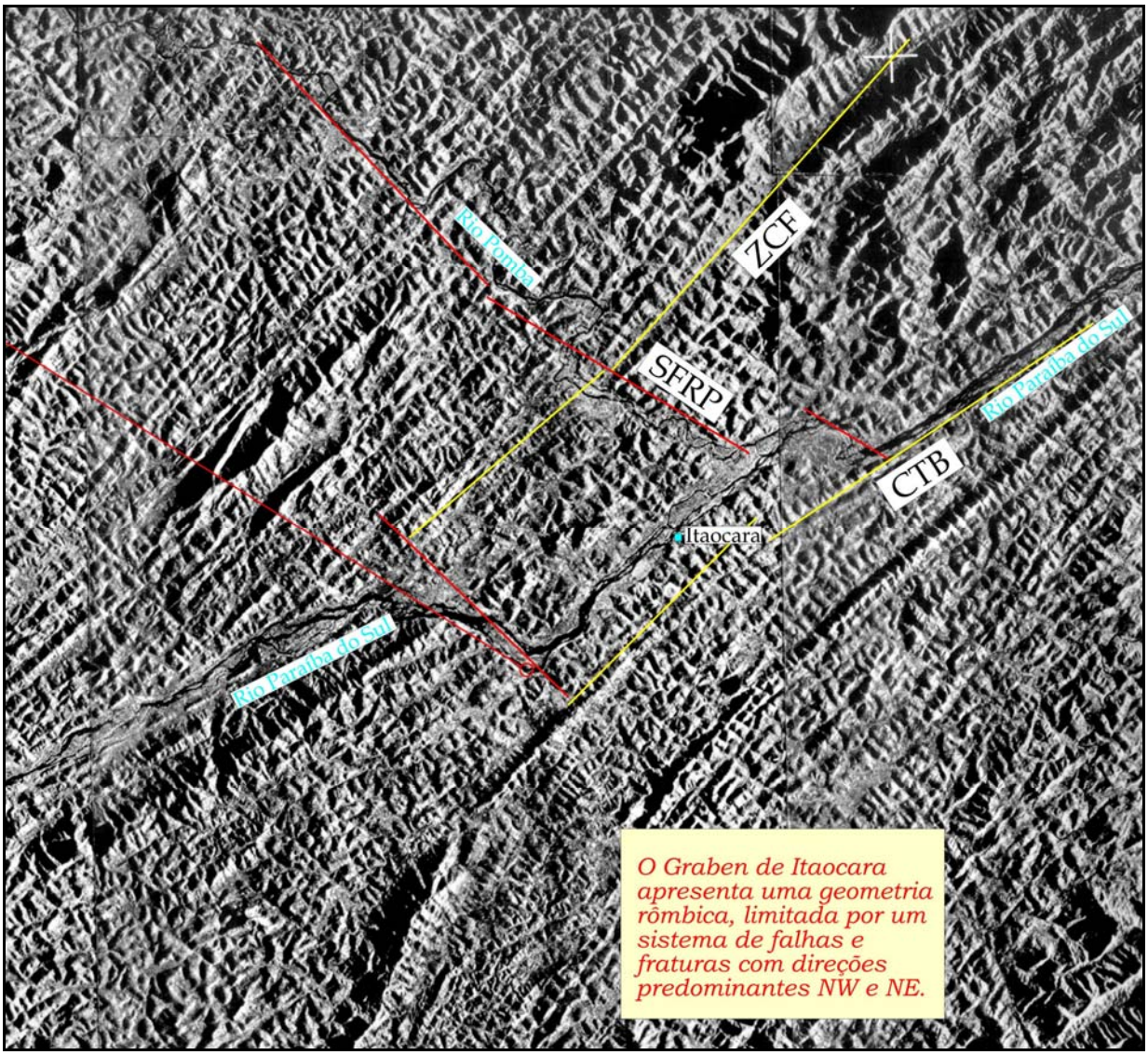
Os Terrenos Orientais e Ocidentais são separados por uma zona de cisalhamento extremamente dobrada, denominada borda tectônica central (CTB). Já o limite basal dos terrenos Cabo Frio e

Paraíba do Sul/Embu, coincide com uma zona de cisalhamento de baixo ângulo. Segundo Facuri (2002), são observadas duas fases de deformação para esse evento:

- Fase Dn que é responsável pela formação das principais estruturas planares encontradas, como a foliação tectônica com direção NE-SW e médios a altos ângulos de mergulho, bem marcada nos metassedimentos; o bandamento gnáissico com leucossomas, com granulometria grossa e melanossomas; uma lineação mineral marcada pela orientação dos cristais de quartzo com baixo ângulo e caimento para NE-SW; um fluxo primário nas rochas ígneas da borda de corpos metassedimentares que sofreram fusão parcial e migmatitos;

- Fase Dn+1 que é associada à formação de zonas de cisalhamento subverticais de direção NE-SW e uma foliação milonítica, nas quais estão encaixadas os Rios Paraíba do Sul e o Córrego das Frencheiras, acompanhando o strike da foliação milonítica. (**Figura 4.1.3-3**) Nessa fase também é descrita uma lineação de estiramento de baixo ângulo com caimento variando de NE a SW.

Já o segundo evento observado na área tem caráter rúptil está associado à ruptura do continente Gondwana, de idade Meso-Cenozóica. Esse evento é caracterizado pela intrusão de diques máficos com direção NE-SW, e também pela reativação de estruturas rúpteis de idade Jurássica-Cretácea que formaram e preencheram uma depressão morfológica importante na região, denominada de Graben de Itaocara (Tupinambá *et al*, 2003). Esse graben é caracterizado por ter uma geometria rômbica e é limitado por um sistema de falhas e fraturas de direções NE-SW e NW-SE (**Figura 4.1.3-3**). A borda nordeste do graben é limitada pelo Sistema da Falhamento Rio Pomba (SFRP), onde o rio homônimo está encaixado. A SW, o graben é limitado por um sistema de estruturas rúpteis de direção NW-SE, paralelo ao SFRP. Essas estruturas deslocam os contatos entre as unidades tectono-estratigráficas com direção NE. As bordas sudeste e noroeste do graben são reativações de estruturas antigas, relacionadas a reativação do Central Tectonic Boundary (CTB) e a Zona de Cisalhamento Frencheiras (**Figura 4.1.3-3**). Segundo Schuab (2003), além destas evidências dessa deformação rúptil, é observado um conjunto de fraturas persistente com direção NW-SE, com alto mergulho, além de falhas com direções NW e ENE. Essas falhas NW possuem alto ângulo de mergulho, por vezes apresentam-se preenchidas por material carbonático.



Fonte: TUPINAMBÁ *ET AL*, 2003

Figura 4.1.3-3 - Imagem do graben de Itaocara, ressaltando os sistemas de falhamento (SFRP – Sistema de Falhamento do Rio Pomba, em vermelho) e as zonas de cisalhamento (ZCF – Zona de Cisalhamento Frencheira e CTB – Borda Tectônica Central, em amarelo)

4.1.3.1.2 - Estabilidade Geológica das Áreas das Ombreiras da AID e de Formação do Reservatório (Item 4.1.1_101 do TR)

A estabilidade geológica das áreas das ombreiras da AID e de formação do reservatório pode ser analisada sob os aspectos da estabilidade geológica das ombreiras da barragem e da estabilidade geológica das encostas da área do reservatório após seu enchimento.

4.1.3.1.2.1 - Estabilidade Geológica das Ombreiras da Barragem

Todo estudo geológico-geotécnico, mesmo que preliminar, pode contribuir para o diagnóstico quanto às propriedades hidráulicas e de resistência dos materiais da fundação, quanto à percolação na fundação da barragem e quanto à possibilidade de ocorrência de erosão regressiva, liquefação e subpressão, algumas observações do estudo realizado para o EIA somam para melhor condução do projeto, bem como para a adoção de medidas preventivas de acidentes durante e após a construção.

No entatnto, a avaliação da estabilidade das ombreiras da UHE Itaocara é uma tarefa a ser realizada pelo corpo de engenharia geotécnica do empreendedor, que diagnosticará com maior detalhe dados e informações sobre as características geológicas dos materiais das fundações e das ombreiras da barragem, além da presença de solos problemáticos na região, e o desenvolvimento de um modelo geomecânico do maciço onde será implantado o empreendimento.

Após a escavação até a cota de projeto da implantação da barragem, o perfil geológico/geotécnico das ombreiras mostrará, em função da presença de um grande número de fraturas tectônicas no maciço rochoso, bem como de juntas de alívio, uma grande irregularidade em termos de espessura de cada horizonte. As transições da rocha sã para a rocha alterada, muito fraturada, e desta para o solo residual jovem se apresentarão tênues. Já a transição do solo residual jovem para o solo maduro será bastante abrupta. Não são esperadas inversões de perfil, tais como os “sanduíches” de rocha – solo – rocha, nem a presença de camadas de rochas susceptíveis à dissolução química, como os bancos de calcário. Caso este contexto geotécnico se confirme, a estabilidade geológica das ombreiras somente poderá ser comprometida, e em pequeno grau, pela ocorrência de quedas de blocos rochosos após a escavação do horizonte de rocha muito fraturada e pela ocorrência de ravinas erosivas no horizonte de solo residual jovem, particularmente nos trechos com grande concentração de minerais máficos, mais sujeitos a alteração e à remoção por erosão superficial.

Entretanto, como as fraturas verticais de direção N40-50W são muito freqüentes e estão associadas a outras estruturas de grande porte que individualizam o Gráben de Itaocara (descrito no **item 4.1.3.1.1**), pode haver, localmente, uma diferenciação e uma variação no comportamento geomecânico das diversas zonas dos maciços rochosos das ombreiras, principalmente em função de escavações profundas em regiões que podem exibir tensões residuais significativas. Esta preocupação é reforçada ainda pela identificação de um ponto de mapeamento de campo (**Figura 4.1.3-4**) que revelou indícios de tectonismo recente, com reativação da falha de direção W. Embora não conclusivo, este indício levanta uma discussão sobre a expectativa de que abalos sísmicos possam gerar deslizamentos nas ombreiras e na própria barragem.

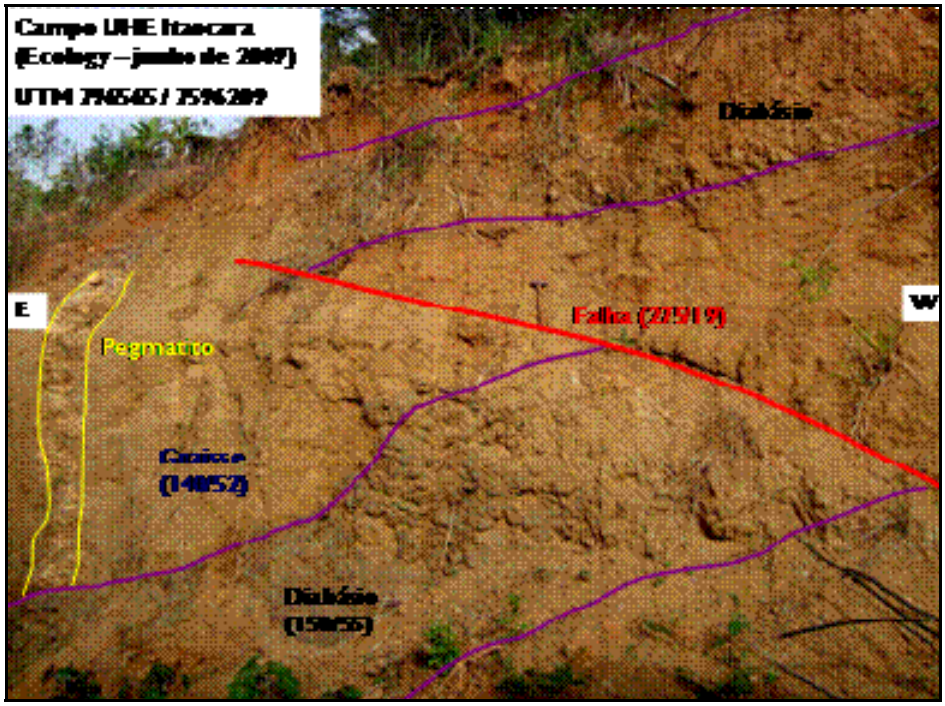


Figura 4.1.3-4 - Dique de diabásio falhado, com medidas de campo (dip: direção/mergulho) demonstrando tectonismo meso-cenozóico

Neste contexto geotécnico, a estabilidade geológica das ombreiras da barragem somente pode ser comprometida, e em pequeno grau, pela ocorrência de quedas de blocos rochosos após a escavação do horizonte de rocha muito fraturada, e pela ocorrência de feições erosivas que atinjam o horizonte de solo residual jovem, particularmente nos trechos com grande concentração de mica, tal como mostram a **Figura 4.1.3-5,** a **Figura 4.1.3-6** e a **Figura 4.1.3-7**, relativas a um projeto de PCH no rio Furnas, um dos tributários do rio Paraíba do Sul.

Figura 4.1.3-5 - Típico perfil de intemperismo da região noroeste fluminense

Figura 4.1.3-6 - Talude escavado para implantação de uma UHE em São Sebastião do Alto, num dos tributários do Paraíba do Sul. Mesmo no horizonte de rocha sã, há formação de blocos *in situ* que devem ser estabilizados apropriadamente

Figura 4.1.3-7 - Sinais de erosão superficial acelerada no solo residual jovem no mesmo talude escavado para implantação da UHE em São Sebastião do Alto

4.1.3.1.2.2 - Estabilidade Geológica das Encostas da Área do Reservatório após seu Enchimento

Na Área de Influência Direta – AID do empreendimento, que compreende a área a ser inundada (atingida diretamente) pelo reservatório, mais a APP - área de preservação permanente onde será replantada a mata ciliar - a estabilidade das encostas após a formação do reservatório pode ser avaliada a partir da comparação entre dois cenários: um atual, relativo a estabilidade dos taludes sem a presença do reservatório e um futuro, previsto para ocorrer a partir da interação dos fatores imediatos, impostos pelo enchimento do reservatório.

A situação atual foi comprovada a partir do mapeamento geotécnico expedito dos processos geodinâmicos que hoje afetam os taludes marginais da área do futuro reservatório. Foram identificadas nas encostas feições recorrentes e frequentes associadas à erosão pluvial, tais como ravinas, sobretudo associadas ao mal uso das pastagens. Não foram observadas cicatrizes ou ocorrências recentes de escorregamentos (volumosos), nem sinais de processos associados à presença de solos problemáticos, tais como subsidências (típicas de regiões kársticas), trincas de ressecamento (comuns em solos expansivos) ou mesmo recalques em estruturas (devido à presença de solos moles). Sob as condições atuais, nem mesmo áreas mais susceptíveis à ocorrência de deslizamento de grandes volumes foram identificadas.

A explicação para esta situação pouco problemática, e que impõe baixo risco, reside no fato da AID ser caracterizada por perfis de intemperismo desenvolvidos sobre rochas metamórficas de alto grau, em maciços que podem se apresentar muito fraturados, mas que, submetidos à forte dissecação, constituem perfis pouco espessos, relativamente monótonos, com rocha alterada e fraturada, solo residual jovem e solo maduro. Por conta disto e devido à morfologia e à baixa altura dos cortes, o que predomina é a erosão pluvial superficial quando os cortes atingem o solo residual jovem, mais erodível porque conta das estruturas geológicas (fraturas, xistosidade) reliquiares bem preservadas. Quando os cortes são em taludes verticais escavados em rocha fraturada são comuns as quedas de blocos rochosos.

Na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a jusante da foz do rio Pirapetinga até o eixo do barramento de Itaocara, ocorre uma extensa planície aluvial onde se desenvolve uma agricultura de subsistência e uma atividade mineral rudimentar de exploração de areia fluvial. O futuro reservatório inundará essa planície, chegando a base das encostas das colinas que circundam esse trecho do rio. Vale ressaltar a ocorrência de processos erosivos associados ao mau uso dos solos e direcionamento equivocado de águas pluviais na drenagem das estradas. Acompanhando a trajetória dos rios tributários, de montante para jusante, observam-se:

Ravinas erosivas rasas, porém extensas: ocorrem no limite da AID, principalmente em pontos específicos das estradas vicinais que descem as colinas (**Figura 4.1.3-8**), como resultado da ineficiência ou ausência de um sistema de drenagem que capte o fluxo d'água superficial e o emcaminhe corretamente nas planícies de inundação dos rios.

Figura 4.1.3-8 - Vista geral do posicionamento das ravinas em relação às estradas e ao eixo do rio Pirapetinga

Predominância de afloramentos rochosos: mesmo em encostas mais suaves da AID o perfil de solo é muito pouco espesso ou mesmo inexistente, o que elimina a possibilidade de ocorrência de processos erosivos (**Figura 4.1.3-9**).

Figura 4.1.3-9 - Detalhe de afloramentos rochosos mesmo no fundo de vale e sopé de taludes marginais e da inexistência de processos erosivos significativos em encostas, mesmo desmatadas, da AID

Disposição dos estéreis (resíduos) da exploração de rocha: devido aos muitos afloramentos de rocha, há na AID uma rudimentar atividade mineral de produção de pedra de mão para a construção de muros divisórios ou ornamentação de propriedades particulares (**Figura 4.1.3-10**). No entanto, devido ao fraturamento elevado, a exploração se limita à blocos de pequenas dimensões. O rejeito é disposto no próprio local.

Figura 4.1.3-10 - Vista de um dos afloramentos de rocha presentes a meia ou alta encosta sujeitos à exploração de rocha como material de construção. O impacto ambiental da atividade extrativa é significativo

Ravinas erosivas contínuas lateralmente: em caminhos e vias abertos pelos proprietários da região ou mesmo devido ao pisoteio do gado. Os sulcos erosivos atingem o solo residual jovem e permitem a evolução de uma erosão mais impactante (**Figura 4.1.3-11**).

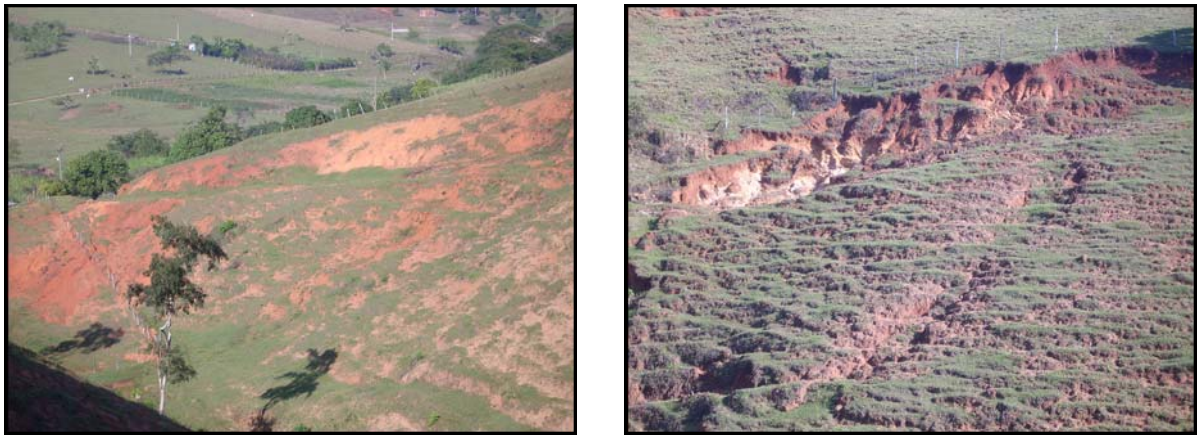


Figura 4.1.3-11 - Vista geral da distribuição de sulcos e ravinas na AID, mais freqüentes quando há escavações que atinjam o solo residual jovem

Saibreiras desativadas: localmente, nas bordas dos morrotes mais suaves, há evidências da exploração de saibro para aterro. Como a espessura do solo é pequena, a atividade não foi muito produtiva e teve que ser abandonada, gerando grande impacto ambiental e favorecendo a evolução da erosão nas áreas degradadas (**Figura 4.1.3-12**).

Figura 4.1.3-12 - Vista de uma saibreira desativada na AID

A margem direita do rio Paraíba do Sul não apresenta planície de inundação expressiva, constituindo uma vertente onde o rio Paraíba do Sul erode intensamente as encostas laterais. Isto aumenta consideravelmente a presença de afloramentos de rocha, sob a forma de lajes e rampas suaves, mas também taludes verticais com grau de fraturamento elevado. Acompanhando a trajetória do rio, para jusante, observam-se:

Cortes com erosão no Solo Residual jovem (**Figura 4.1.3-13**).

Figura 4.1.3-13 - Perfil de solo em corte de estrada evidenciando o solo residual jovem e inexpressividade de depósitos coluviais

Taludes mais íngremes com exposição de rocha em lajes, blocos e lascas: Nestes pontos há sinais de quedas de blocos e lascas rochosos recentes e uma concentração considerável de matacões e blocos de grande diâmetro, que integram os depósitos de tálus que se distribuem junto à estrada e ao curso do rio (**Figura 4.1.3-14**).

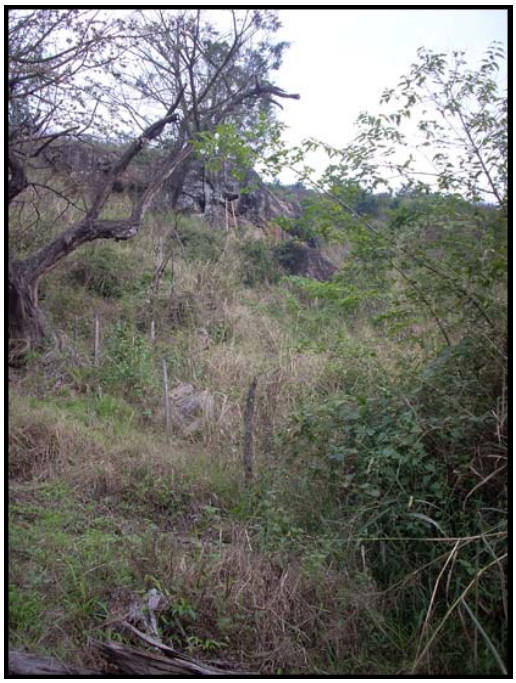


Figura 4.1.3-14 - Afloramentos rochosos em forma de lajes e blocos *in situ* e depositados em tálus

Saibreiras desativadas: Neste trecho há uma saibreira desativada onde o perfil típico da região, extremamente descontínuo, fica muito claro: o corte mostra um horizonte de solo maduro, com 1 m de espessura, seguido do solo residual, também com 1 m de espessura, e depois a rocha alterada. Há também para comprovar a irregularidade do perfil, um grande matacão in situ, remanescente na praça, que não pode ser removido durante a exploração do saibro. Mesmo nesta situação, os problemas locais se resumem à erosão superficial (**Figura 4.1.3-15**).

Figura 4.1.3-15 - Saibreira abandonada evidenciando o perfil típico da região: rocha alterada, solo residual jovem e solo maduro

Cortes em rocha alterada e muito fraturada (**Figura 4.1.3-16**).

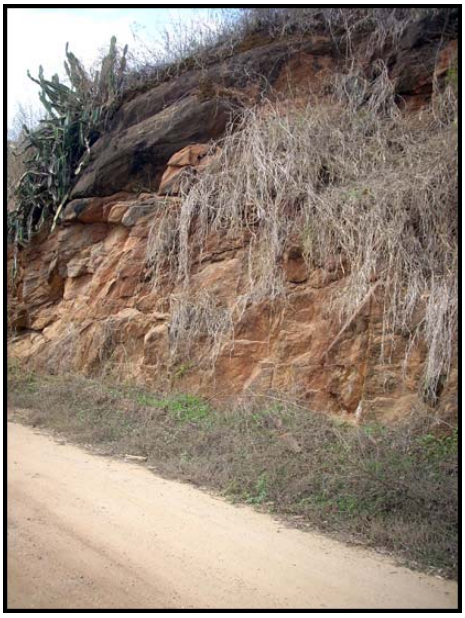


Figura 4.1.3-16 - Cortes em rocha nas estradas evidenciando a intensidade de fraturamento e o risco de queda de bloco

Taludes naturais com blocos rochosos in situ (**Figura 4.1.3-17**).

Figura 4.1.3-17 - Afloramentos rochosos com blocos *in situ* e planos de fraturamento evidentes

4.1.3.1.3 - Avaliação da Estabilidade das Áreas de Empréstimo e Bota-fora (Item 4.1.1_114 e 117 do TR)

A espacialização das áreas destinadas a retirada de material de empréstimo para a construção do empreendimento (jazidas), bem como das áreas destinadas a acomodação de resíduos (bota-fora) podem ser vistas na Planta Geral do Arranjo do Volume de Plantas de Engenharia. As áreas situam-se próximas ao eixo do barramento e, portanto, são caracterizadas, do ponto de vista geomorfológico, como colinas baixas associadas a dissecação do eixo principal da bacia do rio Paraíba do Sul. O substrato geológico formado por rochas de alto grau metamórfico é bastante estruturado tectonicamente, com folições minerais, falhamentos e zonas de cisalhmento seguindo a direção nordeste, nitidamente marcadas na paisagem. As fraturas acompanham essa direção nordeste e ainda espraia-se em direção ortogonal com sets de orientação noroeste. O relevo aí resultante apresenta-se suave com baixa amplitude e encostas que variam entre baixa e média declividade. A baixa amplitude garante ainda encostas com comprimento pequeno, variando de dezenas a poucas centenas de metros. São, portanto, áreas com estabilidade de encostas considerável, a exceção dos anfiteatros formados por encostas de geometrias côncavas, onde a concentração de fluxos pode desencadear processos erosivos, sobretudo movimentos de massa e voçorocamentos.

Para Itaocara I, as interferências previstas para as jazidas e bota-foras do empreendimento em questão estão divididas em sete áreas de empréstimo: áreas A, B, C, H, E, F e G, sendo as quatro primeiras na margem esquerda do rio e as três últimas na margem direita; duas áreas de bota-fora nas planícies de inundação das duas margens próximas ao eixo do barramento e a três áreas de pedreira (Pedreira 1, Pedreira 2 ou Pedreira 4), sendo as suas primeiras na margem esquerda e a última na margem direita, próxima à localização do canteiro de obras.

As áreas de raspagem de solo e saibro nas áreas B, C, D e E estão situadas em topos convexos das colinas configurando a estabilidade dos taludes, guardando devidamente os cuidados de monitoramento de processos erosivos e programas de recuperação. A área de empréstimo A é que apresenta maior necessidade de cuidado e atenção por estar cortando uma área de encosta, onde o fator declividade define preponderância para a geração de movimentos de massa gravitacionais. Nesta área, portanto, o monitoramento de processos erosivos e programas de recuperação devem acompanhar o processo de extração. A mesma observação serve para a área da pedreira, onde o corte de encosta deve evitar taludes verticalizados em perfis de solo.

Quanto as jazidas de areia do fundo de rio, apenas na área de extração de areia 2, atenção deve ser dada a possibilidade da instalação de processos erosivos nas margens e que, por ventura, possam recuar remontantemente. Porém, procedimentos de segurança no processo de extração de areia já são bastante conhecidos. A área de extração de areia 1, por sua vez, encontra-se em área que será posteriormente inundada e, portanto, não oferece riscos.

As áreas de bota-fora, também, encontram-se em áreas planas que posteriormente serão inundadas, não representando riscos para estabilidade de encostas ou processos erosivos.

Os canteiros de obras por sua vez estão acomodados em um vale com área de recepção pequena e, consequentemente, de baixa vazão fluvial. Guardando os cuidados de instalação das estruturas com devido saneamento básico e estabilização de aterros e, possíveis, taludes, tais áreas não apresentam preocupação quanto a instabilização de encostas.

4.1.3.1.4 - Estado Previsto de Estabilidade dos Taludes após o Enchimento

4.1.3.1.4.1 - Estabilidade dos Taludes em Relação a Escorregamentos

Com o enchimento do reservatório ocorrerá elevação do nível d'água – NA, em uma faixa de aproximadamente 3 km ao longo dos reservatórios. A elevação geral do NA, com a correspondente subida da poro-pressão e redução da resistência ao cisalhamento dos solos e ampliação do fluxo nas fraturas, certamente fará com que os futuros taludes marginais da AID tenham o seu fator de segurança reduzido, exigindo portanto uma análise do potencial de ocorrência de movimentos de massa no futuro.

