



**USINA HIDRELÉTRICA ITAOCARA S.A.**

UHE Itaocara I  
Rio Paraíba do Sul - RJ/MG

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

**VOLUME II - DIAGNÓSTICO DO  
MEIO FÍSICO**

**BPI\_IOA\_EIA\_VOL II**

**NOVA LIMA  
JUNHO 2019**

# USINA HIDRELÉTRICA ITAOCARA S.A.

UHE Itaocara I

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

VOLUME II

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO

BPI\_IOA\_EIA\_VOL.II rev00

ITAOCARA/RJ  
JUNHO 2019

# UHE ITAOCARA I

## ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

**EMPREENDIMENTO:**

**UHE ITAOCARA I - Rio Paraíba do Sul - RJ/MG**

**VOLUME II  
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO**

**BPI\_IOA\_EIA\_VOL.II rev00**

**ITAOCARA/RJ  
JUNHO 2019**

CLASSIF.	00	14/06/2019	Emissão Inicial	ECO	HSV	RCJ
	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.





---

## EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

---

**Razão Social:**

**USINA HIDRELÉTRICA ITAOCARA S.A.**

---

**Representante legal:**

Antônio Carlos Borges Batista (Diretor-Presidente e Socioambiental)

**Contato Técnico:**

(21) 2233 8457 / e-mail: acborges@uheitaocara.com.br

**Endereço:**

Avenida Marechal Floriano, n. 168, 2º Andar, Corredor D – Bloco 1 – Centro – Rio de Janeiro / RJ –  
CEP 20.080-002

---

CNPJ:23.859.108/0001-30

CTF/IBAMA: 6.712.289

---

---

## EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO

---

**Razão Social:**

**BIOCEV SERVIÇOS DE MEIO AMBIENTE LTDA.**

---

**Responsáveis Legais:**

**Carlos Eduardo Alencar Carvalho**

Biólogo, Mestre em Zoologia de Ambientes Impactados (CRBio 30.538/04-D)

**Redelvim Dumont Neto**

Médico Veterinário, Mestre em Aquicultura em águas continentais e Pós-graduado em Gestão de Projetos (CRMV/MG 14178)

---

**Endereço:**

Rua Ministro Orozimbo Nonato, 215, 11º andar – Vila da Serra

CEP 34.006-053 – Nova Lima – MG - Brasil

Tel./Fax: (31) 3293-5163 / 3296-3872

E mail: info@biocev.net

Site: www.biocev.net

---

CNPJ: 07.080.828/0001-46

Inscrição Estadual: Isenta | Inscrição Municipal: 13.086.455

CREA/MG: 36.764

CTF/IBAMA: 994.767

---



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>TERMO DE REFERÊNCIA IBAMA – LISTA DE CHECAGEM .....</b>	<b>19</b>
<b>1 - GEOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII).....</b>	<b>21</b>
1.1.1 - Característica Regional .....	21
1.1.2 - Aspectos Geológicos Regionais.....	21
1.1.2.1 - Domínio Juiz de Fora (Terreno Ocidental) .....	23
1.1.2.2 - Domínio Paraíba do Sul (Terreno Central) .....	25
1.1.2.3 - Domínio Cambuci (Terreno Central) .....	26
1.1.2.4 - Domínio Costeiro (Terreno Oriental) .....	27
1.1.2.5 - Domínios Italva (Terreno Oriental) .....	27
1.1.2.6 - Coberturas Fanerozoicas.....	28
1.1.3 - Geologia Estrutural .....	29
1.1.3.1 - Evento Neoproterozoico-Cambriano .....	30
1.1.3.2 - Evento Meso-Cenozoico.....	30
<b>1.2 - GEOLOGIA LOCAL E UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) .....</b>	<b>31</b>
1.2.1 - Unidades Proterozoicas .....	32
1.2.1.1 - Unidades Paleoproterozoicas .....	32
1.2.1.2 - Unidades Neoproterozoicas.....	32
1.2.2 - Unidades Cenozoicas .....	32
1.2.2.1 - Unidades lito-estratigráficas Neogênicas.....	32
<b>2 - GEOMORFOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 - Introdução .....</b>	<b>33</b>
2.1.1 - Domínio 1: Morros Baixos.....	33
2.1.2 - Domínio 2: Morros Altos.....	34
2.1.3 - Domínio 3: Planícies de Inundação e Terraços Associados.....	35
2.1.4 - Domínio 4: Cristas Isoladas e Serras Baixas .....	35
2.1.5 - Domínio 5: Colinas .....	36
<b>3 - ASPECTOS GEOTÉCNICOS E PROCESSOS EROSIVOS.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....</b>	<b>36</b>
3.1.1 - TIPOS DE MOVIMENTOS DE MASSA .....	38
<b>3.2 - AVALIAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DA AII/AID/ADA .....</b>	<b>39</b>
3.2.1 - Estabilidade Geológica das Ombreiras da Barragem .....	41
3.2.2 - Estabilidade Geológica das Encostas da Área do Reservatório Após Enchimento .....	41
<b>4 - PEDOLOGIA E USO DO SOLO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 - ATRIBUTOS DIAGNÓSTICOS .....</b>	<b>44</b>
4.3.1 - Contato Lítico .....	44
4.3.2 - Atividade da argila .....	44
4.3.3 - Saturação por bases.....	44
4.3.4 - Horizontes Diagnósticos Superficiais .....	44
4.3.5 - Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais .....	45
4.3.6 - Grupamentos de Classes de Textura .....	46
4.3.7 - Grupamentos de Classes de Drenagem .....	46
4.3.8 - Fases .....	47
4.3.9 - Relevo .....	47
<b>4.4 - DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLO.....</b>	<b>47</b>
4.4.1 - Argissolo Vermelho distrófico e eutrófico (PVd e PVe) .....	48
4.4.2 - Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e eutrófico (PVAd e PVAe) .....	48
4.4.3 - Cambissolo Háptico Tb distrófico (CXbd) .....	49