Foi analisada a estabilidade de um talude representativo da margem esquerda antes e após o enchimento do futuro reservatório (talude com forma plano-côncava, sem cobertura vegetal, composto por um perfil de solo residual, de no máximo 1.5 m de espessura, sobreposto a uma rocha sã, praticamente impermeável), com a inclinação de 20º. A análise leva em conta que:

- o tipo de escorregamento é o deslizamento planar, raso, no contato solo-rocha;
- o solo exibe valor de y entre 14.18kN/m³ (maduro) e 15.21 kN/m³ (residual jovem);
- o solo tem parâmetros de resistência "típicos": c' = 0 kPa e ϕ' entre 30,6º e 35 º;
- o perfil de solo permanecerá sob condições saturadas durante quase todo o tempo e estas condições se agravarão nos períodos de chuvas intensas.

A análise, efetuada utilizando o método clássico por equilíbrio limite proposto por MORGENSTERN & PRICE (GeoSlope, código Slope W - versão 2006), mostra que o FS de X.Y existente hoje, com o solo sem poro-pressão positiva, passa a Y.X em condições saturadas, ou seja, os taludes continuarão estáveis. Porém, com a presença de poro-pressões ainda mais elevadas (positivas), resultante da infiltração d'água de chuva, a estabilidade pode ficar comprometida e alguns deles se transformarem em situações de potencial ocorrência.

No entanto, além de pontuais, estes movimentos de massa somente envolverão pequenos volumes de material mobilizado, os quais serão incapazes de obstruírem parcialmente o reservatório à jusante das ocorrências ou gerarem pulsos de ondas com alturas significativas. Estas considerações não reduzem, contudo, a importância de se implantar, no Projeto Básico Ambiental, programas de monitoramento de processos erosivos provenientes da implantação do reservatório, até porque há uma responsabilidade do empreendedor, e este tem todo o interesse de que os fatos devidos a terceiros não sejam indevidamente imputados a ele.

Em termos de estabilidade das ombreiras e das encostas na área do reservatório, após a construção da barragem e com a elevação do nível d'água regional, pode-se esperar uma manutenção do quadro atual, com ocorrências localizadas de quedas de blocos e erosão superficial, mas sem a ocorrência de escorregamentos mais profundos.

A previsão associada à inundação da estrada gera necessidade de execução de novos cortes para implantação de acessos para as fazendas e sítios que não serão inundados. Neste caso, dada a pequena espessura do perfil de intemperismo, é certo que serão realizados cortes em rocha, o que além de caro, implicará num risco de deslocamento de lascas e blocos rochosos.

Foi analisada a estabilidade de um talude representativo da margem direita antes e após o enchimento do futuro reservatório (talude rochoso, inclinação entre 35º e 90º, composto por rocha sã a alterada, muito fraturada. A análise leva em conta que:

- o tipo de escorregamento é a queda de bloco ou lasca rochosa;
- a rocha exibe valor de e igual a 26.5 kN/m³;
- o perfil permanecerá sob condições saturadas durante quase todo o tempo e estas condições se agravarão nos períodos de chuvas intensas.

Da mesma forma que o anterior, a análise mostra que o FS de X.Y existente hoje, com o talude seco, sem poro-pressão positiva nas fraturas, passa a Y.X em condições saturadas, ou seja, os taludes continuarão estáveis. Porém, com a presença de poro-pressões ainda mais elevadas (positivas), resultante da infiltração d'água de chuva, a estabilidade pode ficar comprometida e alguns deles se transformarem em instáveis. Idem ao anterior, além de pontuais, estes movimentos de massa somente envolverão pequenos volumes de material mobilizado, os quais serão incapazes de obstruírem parcialmente o reservatório à jusante das ocorrências ou gerarem pulsos de ondas com alturas significativas. Estas considerações não reduzem, contudo, a importância de se implantar no Projeto Básico Ambiental, programa de monitoramento dos processos erosivos originados ou não pela implantação de reservatório.

4.1.3.1.4.2 - Estabilidade dos Taludes em relação à Erosão por Ravinas e Voçorocas

Os processos erosivos hoje existentes, anteriores a própria obra, são relativos ao mau uso dos solos associado a pastagens. O escoamento superficial proveniente das áreas de solo exposto pisoteadas pelo gado são formadoras de ravinamento, enquanto que o escoamento subsuperficial associado, sobretudo, ao fim da zona radicular das gramíneas, é responsável pela formação de voçorocamentos, detonados,principalmente, em cortes de estrada. Estes processos instabilizam as vertentes e taludes locais, todos localizados no **Mapa 2341-00-EIA-DE-2019-00 - Mapa de Suscetibilidade a Mecanismos de Instabilização** do Caderno de Mapas. A elevação geral do NA, com a correspondente subida do nível de base regional, provocará a diminuição do gradiente hidráulico, reduzindo assim os processos erosivos superficiais, além de inundar diversas feições erosivas que cessarão debaixo d'água. Esta elevação do nível d'água, também, aumentará a poro-pressão em faces de exfiltração existentes (nascentes, voçorocas e cortes de encosta existentes). Estas considerações ressaltam a importância de se implantar no Projeto Básico Ambiental, programas de monitoramento de processos erosivos após a implantação de reservatório, principalmente em relação às condições hidrossedimentológicas. Este monitoramento deve acompanhar a contribuição de sedimentos ao reservatório, mediante observação sistemática de estações durante a construção. Além disto, estudos específicos de controle do processo de erosão marginal e assoreamento, projetos de recuperação de áreas degradadas, antes e logo após o enchimento, e acompanhamento periódico no entorno do lago e à jusante da usina, são fundamentais e permitem definir a evolução do processo sedimentológico no reservatório da UHE.

4.1.3.1.5 - Caracterização dos Principais Aspectos Hidrogeológicos da AII (Item 4.1.2_124 do TR)

A Área de Influência Indireta – AII vai abarcar as bacias afluentes do trecho do rio Paraíba do Sul, as bacias do rio Angu, rio Pirapepetinga, da margem esquerda e outro de sul vindo de Santa Rita da Floresta.

A **Figura 4.1.3-3** mostra o modelo hidrogeológico conceitual da AII. Ele é caracterizado por um aqüífero livre, freático, composto por um solo residual pouco espesso, baixa permeabilidade, e pelo horizonte mais fraturado das rochas do embasamento, sub-aflorantes. A recarga deste aqüífero livre se dá por infiltração direta da água da chuva, mas o seu potencial de exploração é muito pequeno, pois a Transmissividade do pacote é muito reduzida. Ao reabastecer o pacote fraturado, a água que infiltra no terreno controla também o nível de água nos próprios rios, como mostra a **Figura 4.1.3-3**.

A recarga do aquífero granular, superficial, se dá por infiltração das águas da chuva, mas como o perfil de solo é, em geral, pouco espesso, o seu potencial é pequeno. Isto explica a ausência, no levantamento de campo, de poços e cacimbas na região. Com o enchimento do reservatório, particularmente nos períodos em que houver aumento da precipitação na bacia, haverá naturalmente ampliação da disponibilidade das águas subterrâneas, mas, contudo, ocorrerá também a degradação da qualidade da água, exigindo o monitoramento e a recomendação para não utilização dos recursos hídricos subterrâneos abrangidos pelo reservatório.

A recarga do aqüífero fissurado é feita através da infiltração da água pelas fraturas mais abertas presentes nos afloramentos rochosos da parte mais alta das encostas, associadas aos sistemas de falhamentos e fraturas das rochas do embasamento. Em função da presença de rochas metamórficas de alto grau e da pequena abertura das fraturas (apesar de sua alta frequência e persistência), o potencial do aqüífero fissural é pequeno e as reservas são muito limitadas, razão pela qual não foram encontrados poços profundos de exploração na região.

Na AII, todos os empreendimentos são abastecidos por água superficial. A recuperação dos boletins das empresas e as análises físicas, químicas e biológicas de amostras no campo indicam uma qualidade ruim da água consumida. Com o enchimento do reservatório, pode-se prever a continuidade da má qualidade da água superficial do reservatório, prognosticando-se uma situação desfavorável. Isto reforça a importância do monitoramento da evolução espacial e temporal da qualidade da água, assim como do ponto de jusante e principais tributários.

4.1.3.1.5.1 - Influência (da Formação) do Reservatório sobre a Dinâmica dos Fluxos Subterrâneos na AID (Item 4.1.1_102 e 129 do TR).

A Área de Influência Direta – AID compreende a área atingida pelo reservatório e a sua APP, onde será replantada a mata ciliar.

Na AID o regime de fluxo subterrâneo é do tipo influente, ou seja, o nível d'água regional, resultado da infiltração vertical da água da chuva ao longo do perfil de intemperismo, reabastece as drenagens naturais, tanto dos tributários como do rio principal. Com a criação do reservatório e afogamento de parte dos tributários, haverá uma fase de elevação do NA regional, mas o regime permanecerá influente. A principal mudança na dinâmica com a formação do reservatório será mesmo a aparição de fontes e surgências d'água, principalmente nos períodos de chuva intensa, em cotas topográficas mais elevadas das encostas, uma vez que em muitos pontos a água subterrânea estará muito próxima à superfície.

As condições dos dois tipos de aquíferos presentes na área também pouco se modificarão com o enchimento do reservatório. Os aqüíferos cristalinos com potencial de exploração são raros na região, porque, apesar da grande concentração de fraturas tectônicas persistentes nos maciços rochosos da AID, as mesmas se apresentam fechadas. Isto faz com que o horizonte rochoso tenha uma permeabilidade muito baixa, razão pela qual o NA se manifesta, quando presente, sempre no contato solo-rocha. Os aqüíferos porosos também têm um potencial baixo. Isto porque eles são representados por solos residuais com condutividade hidráulica da ordem de 10-5, e, principalmente, com espessura pouco significativa, nunca maior que 3-4 m. Como a contaminação também é muito facilitada, é raríssimo encontrar poços ou cacimbas na região.

Um aspecto ambiental a destacar é que com o estabelecimento de um novo nível d'água regional, mesmo sem modificação significativa da rede de fluxo subterrâneo, o risco de contaminação será aumentado. Isto porque os dejetos dos animais atingirão mais rapidamente o NA que estará próximo à superfície, principalmente nos períodos de verão, quando a precipitação pluviométrica, sazonal, é de quantidade mais elevada.

4.1.3.2 - Geomorfologia (Item 4.1.1_104 a 107 do TR)

4.1.3.2.1 - Introdução

A área do empreendimento localiza-se na região Noroeste fluminense, próximo ao baixo curso do rio Paraíba do Sul, à montante do seu encontro com o rio Pomba, no estado do Rio de Janeiro. Localizando-se na porção reversa da Serra do Mar, este trecho da bacia é um ambiente geomorfológico em que predominam colinas côncavo-convexas com diferentes amplitudes de relevo, em que a distância entre os divisores de drenagem e o fundo de vale pode variar de duzentos metros ou até seiscentos metros, dependendo do domínio morfológico.

Para o levantamento geomorfológico deste estudo adotamos a classificação elaborada pelo CPRM para o Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, que utilizou a metodologia de Ross (1990). Sendo assim, o mapeamento foi baseado nas relações entre degradação (denudação) e agradação (deposição) que resultou em uma classificação de sistemas de relevo. Porém além da classificação de morfologias elaborada pelo CPRM, foi proposto um outro mapeamento geomorfológico, definindo domínios específicos para a área de estudo, uma vez que as abordagens feitas pelo CPRM englobaram os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais em escala menor (1:500.000). O mapeamento elaborado por este trabalho está associado a uma escala mais detalhada (1:50.000 para AII e 1:10.000 para AID) e trabalhos de campo analíticos.

A abordagem geomorfológica neste trabalho baseia-se, como em Ross (2000), na influência do substrato geológico na esculturação das formas da superfície, percebendo a influência da lito-estrutura nas feições encontradas. No entanto, uma abordagem evolutiva foi aqui proposta, buscando o entendimento dinâmico e evolutivo da paisagem, ao longo do tempo, relacionando as feições atuais com os processos erosivos responsáveis pela dissecação do trecho de relevo analisado.

Desta forma, a elaboração do trabalho inicia-se com a apresentação do contexto geotectônico onde a hidrelétrica está inserida, seguida da apresentação do mapeamento e classificação geomorfológica elaborada neste trabalho para a Área de Influência Indireta – AII. Em sequência, são mapeados e discutidos os processos erosivos existentes, revelando seus mecanismos e causalidades. Por fim são apresentados os mapeamentos, os processos erosivos atuantes e as áreas de maior atenção, quanto à estabilidade das encostas na Área de Influência Direta – AID.

4.1.3.2.2 - Contexto Geotectônico

Geologicamente a área do empreendimento encontra-se inserida na porção sudeste do país, na denominada "Faixa Móvel Ribeira". Essa faixa móvel[1], contida na província da Mantiqueira, possui rochas geradas no ciclo Orogênico Brasiliano (Proterozóico Superior 700-450 Ma) caracterizado pelo intenso metamorfismo, deformação das litologias supracrustais e extensas porções do embasamento, seguido por consecutivos pulsos de granitização (sin, tarde e pós-tectônicos) com estruturas geológicas preferencialmente na direção NE-SW (Nordeste-Sudoeste) (Heilbron *et al*, 2004).

Após estes eventos colisionais de amalgamento do continente e milhares de anos de estabilidade crustal, há cerca de 237 Ma., em meados do período Triássico, o mega-continente começou a se fraturar e no Mesojurássico (175 Ma.), iniciou-se a abertura do Oceano Atlântico. Junto à abertura do Atlântico, a intensa atividade tectônica desenvolveu riffties na região do Atlantico-Sul, associados a diques de diabásio e derramanentos de basalto, remobilizando falhas antigas e gerando diversos sets de fraturamento (Almeida, 1976, Ricominni *et al.* 2004).

O rifteamento continental do sudeste do Brasil formou os Horsts e os Grabens (soerguimentos e rebaixamento) que hoje apresentam-se trabalhados pelo longo processo erosivo, representados na paisagem pelos grandes alinhamentos serranos da Serra do Mar e Mantiqueira (Horsts) e pelas regiões abatidas (Grabens) do vale do rio Paraíba do Sul e baixada fluminense no entorno da Baía de Guanabara. Os grabens formados pelo processo de rifteamento constituem-se como armadilhas para a sedimentação de importantes bacias sedimentares locais, como São Paulo, Taubaté, Resende, Santos e Campos, estas últimas submersas.

Estes eventos tectônicos estruturaram, na região do empreendimento, o Graben de Itaocara (Tupinambá et al, 2003) consistindo em uma área abatida em relação a topografia regional. Esta feição tectônica define a convergência de fluxos e materiais, ocasionando um trabalho erosivo mais intenso ao longo do tempo geomorfológico em sua direção. Segundo Tupinambá et al (2003):

> *"O Graben de Itaocara consiste em uma depressão morfológica localizada na confluência dos rios Pomba e Paraíba do Sul, junto à cidade homônima no norte do estado do Rio de Janeiro. A área, sujeita a recorrentes inundações, é altamente dissecada e preenchida, parcialmente, por sedimentos fluviais e coluviais recentes. Seu embasamento pré-cambriano está fortemente controlado por estruturas*

[1] Entende-se por faixa móvel as áreas que foram mobilizadas durante o último evento termo-tectônico. No caso contrário, ou seja, as porções estáveis de um núcleo continental, durante um evento termo-tectônico são chamadas de cráton.

(foliação, contatos, empurrões) de direção N40-60E, interceptadas por zonas de cisalhamento rúpteis-dúcteis, de direção NNW, que, provavelmente, sofreram várias fases de reativação".

Estas estruturas têm influência marcante na esculturação do relevo atual, sendo responsável pela orientação da rede de drenagem, feições do relevo e processos erosivos. O somatório das condições litológicas e estruturais do substrato geológico é, portanto, de fundamental importância na interpretação e diagnóstico geomorfológico da área estudada.

4.1.3.2.3 - Aspectos Geomorfológicos

4.1.3.2.3.1 - Bacias de Drenagem da AII (Item 4.1.1_104 do TR)

O compartimento topográfico definido pelo *Graben* de Itaocara é uma porção deprimida do baixo vale do Rio Paraíba do Sul que apresenta um relevo de extenso domínio colinoso com alvéolos fluviais embutidos, inserido entre alinhamentos serranos de direção Nordeste. A evolução geomorfológica da região é marcada pelo recuo erosivo de sucessivos pulsos de dissecação relativos a processos de rebaixamento de níveis de base regionais.

Em geral, o manto de intemperismo, fruto das intempéries sobre o substrato geológico, ocorre na maioria das vertentes da bacia em questão, resultando em uma paisagem com afloramentos rochosos concentrados em pontos específicos onde o recuo erosivo está ativo. O recobrimento dos mantos de solo é variável em espessura, desde poucos centímetros nas altas encostas a poucos metros em direção aos fundos de vale, porém de uma forma geral apresenta pouca espessura. O trabalho erosivo sobre o material intemperizado, provocado por processos hidrológicos que respondem às estruturas do substrato geológico, geram uma morfologia no planalto intermontano relativa à ocorrência de complexos de rampa e coalescência associadas (Meis *et al*,1981; Moura e Silva, 1998). As rampas são formadas por um complexo de camadas coluvionares, às vezes misturando-se a camadas aluviornares, concentradas no eixo de concavidades convergentes de fluxos hidrológicos e sedimentos. Os complexos de rampa, definido por Meis *et al* (1981) envolve ainda as feições erosivas das altas encostas das concavidades. Estes complexos de rampas evoluem em direção aos divisores de drenagem, rebaixando-os e formando suas coalescências. O resultado destes processos na paisagem formam o que Ab'Saber denominou "Mares de Morros" (**Figura 4.1.3-18**), formas que, segundo o autor, se estendem por todo o Brasil Tropical Atlântico, presente em diversos níveis topográficos (Ab'saber, 2003).

Figura 4.1.3-18 - Aspecto da paisagem de "Mares de Morros" (AB'SABER,2003) no planalto Atlântico Leste-Sudeste, com a presença das concavidades nas cabeceiras de drenagem, denominadas complexos de rampa por MEIS *et al* (1981)

O escalonamento topográfico gerado pelos sucessivos níveis de base do rio Paraíba do Sul define compartimentos de funcionalidade geomorfológica específica. A área de estudo situa-se acima do nível de base formado pelas corredeiras próximas a cidade de Itaocara e estende-se até ao próximo nível de base a montante, na Ilha dos Pombos, onde foi construída a hidrelétrica homônima. Este compartimento da bacia foi definido como a AII do empreendimento, abrangendo as bacias de drenagem afluentes a este trecho do canal do rio Paraíba do Sul. Enquanto que para a AID foi definida o somatório da área do reservatório mais a faixa de 100 m ao seu redor, como área de preservação permanente (APP).

As feições geomorfológicas resultantes do trabalho erosivo em direção ao *graben*, visto como o nível de base de referência para área de estudo, apresentam-se como relevos rebaixados, em maioria de geometria convexa, porém entremeado por reentrâncias côncavas. Nas mudanças de níveis topográficos às áreas mais elevadas são encontrados afloramentos rochosos em escarpamentos para relevos suspensos, além de níveis de base locais em forma de cachoeiras.

As unidades litológicas descritas no item Geologia deste estudo revelam a orientação do *trend* principal das camadas com direção predominante NE. De forma geral, esta condição define pela erosão diferencial, a orientação das principais serras, como as serras do Cascalho, do Português, do Prata, do Catete, Santa Cândida, do Gavião e da Bolívia, entre outras, nas lito-estruturas mais resistentes, além do alinhamento da calha do rio principal Paraíba do Sul nas zonas de fraqueza (neste caso a zona de cisalhamento de Frecheiras e a Borda tectônica Central – CTB). Tupinambá *et al* (2003) afirmam que:

Observa-se na paisagem geomorfológica, o forte condicionamento imposto pelo arcabouço tectônico da Faixa Ribeira, ressaltando o papel das unidades litológicas, aparentemente, mais resistentes à erosão, sustentando os alinhamentos serranos. A rede de drenagem apresenta um típico padrão em treliça, com canais orientados, principalmente, segundo as direções NE e NW, revelando o forte controle estrutural sobre a organização dos canais. Deste modo, os canais de direção NE, como a maior parte do rio Paraíba do Sul, são controlados pela direção da foliação principal (milonítica ou não), normalmente, de alto ângulo e pelos contatos litológicos, muitas vezes marcados por zonas de cisalhamento dúcteis. Já os canais de direção NW, como o rio Pomba, são condicionados pelas fraturas e falhas de alto ângulo.

No trecho delimitado como AII, a calha principal do rio Paraíba do Sul, como dito, obedece as estruturas de zonas de cisalhamento, falhamentos e foliação de direção nordeste (**Figura 4.1.3-19**).

Figura 4.1.3-19 - Afloramentos no leito do Rio Paraíba do Sul evidenciando seu controle estrutural

Os rios tributários da margem norte, rio Pirapetinga e rio Angu, drenam sob forte controle lito-estrutural, correndo em sua maioria na direção noroeste - sudeste, direção esta relativa aos alinhamentos de falhas e fraturas. São comuns, no entanto, os cotovelos de 90º, mudando para direção nordeste em trechos que são orientados pela foliação. Ambos os rios descem de vales suspensos em suas cabeceiras, de direção nordeste e relevo de baixa amplitude, atravessando degraus mais abruptos em seus médios cursos, com direção predominantemente noroeste, até atingirem um compartimento topográfico mais rebaixado de colinas, antes de caírem encaichoeirados no rio Paraíba do Sul. Estas cachoeiras próximas à foz dos rios Angu e Pirapetinga constituem níveis de base locais que suspendem os compartimentos colinosos em relação ao nível de dissecação do rio Paraíba do Sul.

Os afluentes da margem sul, por sua vez, apresentam-se com curta extensão descendo abruptamente do relevo suspenso da Serra de Santa Rita, na região da cidade de Santa Rita da Floresta, diretamente ao rio Paraíba do Sul. Nesta condição destaca-se o córrego da Prata, com orientação nordeste em seu alto curso e seqüenciados cotovelos para direção Noroeste, até sua foz, também encaichoeirada. Da mesma forma este nível de base próximo a sua foz, suspende um relevo de dissecação no interior do vale do córrego da Prata, porém de curta extensão. Pequenas drenagens rápidas desembocam diretamente no rio Paraíba do Sul, para jusante da foz do córrego da Prata, descendo das vertentes da serra do Gavião encaixados em fraturas de direção Noroeste. Ainda nesta margem, drenando toda a parte sul da AII, no reverso da serra do Gavião, destaca-se o ribeirão das Areias. Este rio nasce na serra de Santa Rita e também possui um compartimento de colinas suspenso em seu alto curso, que se estende com direção nordeste, desde a cidade de Santa Rita da Floresta até a montante do povoado de Boa Sorte. Para jusante o rio desce abruptas encostas e encaixado, ainda com direção Nordeste, percorre um ambiente de colinas em nível topográfico mais baixo até sua foz. Seus afluentes na margem norte: rios Jacutinga e São Primo, guardam, suspensos por níveis de base locais, compartimentos topográficos diferenciados, assim como os descritos para o córrego da Prata, rios Angu e Pirapetinga.

Vale ressaltar que a montante dos níveis de base locais citados nesta descrição anterior, espraiam-se sedimentos aluviais que agradam os fundos de vale, em função da diminuição de energia de transporte desempenhada pelo nível de base.

O processo intempérico e erosivo ao longo da evolução geomorfológica dessa paisagem obedeceu portanto às diferenças de resistência lito-estrutural da geologia, incluindo as diferenciações topográficas. Ou seja, as litologias menos resistentes intemperizaram e perderam seus materiais de acordo com os pulsos erosivos desencadeados por níveis de base rebaixados tectonicamente. A

abertura do oceano Atlântico e o tectonismo responsável pelo rifteamento do planalto sudeste, citados anteriormente, provocaram pulsos erosivos que se perpetuam na paisagem até os dias atuais, mas que ainda não trabalhou atingiu todas as porções da superfície. Neste sentido, a porção do terreno abatida neste trecho, denominada graben de Itaocara, desencadeou, a partir da convergência de fluxos, papel detonador dos processos de dissecação para as bacias adjacentes. O recuo erosivo provocado por esse processo desenha domínios de relevo degradados, formado por colinas côncaco-convexas, onde o trabalho erosivo está consolidado. Já nas bordas planálticas, onde o recuo erosivo ainda está se expandindo, os relevos apresentam-se escarpados com pontões rochosos proeminentes, como pães de açúcar. À montante destas frentes erosivas voltamos a encontrar relevos de colinas dissecados e trabalhados em pulsos anteriores, suspensos por níveis de base locais.

Neste sentido foram criados diversos domínios geomorfológicos para a análise da superfície da AII, considerando as formas do relevo, erosivas e deposicionais, a declividade e a amplitude de relevo. Estes conceitos estão de acordo com os critérios instituídos pela União Geográfica Internacional, que define quatro níveis de abordagem para a cartografia geomorfológica: morfologia, morfometria, gênese e cronologia (Rodrigues e Brito, 2000).

4.1.3.2.4 - Compartimentos Geomorfológicos (Item 4.1.1_104 do TR)

Em função dos processos evolutivos de dissecação deste relevo foram criados os seguintes domínios geomorfológicos para a AII:

- **Domínio 1**: Colinas baixas associadas à calha do Rio Paraíba do Sul
- **Domínios 2, 3, 4 e 5**: Colinas baixas do médio curso dos rios Pirapetinga, Angu, São Primo e Córrego da Prata
- **Domínios 6, 7 e 8**: Degraus, Serras isoladas e Pães de Açúcar, sul, norte e central
- **Domínios 9 e 10**: Vales Suspensos do rio Angu e Ribeirão da Areia

4.1.3.2.4.1 - Domínio 1: Colinas Baixas Associadas à Calha do rio Paraíba do Sul

Este domínio está associado ao relevo de colinas baixas reguladas pelo nível de base do próprio rio Paraíba do Sul. Estende-se ao longo da calha principal do rio e adentra os tributários Valão do Barro Preto, Santa Clara e Caités. Limita-se ao norte pelos nívies de base que suspendem os médios cursos do rio Angu e Pirapetinga. As colinas apresentam amplitude de relevo pouco maiores que 100 m e as encostas não expressam grandes declividades. As geometrias são predominantemente convexas, porém com grande quantidade de concavidades nas cabeceiras de canais de 1ª ordem ou eixos de ordem zero. As planícies de inundação repletas de alvéolos entremeiam estas colinas espraiando sedimentos fluviais retidos pelo nível de base do rio Paraíba do Sul (**Figura 4.1.3-20**). Este domínio ressalta sua importância por ser diretamente afetado pela construção do reservatório, alterando localmente as dinâmicas hidro-erosivas.

Figura 4.1.3-20 - Aspecto das colinas próximas ao rio Paraíba do Sul

4.1.3.2.4.2 - Domínios 2: Colinas Baixas do Médio Curso do rio Pirapetinga

Também formado por colinas de baixa amplitude este domínio está regulado pela cachoeira formada no estrangulamento do rio Pirapetinga pela serra da Bolívia. Este degrau define seu limite sul, enquanto que para norte e oeste este domínio estende-se até as frentes de dissecação nas serras de Itatinga e Passa – Tempo, ao norte, e Palmeiral e Boa Vista, a oeste, estas últimas inseridas no domínio 8. Na porção leste, o limite é dado pelo divisor da bacia que, por sua vez, apresenta desnivelamentos um pouco maiores, mas que não foram separados como outro domínio. A morfologia é novamente côncavo-convexa, porém com topos convexos alongados de baixíssima declividade (**Figura 4.1.3-21**).

Figura 4.1.3-21 - Aspecto dos topos convexos alongados das colinas no médio curso do rio Pirapetinga

A amplitude de relevo varia de um fundo de vale em 200 m e topos nas cotas em torno de 300 m. Para montante, como era esperado, os desnivelamentos tornam-se um pouco maiores, atingindo, já próximo ao domínio 7, 200 m de amplitude. As declividades das encostas continuam suaves variando em torno de 20º e os fundos vale apresentam-se abertos com sedimentação fluvial, salvo para os trechos de encaixe do rio Pirapetinga, já próximo à porção sul do domínio, em direção a cachoeira que o limita.

4.1.3.2.4.3 - Domínio 3: Colinas Baixas do Médio Curso do rio Angu

Semelhante ao anterior, o domínio das colinas baixas do médio rio Angu apresenta-se pouco menos extenso, limitado ao norte pelo nível de base que suspende o vale do alto rio Angu (próximo a cidade de São Domingos). Ao sul o domínio está limitado pelo nível de base, a jusante da cidade de Volta Grande. A leste, a mesma serra do Palmeiral, limita a ocorrência destas colinas. A amplitude de relevo apresenta-se um pouco mais elevada em todo o domínio, passando dos 150 m e chegando a 200 m, para as porções mais ao norte. A menor extensão espacial do domínio o torna mais próximo das topografias mais elevadas dos domínios limítrofes. Os topos convexos e alongados não são tão comuns, restringindo-se em topos isolados, dissecados pela drenagem e repletos de concavidades (**Figura 4.1.3-22**).

Figura 4.1.3-22 - Aspecto das colinas próximas a Trimonte, no médio curso do rio Angu, onde o relevo mais recortadoisola o topo das colinas. Nota-se ao fundo as elevações, já pertencentes ao domínio: escarpas, serras isoladas e pães de açúcar norte

4.1.3.2.4.4 - Domínio 4: Colinas Baixas do Médio Curso do rio São Primo

De dimensão espacial menor que o domínio anterior, as colinas no médio curso do rio São Primo configuram-se como um nível suspenso, antes de sua queda no córrego da Areia e por isso livre da dissecação atual no domínio 1 de colinas baixas. Este pequeno trecho suspenso estende-se até a vertente sul da serra do Gavião, marcado com um relevo escalonado em compartimentos ajustados a níveis de base locais. As amplitudes entre os fundos de vale e topos variam de 100 a 200 m, constituindo encostas não muito longas com declividade média a baixa. (**Figura 4.1.3-23**).

Figura 4.1.3-23 - Aspecto das colinas no vale suspenso do córrego da Areia, próximo a subbacia do rio São Primo

4.1.3.2.4.5 - Domínio 5: Colinas Baixas do Médio Curso do Córrego da Prata

Embutido no fundo de vale do córrego da Prata, este domínio apresenta-se escalonado por níveis de base locais que descem dos contrafortes da serra de Santa Rita até o nível de base que derrama suas águas para o rio Paraíba do Sul. O desnível entre o fundo de vale e o topo das colinas é de 100 m a 150 m. Este domínio representa a dissecação do pulso erosivo do rio Paraíba do Sul escavando os contrafortes da serra. Este trabalho erosivo deixou remanescentes em forma de colinas suaves em pequenos topos convexos, isoladas das vertentes íngremes serranas. Acima destes já passamos ao domínio 6 de escarpas, serras isoladas e pães de açúcar sul. As declividades são relativamente mais acentuadas por suas encostas estarem conjugadas ao alinhamento serrano da Serra de Santa Rita e Serra do Português (**Figura 4.1.3-24**).

Figura 4.1.3-24 - Aspecto das colinas no vale do córrego da Prata, nota-se a conjugação com as vertentes íngremes da Serra de Santa Rita e Serra do Português

4.1.3.2.4.6 - Domínios 6: Degraus, Serras Isoladas e Pães de Açúcar Sul

Este domínio é formado pelas Serra do Gavião, vertentes da Serra de Santa Rita e Serra do Português, Serra da Caledônia e degraus da passagem do vale suspenso do córrego da Areia para o domínio 4 de colinas baixas do médio curso do rio São Primo. Este domínio é caracterizado por vertentes íngremes, muitas vezes com afloramentos rochosos, onde o processo erosivo promove o recuo das vertentes em direção aos vales suspensos nos domínios adjacentes. Nestas áreas a declividade acentuada define uma dinâmica erosiva mais intensa, associada a movimentos de massa e avalanches detríticas. A amplitude de relevo eleva-se para 300 m, chegando às cotas altimétricas de 500 e 600 m. Os topos de morro são contínuos e alongados garantindo os alinhamentos serranos da região. Nestas vertentes as geometrias côncavas são encontradas abundantemente, revelando as frentes de dissecação do relevo. Diferente dos ambientes de

colina, as concavidades que acomodam os eixos de drenagem apresentam-se alongadas, definindo a alta energia dos processos erosivos (**Figura 4.1.3-25)**. É notório o controle estrutural do alinhamento destas concavidades, acompanhando ora a direção de fraturas NW, ora foliações NE, bem como seu trabalho de rebaixamento dos divisores, isolando topos pontiagudos.

Figura 4.1.3-25 - Aspecto das vertentes íngremes dos alinhamentos serranos repletos de concavidades alongadas, na Serra do Português

4.1.3.2.4.7 - Domínios 7: Degraus, Serras Isoladas e Pães de Açúcar Norte

Semelhante às feições encontradas no domínio anterior, as serras da porção norte apresentam topos nas cotas de 600 m caindo para fundos de vale nas cotas em torno de 300 m. As vertentes configuram-se íngremes e as concavidades alongadas. A alta energia de processos erosivos tipo movimentos de massa se expressa comumente na paisagem (**Figura 4.1.3-26**).

Figura 4.1.3-26 - Vertentes íngremes na porção norte da AII revelando o entalhamento dos vales e movimento de massa na encosta

4.1.3.2.4.8 - Domínios 8: Degraus, Serras Isoladas e Pães de Açúcar Central

O domínio de Degraus, Serras Isoladas e Pães de Açúcar Central se diferencia dos outros dois anteriores por estar cercado de colinas e representa remanescentes da dissecação promovida em seu entorno. Isolados pela coalescência das concavidades que rebaixaram seus divisores este domínio é marcado pela ocorrência de pães de açúcar das serras dos Palmeirais e da Boa Vista (**Figura 4.1.3-27**). As vertentes íngremes expõe afloramentos rochosos e encaixam cabeceiras de drenagens alongadas. Estas feições terminam abruptamente em depósitos de tálus, que se articulam aos fundos de vale dos rios tributários do rio Angu e Pirapetinga.

Figura 4.1.3-27 - Pães de Açúcar na Serra da Boa Vista

4.1.3.2.4.9 - Domínios 9: Vales Suspensos do rio Angu

A paisagem geomorfológica do vale suspenso do rio Angu apresenta baixa amplitude de relevo entre os topos, que atingem cotas de 700 m e o fundo de vale em 500 m, representada por um suave ambiente de colinas. A orientação da drenagem do rio Angu neste trecho está associada à foliação NE até o limite leste do domínio. Abaixo desse nível de base, o rio Angu muda bruscamente seu curso e sua declividade, formando um cotovelo norte-sul em direção ao seu médio curso. Este cotovelo representa o processo de captura de drenagem advindo do recuo erosivo do domínio a jusante, que continua trabalhando no recuo do nível de base que suspende o vale em questão.

Os alinhamentos das serras que delimitam os divisores deste vale também seguem a orientação da foliação geológica e são recortados por concavidades alinhadas ortogonalmente em planos de fratura (NW). As concavidades representam complexos de rampa com estrangulamentos na base e fundos preenchidos de material coluvionar. Por sua vez, o fundo de vale é preenchido por depósitos fluviais em planície de inundação, sem evidencia de terraços. A ausência de terraços demonstra a evolução geomorfológica ajustada ao nível de base da bacia, refletindo a

inexistência de pulsos erosivos recuando remontante. Tal planície de inundação se caracteriza por uma extensa área no entorno da drenagem, com mais 300 metros de largura em alguns trechos do vale (**Figura 4.1.3-28**).

Figura 4.1.3-28 - Aspecto do vale suspenso do rio Angu nas proximidades da cidade de São Domingos. Detalhe das concavidades estranguladas na base das drenagens afluentes

4.1.3.2.4.10 - Domínio 10: Vale Suspenso do Ribeirão da Areia

A principal drenagem deste compartimento é o ribeirão das Areias que possui um vale suspenso na cota de 450 m e divisores nas cotas entre 800 e 900 m. Paralelo ao rio Paraíba do Sul, este vale suspenso apresenta uma paisagem marcada pelo relevo de colinas com declividades suaves e topos convexos (**Figura 4.1.3-29**). Em sua porção oeste estão as maiores altitudes, mas que, no entanto, revelam apenas colinas mais elevadas e com maior comprimento de encostas. Como a foz deste rio no rio Paraíba do Sul se faz apenas à jusante do reservatório, acreditamos que as feições erosivas e deposicionais deste compartimento não irão influenciar na funcionalidade do reservatório, sendo influente no trecho a jusante do barramento.

Figura 4.1.3-29 - Aspecto do relevo de colinas no vale suspenso do Ribeirão das Areias

4.1.3.2.5 - Processos Erosivos na AII (Itens 4.1.1_104, 106 e 112 do TR)

A paisagem, vista sob uma abordagem sistêmica, pode ser definida como uma unidade dinâmica resultante das inter-relações entre os elementos físicos e biológicos da natureza e suas interações com as atividades antrópicas no espaço e no tempo (Guerra e Marçal, 2006). Portanto, o trabalho de caracterização dos processos erosivos na paisagem que compreende a área de influência da UHE de Itaocara foi conduzido com o intuito de se estabelecer a relação existente entre o diagnóstico realizado, o manejo do solo, a ocupação antrópica e os impactos ambientais existentes. Tem-se ainda como finalidade a apresentação das atividades presentes, na tentativa de apontar os mecanismos que possam levar à recuperação dos processos erosivos ocorrentes e ao planejamento futuro da paisagem com vistas à construção do reservatório.

A metodologia utilizada consistiu em observação no campo dos aspectos marcantes que resultam nas características das unidades da paisagem. Esta aplicação tem como origem o cruzamento de documentos básicos pré-existentes – cartas topográficas, mapas, fotografias aéreas e bibliografia publicada – com os trabalhos de observação no campo e utilização de programas computacionais gráficos. Esta sistemática de inserção dos dados estudados previamente e os obtidos em campo no ambiente digital, seguida de sua manipulação e análise resultará na confecção dos mapas de feições erosivas e deposicionais das Áreas de Influência Indireta e Direta – AII e AID (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2008-00** e **Mapa 2341-00-EIA-DE-2019-00** do Caderno de Mapas).

A carta gerada pode ser comparada com observações pontuais para agilizar a marcação de novos locais com ocorrência de feições erosivas e ajudar no desenvolvimento do programa de monitoramento e controle dos processos erosivos. Além disso, esta etapa é importante também porque facilita a espacialização e o agrupamento das feições erosivas segundo a intensidade da

sua atividade. Neste contexto, o mapeamento de feições erosivas e dos seus processos correlatos, analisados a partir da escala de bacias hidrográficas, atua como instrumento chave para o levantamento e avaliação das áreas cuja ocupação e uso inadequados resultariam em danos ao sistema como um todo. Mais especificamente, a análise dos processos erosivos implica a identificação das áreas que possivelmente necessitam de projetos de recuperação que visem à proteção dos mananciais de modo a garantir a qualidade da água e a sustentabilidade do empreendimento.

4.1.3.2.5.1 - O Médio Vale do Rio Paraíba do Sul no Entorno da UHE Itaocara

De maneira geral, no que se refere ao ordenamento e planejamento do uso das terras destinadas ao uso agropecuário, característica comum na área de influência da UHE Itaocara, é importante que se respeite a vulnerabilidade natural dos solos, assim como o perfil sócio-cultural das comunidades rurais. Em virtude dos processos históricos de ocupação da região que incluem o modo inadequado de cultivo do café, em linhas ao longo das encostas sem respeitar as curvas de nível, levou a cafeicultura rapidamente à decadência, reduzindo a extensão e a importância econômica do café em menos de um século de exploração. Enquanto avançava a decadência da cafeicultura, a pecuária se desenvolvia, substituindo a agricultura como atividade econômica principal, até meados do século XX, quando o país entra na era industrial, transformando a região de uma condição de economia e população essencialmente rurais para uma condição medianamente urbana, em menos de três décadas (Dean, 1997).

Pode-se constatar que o processo de ocupação e uso do solo na bacia do rio Paraíba do Sul, intensificado nos últimos 200 anos a partir da cafeicultura, resultou na completa transformação de uma paisagem predominantemente florestal, para outra paisagem, dominada pela vegetação de gramíneas características das pastagens, embora grande parte da área classificada como pastagem já seja constituída por terras degradadas, sem uso (Ana e Coppetec, 2002). Seria de grande valor para iniciativas de recuperação de áreas degradadas na bacia do Paraíba do Sul avaliar a situação dessas áreas em relação à regeneração, principalmente sob o ponto de vista do contexto social em que se encontram pois podem significar importantes pontos de “referência” para ações de reflorestamento e melhoria da qualidade de vida.

Conforme o trabalho citado acima (Ana e Coppetec, 2002), o trecho fluminense da bacia é o que detém a maior extensão de remanescentes da Mata Atlântica, embora o percentual de florestas em relação ao território da bacia seja muito baixo, cerca de 13%. O trecho mineiro da bacia do Paraíba do Sul é o que se encontra mais desmatado e o que apresenta a maior extensão e o maior percentual de áreas de campo/pastagem, aproximadamente 80%.

A distribuição da cobertura florestal nas sub-bacias que contribuem para a bacia do Paraíba do Sul certamente é um fator de grande relevância para a gestão dos recursos hídricos e do solo. A sub-bacia do Rio Pirapetinga, por exemplo, possui percentual de cobertura florestal de 6,5%. A sub-bacia do Rio Angu possui valores médios de 5% e a sub-bacia do Ribeirão das Areia, por sua vez, possui posição de destaque, com cerca de 16%. De forma geral, a região que engloba as sub-bacias que contribuem para o Rio Paraíba do Sul na área entre Três Rios até o município de Itaocara possui percentual médio de cobertura florestal de 8,5%. Outro dado importante é que não foi constatada presença de Unidades de Conservação instituídas pelo SNUC na AII da UHE Itaocara.

De fato, as terras da Bacia do Rio Paraíba do Sul encontram-se submetidas a atividades que carecem de uma preocupação conservacionista necessária para a sustentabilidade do sistema, como por exemplo, desmatamento das Áreas de Preservação Permanente – APPs e ausência de Reservas Legais – RLs. Observa-se, portanto, que grande parte das colinas da região são cobertas por vegetação florestal apenas no terço superior das encostas, quando não cobertas completamente por gramíneas ou eucaliptos, como mostra a **Figura 4.1.3-30**. Esta vegetação arbórea, em geral, possui características típicas de um estágio sucessional de pioneiras e/ou secundárias iniciais, o que não impede por completo que as águas das chuvas escoam em velocidade considerável pelo declive, levando quantidades significativas de solo e nutrientes que são depositados nas regiões mais baixas do terreno e nos cursos d'água, causando problemas como feições erosivas, sobretudo nas estradas de acesso, sedimentação e eutrofização.

a

b

Figura 4.1.3-30 - a) fotografia ilustrando colinas cobertas por vegetação esparsa no terço superior das encostas e por gramíneas; b) encostas cobertas por eucaliptos na área de influência indireta da UHE Itaocara

Segundo Guerra (2000), para se estudar as feições erosivas deve-se levar em consideração o conjunto dos fatores que controlam os processos erosivos. No geral, estes processos são determinados pelos seguintes fatores: compartimentação geomorfológica; declividade dos terrenos; características meteorológicas (principalmente pluviosidade); aspectos geológicos estruturais; uso e ocupação do solo; classes de solo e seus graus de erodibilidade. Além dos processos de erosão laminar, em sulcos incisos e voçorocamentos, que integram os processos de transporte de sedimentos da dinâmica das encostas, leva-se em consideração também os deslizamentos e escorregamentos, movimentos coletivos de massa com arraste de grande volume de material intemperizado.

O desencadeamento dos processos que levam à erosão dos solos pode ser acarretado tanto pelo manejo inadequado da terra, como observado na área de influência do empreendimento, quanto por causas naturais.

O **Quadro 4.1.3-1** apresenta uma estimativa do número de ocorrências das feições erosivas observadas, georreferenciadas e mapeadas na área de influência do empreendimento.

Através de observações em campo foi possível denotar que os processos de erosão linear, caracterizados pelo escoamento pluvial concentrado, são comuns na área, sendo identificáveis em vários pontos na área de influência do futuro reservatório. Os principais tipos observados foram sulcos e ravinas relacionadas às práticas mal conduzidas de pasto, voçorocas e movimentos de massa.

Quadro 4.1.3-1 - Estimativa do número de ocorrências de feições erosivas observadas na área de influência indireta e direta da UHE Itaocara

	Ravinas	Voçorocas	Voçorocas + Movimentos de Massa	Movimento de Massa
AII	3	6	2	11
AID	2	5	1	2

A localização dessas feições encontra-se no **Mapa 2341-00-EIA-DE-2008-00 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão na AII** do Caderno de Mapas.

Segundo a análise dos mapas e dados primários levantados em campo, na AII foram encontradas áreas antropizadas classificadas como processos erosivos laminares moderados e processos erosivos lineares de média a grande intensidade, além de algumas feições erosivas em voçorocas e movimentos de massa nos domínios de declividade mais abrupta. Para a AID foram classificadas áreas de erosão laminar ligeira, sulcos erosivos, ravinas, voçorocas e movimentos de massa, concentradas principalmente na margem direita do rio Paraíba do Sul.

4.1.3.2.5.2 - Mecanismos Detonadores dos Processos Erosivos

4.1.3.2.5.2.1 - Sulcos Erosivos e Ravinas - Feições erosivas do escoamento superficial concentrado

Os mecanismos de detonação desse processo iniciam-se pelo escoamento superficial provocado pela diminuição da capacidade de infiltração. Esta condição é atingida pela compactação dos solos pelo pisoteio do gado e pelo processo de "splash erosion", desencadeado em solos expostos. O impacto direto das gotas desestruturam os agregados do topo do solo, soltando partículas menores que obstruem os poros do solo dificultando o processo de infiltração. A precipitação que excede a capacidade de infiltração dos solos escoa superficialmente removendo as partículas minerais e a matéria orgânica, responsável pela fertilidade dos solos (Horton, 1945, Dunne e Leopold, 1978, Guerra, 1991). O escoamento superficial concentra-se em sulcos que aprofundando-se originam as ravinas.

No geral, o uso e manejo do solo nesta região são semelhantes aos citados anteriormente, ou seja, utilização do solo pela agropecuária sem um plano de manejo adequado, com a retirada da vegetação e muitas vezes com uso de queimadas sucessivas. O produto resultante desta interação gera problemas na capacidade produtiva do solo, como por exemplo, a perda de matéria orgânica e de nutrientes, a alteração da micromorfologia do topo do solo, assim como a redução na capacidade de infiltração da água e a detonação de processos superficiais de erosão do solo. Grandes quantidades do melhor solo (Horizonte A) são transportados pelo escoamento superficial, reduzindo sua fertilidade, o que, certamente, prejudica a produção, como mostram a **Figura 4.1.3-31** e a **Figura 4.1.3-32**.

Figura 4.1.3-31 - Colinas com solo exposto, submetido à erosão laminar e em sulcos incisos (ravinas), inviabilizando produção agrícola ou até mesmo projetos de recuperação de áreas degradadas tamanho o seu grau de interferência

Figura 4.1.3-32 - Paisagem correspondente a região do vale suspenso do rio Angu,com relevo suave e predominância de gramíneas para pastagem extensiva.Ressalta-se o processo erosivo superficial definido pelo mau uso das pastagens

4.1.3.2.5.2.2 - Voçorocas

Este processo erosivo é desencadeado por fluxos subsuperficiais do escoamento da água na zona aerada dos solos, assim como, por fluxos subterrâneos na zona saturada. A existência de faces de exfiltração, seja pelo corte natural de uma incisão fluvial ou por atividades antropicas para construção de estradas ou casas, permite a saída desses fluxos que migram pelas encostas em direção aos fundos de vale. Dependendo da poro-pressão exercida na face de exfiltração, tais fluxos podem desencadear processos erosivos em forma de pipes, chegando a formação de túneis erosivos. Os túneis erosivos recuam remontante e sofrendo colapso de seus tetos abrem o processo de voçorocamentos, podendo ocorrer tanto em encostas como em fundos de vale (Coelho Netto, 2003).

Os domínios geomorfológicos, em que pulsos erosivos desencadeados pelo rebaixamento de níveis de base ocorrem, criam faces de exfiltração pela incisão fluvial, o que desencadeia pela expansão da rede de drenagem, processos de voçorocamento. Na área de influência indireta não são comuns voçorocas desencadeadas por pulsos erosivos de rebaixamento de nível de base, com exceção de uma diagnosticada no vale do Córrego da Lage, paralelo ao Córrego da Prata (**Figura 4.1.3-33**).

Figura 4.1.3-33 - Voçoroca no fundo de vale, diagnosticada como resultado do rebaixamento do nível de base e expansão remontante da rede de drenagem

4.1.3.2.5.2.3 - Movimentos de Massa

Movimentos de massa são processos de mobilização por gravidade do material intemperizado que recobre o substrato geológico, podendo ter ou não influência de poro-pressões positivas da água no solo. A fotografia da **Figura 4.1.3-34** mostra a ocorrência de um escorregamento em uma encosta na transição de ambientes colinosos para relevos mais acidentados. Vale ressaltar que tais processos são comuns em áreas de pastagens com gramíneas que possuem padrão de enraizamento homogêneo. A zona de raízes atinge poucas dezenas de centímetros no solo (30 a 40 cm) e constitui um horizonte de infiltração relativamente mais permeável que a zona subradicular, imediatamente abaixo. A descontinuidade hidráulica gerada por essa diferença de permeabilidade é capaz de gerar poro-pressões críticas a ponto de promover o destacamento do solo acima desta zona. Dá-se origem então a um deslizamento de pouca profundidade, mas que contribui consideravelmente com sedimentos ao assoreamento da rede hidrográfica.

Em termos geomorfológicos, a mudança das unidades da paisagem que contém vales suspensos entulhados para a paisagem composta por relevo mais acentuado, com pontões rochosos, gerados a partir do rebaixamento do nível de base, demonstra característica que propicia a formação de interflúvios de topo convexo e vales que condicionados pelos substratos geológicos correm encaixados em lito-estruturas de menor resistência intempérica. Nestes domínios de pães de açúcar e degraus de serras, o recuo erosivo das vertentes ocorre em grande parte por estes mecanismos.

Figura 4.1.3-34 - Cicatriz de escorregamento rotacional

4.1.3.2.5.2.4 - Concavidades

Vale ressaltar o papel das concavidades na evolução do relevo e na ocorrência de processos erosivos. Segundo Coelho Netto (2003) e Avelar e Coelho Netto (1992) a carga total de poro-pressões das águas subsuperficiais indicou a convergência dos fluxos d'água em direção à base inferior do eixo de concavidades estruturais (aquelas controladas pelas estruturas geológicas). Em alguns casos, na cabeça destes pequenos canais geralmente ocorrem túneis erosivos que evoluem regressivamente podendo dar origem a voçorocas. Nos denominados anfiteatros (cabeceiras de drenagem) desenvolvem-se os "complexos de rampa" (**Figura 4.1.3-35**), descritos por Meis *et al* (1981), como as áreas de encostas com geometria côncava, constituídas de feições erosivas em suas porções mais altas da encosta e feições de acumulação de colúvios sucessivos nos seus eixos. Nestas concavidades são comuns também movimentos de massa, associando em si processos erosivos de diversas naturezas e representando assim as feições de evolução denudacional das paisagens. Estes processos erosivos podem, ainda, se tornar mais intensos devido certamente ao mau uso dos solos por atividades antrópicas.

a b

Figura 4.1.3-35 - Exemplo de complexos de rampa proporcionando o entulhamento do fundo do vale a jusante

Na AID da UHE Itaocara, mais especificamente na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, onde as encostas se apresentam um pouco mais distantes da calha do rio, forma-se uma planície de inundação considerável que se encontra ocupada por algumas atividades antrópicas: agricultura de subsistência ou para mercado local, pastagens de tamanho reduzido e pequenas atividades de exploração de saibro e areia (**Figura 4.1.3-36**). Nas áreas destinadas a pastagem, foram observadas feições erosivas características de erosão laminar e em sulcos; e nas áreas de atividade mineral é freqüente a abertura de cortes que podem facilitar a ocorrência de deslizamentos ou recuos por voçorocamento.

a - Propriedade localizada na planície de inundação do Rio Paraíba do Sul com plantio de hortaliças

b - Encosta próximo ao eixo do Rio Paraíba do Sul contendo sulcos erosivos que se desenvolvem por conta do pisoteio do gado

c - Exploração de areia, com caminhão sendo carregado

d - Corte na colina para exploração de saibro

Figura 4.1.3-36 - Diferentes usos das planícies de inundação na AID

Mais a montante, acima do povoado de Formiga, ocorre nas encostas das colinas, situadas a beira do rio Paraíba do Sul, um fragmento florestal, com aproximadamente 1.000ha. Este fragmento apresenta uma estrutura da comunidade arbórea com dossel fechado e algumas emergentes, que compõem basicamente 3 estratos: arbustivo, arbóreo do subdossel e arbóreo do dossel. Outra característica é a presença de algumas espécies semidecíduas e a maioria sempre-verde. A ausência de lianas e parasitas no sistema demonstra a princípio que se trata de uma vegetação típica de um estágio sucessional de secundária tardia. Como pode ser observado na **Figura 4.1.3-37** neste trecho não há ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa aparentes.

Figura 4.1.3-37 - Parte do fragmento florestal presente em um trecho da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, a montante da comunidade de Formiga

Na AII alguns processos de movimentos de massa observados ainda apresentam evolução ativa pois não foram parcialmente obliterados e/ou retidos pela retomada natural da vegetação arbustiva e graminóide. Em alguns casos pode se observar a cobertura de gramíneas nas cicatrizes dos movimentos de massa, conforme **Figura 4.1.3-38-a**. Os principais tipos de escorregamento na AII são caracterizados pelo carreamento de material do solo pouco profundo em encostas convexas cobertas por gramíneas. Esses movimentos de massa aparentam ocorrer de forma sazonal, no período chuvoso, e em menor escala proporcionados pela descontinuidade hidráulica no fim da zona radicular das gramíneas. Os solapamentos e desbarrancamentos promovem também movimentos de massa em função da abertura de estradas ou nas margens dos cursos d'água, definindo movimentos rotacionais (**Figura 4.1.3-38**).

a - Leito do rio com planície de inundação com ocorrência de desbarrancamento da margem

b - Ao fundo, observa-se duas voçorocas na vertente da colina, associadas ao corte de estrada

Figura 4.1.3-38 - Encosta apresentando voçoroca e cicatriz de movimento de massa coberto por gramínea e movimento rotacional pelo corte de estrada

4.1.3.2.6 - Processos Erosivos na AID (Item 4.1.1_105 e 106 do TR)

A AID do empreendimento está definida como sendo formada pela soma da área de inundação do reservatório (área diretamente afetada – ADA) com a APP de 100 m no entorno do reservatório. Esta área situa-se portanto no domínio 1, relativo às colinas baixas de pequena declividade e compreendido como um relevo convexo repleto de concavidades e entremeado por extensas planícies de inundação (**Figura 4.1.3-39**). No geral, segundo a descrição de Ab'saber (2003),

"o domínio dos "mares de morros" corresponde à uma área de profunda decomposição das rochas cristalinas. Trata-se de uma paisagem de forte expressão areolar que reflete a ação dos processos morfoclimáticos tropicais úmidos em uma faixa hipsométrica cuja amplitude é consideravelmente diversa. Segundo o autor, este domínio é encontrado, sobretudo, nas regiões serranas granítico-gnaissicas antes florestadas, formando paisagens inteiras repletas dessas calotas, dando origem ao aspecto denominado pela expressão "mar de morros". Tais condições geram fatos fisiográficos típicos como a presença extensiva de solos das classes Argissolo e Latossolo nas vertentes e interflúvios das colinas arredondadas, desenvolvidos sobre depósitos de cobertura eluviocoluviais e depósitos de tálus. Além disso, há ocorrência de planícies alveolares em pontos de concentração de drenagem principalmente em áreas serranas de amplitude topográfica razoável".