4.4.4 -	Gleissolo Háplico eutrófico (GXve) .....	50
4.4.5 -	Latossolo Amarelo distrófico (LAd) .....	51
4.4.6 -	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd) .....	52
4.4.7 -	Neossolo Flúvico Tb distrófico (RYbd) .....	53
4.4.8 -	Neossolo Litólico Tb Distrófico (RLd) .....	54
4.4.9 -	Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVe) .....	55
4.4.10 -	Afloramento Rochoso .....	55
4.4.11 -	Composição das Unidades de Mapeamento .....	56
<b>4.5 -</b>	<b>SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO PERMANENTE</b> .....	<b>61</b>
4.5.1 -	Aspectos Metodológicos .....	61
4.5.2 -	Suscetibilidade à Erosão das Unidades .....	62
4.5.3 -	Resultados e Discussões .....	66
<b>4.6 -</b>	<b>FOCOS EROSIVOS - AID</b> .....	<b>68</b>
4.6.1 -	Área de Influência Indireta (All) .....	68
4.6.1.1 -	Erosão Laminar .....	68
4.6.1.2 -	Movimento de Massa Rotacional .....	69
4.6.1.3 -	Erosão concentrada em sulcos .....	69
4.6.2 -	Área de Influência Direta (AID) .....	70
<b>4.7 -</b>	<b>APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS</b> .....	<b>74</b>
4.7.1 -	Aspectos Metodológicos .....	74
4.7.2 -	Aptidão Agrícola das Terras na All da UHE Itaocara I .....	77
4.7.3 -	Resultados e discussões .....	81
<b>5 -</b>	<b>INTERFERÊNCIAS MINERÁRIAS</b> .....	<b>81</b>
5.1 -	INTRODUÇÃO .....	81
5.2 -	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	82
5.3 -	RESULTADOS – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (All) .....	83
5.4 -	RESULTADOS – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) .....	98
5.5 -	EXPLORAÇÕES MINERÁRIAS INFORMAIS .....	101
5.6 -	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	102
5.7 -	APÊNDICES .....	103
<b>6 -</b>	<b>SISMOLOGIA</b> .....	<b>103</b>
6.1 -	INTRODUÇÃO .....	103
6.2 -	OBJETIVO .....	104
6.3 -	METODOLOGIA .....	104
6.4 -	DIAGNÓSTICO SISMOLÓGICO SECUNDÁRIO .....	104
6.4.1 -	Catálogo de Sismos na Região Sudeste Brasileira e na Área de Estudo da Bacia do Rio Paraíba do Sul .....	106
6.4.2 -	Ocorrências de Sismos na Área de Estudo das Ottobacias do Rio Paraíba Do Sul .....	113
6.5 -	Considerações Finais .....	114
<b>7 -</b>	<b>ESPELEOLOGIA</b> .....	<b>115</b>
7.1 -	INTRODUÇÃO .....	115
7.2 -	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	115
7.3 -	Objetivo .....	116
7.4 -	Legislação RELACIONADA - Espeleologia .....	116
7.5 -	Resultados da Avaliação do Potencial Espeleológico .....	121
7.6 -	Considerações finais .....	125
<b>8 -</b>	<b>PALEONTOLOGIA</b> .....	<b>126</b>
8.1 -	INTRODUÇÃO .....	126
8.2 -	OBJETIVO .....	127
8.3 -	LEGISLAÇÃO RELACIONADA – PALEONTOLOGIA .....	127
8.3.1 -	Constituição Federal de 1988 .....	127
8.4 -	ÁREA DE ESTUDO DA PALEONTOLOGIA NO EMPREENDIMENTO UHE ITOCARA I .....	128
8.5 -	METODOLOGIA EMPREGADA .....	128
8.6 -	POTENCIAL PALEONTOLÓGICO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA AID .....	129