De acordo com Ab'saber (2003), esta região pode ser considerada uma província geomorfológica que se distingue das demais em função das feições do relevo, sua gênese e estrutura geológica: colinas e morros cristalinos que refletem a intensa deformação em tempos pretéritos, determinantes de um conjunto de fraturas. Apresentam colinas convexo-côncavas com amplitudes pequenas, adjacentes a alinhamentos serranos isolados. Como consequência, a

vulnerabilidade destes solos em sofrerem movimentos de massa é relativamente baixa, pois esta condição parece não favorecer a ruptura dos materiais intemperizados nas encostas por ação gravitacional. No entanto o uso do solo para pastagem define uma situação vulnerável a ocorrência de deslizamentos rasos em função da descontinuidade hidráulica da zona de raízes e zona subradicular das gramíneas, além da possibilidade de voçorocamentos e processos advindos do escoamento superficial.

De uma forma geral, neste compartimento topográfico das colinas, as feições erosivas aparentes na paisagem apresentam-se bastante reafeiçoadas e suavizadas em forma de concavidades ou de pequenos eixos de drenagem que, hoje, permanecem estabilizados. As feições erosivas ativas estão associadas ao mau uso do solo atual, principalmente provocadas por sulcos erosivos e ravinamentos.

Figura 4.1.3-39 - Região das colinas rebaixadas e das extensas várzeas

Na AID da UHE Itaocara os focos erosivos, além de georreferenciados e mapeados, tiveram suas dimensões medidas, visando o diagnóstico de seus processos genéticos e o monitoramento de sua evolução. Foram também classificados de acordo com as feições apresentadas, ou seja, identificados como feições decorrentes de erosão laminar, ravinamento, voçorocamento e movimentos de massa.

Na porção intermediária da AID, pouco acima de Itaocara II, foi encontrado um remanescente de Floresta Atlântica sem ocorrência de processos erosivos, citado anteriormente. Miranda (1992) aponta em estudos sobre o comportamento hidrológico da Floresta Atlântica secundária apresenta um valor de intercepção das chuvas de aproximadamente 25%. Por outro lado, os dados de intercepção em áreas recobertas por gramíneas são ainda muito escassos na literatura. Deus (1991), analisando o comportamento hidrológico de áreas de pastagens no Médio Vale do

Rio Paraíba do Sul, observou que, uma vez atendida a demanda da porção aérea das gramíneas, a água excedente gera fluxos superficiais e fluxos que infiltram no solo e, em função da transição abrupta entre a zona de enraizamento homogêneo das gramíneas e o horizonte mineral subjacente do perfil, geram escoamento subsuperficial. Este fluxo subsuperficial favorece a ocorrência de movimentos de massa em encostas com declividade considerável ou o desenvolvimento de voçorocas, quando esses fluxos exfiltram em cortes naturais ou construídos (**Figura 4.1.3-40**).

Figura 4.1.3-40 - Encosta íngreme coberta com mata ciliar densa sem ocorrência de feições erosivas em um rio tributário ao Rio Paraíba do Sul e; recuo erosivo do corte de estrada em encosta coberta por gramíneas na área de influência direta da UHE Itaocara

Em casos como o mostrado na **Figura 4.1.3-40**, o material carreado é disposto na planície de inundação do rio Paraíba do Sul, ou na própria calha do rio, aumentando as condições de assoreamento do mesmo. Outro exemplo desse processo de transporte de material pode ser observado na **Figura 4.1.3-41**, onde o pisoteio do gado contribui com a formação de sulcos em um local definido legalmente como APP.

Figura 4.1.3-41 - Vertente com declividade acentuada, caracterizada como APP, na Área de Influência Direta

do futuro reservatório. Presença de sulcos erosivos acentuados pelo pisoteio do gado

Diante da pouca expressão dos processos erosivos na AID, cabe ressaltar que em relação ao diagnóstico de áreas sensíveis a erosão e instabilização de taludes, o **Mapa 2341-00-EIA-DE-2008-00 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão na AII** do Caderno de Mapas aponta as áreas côncavas na área em questão. A ocorrência dessas concavidades, como dito, define áreas de convergência de fluxos que podem desencadear processos erosivos e movimentos de massa, sendo estas as áreas de maior risco potencial em comparação às demais encostas da AID.

4.1.3.2.6.1 - Considerações Finais

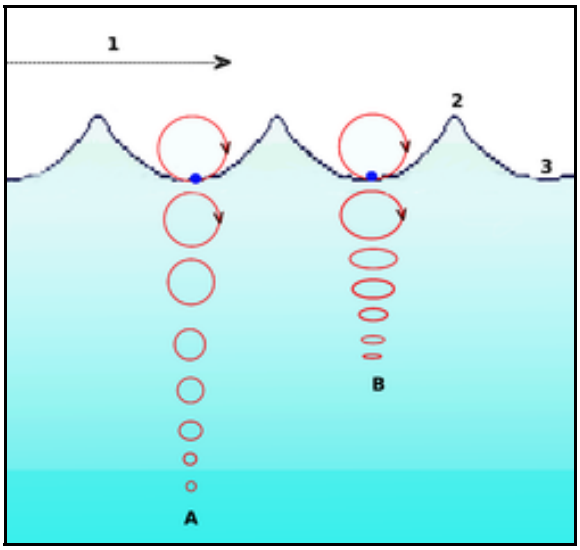
De forma geral, como dito anteriormente, os processos de degradação erosiva estão associados às atividades humanas e apresentam de certa forma expressiva preocupação em relação à produção de sedimentos e assoreamento do reservatório. Por serem processos erosivos provocados pelo escoamento superficial concentrado (sulcos e ravinas) ou por movimentos de massa rasos, associados ao enraizamento das gramíneas ou cortes artificiais, as soluções de mitigação são relativamente mais fáceis. Tais medidas estão associadas basicamente a mudança de uso dos solos e a implementação de práticas conservacionistas nas atividades produtivas de agropecuária e mineração.

4.1.3.2.7 - Análise de Efeito de Ondas no Reservatório (Efeito Fetch) (Itens 107 e 113 do TR)

A direção e a velocidade dos ventos estão associadas às diversas escalas de circulação atmosférica e apresentam significativas interatividades espaciais, bem como nítidas variabilidades temporais.

Os ventos são tidos como forçantes naturais que agirão sobre o reservatório da UHE Itaocara, formando ondas. Os ventos ao soprarem em certa direção por determinado tempo com certa intensidade numa determinada área de massa d'água, provocam a formação de ondulações que se propagarão pela superfície do espelho d'água do lago artificial até atingir outra superfície que as impessa de propagar, como por exemplo, as margens do reservatório e das ilhas formadas.

Estas ondas são provocadas pelas forças de pressão e fricção criadas pelo vento que perturba o equilíbrio da superfície do lago. O vento transfere parte da sua energia para a água através da fricção e atrito entre suas superfícies. Isso faz com que as partículas existentes na superfície do espelho d'água tenham um movimento elíptico, que é uma combinação de ondas longitudinais (para frente e para trás) e transversais (para cima e para baixo) (**Figura 4.1.3-42**).



Legenda: 1 – direção de propagação da onda; 2 – crista da onda;
3 – cava da onda; A – movimento orbital elíptico em águas profundas;
B – movimento orbital elíptico em águas rasas

Figura 4.1.3-42 - Movimento das partículas de água em uma onda

O tamanho das ondas pode diferenciar de acordo com os seguintes parâmetros básicos:

- **Velocidade do vento –** a altura das ondas aumenta substancialmente de acordo com o aumento da velocidade dos ventos;
- **Duração do vento -** quanto maior a duração de incidência contínua de ventos, maiores serão as ondas formadas numa dada superfície de um fluido;
- **Direção de incidência dos ventos –** a incidência de ventos para formar ondas deve soprar na mesma direção durante período de tempo considerável;
- **Pista de superfície do fluido ("Fetch") -** é a área de superfície do fluido necessária à ação direta de incidência dos ventos na formação das ondas. Quanto maior a pista maior será a possibilidade de formação de ondas.

Assim, de acordo com a caracterização realizada para a dinâmica de ventos na UHE Itaocara (**Item 4.1.2**), a predominância de ventos na região obedece a direção de incidência SE e S (DPP e DPS), respectivamente. Ainda, considerando estas direções predominantes como vetores, o lago artificial da UHE Itaocara terá como vetor resultante a direção SSE de incidência de ventos, sendo todos provenientes do 2º Quadrante.

Conforme já dito e de acordo com os parâmetros básicos relacionados, a localização geográfica e a variação topográfica do empreendimento atuarão diretamente nos resultados do efeito de ondas gerado por ventos no lago artificial.

Assim sendo, no caso da UHE Itaocara, a barragem Itaocara II apresenta um espelho d'água menor em largura e extensão, cujo lago está encaixado no relevo. No entorno encontra-se a Serra de Santa Rita da Floresta, que atua como barreira natural para a incidência dos ventos, enfraquecendo-os durante a transposição do relevo em encosta barlavento. Da mesma forma que para a análise de modificações no microclima do entorno da UHE Itaocara, este arranjo não apresentará relevantes influências causadas pela dinâmica de ondas.

Em contraste, Itaocara I apresenta um espelho d'água maior em extensão, além de muitos trechos de maior espraiamento do reservatório, influenciando diretamente na atuação dos ventos, graças à maior superfície de pista ("Fetch") para a formação e propagação das ondas no lago artificial. A área é delimitada por dois alinhamentos serranos paralelos ao eixo do reservatório, representados pelas serras da Caledônia e do Gavião, com cotas de 300 e 500 m de altitude, respectivamente, que atenuam a ação dos ventos, mas que não são suficientes para evitar os impactos causados no lago artificial deste arranjo, já que o trecho em geral, está inserido em uma área de relevo mais suave, diferente do cenário identificado para Itaocara II.

Consequentemente, o fato de apenas Itaocara I apresentar características propícias à atuação dos ventos, e por seguinte à formação de ondas, conforme já exposto, faz com que ocorra a erosão das margens do reservatório e das ilhas formadas.

As ondas formadas e propagadas atingem as margens e reentrâncias do reservatório e das ilhas, erodindo-as e transportando os sedimentos. Como a pista de propagação da onda ("Fetch") não é uniforme em toda a extensão do lago artificial a ser formado, na medida em que uma onda retorna com os sedimentos carreados, outra estará no início de sua propagação, ocasionando a interrupção do transporte destes sedimentos aproximadamente na altura da calha do rio, podendo formar novas ilhas ao longo deste trecho de Itaocara I (**Figura 4.1.3-43**).

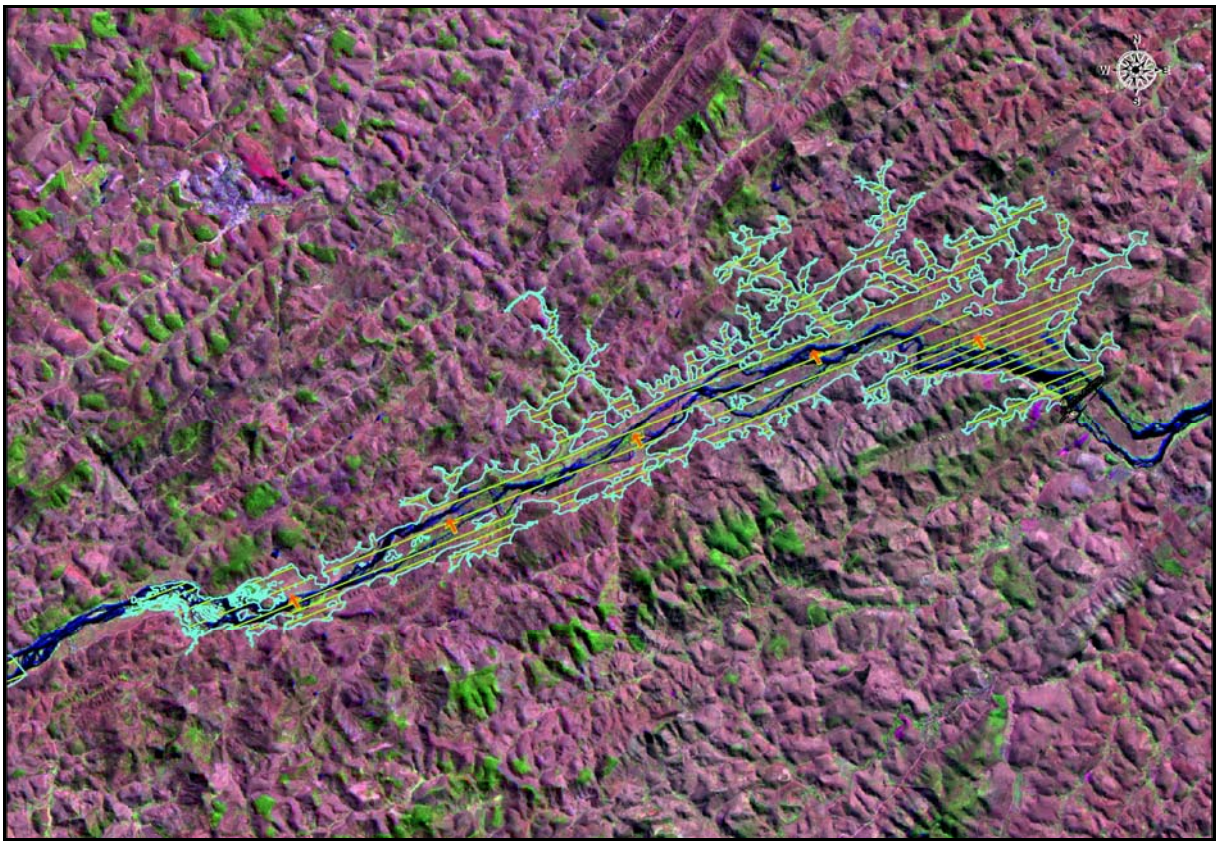


Figura 4.1.3-43 – Esquema de incidência de ventos SSE e dinâmica de formação de ondas no lago artificial

No entanto, o processo de erosão causado por ondas propagadas em meio fluido só ocorre quando estas incidem de modo não perpendicular ao alinhamento das margens, ou seja, em um ângulo de incidência diferente de 90° ($\theta \neq 90°$). Considerando que o reservatório a ser formado por Itaocara I apresentará várias reentrâncias e ilhas, formadas a partir do alagamento e afogamento de braços de rios e drenagens locais, a dinâmica erosiva não será realizada de modo homogêneo, apresentando áreas que sofrerão mais intensamente com este efeito.

Conjugada ao processo erosivo acarretado pela dinâmica de ondas no reservatório, os processos erosivos deflagrados por movimentação de massa, além de ravinamentos e voçorocamentos já exitentes, também afetarão diretamente na dinâmica sedimentológica do lago artificial, uma vez que contribuirá para o aumento das taxas de sedimentação a partir da geração de sedimentos.

As consequências sobre os terrenos lindeiros à AID com a formação de Itaocara I também incluem a ocorrência de feições associadas aos ravinamentos acarretados por erosão de escoamento superficial concentrado e, mais subordinadamente, por movimentos de massa que, em geral, estão associados à alta pluviosidade da região e ao mau uso do solo.

No entanto, os movimentos de massa também podem ser deflagrados a partir da dinâmica de ondas no reservatório, a partir do processo de instabilização de encostas. Para identificar as áreas mais suscetíveis ao efeito das ondas, dentro do reservatório Itaocara I, foram confrontados os dados relativos aos ventos com as informações pedológicas, topográficas, declividades e geometria de encostas (concavidades) e o substrato geológico. Todas estas camadas foram cruzadas em ambiente matricial, com células de 10 m, a fim de avaliar a sinergia dos efeitos das possíveis ondas geradas pelo efeito *fetch* (**Figura 4.1.3-44**). A relação entre as velocidades e direções dos ventos com o tamanho do reservatório define a possibilidade de geração de ondas, especificamente, associada à permanência do vento sobre uma determinada área de superfície liquida (pista).

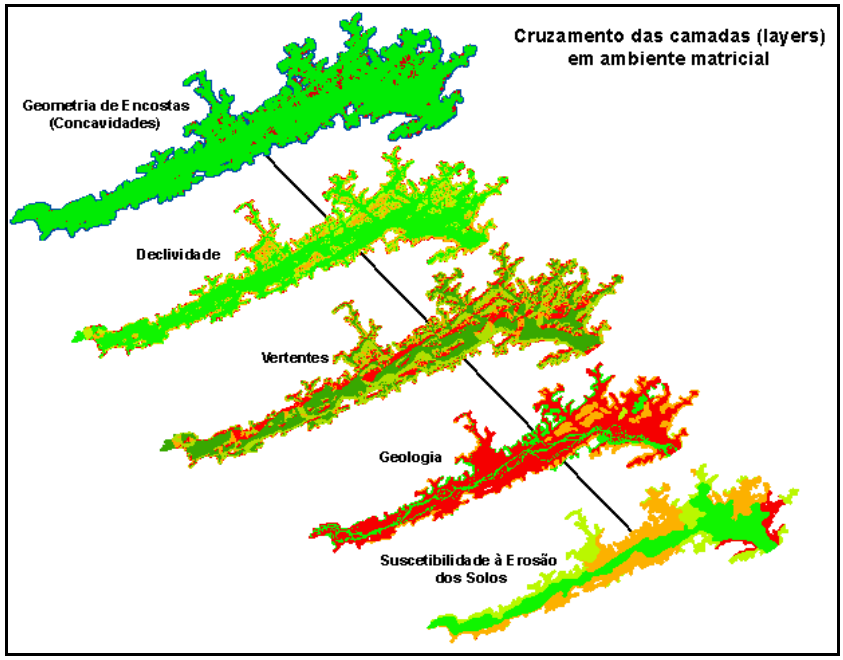


Figura 4.1.3-44 - Ilustração das camadas cruzadas em ambiente matricial para avaliar a sinergia dos efeitos das possíveis ondas geradas pelo efeito *fetch*

As análises foram baseadas em pesos dados a cada variável temática. Os pesos foram atribuídos conforme a resistência ou fragilidade a processos intempéricos e erosivos, assim como a susceptibilidade ao efeito das ondas. O **Quadro 4.1.3-2** discriminam os valores atribuídos a cada variável, a saber:

Quadro 4.1.3-2 - Valores atribuídos as variáveis influentes nos processos erosivos oriundos do efeito *fetch*

Classe de suscetibilidade à erosão dos solos	Reclassificação (Pesos)
Ligeira	1
Moderada	2
Forte	2
Forte-muito forte	3
Muito forte	4

Direção das faces das encostas	Reclassificação (Pesos)
Achatado (-1°)	1
Norte (0° - 22.5°)	2
Nordeste (22.5°- 67.5°)	2
Leste (67.5°- 112.5°)	2
Sudeste (112.5°- 157.5°)	4
Sul (157.5°- 202.5°)	4
Sudoeste (202.5°- 247.5°)	3
Oeste (247.5°-292.5°)	2
Noroeste (292.5°- 337.5°)	2
Norte (337.5°- 360°)	2

Declividade (EMBRAPA)	Reclassificação (Pesos)
0-3%	1
3-8%	1
8-20%	2
20-45%	3
45-75%	4
75-100%	4

Geologia (Unidades)	Reclassificação (Pesos)
Juiz de Fora	1
Charnokito	2
Biotita Granito	2
Andrelândia	3
Quartzito	3
Depósitos Quaternários	4

A seleção e pesos dessas variáveis acompanham as condições de contorno que definem a susceptibilidade aos efeitos erosivos das ondas. Dependendo do tipo de rocha e sua resistência ao intemperismo, os mantos de alteração podem se apresentar mais espessos. O material produzido que dá origem aos solos, pode ainda ser mais ou menos friável aos efeitos de erosão. A declividade contribui com a instabilidade das vertentes e a orientação pesa em relação ao posicionamento das encostas frente a direção das ondas pela ação eólica.

Conforme o mapeamento realizado pelo cruzamento das variáveis analisadas é possível perceber a forte influência da declividade das encostas junto com a sua orientação. As encostas voltadas para sul e sudeste apresentam maior susceptibilidade em virtude da oposição à direção dos ventos predominantes, indicado pelos dados meteorológicos. Isto se dá por estarem nas áreas de maior energia da incidência das possíveis ondas. Este quadro se agrava com a declividade dessas encostas e com tipo de material, espessura e susceptibilidade a erosão dos solos. A distribuição dessas áreas mais susceptíveis são apresentadas no mapa da **Figura 4.1.3-45** em uma gradação de classes: baixa, media, alta e muito alta. Este mapa demonstra uma concentração maior na porção central do reservatório e em poucas áreas próximas a barragem. No entanto vale ressaltar que estas áreas estão em locais do futuro reservatório, onde as "pistas" (superfície líquida que sofre a perturbação do vento) têm pouca largura e provavelmente não gerarão ondas de alta energia.

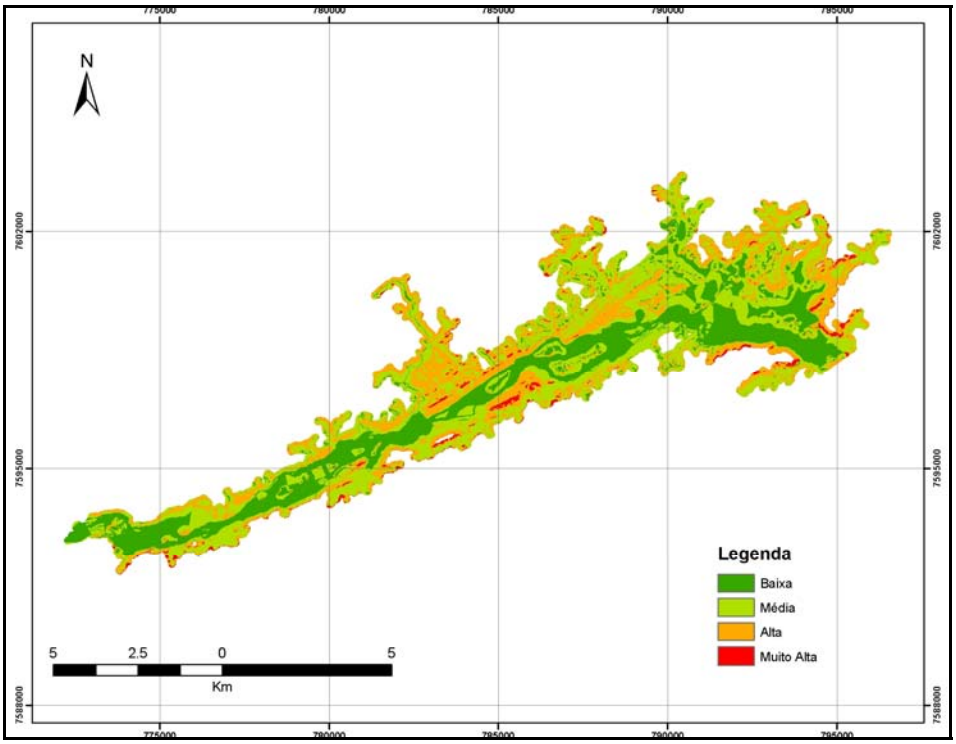


Figura 4.1.3-45 - Distribuição das áreas mais susceptíveis à erosão a partir da incidência das possíveis ondas

4.1.3.3 - Sismicidade (Item 4.1.1_108 a 110 do TR)

4.1.3.3.1 - Considerações Gerais

A maior parte dos terremotos ocorre ao longo de estreitas faixas que dividem a litosfera em aproximadamente 12 grandes regiões, as chamadas placas litosféricas. Nas bordas das placas litosféricas, ocorre um grande acúmulo de esforços pela interação entre elas, originando os terremotos, quando esses esforços ultrapassam o limite de ruptura das rochas.

No interior das placas, os esforços normalmente não são suficientes para gerar uma grande quantidade de terremotos. É o que ocorre, por exemplo, no Brasil. Situado no meio da placa Sul-Americana, que vai da região dos Andes, a oeste, até o centro do oceano Atlântico Sul, a leste, o Brasil está longe das bordas e, portanto, distante dos grandes terremotos. Mas isso não significa que não ocorram sismos no Brasil.

Os tremores no País são reflexos de fortes terremotos ocorridos principalmente na Cordilheira dos Andes, no Chile, e também pela reativação e movimentação de falhas geológicas antigas na borda leste da plataforma. De qualquer forma, a probabilidade de o Brasil ser atingido por um terremoto catastrófico é remota. A grande parte dos sismos brasileiros é de pequena magnitude (<5 mb) (Haberlehner,1978).

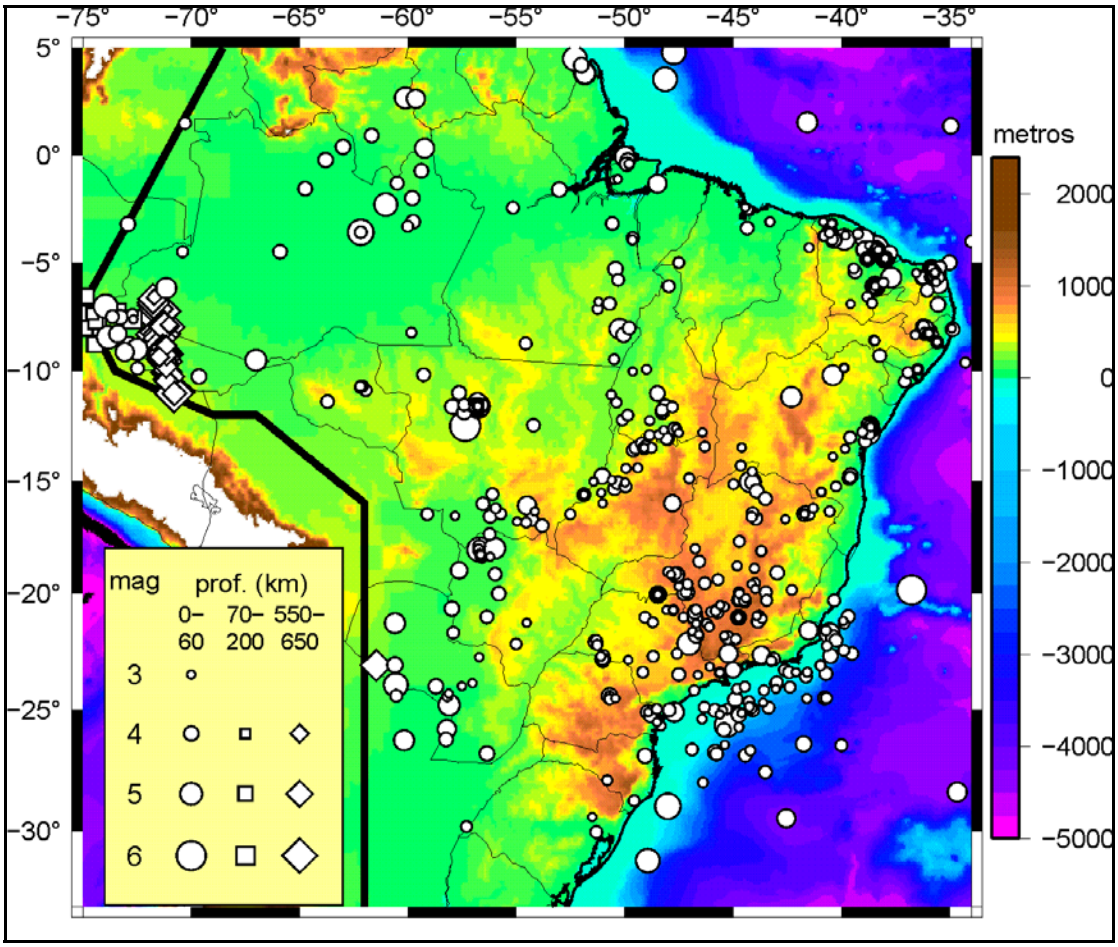
O catálogo de sismos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG mostra que, no século XX, foram registradas centenas de sismos com epicentro no Brasil, com magnitudes atingindo até 6,6 na escala Richter, como o terremoto registrado em Mato Grosso, em 1955. A maior parte desses sismos, porém, não ultrapassa magnitude 4,0 e, normalmente, acarretam poucos efeitos observáveis na superfície.

Além das informações contidas no catálogo de sismos do IAG, a caracterização da sismicidade natural (tectônica) da região é baseada, também, nos dados observacionais de sismicidade existentes na base de dados sísmicos criada, mantida e atualizada pelo Observatório Sismológico – SIS da Universidade de Brasília – UnB. Esta análise abrange a caracterização sismotectônica da região.

O arcabouço estrutural da área de influência do empreendimento é complexo e engloba terrenos pré-cambrianos retrabalhados em episódios termo-tectônicos proterozóicos que remobilizaram e rejuvenesceram as rochas pré-existentes por migmatização, granitização, falhamentos e dobramentos. Obviamente que relações entre a geologia e a sismicidade regional são existentes, porém, os eventos mais contundentes do passado não estão ocorrendo hoje em dia.

Em relação à área do empreendimento os movimentos tectônicos que se destacam estão relacionados à Reativação Atlântica (Riccomini, Sant'anna e Ferrari, 2004; Ferrari, 2001; Asmus, e Ferrari, 1978; Asmus, e Ponte, 1978), representada pela formação do Rift do Sudeste Brasileiro, como continuidade da abertura do oceano Atlântico (Cretáceo-Paleógeno). Como descrito no **item 4.1.3.1**, esse evento foi marcado por fraturamentos e falhamentos que deslocaram blocos, abatendo e soerguendo o substrato geológico. Este substrato, no entanto, tem sua origem em outro evento tectônico anterior, relacionado à colisão continental no pré-cambriano, responsável pelo amalgamento do continente Gondwana. O estado do Rio de Janeiro está contido na faixa de dobramentos formada nesta colisão e estruturada tectonicamente com falhamentos, foliações e zonas de cisalhamento. O processo de abertura oceânica, além de gerar novos falhamentos e fraturamentos foi responsável também pela reativação de falhas do pré-cambriano. As reativações dessa zona de fraqueza da crosta fizeram-se presentes até o Cretáceo Superior e Paleógeno. Hoje a atividade crustal na placa litosférica americana está concentrada na cordilheira andina e na dorsal meso-oceânica do Atlântico. Os abalos sísmicos que atingem a costa leste do Brasil, como dito, são de baixa intensidade não representando risco a empreendimentos desta natureza.

O Mapa de Sismos do Brasil apresenta as áreas de ocorrência de sismos e suas intensidades (**Figura 4.1.3-46**). Nele podemos observar zonas de concentração de sismos, sendo notáveis as zonas no interior dos estados de Goiás e Minas, e outra na zona marinha da região Sudeste, mais precisamente no Rift da bacia sedimentar de Santos.



Fonte: OBSIS

Figura 4.1.3-46 – Mapa do Boletiudes >3,0

A localização dos epicentros sísmicos evidencia que estes compõem um padrão fortemente alinhado, possivelmente respeitando a estruturação do embasamento local. Dados históricos indicam que a maioria dos sismos apresenta baixa magnitude, com valores entre 0,8 e 3,7 e valor médio de 2,8. Tais dados permitem associar a origem dos tremores com eventos localizados, envolvendo pequenas movimentações e reajustes de blocos crustais. Ou seja, a atividade sísmica que, historicamente, atinge a região sugere um controle estrutural, em que a liberação de energia sísmica, em geral, ocorre em áreas afetadas por falhamentos ou convergência de estruturas.

4.1.3.3.2 - Listagem de Sismos para a Região Sudeste do Brasil

A listagem apresentada no **Quadro 4.1.3-3** é uma síntese de todas as informações relevantes relativas a cada evento sísmico ocorrido nos estados da Região Sudeste, reunidas e atualizadas por Franca e Assumpção (2008) desde 1720 até 2008. A caracterização dos aspectos sismológicos foi realizada com base no levantamento, análise e recopilação do histórico de sismicidade natural e induzida, utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficos

existentes, principalmente da UnB e do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG/USP.

Quadro 4.1.3-3 – Lista de Sismos Ocorridos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de janeiro e Espírito Santo - Região Sudeste do Brasil (2001 – 2009)

Ano	M/D	H/M/S	LAT	LONG	ERRO	UF	PROF	MAG	T	CA	INT	LOCAL
2001	107	35015	-17.70	-44.70	0	MG	0.	3.4	1	I	-	Pirapora
2001	524	235500	-21.20	-39.91	10	RJ	0.	3.0	1	I	-	Margem Cont.
2001	805	171905	-24.61	-45.26	50	SP	0.	2.5	1	I	-	Margem Cont.
2001	824	195618	-21.93	-40.37	30	RJ	0.	3.9	1	I	-	Margem Cont.
2001	831	185134	-20.01	-44.70	0	MG	0.	3.1	1	I	-	Igaratinga
2001	929	1354	-22.56	-40.68	30	RJ	0.	2.6	1	I	-	Margem Cont.
2002	317	161119	-23.17	-46.10	10	SP	0.	2.6	1	I	-	Igarata
2002	430	61831	-19.51	-44.05	20	MG	0.	2.6	1	I	-	PedLeopoldo
2002	506	61202	-19.45	-44.03	30	MG	0.	2.9	1	I	-	PedLeopoldo
2002	604	232712	-25.03	-45.83	20	SP	0.	3.7	1	I	-	Margem Cont.
2002	1003	140742	-21.84	-46.65	30	SP	0.	2.6	1	I	-	S.J.BoaVista
2002	1116	12824	-20.27	-44.67	30	MG	0.	3.4	1	I	-	Itaguara
2002	1201	172017	-22.91	-44.39	20	RJ	0.	2.7	1	I	-	AngradosReis
2002	1228	105510	-22.28	-45.92	20	MG	0.	2.6	1	I	-	Pouso Alegre
2003	109	31932	-23.83	-42.98	20	SP	0.	3.5	1	I	-	Margem Cont.
2003	316	212941	-21.31	-46.19	20	MG	0.	3.2	1	I	-	Areado
2003	316	213506	-21.32	-46.20	20	MG	0.	2.7	1	I	-	Areado
2003	412	145706	-24.75	-43.12	20	SP	0.	2.5	1	I	-	Margem Cont.
2003	413	112014	-22.27	-40.67	30	RJ	0.	3.3	1	I	-	Margem Cont.
2003	416	153618	-21.31	-39.86	10	RJ	0.	3.2	1	I	-	Margem Cont.
2003	504	222757	-20.37	-44.81	20	MG	0.	2.9	1	I	-	Itaguara
2003	726	5121	-24.05	-42.36	20	SP	0.	3.4	1	I	-	Margem Cont.
2004	227	195007	-24.84	-45.71	0	SP	0.	2.6	1	I	-	Margem Cont.
2004	516	142937	-25.22	-44.72	50	SP	0.	3.9	1	I	-	Margem Cont.
2004	530	32629	-23.17	-42.15	50	RJ	0.	2.5	1	I	-	Margem Cont.
2004	601	40311	-22.99	-41.89	30	RJ	0.	2.3	1	I	-	Margem Cont.
2004	628	195722	-23.87	-46.02	20	SP	0.	2.1	1	I	-	Margem Cont.
2004	1125	131036	-21.22	-50.47	20	SP	0.	3.2	1	I	-	Aracatuba
2005	311	53826	-21.06	-48.50	1	SP	0.	2.7	1	I	4	Bebedouro
2005	330	114144	-21.06	-48.50	1	SP	0.	2.9	1	I	5	Bebedouro
2005	402	152517	-21.06	-48.50	1	SP	0.	2.8	1	I	5	Bebedouro
2005	408	233422	-21.03	-47.29	30	SP	0.	3.1	1	I	-	SBenedAreias
2005	1010	161440	-24.21	-42.89	10	RJ	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1031	153251	-24.66	-45.52	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1031	153254	-24.60	-45.48	10	SP	0.	2.2	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1011	202116	-24.05	-45.97	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1115	185253	-24.11	-46.19	10	SP	0.	2.2	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1221	135044	-24.79	-45.69	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2005	1226	134145	-25.02	-45.47	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	103	185759	-24.12	-46.00	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2006	103	194146	-24.12	-45.97	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2006	106	141434	-24.34	-46.33	10	SP	0.	2.2	1	I	-	Plataf. Cont

Ano	M/D	H/M/S	LAT	LONG	ERRO	UF	PROF	MAG	T	CA	INT	LOCAL
2006	106	185759	-24.12	-46.00	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2006	109	141924	-24.21	-45.82	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	110	142616	-24.22	-45.97	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	110	190341	-21.64	-46.86	30	SP	0.	3.0	1	I	2	S.J.RioPardo
2006	110	194849	-23.92	-46.03	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	218	140320	-24.20	-46.25	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	220	195412	-24.54	-45.79	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2006	322	140300	-21.41	-50.08	10	SP	0.	2.5	1	I 3	-4	Penapolis
2006	404	40057	-20.95	-45.71	30	MG	0.	2.5	1	I	-	CarmoR.Claro
2006	410	171113	-21.05	-45.40	30	MG	0.	2.7	1	I	-	Aguanil
2006	422	22919	-16.31	-53.30	50	MT	0.	2.8	5	I	-	Guiratinga
2006	429	144140	-24.24	-46.15	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	514	140746	-16.72	-42.58	5	MG	0.	3.0	1	I	-	Irapé
2006	516	144711	-24.11	-46.40	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	602	204452	-24.14	-46.13	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2006	617	11157	-22.23	-51.26	20	SP	0.	3.2	1	I 4	-5	RegenteFeijó
2006	729	194137	-24.99	-45.54	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	831	200801	-24.21	-46.17	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	1031	195535	-24.34	-46.26	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2006	1116	80806	-22.28	-39.78	30	RJ	0.	2.9	1	I	-	Margem Cont.
2006	1126	21157	-22.04	-40.25	30	RJ	0.	3.6	1	I	-	Margem Cont.
2006	1222	150559	-24.72	-45.51	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2007	312	1500	-19.95	-44.16	5	MG	0	2.2	1	I	-	Betim
2007	418	194918	-24.09	-46.18	20	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2007	424	195216	-24.02	-46.17	20	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2007	513	130055	-21.06	-48.50	1	SP	0.	2.2	1	I	2	Bebedouro
2007	524	153058	-15.45	-43.91	10	MG	05.	3.8	1	I 4	-5	Itacarambi
2007	616	144324	-25.22	-44.48	20	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2007	623	420	-22.93	-44.25	30	RJ	0.	2.1	1	I	-	Lidice
2007	707	1645	-23.67	-46.46	5	SP	0.			C	2	Maua
2007	714	53332	-19.56	-46.29	5	MG	05.	3.5	1	I 3	-4	Ibia,Pratinh
2007	720	2000100	-23.55	-46.64		SP	0.			D	2	Estadio Palm
2007	727	1837	-21.95	-48.68	0	SP	0.	2.5	5	I	3	Bariri
2007	901	152917	-24.94	-45.10	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2007	905	40908	-24.62	-43.28	10	RJ	0.	2.3	1	I	-	Plataf. Cont
2007	1209	20328	-15.07	-44.09	1	MG	05.	4.9	1	I 7	-8	Itacarambi
2008	109	195453	-24.10	-45.93	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2008	116	202345	-22.00	-40.10	30	RJ	0.	2.6	1	I	-	Plataf. Cont
2008	221	194543	-24.46	-45.86	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2008	304	195555	-23.97	-46.24	10	SP	0.	2.0	1	I	-	ProximoSanto
2008	312	144623	-23.91	-46.24	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2008	318	1430	-21.47	-49.22	5	SP	0.			C 2	-3	NovoHorizont
2008	325	1515	-20.82	-49.38	5	SP	0.			C 2	-3	S.J.Rio Pret
2008	319	2212	-15.07	-44.09	1	MG	05.	4.0	1	I	-	Itacarambi
2008	402	152512	-24.02	-46.36	10	SP	0.	2.2	1	I	-	ProximoSanto
2008	408	155839	-24.30	-45.58	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2008	409	135727	-24.84	-45.24	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2008	420	64102	-25.70	-45.41	10	SP	0.				-	Plataf. Cont

Ano	M/D	H/M/S	LAT	LONG	ERRO	UF	PROF	MAG	T	CA	INT	LOCAL
2008	423	49	-25.65	-45.29	10	SP	10.	5.2	1	I 4	-5	(IAG,IPT,UnB
2008	423	1652	-25.70	-45.41	10	SP	10.	2.7	1	I	-	Plataf. Cont
2008	423	1727	-25.70	-45.41	10	SP	10.				-	Plataf. Cont
2008	423	1942	-25.70	-45.41	10	SP	10	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2008	503	90955	-22.48	-39.89	30	RJ	0.	3.4	1	I	-	Plataf. Cont
2008	516	2614	-22.16	-43.18	10	RJ	0.	2.0	1	I	-	Prox.TresRio
2008	519	205957	-22.56	-46.01	10	MG	0.	2.2	1	I	-	Prox. Cambui
2008	529	200639	-21.54	-43.24	10	MG	0.	2.0	1	I	-	Prox.S.Dumon
2008	531	173244	-24.65	-45.51	10	SP	0.	2.4	1	I	-	Plataf. Cont
2008	606	143103	-23.98	-46.30	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Prox.a Santo
2008	710	142800	-23.92	-46.40	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Prox.a Santo
2008	715	135708	-24.26	-46.24	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2008	723	201820	-21.68	-43.49	10	MG	0.	2.0	1	I	-	Prox.JuizFor
2008	811	201321	-23.98	-46.16	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Prox.a Santo
2008	818	195842	-23.99	-46.21	10	SP	0.	2.0	1	I	-	Prox.a Santo
2008	825	153301	-24.20	-46.08	10	SP	0.	2.1	1	I	-	Plataf. Cont
2008	901	154341	-23.52	-43.49	10	RJ	0.	2.0	1	I	-	Plataf. Cont
2008	929	151920	-19.90	-47.33	10	MG	0.	3.1	1	I 4	-5	Uberaba
2008	1007	0	-19.29	-48.91	10	MG	0.			C 3	-4	Prata
2008	1215	193311	-24.05	-46.06	10	SP	0.	2.3	1	I	-	Plataf. Cont
2009	115	191719	-16.67	-43.94	5	MG	0.	2.8	1	I	-	Montes Claro
2009	201	71217	-16.67	-43.94	5	MG	0.	1.3	1	I	-	Montes Claro
2009	202	185831	-16.67	-43.94	5	MG	0.	2.4	1	I	-	Montes Claro
2009	309	163133	-22.88	-42.02	5	RJ	0.	1.8	1	I	-	Cabo Frio
2009	608	16	-23.31	-51.16	5	SP	0.			C	-	Londrina
2009	608	171604	-24.74	-48.12	10	SP	0.	2.9	1	I	-	Cajati

Fonte: Franca e Assumpção, 2008.

Legenda: M/D – Mês/Dia; H/M/S – Hora/Minuto/Segundo; LAT – Latitude; LONG – Longitude; ERR – Erro; UF – Unidade de Federação; PROF. – Profundidade; MAG – Magnitude; T – Tipo do método; CAT – Categoria; INT – Intensidade (Mercalli Modificada).

A coluna M/D informa o mês e o dia de ocorrência do sismo. A coluna H/M/S informa a hora, minuto e segundo da ocorrência do abalo sísmico. As coordenadas geográficas (colunas LAT e LONG) são as do epicentro, quando foi possível determiná-lo, ou da localidade mais afetada, ou da principal localidade onde o sismo foi sentido. O erro na determinação dos epicentros (coluna ERRO) foi estimado de acordo com os dados macrossísmicos disponíveis, levando-se em conta que o epicentro está na região de maior intensidade. A ausência de um valor para o erro de epicentro indica que não existiam dados para tal estimativa.

Quadro 4.1.3-4 - As magnitudes mb (coluna MAG) foram calculadas ou estimadas por um dos seguintes métodos (Tipo T)

Tipo	Método
0	mb telessísmico
1	mR, estimativa de mb com estações regionais
2	média de valores de mb e mR
3	mb estimado pela área afetada
4	estimativa aproximada de mb pela Intensidade Máxima (INT), supondo que INT corresponda à maior intensidade observada, e supondo profundidade focal de poucos quilômetros: mb = 1,21 + 0,45 INT (Assumpção & Burton, 1982)

Os eventos sísmicos foram classificados em cinco categorias (CAT), dependendo da quantidade e qualidade das informações disponíveis:

- sismo com dados macrossísmicos que permitem construir mapa de isossistas e determinar o epicentro com boa precisão;
- sismo com dados que permitem determinar a área afetada, avaliar intensidades e determinar um epicentro aproximado;
- sismo com informações certas sobre suas ocorrências, permitindo às vezes avaliar intensidades. A área afetada e o epicentro podem não estar bem determinados;
- evento sísmico duvidoso, isto é, há dúvidas quanto ao local, data ou mesmo sobre a confiabilidade da fonte utilizada;
- dado instrumental, quando só são disponíveis registros sismográficos sem dados macrossísmicos.

A coluna INT é a intensidade do sismo na escala Mercalli Modificada (MM) correspondente à maior intensidade observada de que se tem notícia (a magnitude é uma escala que mede "tamanhos relativos dos sismos e está relacionada à energia total das vibrações emitidas pelo foco sísmico". Tal escala foi desenvolvida por um sismólogo americano – Richter em 1935).

A intensidade sísmica é uma simples classificação dos efeitos causados pelas vibrações sísmicas, como sensações causadas nas pessoas e danos em construções. A escala mais usada de intensidade é de Mercalli Modificada de doze graus (MM). A magnitude não deve ser confundida com escala de intensidade, usada para expressar a violência das vibrações em um determinado lugar. Muitas vezes os dados e informações obtidos historicamente não foram registrados por instrumentos e sim por narrativas de moradores. Nesse caso emprega-se a escala de intensidade.

4.1.3.3.3 - Sismicidade Induzida por Reservatórios (SIR)

A Sismicidade Induzida por Reservatório (SIR) é um fenômeno gerado a partir do acréscimo de massa d'água sobre o substrato geológico de qualquer reservatório. Com a construção de um barramento, cria-se um lago artificial que altera as condições estáticas das formações rochosas, tanto do ponto de vista da mecânica (em virtude do próprio peso da massa d'água) quanto do ponto de vista da hidráulica (em consequência da infiltração do fluído, que causa pressões internas nas camadas rochosas profundas). A combinação de ambas as ações pode acabamr por desencadear distúrbios tectônicos e, eventualmente, sismos, caso as condições locais sejam favoráveis.

Numa avaliação em primeiro grau de aproximação, pode-se considerar que, em geral, para as condições sismotectônicas e a população de barragens existentes no Brasil (aproximadamente 400 barragens e 20 casos de SIR), correspondem a uma probabilidade, "a priori", de 5% (ou menos) de haver SIR para cada nova barragem construída.

De qualquer forma, mesmo que o evento de sismos induzidos pelo enchimento do reservatório de fato ocorra, estes deverão ser de baixa magnitude, não maiores do que o nível esperado pela sismicidade natural (tectônica) da área, não evidenciando, portanto, um comprometimento prévio da segurança das obras edificadas.

4.1.3.3.4 - Considerações Finais

As características sismotectônicas da região sugerem que o maior potencial sísmico está associado com a área imersa da Plataforma Continental, onde localizam-se as Bacias Sedimentares de Santos e Campos. Do total de sismos ocorridos e registrados na região onde se insere a AII do empreendimento, muitos não foram instrumentados. Entretanto, com os dados disponíveis, é possível considerar uma média da sismicidade natural na região, com intensidade sísmica de 3 mm, podendo chegar a intensidades máximas de 4,9 mm.

A intensidade sísmica é uma classificação dos efeitos causados pelas vibrações sísmicas, como sensações causadas nas pessoas, danos nas construções e mudanças permanentes no terreno. O sismo de intensidade 4 é sentido por quase todos, produzindo vibrações parecidas com as da passagem de caminhões pesados, em que janelas, louças e portas são sacudidas. Em relação ao sismo de intensidade 5, as pessoas acordam; pequenos objetos tombam e caem das prateleiras; venezianas e quadros movem-se; objetos suspensos oscilam bastante e podem ocorrer eventuais danos em construções comuns de má qualidade.

De acordo com a tabela de zona sísmica do Uniform Building Code de 1971, grande número de capitais brasileiras é classificado como zonas de baixa sismicidade – zona sísmica 1 (um). Para efeito de comparação, Santiago e Valparaíso, no Chile têm valor 4.

A partir das informações compiladas, pode-se admitir que a sismicidade na região em estudo, do ponto de vista da Engenharia Civil (p.ex. construção de hidrelétricas, termelétricas, dutos e linhas de transmissão), é pouco significativa.

Quanto à SIR, é recomendável que se instale, pelo menos, um sismógrafo nas proximidades do futuro reservatório, que possibilite desenvolver um Programa de Monitoramento Sismológico, levantando, assim, dados mais precisos a respeito da sismicidade regional e induzida por reservátorio na área de influência.

AID e ADA

4.1.3.4 - Pedologia (Item 4.1.1_111 a 114 do TR)

4.1.3.4.1 - Introdução

Neste item, é apresentado o estudo dos solos, aptidão agrícola das terras e a avaliação da suscetibilidade à erosão das terras das áreas de influência indireta e direta da UHE de Itaocara. O objetivo é a identificação, caracterização e delimitação cartográfica dos diversos solos ocorrentes, bem como apresentação de uma avaliação da aptidão agrícola e da suscetibilidade à erosão das terras influenciadas pelo empreendimento.

Foram identificadas e caracterizadas as classes de solos ocorrentes, segundo a metodologia preconizada e adotada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS da Embrapa (Embrapa Solos, 2006), assim como realizado o seu agrupamento em 40 unidades de mapeamento.

Com base nos levantamentos já existentes, tais como o realizado pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000), foram realizadas atualizações das nomenclaturas, de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999) e melhorias na delimitação das unidades de mapeamento com a utilização de imagens de satélite e fotografias aéreas dos novos padrões identificados, além da compatibilização dos próprios estudos existentes. Pôde-se, ainda, determinar as relações do solo com o relevo, vegetação, clima e o uso atual, importantes para este diagnóstico.

O mapeamento elaborado na escala 1:100.000 têm como finalidade principal fornecer elementos básicos e essenciais para subsidiar, em conjunto com as informações geradas nos diagnósticos dos

meios biótico e socioeconômico, áreas onde serão futuramente realizados estudos de maior detalhe com o intuito de separar terras com melhores aptidões agrícolas ao longo do reservatório. Além disso, fornecer subsídios a avaliação dos impactos sobre o meio ambiente; e especificamente aqueles relacionados aos estudos de aptidão agrícola das terras e dos recursos hídricos. E ainda, os estudos de solos serviram para uma análise dos processos erosivos tanto atuais como potenciais, além de fornecer subsídios à elaboração de programas de recuperação de áreas degradadas assim como na indicação de diretrizes aos programas de manejo da área de influência do reservatório.

Neste sentido, os estudos pedológicos, as avaliações da aptidão agrícola e da suscetibilidade à erosão buscaram também identificar e analisar os elementos que determinam o processo de degradação e, por sua vez, as implicações na sustentabilidade das atividades socioeconômicas nas áreas de influência.

Nestes estudos, procurou-se direcionar o diagnóstico dos solos relacionando-o às unidades de mapeamento, visando facilitar o processo de hierarquização dos problemas e a definição de prioridades, quando fosse o caso. Essa forma de organizar o diagnóstico facilitou a classificação tanto da aptidão agrícola como também da suscetibilidade à erosão.

4.1.3.4.2 - Metodologia de Análise

Os métodos de trabalho de escritório e de campo, bem como os critérios para identificação e distinção das classes de solos, serão a seguir descritos de maneira sucinta, sendo que informações mais pormenorizadas poderão ser obtidas nas seguintes publicações da Embrapa: Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - normas em uso pelo CNPS (Embrapa, 1988a); Definição de horizontes e camadas do solo (Embrapa, 1988b); Procedimentos Normativos de Levantamentos de Solos (Embrapa, 1995); Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

Preliminarmente, foram efetuados o levantamento e análise do material básico disponível com relação às características dos solos e seus fatores de formação, especialmente geologia, relevo e clima. O trabalho teve como material básico os trabalhos já citados anteriormente com destaque para os estudos de solos realizados pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000), na escala 1:250.000.

Como material básico, utilizaram-se fotografias aéreas, imagens do satélite Landsat ETM7+, Quick Bird, composição colorida, na escala 1:100.000, cartas topográficas da DSG e do IBGE, na escala 1:50.000 e os dados do SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission.

Foram realizadas análises e avaliações desse material coletado, incluindo a interpretação visual pormenorizada das imagens supracitadas, gerando posteriormente um mapa de solos preliminar. Esse mapa foi restituído para a base cartográfica do projeto e, em seguida, digitalizado. De posse desse material, foram programados os serviços de campo. No decorrer desses trabalhos, realizados através de transectos ao longo da AII, foi possível checar as classes de solos, *in loco*, e os limites das unidades de mapeamento, bem como revisar a legenda preliminar. O **Anexo 4.1.3-1** apresenta o relatório fotográfico do campo.

No escritório, após as checagens de campo, as unidades de mapeamento e legendas dos solos foram revisadas, sendo elaborado o mapa de solos (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2014-00 – Mapa de Solos na AID** do Caderno de Mapas) e este diagnóstico. Nesse sentido, foram utilizados os conceitos para reconhecimento e classificação de horizontes diagnósticos, grupamentos de textura e de fases das unidades de mapeamento de solos (de relevo, pedrogosidade, rochosidade e vegetação), de acordo com os Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - normas em uso pelo SNLCS (Embrapa, 1988a) e Definição de horizontes e camadas do solo (Embrapa, 1988b). As classes de solos presentes neste estudo estão de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

A seguir, de forma sucinta, são apresentados os principais atributos diagnósticos, conceitos e fases usados para o mapeamento dos solos das áreas sob influência da UHE de Itaocara.

4.1.3.4.2.1 - Atributos Diagnósticos

Para a subdivisão das classes de solos em níveis categóricos mais baixos, utilizaram-se os seguintes atributos:

- **Atividade da Argila:** refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral. Atividade alta (Ta) designa valor igual ou superior a 24 cmolc/kg de argila e atividade baixa (Tb), valor inferior a esse, após correção referente ao carbono. Para essa distinção, é considerada a atividade das argilas no horizonte B, ou no C quando não existe B;

- **Caracteres Eutrófico e Distrófico:** o termo eutrófico caracteriza solos com saturação por bases (valor V) igual ou superior a 50% e o termo distrófico especifica solos com saturação por bases inferior a 50%. Para essa distinção, é considerada a saturação por bases no horizonte B, ou no C quando não existe B;

- **Caráter petroplíntico:** utilizado em solos que possuem 50% ou mais de petroplintita, que se constitui por concreções de ferro e manganês, numa matriz terrosa.

- **Caráter concrecionário:** define solos com petroplintita em forma de nódulos ou concreções em um ou mais horizontes do perfil de solo.

- **Caráter Sódico:** o termo sódico é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódico (100 Na+/T) ¤ 15%, em algum ponto de seção de controle que defina a classe.

- **Caráter Solódico:** é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódio (100 na+/t) variando de 6% a < 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.

- **Caráter Salino:** atributo referente à presença de sais mais solúveis, em água fria, que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4 dS/m e menor que 7 dS/m (a 25o C), em alguma época do ano.

4.1.3.4.2.2 - Horizontes Diagnósticos Superficiais

- **Horizonte A fraco:** é um horizonte superficial que apresenta teores de carbono orgânico inferiores a 5,8g/kg, cores muito clara, com estrutura fracamente desenvolvida.

- **Horizonte A moderado:** é um horizonte superficial que apresenta teores de carbono orgânico variáveis, espessura e/ou cor que não satisfaçam as condições requeridas para caracterizar um horizonte A chernozêmico ou proeminente.

- **Horizonte A proeminente:** constitui horizonte superficial relativamente espesso (pelo menos 18 cm de espessura) com estrutura suficientemente desenvolvida para não ser simultaneamente maciço e duro, ou mais coeso, quando seco, ou constituído por prismas maiores que 30 cm. É um horizonte de cor escura (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e que 5,5 quando seco) com saturação por bases (V) inferior a 65% e conteúdo de carbono igual ou superior a 6,0 g/kg.

- **Horizonte A chernozêmico:** é um horizonte mineral superficial, de cor escura, com alta saturação de bases e com estrutura suficientemente desenvolvida para que o material de solo não seja, ao mesmo tempo, maciço e duro ou muito duro quando seco. É um horizonte, com altos teores de carbono orgânico (> 0,6%).

4.1.3.4.2.3 - Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

- **Horizonte B textural:** é um horizonte mineral subsuperficial no qual há evidências de acumulação, por iluviação, de argila silicatada. O horizonte B textural possui um acréscimo de argila em comparação com o horizonte sobrejacente eluvial e, usualmente, apresenta cerosidade.

- **Horizonte B latossólico:** é um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícito pela alteração completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância de quaisquer desses materiais.

- **Horizonte B incipiente:** horizonte mineral subsuperficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, no qual mais da metade do volume de todos os sub-horizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

- **Horizonte B Plânico:** é um tipo especial de horizonte B textural, subjacente a horizonte A ou E e precedido por uma mudança textural abrupta. Apresenta estrutura prismática, ou colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Este horizonte é adensado, com teores elevados de argila dispersa e pode ser responsável pela retenção de lençol de água suspenso, de existência temporária.

- **Horizonte plíntico:** o horizonte plíntico caracteriza-se fundamentalmente pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 25% por volume, e espessura de pelo menos 15 cm. É um horizonte mineral B e/ou C que apresenta colorações, usualmente, variegadas ou mosqueadas de cores avermelhadas, ocorrendo também mosqueados com tonalidades amareladas.

- **Horizonte B nítico**: horizonte mineral subsuperfícial, não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do A para o B ou com pequeno incremento, porém não suficiente para caracterizar a relação textural B/A do horizonte B textural. Possui argila de atividade baixa ou alta, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática, moderada ou, com cerosidade moderada ou, e transição gradual ou difusa entre suborizontes do horizonte B.

- **Horizonte Vértico:** horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de friccão ("slickensides") em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepipédicas, cujo eixo longitudinal está inclinado de 10 a 60o em relação à horizontal, e fendas por algum período mais seco do ano com pelo menos 1 cm de largura. A sua textura mais freqüente varia de argilosa a muito argilosa.

- **Horizonte Glei:** horizonte mineral, com espessura de 15 cm ou mais, com menos que 15% de plintita. O horizonte é saturado com água por influência do lençol freático durante algum período ou o ano todo, a não ser que tenha sido artificialmente drenado, apresentando evidências de processos de redução, com ou sem segregação de ferro.

- **Horizonte petroplíntico:** horizonte que apresenta petroplintita com, pelo menos, 15 cm de espessura.

4.1.3.4.2.4 - Grupamentos de Classes de Textura

A textura, em ciência do solo, corresponde à composição granulométrica da terra fina seca ao ar (TFSA), obtida em laboratório.

Foram consideradas as seguintes classes de textura, conforme os teores de argila, areia e silte determinados em laboratório:

- textura muito argilosa: identifica solos com mais de 600g de argila/kg;

- textura argilosa: quando o solo tem entre 350 e 600g de argila/kg;

- textura média: quando o solo contém 350g de argila e mais de 150g de areia/kg, excluídas as classes texturais areia e areia-franca;

- textura arenosa: refere-se às classes texturais areia e areia-franca.

Para as classes de solos com significativa variação textural entre horizontes superficiais e subsuperficiais, a textura é expressa em forma de fração, por exemplo, textura média/argilosa.

A caracterização efetuada em função da proporção de cascalhos (diâmetro de 2 a 20 mm) em relação à terra fina (fração menor que 2 mm) separa solos através das seguintes classes:

- textura muito cascalhenta – quanto existe mais de 50% de cascalho na composição granulométrica do horizonte;
- textura cascalhenta – quando esse valor oscila entre 15 e 50% de cascalho; e
- textura com cascalho – quando as quantidades de cascalho variam entre 8 e 15%.

4.1.3.4.2.5 - Grupamentos de Classes de Fases

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais. São comumente empregadas fases de relevo, pedregosidade, rochosidade e de vegetação, essa última utilizada quando não são elaborados mapas de uso e ocupação do solo, como auxílio na avaliação de condições microclimáticas locais. No presente trabalho não foram usadas fases de vegetação.

- **Pedregosidade** - utilizam-se os termos fase pedregosa ou fase muito pedregosa para caracterizar solos com quantidades de calhaus e matacões, na parte superficial ou subsuperficial do solo, suficientes para impedir ou restringir o uso de implementos agrícolas.
- **Rochosidade** – denominam-se solos pela fase rochosa quando há presença de matacões com diâmetro maior do que 100 cm à superfície do solo ou para designar a presença de lajes de rochas com uma camada ou um horizonte de solo (A) à superfície.
- **Relevo** - o nome da fase de relevo acompanha a descrição da unidade de solos com o intuito de serem fornecidos subsídios ao estabelecimento de limitações com relação ao emprego de implementos agrícolas e, mediante avaliação da declividade e comprimento das pendentes, auxiliar na determinação da suscetibilidade à erosão. As formas de relevo que acompanham a designação da unidade de solos são as seguintes:
- **Relevo plano**: corresponde a superfícies de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis entre 0 e 3%.

- **Relevo suave ondulado**: caracteriza superfícies de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100 m), apresentando declives suaves, entre 3 e 8%.

- **Relevo ondulado**: designa superfícies de topografia pouco movimentada, constituídas por conjunto de colinas, com declives moderados, entre 8 e 20%.

- **Relevo forte ondulado**: corresponde a superfícies de topografia movimentada, formadas por morros (elevações de 100 a 200 m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.

- **Relevo montanhoso**: caracteriza superfícies com topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes (superiores a 200 m) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%.

4.1.3.4.2.6 - Descrição das Classes de Solos

Neste subitem, apresenta-se uma descrição sumária das classes de solos identificadas na área de influência do reservatório e das unidades de mapeamento que compõem a legenda do mapa de solos (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2014-00 - Mapa de Solos na AID** do Caderno de Mapas), organizada em conformidade com o nível do levantamento executado. Em razão da ocorrência da grande variedade de solos com distribuição restrita na área de estudo, impossibilitando sua delimitação cartográfica na escala de trabalho, tornou-se necessário associá-los, razão porque as unidades de mapeamento são constituídas, na quase totalidade, por associações, as quais são compostas usualmente por duas ou três classes de solos.

Com o intuito de facilitar o entendimento das relações entre as características morfológicas, físicas e químicas dos solos e sua suscetibilidade aos processos erosivos, procurou-se realizar uma descrição já integrada com a avaliação da erodibilidade, conforme a metodologia apresentada no subitem anterior.

Nesta descrição, foram consideradas as principais características das unidades taxonômicas, como: classe textural dos horizontes diagnósticos, horizontes superficiais, estrutura, porosidade, profundidade efetiva, pedregosidade e rochosidade; vegetação primária e relevo predominante na área de ocorrência de cada uma delas.

Na área em estudo, foram identificadas vinte e três unidades em nível de Grande Grupo – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico,

ARGISSOLO VERMELHO Distrófico, ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico, NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico – que compõem 40 unidades de mapeamento, descritas a seguir de maneira sucinta, contemplando-se as inter-relações entre características morfológicas, físicas e químicas e a erodibilidade do solo. A seguir serão descritos sucintamente os principais solos ocorrentes na área de estudo, identificados no trabalho como componentes dominantes ou associados nas unidades de mapeamento.

4.1.3.4.2.6.1 - Argissolos

Esta classe é constituída de solos minerais, não hidromórficos, bem intemperizados, bastante evoluídos, apresentando horizonte B textural abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa. O horizonte B textural é formado pela acumulação de argila com sequência de horizontes A, Bt e C. Na área compreende as seguintes subordens: Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Argissolo Vermelho (PV). São os solos de maior ocorrência e mais importantes, ultrapassando mais de 70% da área mapeada.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) são solos que têm nítida diferenciação textural entre os horizontes A e B. Têm cores mais amarelas do que o matiz 2,5YR e mais vermelhas do que o matiz 7,5YR, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Embrapa Solos, 2006). Na área abrange dois grandes grupos de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (PVAd) têm como principal característica distintiva a saturação por bases inferior a 50%, isto é, são distróficos. São solos profundos, com argila de atividade baixa, horizonte superficial A do tipo moderado com textura média e argilosa e o Bt com textura argilosa ou muito argilosa.

Ao nível de subgrupo foram classificados como típicos, com algumas inclusões de abrúpticos, lépticos e típicos. No caso dos abrúpticos apresentam um considerável aumento no teor de argila dentro de pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Nos solos assim classificados a textura é média/argilosa. Esta informação é importante, pois, este solo apresenta um maior risco de erosão. Os lépticos são caracterizados por ter contato lítico entre 50 e 100 cm da superfície do solo, o que em alguns solos mais rasos pode impedir a mecanização. Já os típicos, são solos que não possuem características extraordinárias e por exclusão representam o conceito central da classe.

Foi constatado que ocorrem associados principalmente como os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd), seguido dos Argissolos Vermelhos eutróficos (PVe), Cambissolo Háplicos Tb

Distróficos (CXbd) e Neossolos Litólicos distróficos (RLd). São profundos a pouco profundos, com argila de atividade baixa, horizonte superficial A do tipo moderado com textura média e argilosa. Assim como os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, esses Argissolos foram mapeados como preponderantes em oito (8) unidades de mapeamento.

Poucas são as limitações à sua utilização agrícola, sendo a principal a elevada acidez que obriga a execução de práticas corretivas de ordem química. A baixa fertilidade natural e a relativamente moderada suscetibilidade à erosão são os principais fatores limitantes naqueles solos onde o relevo é menos movimentado, devendo-se, porém, mencionar as possibilidades de implicações acarretadas pelo relevo mais movimentado e pela presença de pedregosidade em algumas unidades de mapeamento.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos (PVAe) que possuem saturação por bases igual ou superior a 50%, são classificados como de maior aptidão agrícola devido a essa melhor condição de fertilidade natural do solo, diferenciando-se muito pouco dos distróficos.

Os Argissolos Vermelhos, compreende solos com matiz 2,5 YR ou mais vermelho, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive o BA (Embrapa Solos, 2006). Essa cor vinculada ao teor e a natureza de óxidos de ferro é a característica determinante da classe e, evidenciam nesses solos, condições moderadas e boas de drenagem e permeabilidade. É comum a presença de cerosidade entre as suas unidades estruturais, indicando, portanto, o processo pedogenético de translocação de argila. Correspondem ao antigo solo Podzólico Vermelho-Escuro do sistema de classificação de solos anterior.

Apresenta textura binária, média/argilosa e média/muito argilosa. O horizonte superficial mais comum é o A moderado e em menor grau de ocorrência o proeminente. A estrutura é geralmente fraca a moderada, pequena e média granular.

O horizonte Bt possui textura dominantemente média ou argilosa, com estrutura moderada, pequena e média, em blocos subangulares e angulares na maioria das unidades. Esta característica impõe a estas classes uma maior restrição a drenagem interna, tendo uma maior relação escoamento superficial/infiltração, porém com boas condições de drenagem e permeabilidade, apesar de, em geral, serem menos profundos que os Argissolos Vermelho-Amarelos. Essas características garantem a esses solos a classificação fraca a moderada, quanto à suscetibilidade à erosão nos relevos menos movimentados.

São áreas amplamente utilizadas com pastagem, porém, com o intuito de minimizar os processos erosivos, principalmente, devido ao gradiente textural, são indicados para esses solos técnicas de controle de processos erosivos e adição de corretivos e fertilizantes.

4.1.3.4.2.6.2 - Cambissolos

Esta classe abrange solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, caracterizados pela presença de horizonte B incipiente, com argila de baixa ou alta atividade. Apresentam fertilidade natural baixa ou alta, são medianamente profundos a rasos, apresentando sequência de horizontes A, Bi e C, com pequena diferenciação entre eles. Em geral, verifica-se forte influência do material de origem em suas características, o que evidencia a pouca evolução desses solos, expressa também pelo fraco desenvolvimento pedogenético do horizonte B, ou mesmo pelo grau de intemperização pouco avançado, inferido pela presença, na fração grosseira, de conteúdos minerais primários de fácil intemperização superiores a 4% ou, ainda, por teores de silte relativamente elevados. Na área compreende a seguinte subordem: Cambissolo Háplico (CX).

A subordem Cambissolo Háplico é distintiva por não apresentar características que qualifiquem classes ou indivíduos que lhe antecedem na sequência de ordenamento. Foram identificados na área os grandes grupos Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd). Ocorrem inclusões de Cambissolo Háplico Alumínico (CXa) que caracteriza-se por ser dessaturado e apresentar um teor de alumínio extraível maior ou igual a 4 cmolc/kg, com atividade de argila menor que 20 cmolc/kg, saturação por alumínio maior que 50% ou saturação por bases menor que 50%. No quarto nível categórico incorpora o termo típico por não possuir características extraordinárias e por exclusão representar o conceito central da classe.

O Cambissolo Háplico Tb distrófico tem caráter distrófico, com argila de baixa atividade. Em nível de grande grupo foram classificados como lépticos quando o contato com a rocha encontrava-se a menos de 100 cm da superfície do solo. Já os classificados como típicos, são solos que não possuem características extraordinárias e por exclusão representam o conceito central da classe.

Na área de influência do reservatório de Itaocara foi identificada apenas uma unidade de mapeamento em que se verificam a predominância de Cambissolos, ocorrendo, também, como componente secundário em outras unidades de mapeamento. São predominantes nas áreas de relevo mais movimentado, principalmente montanhoso e forte ondulado estando associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Argissolos Vermelhos (PV), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), Neossolos Litólicos (RL) e Afloramentos de Rocha (AR).

Devido a sua suscetibilidade à erosão e pelo relevo em que ocorrem são solos que apresentam grandes limitações ao uso agrícola, sendo mais indicados ao uso com pastagem, silvicultura ou preservação da flora e da fauna.

4.1.3.4.2.6.3 - Gleissolos

Solos hidromórficos constituídos por material mineral, pouco desenvolvidos, que apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo, e imediatamente abaixo do horizonte A, E ou horizonte hístico, quando apresentam espessura insuficiente para caracterizar a classe dos Organossolos. Geralmente apresentam horizonte A sobreposto a camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, com forte diferenciação na granulometria, composição química e mineralogia ao longo do perfil.

Estes solos são muito mal drenados, em condições naturais, estando relacionados a ambientes que permanentemente ou por longos períodos estão saturados por água, de forma quase estagnada. Esta condição da baixa circulação da água, associada à demanda biológica por oxigênio favorece a instalação de ambiente redutor, onde prevalecem baixos teores de oxigênio dissolvido.

O horizonte glei, que caracteriza estes solos, se desenvolve neste tipo de ambiente hidromórfico onde prevalecem condições redutoras e o ferro solubilizado, na forma reduzida, é lentamente evacuado do perfil ou precipitados na forma de compostos ferrosos, permitindo a máxima expressão das cores neutras da fração mineral do solo. Desta forma o horizonte glei apresenta cores dominantemente mais azuis que 10Y, e cromas baixos, próximos do neutro.

Na área desse levantamento apresenta horizonte A moderado, textura argilosa e secundariamente textura média e foram constatados apenas solos com predomínio de argilas de atividade alta (Ta) e saturações de bases igual ou superior a 50% (eutróficos), que foram classificados como Gleissolos Háplicos Ta eutróficos (GXve), onde as designações Háplico identificam solos ou indivíduos que não apresentam as características que qualificam classes que lhe antecedem na sequência da chave de classificação no respectivo nível taxonômico. No nível de subgrupo ocorre o caráter solódico que é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódio (100 Na+ /T) variando de 6% a < 15%, em alguma parte da seção de controle que defina a classe.

São naturalmente frágeis e sua utilização agrícola é restrita em função da fertilidade (solódico), pois, o sódio interfere diretamente na absorção de cálcio e magnésio e das condições de permanente encharcamento, fator este que pode dificultar o tráfego de máquinas. São derivados de sedimentos flúviais e colúvio-aluviais Holocênicos e ocorrem nas áreas baixas e planas, sob intensa flutuação do nível do lençol freático.

As unidades GXve apresentam características bastante distintas, com ocorrência de solos dominantemente eutróficos e argilas de atividade alta (Ta). A composição textural é também bastante variada, em razão da própria natureza dos sedimentos dos quais se desenvolvem, porém, com predomínio da textura argilosa e média.

Nas áreas melhor drenadas, terraços de deposição aluvionar recente referidos ao quaternário, ocorrem associados aos Neossolo Flúvicos (RY) que também são pouco evoluídos, porém, não hidromórficos. Caracterizam-se por apresentar estratificação de camadas, com textura desde arenosa até argilosa, sem relação pedogenética entre si. Portanto, são solos que apresentam grande variabilidade espacial. Possuem sequência de horizontes A-C, com evidências de gleização em subsuperfície, justificando o caráter gleico.

4.1.3.4.2.6.4 - Latossolos

Esta classe de solos compreende solos minerais, não hidromórficos, com B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Possuem sequência de horizontes A, Bw e C, com moderada nitidez na diferenciação entre eles e com argila de atividade baixa.

Presença de agregados que permitam seu recobrimento por películas de materiais finos caracterizando filmes de cerosidade dentro dos 120 cm da superfície sem, contudo, ter incremento suficiente desses finos para caracterizar um horizonte textural, além disso, têm que apresentar relação textural maior ou igual 1,5. Foram identificadas na área no segundo nível categórico as subordens: Latossolo Vermelho (LV) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA).

Na subordem dos Latossolos Vermelho-Amarelos estão compreendidos os solos profundos e muito profundos com horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A, neste caso, moderado. Apresentam cores com matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do no horizonte B (inclusive BA). São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São predominantemente distróficos e de texturas média e, em menor proporção, argilosa.

Embora seja comum a tendência a aumento gradativo dos teores de argila ao longo do perfil, o incremento de argila do horizonte A para o B é inexpressivo, com relação textural (B/A) insuficiente para caracterizar o horizonte B textural. No quarto nível categórico apresenta-se apenas como típico, isto é, são solos que não possuem características extraordinárias e por exclusão representam o conceito central da classe. Observam-se algumas inclusões de

argissólicos e plínticos que são identificados pela presença de plintita, comumente sob a forma de mosqueados vermelhos ou vermelho-amarelados, em quantidade mínima de 5% por volume de solo, mas que é insuficiente para definir horizonte plíntico e os típicos não possuem características extraordinárias e por exclusão representam o conceito central da classe.

A subordem dos Latossolos Vermelhos compreende solos que se caracterizam por possuírem horizonte B latossólico de cor vermelho no matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). São pouco freqüentes na área de domínio do reservatório, sendo mapeadas somente como inclusões. Ocupam relevos que variam de plano e suave ondulado a ondulado e forte ondulado. Apresentam perfis muito profundos, com o horizonte C situado abaixo de 150 cm de profundidade. São dominantemente cauliníticos, com ocorrência menor de goethita, e quantidades reduzidas de gibbsita. Com base em estudos de Palmieri (1986) e Kämpf et al. (1988), a presença de hematita pode também ser inferida, ainda que não evidenciada em difratogramas de raios-X da fração argila de um horizonte Bw de matiz 10R.

São solos com elevada macroporosidade e em sendo a capacidade do solo de armazenar e transmitir líquido diretamente relacionada com geometria do sistema poroso, os Latossolos apresentam excelente permeabilidade interna, excessiva ou muito rápida, garantindo a maior resistência aos processos erosivos entre as classes de solos.

As unidades por terem textura argilosa, tendendo para muito argilosa, apresentam limitações quanto a compactação do solo, acidez elevada e fertilidade baixa. Requerem um manejo adequado, direcionado para correção da acidez, fertilidade e controle de erosão. A deficiência de micronutrientes é também verificada.

4.1.3.4.2.6.5 - Neossolos

Compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com pequena expressão dos processos pedogenéticos, fazendo com que não existam modificações expressivas do material originário em função da resistência ao intemperismo, ou da composição química, ou do relevo, que possam impedir ou limitar a evolução desses solos.

Por esses motivos são solos pouco evoluídos e, portanto sem horizonte B diagnóstico. Foram identificadas na área as subordens Neossolo Litólico (RL), Neossolo Flúvico (RY) e Neossolo Quartzarênico (RQ).

A subordem Neossolo Litólico compreende solos minerais, não hidromórficos, pouco ou muito pouco desenvolvidos, que se caracterizam por apresentar um horizonte A ou O hístico com menos

de 40 cm de espessura assentado diretamente sobre a rocha ou sobre saprólito (C ou Cr) do material de origem, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo.

A pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a presença de rochosidade e a suscetibilidade à erosão, são as limitações mais comuns desses solos. São solos de vocação agrícola muito restrita, em que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas e culturas comerciais, também dificultando a mecanização, sendo indicados para preservação da flora e da fauna.

Apresentam capacidade de armazenamento de água muito baixa e essas características, associadas à ocorrência do substrato rochoso, à pequena profundidade, em relevo muito movimentado, tornam tais áreas muito vulneráveis aos processos erosivos, que se intensificam nos locais de declives mais acentuados. Foi identificado na área o grande grupo Neossolo Litólico eutrófico (RLe). O Neossolo Litólico eutrófico é caracterizado por possuir saturação por bases igual ou superior a 50%. Identificado num nível categórico inferior a este, o termo típico, significa que o solo não possui características extraordinárias e por exclusão representa o conceito central da classe.

Em geral, ocorrem em áreas de relevo acidentado, em associação com Cambissolos e Argissolos Vermelhos. Entretanto, pode ocorrer também em relevos mais suaves, associados com solos de baixada, como os Gleissolos e Neossolos Flúvicos, muito devido a não separação dessas unidades nessa escala de trabalho. O horizonte A é, normalmente, de textura média ou argilosa. É também freqüente, a ocorrência de pedregosidade e rochosidade nesses solos. Em virtude da espessura reduzida e do relevo onde se localizam, são muito susceptíveis à erosão, sobretudo, em condições de chuvas, quando se observa um rápido encharcamento do solo, provocando escoamento do excesso de água, que constitui um plano de cisalhamento, podendo resultar no deslocamento de todo o material de solo sobrejacente.

Os Neossolos Flúvicos (RY) são solos minerais, não hidromórficos e pouco desenvolvidos, originados de sedimentos inconsolidados depositados nos terraços dos rios. Apresentam sequência de horizontes A e C, sendo que o horizonte A onde à atividade biológica (raízes dos vegetais e fauna do solo) já se implantou. Devido à sua origem de fontes as mais diversas, são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas, que não possuem relação pedogenética entre si. Os Neossolos Flúvicos, de forma geral, são considerados de grande potencialidade agrícola, no

entanto, podem ocorrer restrições ao desenvolvimento dos cultivos, dada a presença de sais e/ou sódio. As áreas onde ocorrem são de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola. A trafegabilidade poderá ser prejudicada em períodos chuvosos, uma vez que o escoamento superficial é pequeno. Nesse caso, essa característica fica potencializada, pois, além de esses solos apresentarem textura argilosa, as argilas são de atividade alta, intensificando as restrições ao tracionamento. Apresentam riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade.

Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo, no entanto, em razão da proximidade do lençol freático à superfície, o que facilita bastante a sua contaminação, constituem áreas de relevância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Foram identificados na área os grandes grupos Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (RYve) solódico ou típico. O Neossolo Flúvico Ta eutrófico caracterizado por possuir argila de atividade alta e saturação por bases superior a 50% (eutrófico), identificado num nível categórico inferior a este, saturação por sódio (100 Na+ /T) variando de 6% a < 15%, em alguma parte da seção de controle que defina a classe denominado de solódico e o termo típico, significa que o solo não possui características extraordinárias e por exclusão representa o conceito central da classe.

Em geral, são solos profundos e de fertilidade natural média a alta, sendo encontrados em relevo plano, porém, apresenta restrições quanto a fertilidade pela presença do sódio. Assim como os outros solos de baixada, esses solos exercem na região, devido inclusive à sua posição topográfica nos terrenos, a função de retentores de sedimentos, o que os tornam bastante importantes, em face dos locais de ocorrência e de sua distribuição. Uma das características mais marcantes dos Neossolos Flúvicos é a sua variação textural e de carbono em profundidade.

Essa variação textural em profundidade tem implicação direta sobre o fluxo vertical da água e, conseqüentemente, sobre o estabelecimento de sistemas de drenagem, mas, como a topografia desses solos é plana ou suavemente ondulada, apresenta limitação nula ou apenas ligeira quanto à suscetibilidade à erosão.

Por outro lado, a proximidade dos rios e considerando que o lençol freático, em geral, encontra-se em pequena profundidade, e mesmo em solos bem drenados raramente está abaixo de 2 metros, esses solos são altamente susceptíveis às inundações.

Devido à sua origem proceder de fontes as mais diversas, esses solos são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas que podem variar num mesmo perfil

entre as diferentes camadas. Possuem argila de atividade alta e são eutróficos, com saturação por bases superior a 50%.

Trata-se de deposições sucessivas de natureza aluvionar, relativamente recentes, onde ainda não houve tempo para o desenvolvimento completo do perfil do solo.

Geralmente, constituem os diques marginais aos leitos dos rios e quase sempre estão ocupados por vegetação de várzea.

De uma maneira geral, os Neossolos Flúvicos são considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo os de baixa saturação de bases. As áreas de várzeas onde ocorrem, são de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola intensiva.

Como já mencionado, são solos que apresentam grande diversificação de características e isto faz com que também tenham grande diversificação no tocante à erodibilidade. De uma maneira geral, apresentam razoável vulnerabilidade à erosão laminar, pois, quase sempre apresentam camadas de diferentes permeabilidades internamente.

Nas áreas mais planas e abaciadas, onde freqüentemente observa-se um acúmulo maior de água, os Neossolos estão associados aos Gleissolos que compreendem solos mal drenados, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, apresentando horizonte glei subjacente a horizonte A moderado. Normalmente, esses solos estão cobertos com vegetação nativa adaptada à condição de maior encharcamento.

Decorre dos riscos de inundação por cheias ou por acumulação de água de chuvas na maior parte do ano. Mesmo assim, são considerados de boa potencialidade agrícola, devido à elevada condição de umidade. As áreas de várzeas onde ocorrem são de relevo plano, favorecendo a prática de pequenos cultivos, normalmente de milho e feijão, mas, muitas vezes, estão ocupados com pastagem.

4.1.3.4.2.6.6 - Afloramentos de Rocha

Compreende os afloramentos de rochas que ocorrem associados a diversas outras classes de solos dentro das unidades de mapeamento. Podem também não aparecer como componente da unidade, sendo apenas inclusões devido ao fato de conterem menos de 20% da unidade. Portanto, quando os Afloramentos de Rochas aparecem na unidade, eles representam, no mínimo, 1/5 da unidade.

Essas unidades que contêm os Afloramentos de Rochas, na avaliação da aptidão agrícola das terras, estão classificadas como inaptas, tendo como recomendação a preservação da flora e da fauna ou no máximo uso restrito com mecanização limitada.

São poucos os afloramentos observados na área do empreendimento, sendo que, para sua individualização, são necessários estudos em maior nível de detalhe, para que possam ser cartografados. Entretanto, ao saber da sua existência em determinadas unidades, já se pode fazer inferências a seu respeito, a partir das unidades mapeadas.

Normalmente, ocorrem associados aos solos rasos como os Neossolos Litólicos, Cambissolos e os Argissolos pouco profundos, acompanhados do caráter pedregoso e rochoso. Da mesma forma que essas unidades possuem grandes limitações de uso, os Afloramentos de Rocha sempre intensificam essas limitações na unidade.

No **Quadro 4.1.3-5** estão relacionadas as Unidades de Mapeamento Pedológico para a AII.

Quadro 4.1.3-5 - Composição das Unidades de Mapeamento

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média/argilosa ou argilosa/muito argilosa, ambos A moderado, relevo ondulado e forte ondulado	1278,47	0,59
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado.	3168,32	1,45
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico, textura média/argilosa ou argilosa/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso.	14466,98	6,62
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico, textura média/argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico ou Eutrófico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso, ambos A moderado.	10321,58	4,72
PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado e ondulado.	5313,29	2,43
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado.	1772,06	0,81
PVAd7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa ou média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa, A moderado, relevo ondulado.	4116,18	1,88

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
PVAd8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Eutrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa ou média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado.	12746,00	5,83
PVAe1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo ondulado e forte ondulado.	4240,57	1,94
PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado.	726,39	0,33
PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado e ondulado.	42110,16	19,27
PVAe4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou argilosa/muito argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, textura média ou argilosa, todos A moderado.	1448,78	0,66
PVAe5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico cambissólico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa, todos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso.	1900,09	0,87
PVAe6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico cambissólico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa, todos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso.	4844,74	2,22
PVAe7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico cambissólico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa, todos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso	5694,07	2,61
PVAe8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico ou típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico ou típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo ondulado e forte ondulado.	1815,78	0,83
PVd	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico ou latossólico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado e ondulado.	3277,27	1,50
PVe1	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado.	7276,34	3,33
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo forte ondulado.	2470,87	1,13
PVe3	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso.	2020,75	0,92

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo montanhoso e forte ondulado.	1375,91	0,63
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, ambos A moderado, relevo montanhoso e forte ondulado + Afloramentos de Rocha.	5560,09	2,54
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico ou típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico câmbico ou típico, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, textura média ou argilosa, A moderado.	9269,95	4,24
PVe7	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado ou chernozêmico, fase rochosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa.	841,64	0,39
PVe8	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado ou chernozêmico, fase rochosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa.	3584,98	1,64
PVe9	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, A moderado ou chernozêmico, fase rochosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média.	7832,37	3,58
CXbd	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado, ambos A moderado + Afloramentos de Rocha, relevo escarpado e montanhoso.	208,74	0,10
GXve	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico, textura argilosa ou média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico, textura média/argilosa ou arenosa/argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico, textura argilosa ou média, todos A moderado, relevo plano.	774,42	0,35
LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, A moderado ou proeminente + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa, ambos relevo forte ondulado e ondulado.	11446,32	5,24
LVAd2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, A moderado ou proeminente + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa, ambos relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.	10368,50	4,75
LVAd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico, textura argilosa ou muito argilosa, + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa ou média, ambos A moderado, relevo montanhoso e forte ondulado.	708,99	0,32
LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa, todos A moderado.	7984,43	3,65
LVAd5	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, A proeminente ou moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa ou média, A proeminente ou moderado, ambos relevo forte ondulado e ondulado.	1307,37	0,60

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
LVAd6	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa, todos A moderado.	1373,07	0,63
LVAd7	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa ou média, ambos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso.	1526,90	0,70
LVAd8	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, ambos relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou argilosa.	4436,63	2,03
LVAd9	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, ambos relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou argilosa.	6163,01	2,82
LVAd10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa, todos A moderado.	5492,82	2,51
LVAd11	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, ambos relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou argilosa.	3628,28	1,66
RYbe	NEOSSOLO FLÚVICO Tb ou Ta Eutrófico solódico ou típico, textura média ou argilosa/média + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico sódico ou solódico, textura média ou argilosa, ambos relevo plano.	1489,31	0,68
Ag	Corpos d'água	2118,23	0,97
Total		**218500,64**	**100,00**

A **Figura 4.1.3-47** resume o **Quadro 4.1.3-5** e ilustra a distribuição em área e percentual das unidades de mapeamento na AII do empreendimento. Observa-se o predomínio considerável da unidade de mapeamento **PVAe3** composta pela associação das classes de Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e Argissolo Vermelho eutrófico em áreas de relevo ondulado a forte ondulado. Vale ressaltar que as unidades de mapeamento compostas pela classe dos Latossolos também são bem representados na área de estudo.

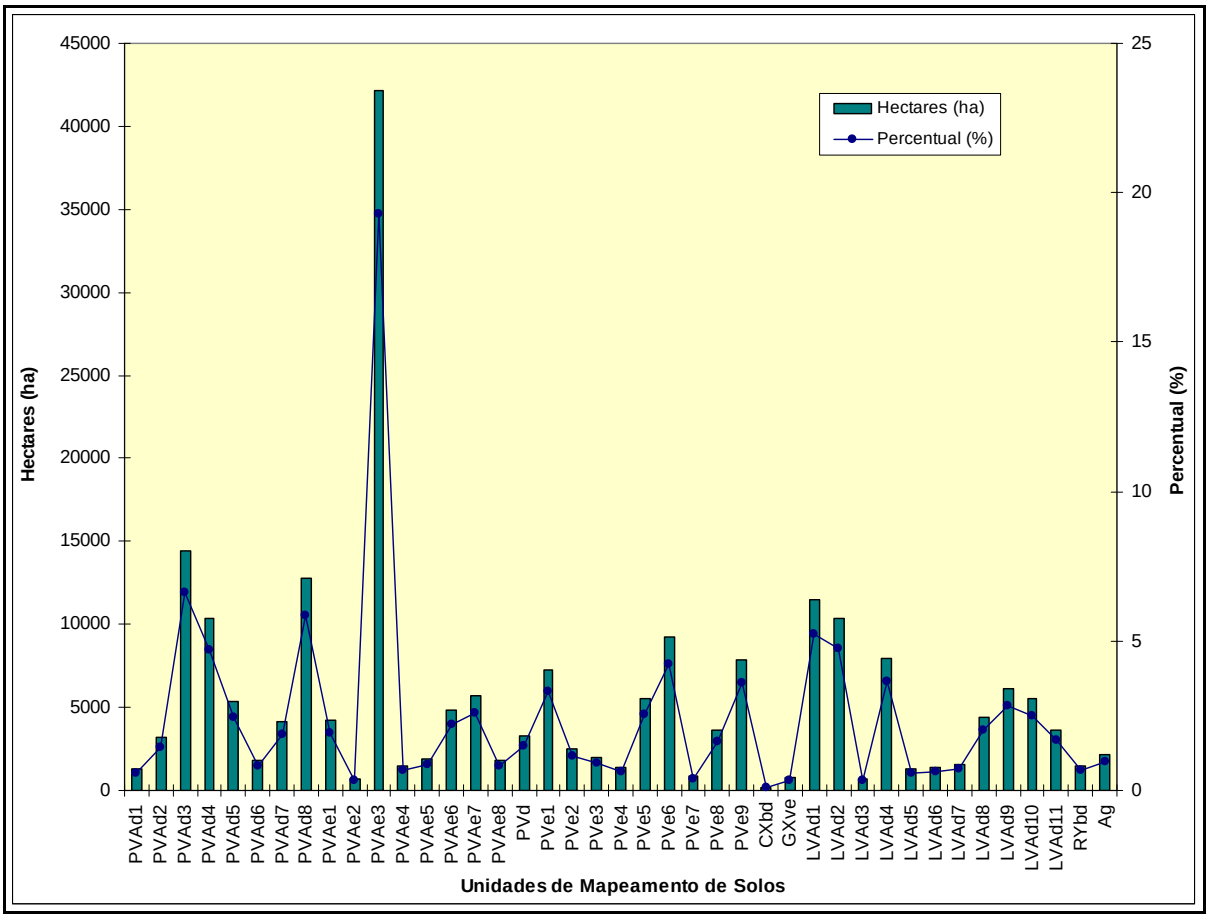


Figura 4.1.3-47 - Distribuição das Unidades de Mapeamento de Solos

4.1.3.4.3 - Aptidão Agrícola das Terras

A avaliação da aptidão agrícola das terras de influência do reservatório de Itaocara consiste em classificar as terras em seis grupos, baseados na interpretação dos dados fornecidos pelo levantamento pedológico e considerando práticas agrícolas em três níveis de manejo tecnológico: baixo, médio e alto. Essa interpretação é realizada visando um planejamento agrícola de sequeiro, através da avaliação das condições de cada unidade de mapeamento de solos, não só para lavouras como também para pastagens e silvicultura. A metodologia do sistema foi desenvolvida pela SUPLAN - CNPS/Embrapa, (Ramalho Filho e Beek, 1995).

O nível de manejo A (primitivo) é baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. No nível B, as práticas de manejo estão condicionadas a um nível razoável de conhecimento técnico. Há alguma aplicação modesta de capital e utilização de resultados de pesquisa para a manutenção e melhoramento das condições agrícolas das terras e das lavouras. As práticas de manejo neste nível de manejo incluem calagem e adubação, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.

As práticas agrícolas no nível C de manejo estão condicionadas a um alto nível de conhecimento tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital para a manutenção e melhoramento das condições das terras e das lavouras. As práticas de manejo são conduzidas com auxílio de maquinaria agrícola e um conhecimento técnico operacional capaz de elevar a capacidade produtiva. Incluem-se, nas práticas de manejo, trabalhos intensivos de drenagem, medidas de controle de erosão, tratos fitossanitários, rotação de culturas com plantio de sementes melhoradas, calagem e fertilizantes em nível econômico indicado através das pesquisas e mecanização adequada.

Foram admitidos 6 grupos de aptidão para avaliar as condições agrícolas de cada unidade de mapeamento do solo, não só para lavouras, como para pastagem plantada, pastagem natural e silvicultura, devendo as áreas inaptas ser indicadas para preservação da flora e da fauna, ou outra atividade não ligada a agricultura. Em outras palavras, as terras consideradas inaptas para lavoura são analisadas de acordo com os fatores básicos limitantes e classificadas segundo sua aptidão para usos menos intensos.

Os grupos 1, 2 e 3 identificam terras cujo tipo de utilização mais intensivo é a lavoura. O grupo 4 é constituído de terras em que o tipo de utilização é a pastagem plantada, enquanto que o grupo 5 engloba subgrupos que identificam terras nas quais os tipos mais intensivos são silvicultura e/ou pastagem natural. O grupo 6 refere-se a terras inaptas para quaisquer tipos de utilizações mencionadas, a não ser em casos especiais.

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização que são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural. As classes de aptidão foram definidas como Boa, Regular, Restrita e Inapta.

Classe Boa

Terra sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios expressivamente e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular

Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos, de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe boa.

Classe Restrita

Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta

Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão.

A classe de aptidão agrícola das terras, de acordo com os níveis de manejo, é obtida em função do grau limitativo mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

As classes são representadas por letras A, B e C que expressam aptidão das terras para lavouras e P e N que se referem à pastagem plantada e pastagem natural. Essas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe de aptidão seja Boa, Regular ou Restrita. A classe Inapta não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização.

O **Quadro 4.1.3-6** contém a avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, bem como as principais limitações ao uso agrícola das unidades de mapeamento de solo.

Quadro 4.1.3-6 - Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras na AII

Unidade de Mapeamento	Subgrupo de Aptidão	Aptidão Agrícola das Terras	Área	
			Hectares (ha)	Percentual (%)
PVAd1	3(abc)	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	1278,47	0,59
PVAd2	3(abc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	3168,32	1,45
PVAd3	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo.	14466,98	6,62
PVAd4	5(s)	Aptidão restrita para silvicultura.	10321,58	4,72
PVAd5	3(abc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	5313,29	2,43
PVAd6	3(abc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	1772,06	0,81
PVAd7	3(abc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	4116,18	1,88
PVAd8	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	12746,00	5,83

Unidade de Mapeamento	Subgrupo de Aptidão	Aptidão Agrícola das Terras	Área	
			Hectares (ha)	Percentual (%)
PVAe1	3(ab)	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A e B, e Inapta no nível C de manejo.	4240,57	1,94
PVAe2	4(p)*	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	726,39	0,33
PVAe3	4(p)*	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	42110,16	19,27
PVAe4	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	1448,78	0,66
PVAe5	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	1900,09	0,87
PVAe6	4(p)*	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	4844,74	2,22
PVAe7	5(s)	Aptidão restrita para silvicultura.	5694,07	2,61
PVAe8	3(ab)	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A e B, e Inapta no nível C de manejo.	1815,78	0,83
PVd	2(b)	Aptidão Restrita para lavouras no nível de manejo B, e Inapta nos níveis B e C de manejo.	3277,27	1,50
PVe1	3(abc)**	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	7276,34	3,33
PVe2	3(abc)**	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	2470,87	1,13
PVe3	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	2020,75	0,92
PVe4	5(s)	Aptidão restrita para silvicultura.	1375,91	0,63
PVe5	6*	Terras sem aptidão agrícola, sendo destinadas para preservação da flora e da fauna.	5560,09	2,54
PVe6	6*	Terras sem aptidão agrícola, sendo destinadas para preservação da flora e da fauna.	9269,95	4,24
PVe7	4(p)*	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	841,64	0,39
PVe8	5(s)	Aptidão restrita para silvicultura.	3584,98	1,64
PVe9	6*	Terras sem aptidão agrícola, sendo destinadas para preservação da flora e da fauna.	7832,37	3,58
CXbd	6*	Terras sem aptidão agrícola, sendo destinadas para preservação da flora e da fauna.	208,74	0,10
GXve	3(abc)	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	774,42	0,35
LVAd1	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	11446,32	5,24
LVAd2	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	10368,50	4,75
LVAd3	5(s)*	Aptidão restrita para silvicultura.	708,99	0,32
LVAd4	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	7984,43	3,65
LVAd5	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	1307,37	0,60
LVAd6	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	1373,07	0,63
LVAd7	3(bc)*	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta para o nível A de manejo..	1526,90	0,70
LVAd8	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	4436,63	2,03
LVAd9	4(p)	Aptidão Restrita para pastagem plantada.	6163,01	2,82
LVAd10	5(s)*	Aptidão restrita para silvicultura.	5492,82	2,51
LVAd11	5(s)*	Aptidão restrita para silvicultura.	3628,28	1,66
RYbe	3(abc)	Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.	1489,31	0,68
Ag	Ag	Corpos d´água	2118,23	0,97
Total			**218500,64**	**100,00**

Nota: asterisco único (*) significa presença na unidade de terras com melhor aptidão agrícola, porém, não mapeada nessa escala de trabalho, enquanto que o asterisco duplo (**) significa terras com aptidão pior na unidade.

A Aptidão Agrícola das Terras dominante na área, como pode ser visto no **Quadro 4.1.3-6** e resumidamente no **Quadro 4.1.3-7** são as classes 3(abc)** - aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C e 4(p)* - aptidão restrita para pastagem plantada ocupando 48.473,57ha ou 22,18% da área de estudo e 48.522,93ha ou 22,21% da área de estudo, respectivamente. As melhores terras com aptidão referente ao grupo 2 somente representa 1,5% do total da área mapeada o que equivale a 3.277,27 hectares, seguido do grupo 3(ab) com 2,77% ou 6.056,35ha.

Quadro 4.1.3-7 - Resultados do cálculo de área em hectares e percentual para as classes de Aptidão Agrícola das Terras da área.

Classe de Aptidão Agrícola das Terras	Unidades de Mapeamento	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
2(b)	PVd	3277,27	1,50
3(ab)	PVAe1, PVAe8	6056,35	2,77
3(bc)*	PVAd3, LVAd1, LVAd2, LVAd4, LVAd5, LVAd6, LVAd7	3542,20	1,62
3(abc)	PVAd1, GXve, RYbe	14369,85	6,58
3(abc)*	PVAd2, PVAd5, PVAd6, PVAd7	9747,21	4,46
3(abc)**	PVe1, PVe2	48473,57	22,18
4(p)	PVAd8, PVAe4, PVAe5, PVe3, LVAd8, LVAd9	28715,26	13,14
4(p)*	PVAe2, PVAe3, PVAe6, PVe7	48522,93	22,21
5(s)	PVAd4, PVAe7, PVe4, PVe8	20976,54	9,60
5(s)*	LVAd3, LVAd10, LVAd11	9830,09	4,50
6*	PVe5, PVe6, PVe9, CXbd	22871,15	10,47
Ag	Corpos D'água	2118,23	0,97
Total		**218500,64**	**100**

Nota: asterisco único (*), indica haver na associação componente com Aptidão superior àquela indicada; e asterisco duplo (**), indica haver na associação componente com Aptidão inferior àquela indicada

A seguir é apresentada a legenda das classes de Aptidão Agrícola das Terras, referentes à AII.

- **2(b)** Aptidão Restrita para lavouras nos nível de manejo B e, inapta nos níveis A e C.
- **3(bc)*** Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e Inapta no A.
- **3(abc)** Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- **3(abc)*** Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- **3(abc)**** Aptidão Restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- **4(p)** Aptidão Restrita para pastagem plantada.
- **4(p)*** Aptidão Restrita para pastagem plantada.

- **5(s)** Aptidão regular para silvicultura
- **5(s)*** Aptidão regular para silvicultura
- **6** Sem aptidão agrícola. Terras destinadas à preservação da flora e da fauna

A **Figura 4.1.3-48** ilustra a distribuição em área e percentual por classe de aptidão agrícola na AII da UHE Itaocara. Observa-se que as classes de aptidão para Lavoura do tipo 3 são predominantes na região, seguida do tipo de utilização da terra com pastagem plantada (4p).

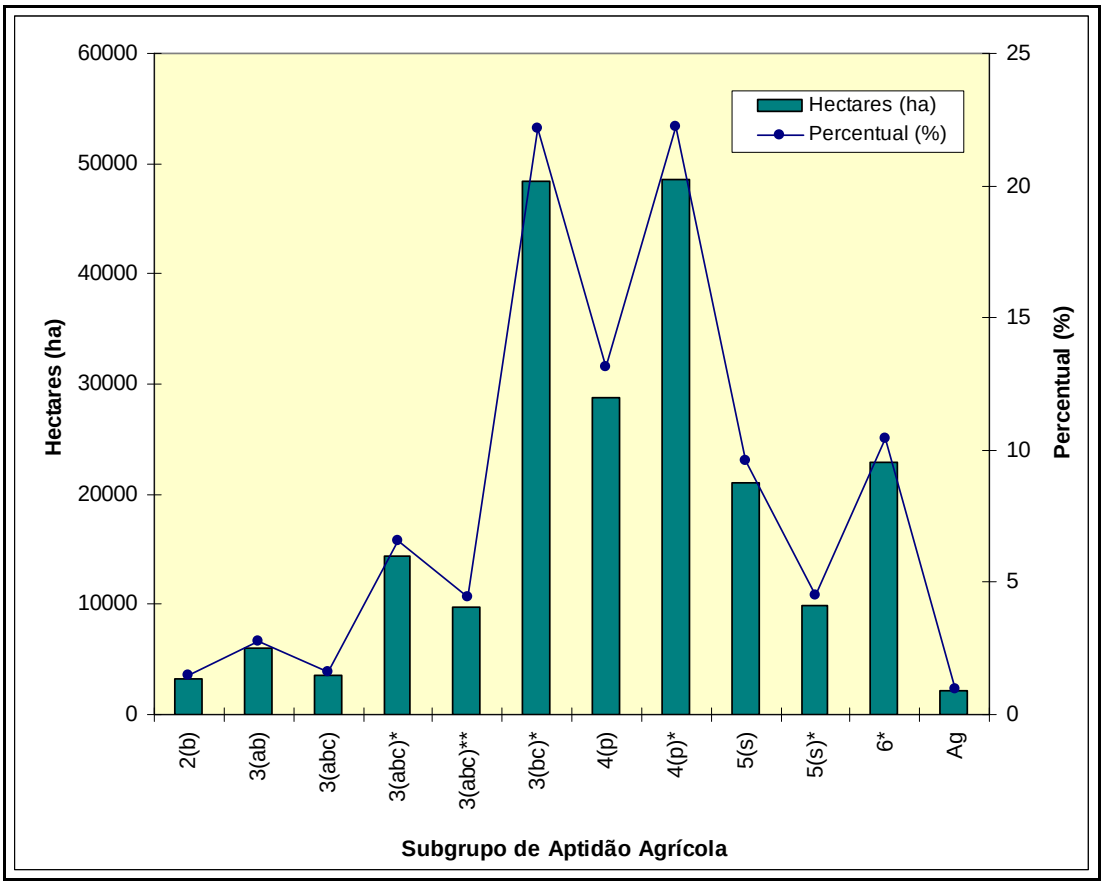


Figura 4.1.3-48 - Aptidão Agrícola das Terras

4.1.3.4.4 - Suscetibilidade à Erosão dos Solos (Item 4.1.1_111 do TR)

Este item trata da maior ou menor resistência dos solos à ação dos agentes da erosão e pretende estabelecer a hierarquização dos diversos solos encontrados na Área de Influência do empreendimento no que se refere a esta característica. Serão identificadas também as principais áreas degradadas já instaladas na AII.

Sabe-se que, em condições de igualdade dos vários fatores ambientais condicionantes da erosão, tais como relevo, características das chuvas, cobertura vegetal, características de manejo e uso da terra, persistem diferenças significativas na quantidade de terra perdida por erosão, que são atribuídas às diferenças intrínsecas dos diversos tipos de solos, e que tem a denominação de suscetibilidade à erosão.

A dinâmica superficial e os processos do meio físico serão evidenciados por meio da compartimentação da paisagem das bacias que serão influenciados pelo reservatório, identificando-se unidades geoambientais de acordo com os principais elementos delimitadores - relevo, substrato rochoso e solos - que refletem diretamente nas potencialidades e fragilidades e, em especial, nas formas erosivas e nas áreas deposicionais. Esse procedimento evidenciará, entre outros aspectos, as suscetibilidades aos processos erosivos e, conseqüentemente, o potencial para desencadear processos erosivos.

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

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

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

4.1.3.4.4.1 - Erosão Laminar

Para o componente referente à erosão laminar, serão adotados os conceitos estabelecidos por Rios (2000), a partir dos métodos de Wischmeier *et al* (1971) e Lombardi Neto e Bertoni (1975), onde esse autor demonstrou a praticidade da elaboração de mapas qualitativos de potencial erosivo, através de dados contidos em mapas de solos e/ou de outros componentes ambientais. Os elementos considerados foram os tipos de relevo e a variação do fator erodibilidade.

A partir do mapa de solos (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2014 -00 – Mapa de Solos na AID** do Caderno de Mapas), os fatores de declive e de comprimento de rampa foram sintetizados nas formas de relevo que consideram as classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso.

Para o componente referente à erodibilidade, os solos foram categorizados conforme proposta de Del'Arco *et al*. (1989), também em quatro classes:

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

- **Fraca a Moderada** - Nesta classe constam solos homogêneos, profundos, com horizonte B latossólico de textura média tendendo para arenosa, ou textura arenosa em todo o perfil. Em geral apresentam baixos valores de erodibilidade. Esta classe tem como principais representantes, Latossolos de textura média e Neossolos Quartzarênicos.

- **Moderada** – Nesta classe constam solos relativamente profundos, porém com algum tipo de impedimento físico à permeabilidade interna, tais como horizonte B textural, descontinuidade litológica, presença de concreções em quantidade elevada, ou gradiente textural elevado. Em geral apresentam intermediários valores de erodibilidade. Esta classe tem, como principais representantes, os Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos.

- **Forte** - Nesta classe constam solos de pequena profundidade, associada a elevados teores de silte e ocorrência de outros elementos restritivos à drenagem. Em geral apresentam altos valores de erodibilidade. Esta classe tem como principais representantes, Cambissolos e Neossolos Litólicos.

Visando avaliar a interação dos fatores referentes às classes de relevo e às classes de solos (fator erodibilidade), envolvidos no processo de erosão, em suas diversas combinações, elaborou-se uma matriz, onde se contemplou as possíveis combinações de classes de erodibilidade dos solos e classes de relevo distintas, sendo que para cada uma delas se procedeu o julgamento e se atribuiu graus de suscetibilidade, visando possibilitar a comparação qualitativa entre as mesmas, conforme mostrado no **Quadro 4.1.3-8**.

Quadro 4.1.3-8 - Interação dos Fatores Erodibilidade dos Solos e Tipos de Relevo

Tipo de Relevo Fator de Erodibilidade	Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado/ montanhoso
Fraca	Fraca	Fraca	Fraca Moderada	Moderada
Fraca/Moderada	Fraca	Fraca Moderada	Moderada	Forte
Moderada	Fraca Moderada	Moderada	Moderada	Forte
Forte	Moderada	Moderada	Forte	Forte

A partir das combinações obtidas nessa matriz, foram então estabelecidas as seguintes classes de suscetibilidade à erosão laminar das terras:

- **Fraca (Fr)** – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de fraca erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo plano e suave ondulado, e/ou solos de fraca/moderada erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo plano.

- **Fraca/Moderada (Fr/Mo)** – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de fraca/moderada erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo suave ondulado, e/ou solos de moderada erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo plano.

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

- **Forte (Fo)** – Corresponde a áreas de solos caracterizados como de forte erodibilidade, ocorrendo em áreas de relevo ondulado, e solos caracterizados como de moderada e forte erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo forte ondulado.

- **Muito Forte (MF)** - Corresponde a áreas de solos caracterizados como de muito forte erodibilidade, ocorrendo em áreas de relevo forte ondulado, e solos caracterizados como de forte erodibilidade, ocorrendo em condição de relevo forte ondulado e montanhoso.

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

A partir da matriz de interação dos fatores erodibilidade dos solos e tipos de relevo representada no **Quadro 4.1.3-8**, foi gerado o Mapa de Suscetibilidade à Erosão da AII (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2008-00 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão na AII** do Caderno de Mapas), onde se encontram espacializadas as principais classes de suscetibilidade à erosão laminar das terras da AII.

As áreas com maior potencialidade para ocorrência desse tipo de erosão, de um modo geral, encontram-se distribuídas em forma de pequenas e médias manchas irregulares e descontínuas por toda AII.

4.1.3.4.4.2 - Erosão Concentrada

O processo de erosão concentrada apresenta em geral, duas fases distintas, uma primeira que seria o ravinamento, ou a formação de ravinas ("gully erosion"), que se trata do aprofundamento de sulcos e canais por ação de águas concentradas (fluxo concentrado) de superfície, que não podem mais ser obliterados por operações normais de preparo do solo. A formação de voçoroca é muitas vezes uma fase seguinte ao ravinamento, ou seja, é a evolução daquele processo. Geralmente, inicia-se pela ação das águas superficiais começando com o sulcamento e em seguida o ravinamento, que evolui e passa a sofrer também a ação das águas subterrâneas, originando então a voçoroca. Portanto, pode ser consequência da ação conjugada das águas superficiais e subterrâneas, ou apenas das subterrâneas.

Conforme Bigarella e Mazuchowski (1985), a voçoroca é nitidamente um fenômeno hídrico, envolvendo tanto a ação das águas superficiais como das subterrâneas. No início, a montante da cabeceira das voçorocas, a ação do fluxo turbulento da água transporta em suspensão grande quantidade de sedimentos, bem como exerce uma ação de arraste intensa no leito. Na cabeceira da voçoroca, constituída geralmente por material inconsolidado, ocorre uma ruptura de declive em forma de degrau, onde o fluxo de água concentrado aprofunda rapidamente seu leito, fazendo com que as paredes sofram liquefação e se desfaçam em denso movimento de massa

pelo degrau abaixo e este recua igualmente, tanto pela abrasão quanto pela liquefação do material constituinte.

Por tais razões é difícil determinar e monitorar a ação das águas subterrâneas e, por conseguinte, fazer a predição do fenômeno. Entretanto, a ação das águas superficiais e a constituição física dos ambientes são passíveis de previsão e cartografia. Desta forma, podem ser distintas e caracterizadas as áreas mais ou menos propensas à incidência do fenômeno.

Segundo Castro Jr. (2002), em trabalho do IPT de São Paulo, ficou demonstrado que, exceto o fator água, o desenvolvimento de voçorocas e ravinas depende principalmente dos tipos de solos, do relevo e de maneira indireta do material rochoso subjacente. No concernente a solos, observou-se correlação com a textura (solos arenosos mais propensos tanto a voçorocas quanto a ravinas), com a estrutura (estrutura grande e prismática facilita o desenvolvimento de ravinas) e com a profundidade (solos rasos não apresentaram incidência desses fenômenos). Com relação ao relevo, os mais declivosos favorecem mais o desenvolvimento dos processos, por condicionarem mais a concentração das águas superficiais e, por fim, os materiais rochosos que originam solos arenosos e os materiais inconsolidados de natureza alúvio-coluvionar são os que favorecem mais tais incidências.

Neste trabalho, para efeito de avaliação da predisposição natural das terras à erosão concentrada, foram utilizadas também informações provenientes do Mapa de Solos (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2014-00 – Mapa de Solos na AID**) (tipos de solos e relevo) e do substrato geológico.

Para propiciar a indicação de áreas de maior propensão à incidência deste tipo de erosão, os solos da área foram subdivididos em três categorias de predisposição, a saber:

- **Alta** - solos profundos, de constituição leve (textura arenosa ou com elevado percentual de areia). Congrega principalmente os solos caracterizados como Neossolos Quartzarênicos, e os Latossolos de textura média.

- **Média** - solos profundos, argilosos e muito argilosos. É representado principalmente por solos caracterizados como Latossolos de textura argilosa e Argissolos de textura média/argilosa.

- **Baixa** – os demais solos da área. Em geral solos rasos ou de mediana profundidade, e solos com horizonte B textural ou B câmbico.

Com base principalmente em características como coesão entre as partículas constituintes das rochas, as diversas unidades litoestratigráficas ocorrentes na AII foram agrupadas também em três categorias de predisposição à erosão, conforme discriminado abaixo:

- **Alta** – Nesta categoria foram incluídas as unidades litoestratigráficas que têm dominantemente em sua litologia, arenitos friáveis, com grãos praticamente soltos e sem coesão entre seus elementos constituintes.

- **Média** – Nesta categoria foram incluídas as unidades litoestratigráficas que têm dominantemente, em sua litologia, rochas com médio grau de coesão entre os seus elementos constituintes.

- **Baixa** - Nesta categoria foram incluídas as unidades litoestratigráficas que têm dominantemente, em sua litologia, rochas com alto grau de coesão entre as suas partículas constituintes.

Assim como para a erosão laminar, elaborou-se também uma matriz, com as possibilidades de combinações das diversas classes de predisposição dos tipos de solos com a dos substratos geológicos, como ilustra o **Quadro 4.1.3-9**.

Quadro 4.1.3-9 - Interação dos Fatores Solos e Substrato Geológico

Classes de Predisposição dos Solos	Classes de Predisposição do Substrato Rochoso		
	Baixa	**Média**	**Alta**
Baixa	Fraca	Fraca	Moderada
Média	Fraca	Moderada	Forte
Alta	Moderada	Forte	Forte

Com base nessa matriz de interação dos fatores solos e substrato geológico, foram estabelecidas três classes de suscetibilidade para a erosão concentrada na AII:

- **Fraca (Fr)** – Representada por áreas com ocorrência de solos de pequena ou mediana profundidade e/ou com presença de horizontes B do tipo textural, ou câmbico sobre litologias de difícil decomposição, ou seja, rochas com elevado grau de coesão de suas partículas constituintes.

- **Moderada (Mo)** – Representada por áreas com ocorrência de solos de mediana profundidade e profundos, com textura argilosa e com presença de horizontes B do tipo textural, ou latossólico sobre litologias de grau intermediário de coesão de suas partículas constituintes.

- **Forte (Fo)** – Representada por áreas com ocorrência de solos profundos, homogêneos, arenosos, sobre litologias de fácil decomposição, ou seja rochas, com baixo grau de coesão de suas partículas constituintes, como os arenitos e materiais alúvio-coluvionares.

As áreas onde predominam solos e litologias de natureza aluvial ou similares foram consideradas como classe Especial (E), em face de tratar-se da predominância de fenômenos deposicionais (áreas assoreadas).

Além dos aspectos físicos referentes ao potencial quanto à erosão laminar e à erosão concentrada, merecem destaque na AII, algumas áreas onde já se instalam processos erosivos emergentes, decorrentes da ação antrópica desordenada, tais como:

- atividades relacionadas ao uso para construção civil, em regiões com predominância de solos formados por associações de Latossolos e Argissolos, com inclusões de Neossolos Quartzarênicos;
- áreas de expansão acelerada da fronteira agrícola;
- áreas de desmatamentos.

Sendo assim, o **Quadro 4.1.3-10** apresenta a localização e uma descrição sucinta das principais áreas degradadas observadas na Área de Influência Indireta do empreendimento durante a saída de campo. Vale ressaltar que a caracterização e avaliação dessas áreas foi obtida a partir da interação dos fatores referentes às classes de relevo (domínios geomorfológicos) e às classes de solos, levando-se em consideração o uso e ocupação das mesmas.

Quadro 4.1.3-10 - Áreas Degradadas na Área de Influência Indireta

Coordenadas (UTM)	Descrição	Domínio Geomorfológico e classe de solo	Uso e Ocupação
807383 / 7597811	ravinamentos e voçorocas	colinas associadas a calha do paraíba/ Argissolo Vermelho eutrófico	pastagem
806157 / 7597631	solo exposto / erosão laminar	colinas associadas a calha do paraíba/ Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
803500 / 7600950	solo exposto / erosão laminar	colinas associadas a calha do paraíba/ Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	área urbana com extração de material
801282 / 7595276	solo exposto / erosão laminar	colinas associadas a calha do paraíba/ Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
797739 / 7597223	erosão laminar severa	colinas associadas a calha do paraíba + Planície de Inundação / Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	pastagem
798026 / 7594437	erosão laminar severa	colinas associadas a calha do paraíba + Planície de Inundação / Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	pastagem
793941 / 7593447	solo exposto / erosão laminar	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Argissolo Vermelho eutrófico	área de cultivo abandonada
792086 / 7591079	movimento de massa em talude de estrada	colinas associadas a calha do paraíba / Argissolo Vermelho eutrófico	encosta convexa adjacente a área urbana
793471 / 7598284	solo exposto / erosão laminar severa	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Argissolo Vermelho eutrófico	extração de material

Coordenadas (UTM)	Descrição	Domínio Geomorfológico e classe de solo	Uso e Ocupação
782913 / 7579552	solo exposto	colinas associadas a calha do paraíba/ Argissolo Vermelho eutrófico	área queimada para cultivo
771131 / 7582359	solo exposto com ravinas	Vale Suspenso do Ribeirão das Areias / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
771367 / 7576458	solo exposto com intenso processo de ravinamento e voçorocamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul + Planície de Inundação do Ribeirão das Areias / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
762966 / 7577201	solo exposto com intenso processo de ravinamento e voçorocamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul + Planície de Inundação do Ribeirão das Areias / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem + cultivo abandonado
754042 / 7582831	solo exposto	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul + Colinas associadas a calha do Paraíba / Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	pastagem
739850 / 7599873	solo exposto + voçorocamento avançado	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Norte / Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	pastagem
769885 / 7610132	solo exposto	Colinas baixas do médio curso do rio Pirapetinga + Planície de Inundação do Rio Pirapetinga / Argissolo Vermelho eutrófico	pastagem
776765 / 7606718	solo exposto e movimento de massa	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Central / Argissolo Vermelho eutrófico	pedreira
779181 / 7609150	solo exposto e movimento de massa	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Central / Argissolo Vermelho eutrófico	pedreira
746766 / 7599429	solo exposto + ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Norte / Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	desmatamento de topo de morro
719928 / 7589912	solo exposto	Vale Suspenso do Rio Angu + Planície de Inundação do Rio Angu / Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
720444 / 7591895	solo exposto	Vale Suspenso do Rio Angu + Planície de Inundação do Rio Angu / Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	extração de material
758174 / 7611524	solo exposto	Colinas baixas do médio curso do rio Pirapetinga + Planície de Inundação do Rio São Lourenço / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
775907 / 7579121	solo exposto com intenso processo de ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
775535 / 7579070	solo exposto com intenso processo de ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
776184 / 7579274	solo exposto com intenso processo de ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
776082 / 7579824	solo exposto com intenso processo de ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
776154 / 7579878	solo exposto com intenso processo de ravinamento	Degraus Serras Isoladas e Pães de Açucar Sul / Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	pastagem
773127 / 7580139	solo exposto com ravinas	Vale Suspenso do Ribeirão das Areias / Argissolo Vermelho distrófico	pastagem
774228 / 7580999	solo exposto com ravinas	Vale Suspenso do Ribeirão das Areias / Argissolo Vermelho distrófico	pastagem
756312 / 7599550	solo exposto + voçorocamento	Degraus e Serras Isoladas e Pães de Açucar Central + Colinas baixas do médio curso do Rio Angu / Argissolo Vermelho eutrófico	pastagem

4.1.3.4.4.3 - Assoreamento

O processo de assoreamento numa bacia hidrográfica encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que esse processo é que fornece os materiais de origem ao assoreamento. Quando não há energia suficiente para transportar o material erodido, esse material é depositado (Guerra, 1995).

Os sistemas fluviais constituem um dos meios continentais mais importantes na formação de depósitos superficiais. A fisionomia que o rio exibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como angular, com elevado controle estrutural. Poucos são os canais retilíneos onde são observadas as formações de bancos ou de barras, que se alternam de um lado a outro do canal.

Para a determinação dos referidos graus de suscetibilidade de cada uma das áreas delimitadas no Mapa de Solos (**Mapa 2341-00-EIA-DE-2014-00 - Mapa de Solos na AID** do Caderno de Mapas), são considerados como fatores determinantes na velocidade e atuação dos processos erosivos:

- Volume d'água que atinge o terreno e sua distribuição no tempo e espaço.
- Sazonalidade das precipitações pluviométricas.
- Chuvas intensas – a análise das chuvas intensas é extremamente importante, pois, são elas as causadoras dos maiores efeitos erosivos sobre as terras;
- Cobertura vegetal – o tipo de cobertura vegetal determina a maior ou menor proteção contra o impacto e a remoção das partículas de solo pela água;
- Características de solos – espessura do solum (compreende os horizontes A e B), transição entre horizontes (gradiente textural), tipo de argila, textura, estrutura, camadas orgânicas, camadas adensadas em subsuperfície, pedregosidade superficial e subsuperficial, presença de calhaus e matacões, drenagem interna, permeabilidade, entre as mais importantes.
- Lençol freático - a profundidade do lençol freático nos solos é fator decisivo, por exemplo, para o desenvolvimento de voçorocas;
- Topografia – maiores declividades determinam maiores velocidades de escoamento das águas, aumentando sua capacidade erosiva. O comprimento da pendente é diretamente proporcional ao tempo de escoamento. Se os declives são acentuados, quanto maior a vertente, maior é a erosão;

- Uso e manejo do solo – a indução ou a redução da erosão depende do tipo de cultura e do manejo de solos adotado; a adoção de práticas conservacionistas, como cultivos em curvas de nível, terraceamento, plantio direto, culturas em contorno e outras recomendadas para cada região, reduz consideravelmente os efeitos dos processos erosivos.

Para a avaliação da erodibilidade dos solos foram considerados os graus de limitação quanto à suscetibilidade a erosão atribuída às unidades taxonômicas, para o nível de manejo A, de menor grau de interferência nos solos, da avaliação da aptidão agrícola das terras.

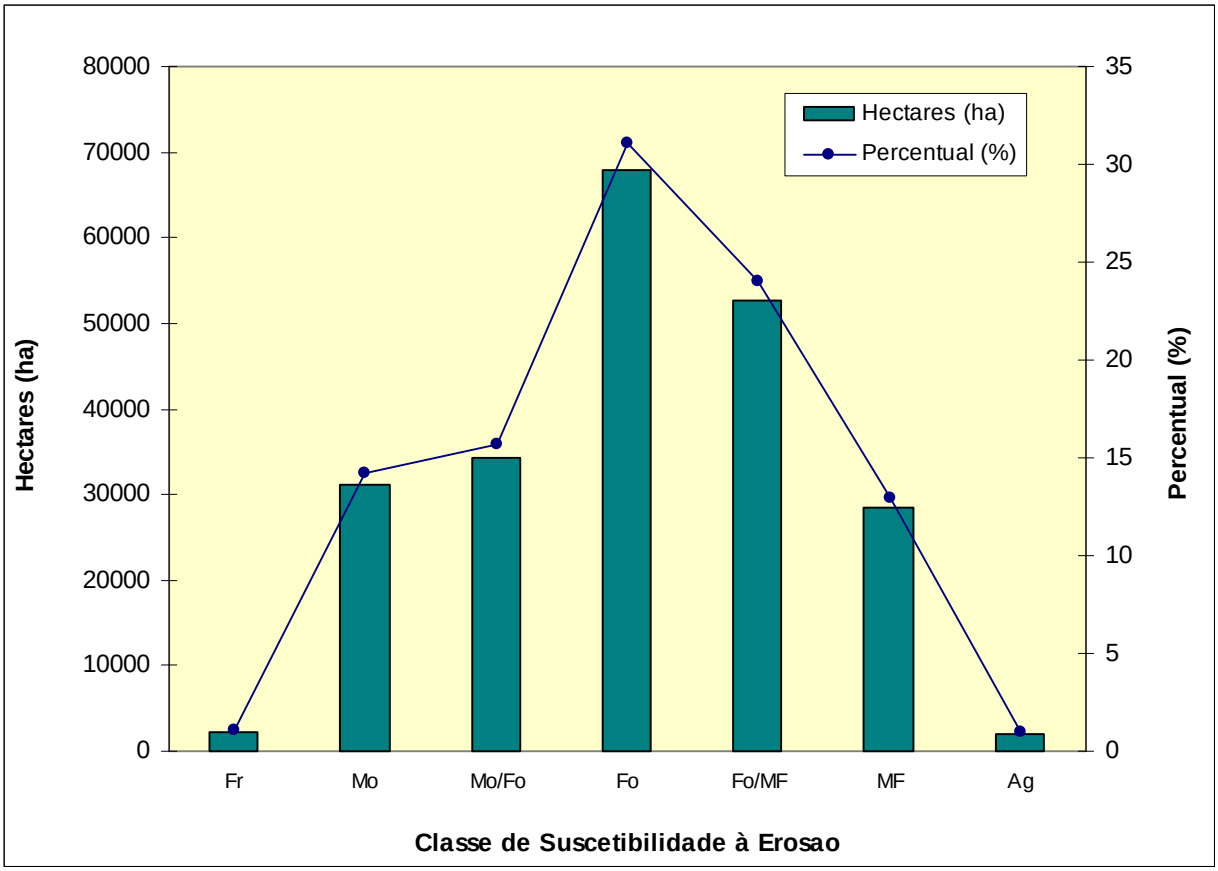
As classes de suscetibilidade à erosão adotadas foram: Nula (N), Nula/Fraca (N/Fr), Fraca (Fr), Fr/Moderada (Fr/Mo), Moderada (Mo), Moderada/Forte (Mo/Fo), Forte (Fo) e Muito Forte (MF).

No **Quadro 4.1.3-11** estão relacionadas as unidades de mapeamento e classes de suscetibilidade à erosão e área ocupada dentro da área de influência do empreendimento em hectares e porcentagem.

Quadro 4.1.3-11 - Suscetibilidade à Erosão das Unidades de Mapeamento da Área de Influência

Unidade de Mapeamento	Suscetibilidade à Erosão	Área	
		Hectares (ha)	Percentual (%)
RYbe, GXve	Fr - Fraca	2263,73	1,04
PVAd1, LVAd1, LVAd2, LVAd4	Mo - Moderada	31077,72	14,22
PVAd2, PVAd5, PVAd6, PVAd7, PVAe1, PVd, PVe1, PVe2, LVAd5, LVAd6	Mo/Fo - Moderada/Forte	34315,34	15,70
PVAd3, PVAe2, PVAe3, PVAe8, PVe3, LVAd3, LVAd7, LVAd8	Fo - Forte	67812,58	31,04
PVAd4, PVAd8, PVAe4, PVAe5, PVAe6, PVe4, PVe7, PVe8, CXbd, LVAd9, LVAd10, LVAd11	Fo/MF - Forte/Muito Forte	52556,56	24,05
PVAe7, PVe5, PVe6, PVe9	MF - Muito Forte	28356,48	12,98
Ag	Corpos d'água	2118,23	0,97
Total		**218500,64**	**100**

A **Figura 4.1.3-49** ilustra a distribuição das classes de suscetibilidade à erosão na Área de Influência Indireta do empreendimento. Observa-se que a classe mais representativa é a de suscetibilidade à erosão Forte associadas principalmente as unidades de mapeamento dos Argissolos que ocorrem em relevo ondulado/forte ondulado. Em segundo plano aparece a classe de suscetibilidade à erosão Forte/Muito Forte representada pelas classes dos Cambissolos e Argissolos em relevo forte ondulado/montanhoso.



Nota: graus de suscetibilidade à erosão: Fr-fraca; Mo-moderada; Mo/Fo-moderada/forte; Fo-forte; Fo/MF-forte/muito forte; MF-muito forte; Ag-corpos d'água

Figura 4.1.3-49 - Suscetibilidade à Erosão das Terras

Como consideração final correspondente à dinâmica da classificação geral dos solos, pode-se concluir que na Área de Influência do reservatório observa-se como grandes unidades morfológicas contribuintes com a formação dos solos e seus atributos as áreas que apresentam modelados de dissecação (formas denudacionais mais susceptíveis à perda de material), que compreendem os solos das partes elevadas e, áreas que ocorrem em modelados de acumulação (formas agradacionais mais propensas ao aporte e deposição de material), que compreendem os solos de baixada. Os principais fatores condicionantes que afetam essas áreas são: suscetibilidade à erosão, nas formas denudacionais, e restrições de drenagem, nas formas agradacionais.

4.1.3.5 - Recursos Minerais (Item 4.1.1_115 a 117 do TR)

Neste item serão tratados os jazimentos minerais que estão espacialmente interceptados pela formação dos reservatórios e respectivas Áreas de Preservação Permanente – APP da UHE Itaocara e suas situações legais junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Além disso, foram identificados para toda a Área de Influência Indireta os pontos com os principais recursos minerais existentes, mostrando as ocorrências de interesse econômico e dando ênfase àqueles recursos minerais que serão afetados na AID e que ficarão indisponibilizados com a formação dos reservatórios. Para efeito de espacialização geográfica, a delimitação da Área de Influência Direta – AID da UHE Itaocara refere-se à área do reservatório a ser formado com a construção do barramento e posterior alagamento e a APP, em faixa contínua de terras de 100 m além desta área alagada.

Os recursos minerais que suscitaram interesse para aproveitamento econômico na AID são referentes as seguintes substâncias: granulito, granito, areia, saibro, minério de ouro, minério de manganês, caulim e gnaisse. Esses materiais são utilizados, na maioria dos casos, para fins industriais, sobretudo, representados por rochas ornamentais ou britagem e na construção civil.

Foram identificadas, no momento de elaboração deste diagnóstico, 28 (vinte e oito) áreas requeridas junto ao DNPM para autorizações e concessões minerais que cruzam com a AID do empreendimento. Destes processos levantados foram encontrados: 16 em fase de autorização de pesquisa, 10 em fase de requerimento de pesquisa e 2 em disponibilidade. Os dados foram coletados no Banco de Dados SIGMINE/DNPM. Vale ressaltar que não consta neste banco de dados do DNPM registros de garimpos legalizados.

No **Quadro 4.1.3-12** são apresentados os processos minerários requeridos na AID do empreendimento. A espacialização dos polígonos das áreas minerárias está representada no **Mapa 2341-00-EIA-DE-2017-00 - Mapa de Títulos Minerários na AID** do Caderno de Mapas.

Quadro 4.1.3-12 - Processos Minerários na Área de Influência Direta da UHE Itaocara

Nº no mapa	Nº do processo	Fase	Requerente	Último evento	Substância	Uso	UF
01	890161/1997	autorização de pesquisa	MICHEL JOSÉ MASUR	178 - aut. pesq/notificação adm l pgto débito tah em 20/02/2009	granulito	não informado	RJ
02	890551/2003	autorização de pesquisa	LUIZ FABIANO BARROS MIRANDA	252 - aut pesq/prorrogação prazo exigência concedido em 05/03/2009	granito	industrial	RJ
03	890214/2003	autorização de pesquisa	LUIZ FABIANO BARROS MIRANDA	252 - aut pesq/prorrogação prazo exigência concedido em 13/03/2009	granito	industrial	RJ
04	832794/2004	autorização de pesquisa	GRAMIC GRANITOS E MÁRMORES LTDA.	255 - aut pesq/cumprimento exigência protocoli em 30/04/2008	granito	industrial	MG
05	890355/2004	autorização de pesquisa	VANETE MOURA PA PICOLI	252 - aut pesq/prorrogação prazo exigência concedido em 13/03/2009	granito	industrial	RJ
06	890356/2004	autorização de pesquisa	VANETE MOURA PA PICOLI	252 - aut pesq/prorrogação prazo exigência concedido em 13/03/2009	granito	industrial	MG
07	833752/2006	requerimento de pesquisa	MAPE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO E SERVIÇOS DE PIRAPETINGA LTDA.	135 - req pesq/cumprimento exigência protocoli em 19/01/2009	areia	construção civil	MG
08	890595/2006	requerimento de pesquisa	MAPE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO E SERVIÇOS DE PIRAPETINGA LTDA.	132 - req pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 16/02/2009	areia	construção civil	RJ
09	890251/2006	autorização de pesquisa	LUIZ CARLOS RIBEIRO PEREIRA	638 - aut pesq/auto infração multa-relatório pesq em 23/12/2008	areia	construção civil	RJ
10	890584/2006	autorização de pesquisa	GRANFER GRANITOS FERREIRA LTDA.-ME	794 - aut pesq/relatorio pesq positivo apresentado em 12/02/2009	granito	revestimento	RJ
11	832153/2004	autorização de pesquisa	JÕAO VICENTE CARLETI	588 - aut pesq/pagamento parcela déb tah efetuado em 12/12/2006	granito	industrial	MG
12	890459/2005	autorização de pesquisa	MARCOLAN MINERAÇÃO LTDA - EPP	251 - aut pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 10/02/2009	granito	industrial	RJ
13	890527/2007	requerimento de pesquisa	ALVARO ALEXANDRE GARIOLI	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 20/09/2007	granito	revestimento	RJ
14	890006/2008	requerimento de pesquisa	LUIZ CLÁUDIO SOARES E SILVA	131 - req pesq/exigência publicada em 24/07/2008	saibro	construção civil	RJ
15	890514/2008	requerimento de pesquisa	FÁBIO RODRIGO DE MELO REZENDE	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 06/10/2008	minério de ouro	industrial	

Nº no mapa	Nº do processo	Fase	Requerente	Último evento	Substância	Uso	UF
16	890085/2003	disponibilidade	JAKSON DEZAN ZAMPIROLI	662 - notificação adm pgto débito multa em 01/07/2008	granito	industrial	RJ
17	890133/2008	autorização de pesquisa	FÁBIO RODRIGO DE MELO REZENDE	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 30/01/2009	minério de ouro	industrial	RJ
18	890132/2008	autorização de pesquisa	FÁBIO RODRIGO DE MELO REZENDE	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 30/01/2009	minério de ouro	industrial	RJ
19	833354/2008	requerimento de pesquisa	FÁBIO RODRIGO DE MELO REZENDE	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 22/08/2008	minério de ouro	industrial	
20	890515/2008	requerimento de pesquisa	FÁBIO RODRIGO DE MELO REZENDE	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 06/10/2008	minério de ouro	industrial	
21	834387/2007	requerimento de pesquisa	VIDAL COMÉRCIO DE AREIA LTDA	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 05/11/2007	areia	construção civil	MG
22	834780/2007	requerimento de pesquisa	WALDIR BATISTA VELOSO	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 05/12/2007	minério de manganês	industrial	MG
23	830289/2008	requerimento de pesquisa	VILENICE OLIVEIRA CAMPOS DA SILVA	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 15/01/2008	minério de manganês	industrial	MG
24	831923/1999	autorização de pesquisa	RAPHAEL GRAMACHO CABREIRA	794 - aut pesq/relatorio pesq positivo apresentado em 15/08/2003	caulim	não informado	MG
25	830113/2004	autorização de pesquisa	SÍLVIO EDUARDO FERREIRA	251 - aut pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 11/04/2008	granito	industrial	MG
26	831965/2006	autorização de pesquisa	PRIS CRIS PEDRAS DECORATIVAS LTDA-ME	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 09/07/2008	gnaisse	pedra de talhe	MG
27	831980/2005	autorização de pesquisa	IUNAGRAL IUNA GRANITOS LTDA	795 - aut pesq/relatorio pesq negativo apresentado em 10/02/2009	minério de ouro	industrial	MG
28	833829/2006	disponibilidade	ANDERSON CLAISE FERREIRA	1340 - req pesq/área disponibilidade -art 26 em 13/02/2009	granito	pedra de talhe	MG

Fonte: SIGMINE/DNPM, 2009.

As atividades minerárias relacionadas no quadro acima poderão sofrer interferências e/ou alterações com a implantação do empreendimento. Da mesma forma, quaisquer outras atividades de mineração futuras ocorrentes na AID são passíveis de restrições ou impedimentos com o início do funcionamento da UHE Itaocara. Em função das atividades minerárias requeridas junto ao rio Paraíba do Sul neste trecho de sua calha coincidirem com a área que vem sendo estudada para a implantação do reservatório, a questão da exploração destas áreas com jazimentos minerais vem apresentando um elevado interesse comercial e territorial, o que acaba por dificultar as negociações junto aos proprietários rurais locais. Dessa maneira, serão estudadas alternativas de proposição de acordos para compensar os investimentos realizados anteriormente.

A apresentação desses dados de processos minerários justifica-se também pela necessidade de neutralizar ou minimizar as interferências que porventura ocorram nas áreas em concessão pelo DNPM, sendo, portanto, elaboradas futuramente diretrizes para o processo de assinatura dos termos de renúncia que estiverem com os títulos minerários atualizados no DNPM, conforme recomendado no Programa de Gestão de Interferência com as Atividades Minerárias.

Foram realizadas, portanto, consultas no banco de dados do GEOBANK/CPRM com o intuito de se identificar pontos com recursos minerários catalogados na AII para fins de aproveitamento. No **Quadro 4.1.3-13** são apresentados os pontos dos recursos minerários identificados na AII do empreendimento. A localização destes pontos está representada no **Mapa 2341-00-EIA-DE-2018-00 - Mapa de Recursos Minerários na AII** do Caderno de Mapas.

Quadro 4.1.3-13 - Recursos Minerários na Área de Influência Indireta da UHE Itaocara

Nº.	Data de cadastro	Substância	Uso	Município	UF
01	26/10/2003	Granito	Construção civil	Pirapetinga	MG
02	26/10/2003	Granito	Construção civil	Pirapetinga	MG
03	26/10/2003	Grafita	Rochas e minerais industriais	Pirapetinga	MG
04	26/10/2003	Mármore	Rochas e minerais industriais	Pirapetinga	MG
05	25/10/2003	Manganês	Metais ferrosos	Volta Grande	MG
06	24/09/2003	Manganês	Metais ferrosos	Volta Grande	MG
07	24/11/2006	Gnaisse	Construção civil	Leopoldina	MG
08	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Itaocara	RJ
09	25/11/2001	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Itaocara	RJ
10	24/11/2006	Mármore	Construção civil	Itaocara	RJ
11	24/11/2006	Calcário	Construção civil	Itaocara	RJ
12	24/11/2006	Mármore	Construção civil	Itaocara	RJ
13	24/11/2006	Calcário	Construção civil	Itaocara	RJ
14	24/11/2001	Mármore	Construção civil	Itaocara	RJ

Nº.	Data de cadastro	Substância	Uso	Município	UF
15	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Itaocara	RJ
16	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Itaocara	RJ
17	24/11/2006	Mármore	Construção civil	Itaocara	RJ
18	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
19	24/11/2006	Calcário	Construção civil	Cantagalo	RJ
20	24/11/2006	Calcita	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
21	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
22	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
23	24/11/2006	Turmalina	Gemas	Cantagalo	RJ
24	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
25	24/11/2006	Berílio	Gemas	Cantagalo	RJ
26	24/11/2006	Calcário	Construção civil	Cantagalo	RJ
27	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
28	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
29	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ
30	24/11/2006	Feldspato	Rochas e minerais industriais	Cantagalo	RJ

Fonte: GEOBANK/CPRM, 2010.

Observa-se que algumas substâncias cujos títulos minerários serão afetados pela implantação do reservatório estão contemplados em pontos identificados como potenciais para uso minerários ocorrentes na AII como granito, minério de manganês e gnaisse. Contudo, as substâncias minério de ouro, caulim e areia que estão presentes na AID não estão, a princípio, demonstradas no levantamento realizado para a AII. Por outro lado, foram identificados na AII pontos para aproveitamento de recursos minerais de substâncias diversas e aparentemente não catalogados na AID como: grafita, mármore, feldspato, calcário, turmalina, berílio e calcita.

Cabe informar por fim que, conforme apresentado no **item 2.2.1.2**, já foi solicitado ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, o bloqueio de interferências minerárias na Área de Influência Direta do empreendimento (Carta Itaocara Energia nº 009/2009).