<b>8.7 - Conclusões.....</b>	<b>129</b>
<b>9 - CLIMATOLOGIA.....</b>	<b>130</b>
<b>9.1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>130</b>
<b>9.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>130</b>
<b>9.3 - CONCEITUAÇÃO SOBRE FENÔMENOS CLIMÁTICOS.....</b>	<b>132</b>
9.3.1 - Circulação Geral da Atmosfera.....	133
9.3.2 - Zona de Convergência Intertropical e Massas de Ar Atmosférico.....	134
9.3.3 - Sistemas Convectivos de Escala Regional.....	137
9.3.4 - <i>El Niño e La Niña</i> .....	138
9.3.5 - Nível Ceráunico.....	143
<b>9.4 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO SUDESTE.....</b>	<b>147</b>
<b>9.5 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII).....</b>	<b>150</b>
<b>9.6 - PARÂMETROS METEOROLÓGICOS ATUANTES (AII).....</b>	<b>151</b>
9.6.1 - Pressão Atmosférica.....	151
9.6.2 - Temperatura do Ar.....	153
9.6.3 - Umidade Relativa do Ar.....	155
9.6.4 - Evaporação e Evapotranspiração Total.....	157
9.6.5 - Chuvas: Precipitação e Pluviometria.....	159
9.6.6 - Insolação.....	160
9.6.7 - Nebulosidade.....	161
9.6.8 - Ventos.....	162
9.6.9 - Balanço Hídrico Climatológico.....	164
<b>9.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>168</b>
<b>10 - RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>168</b>
<b>10.1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>168</b>
<b>10.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>169</b>
<b>10.3 - CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA.....</b>	<b>173</b>
<b>10.4 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E SUA REDE HIDROGRÁFICA.....</b>	<b>173</b>
10.4.1 - Afluentes Principais.....	175
10.4.2 - Distribuição das Nascentes.....	176
10.4.3 - Regime Fluvial da Bacia do Rio Paraíba do Sul.....	177
10.4.3.1 - Regime Fluvial e Pluvial na AII e entorno.....	178
10.4.3.2 - Regime Fluvial Sazonal na AII e entorno.....	179
10.4.4 - Estudos Hidrológicos.....	181
10.4.4.1 - Vazões Médias Mensais Naturais e Artificiais.....	181
10.4.4.2 - Vazões Máximas.....	181
10.4.4.3 - Vazões Máximas de Estiagem.....	182
10.4.4.4 - Vazões Mínimas.....	182
<b>10.5 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO AO RESERVATÓRIO.....</b>	<b>183</b>
10.5.1 - Área de Drenagem e Perímetro.....	183
10.5.2 - Índice de Conformação.....	183
10.5.3 - Índice de Compacidade.....	184
10.5.4 - Densidade de Drenagem.....	184
10.5.5 - Extensão Média do Escoamento Superficial.....	185
10.5.6 - Declividade.....	185
10.5.7 - Tempo de Concentração.....	186
10.5.8 - Resumo das Características Fisiográficas da Bacia.....	186
<b>10.6 - COMITÊS DE BACIA ATUANTES NA REGIÃO.....</b>	<b>187</b>
<b>10.7 - USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA NA BACIA.....</b>	<b>188</b>
10.7.1 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Abastecimento Humano (Urbano e Rural).....	189
10.7.2 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Indústria.....	191
10.7.3 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Irrigação.....	192
10.7.4 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Pecuária (Dessedentação Animal).....	193

<b>10.8 - USOS NÃO CONSUNTIVOS DA ÁGUA NA BACIA .....</b>	<b>194</b>
10.8.1 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Energia Elétrica .....	194
10.8.2 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Turismo .....	198
10.8.3 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Navegabilidade .....	198
<b>10.9 - QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>199</b>
10.9.1 - Ocorrências de Acidentes e Qualidade da Água .....	202
<b>10.10 - BALANÇO HÍDRICO .....</b>	<b>203</b>
10.10.1 - Modelagem Hídrica para Diferentes Tempos de Recorrência .....	210
<b>10.11 - CORPOS HÍDRICOS E ILHAS FLUVIAIS .....</b>	<b>212</b>
<b>10.12 - POTENCIAL POLUIDOR.....</b>	<b>220</b>
10.12.1 - Cadastros de Usuários de Recursos Hídricos .....	220
10.12.2 - Esgotamento Sanitário Domiciliar .....	221
10.12.3 - Atividades Minerárias .....	224
<b>10.13 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA .....</b>	<b>225</b>
<b>10.14 - HIDROGEOLOGIA E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....</b>	<b>228</b>
10.14.1 - Caracterização dos Sistemas Aquíferos .....	230
10.14.1.1 - Sistema Barrreiras .....	230
10.14.1.2 - Sistema Fraturado Centro-Sul (Cristalino).....	230
10.14.1.3 - Sistema Litorâneo Nordeste/Sudeste.....	231
10.14.1.4 - Sistema Taubaté .....	231
10.14.1.5 - Sistema Resende .....	232
10.14.1.6 - Sistema Volta Redonda .....	232
10.14.1.7 - Sistema São Paulo .....	232
10.14.2 - Disponibilidade Hídrica dos Sistemas Aquíferos .....	232
10.14.3 - Poços e Poços Rimas (Piezômetros).....	235
<b>10.15 - HIDROSEDIMENTOLOGIA.....</b>	<b>236</b>
10.15.1 - Dados Básicos .....	236
10.15.2 - Considerações Sobre Equilíbrio Morfodinâmico .....	237
10.15.3 - Fatores Intervenientes na Geração de Sedimentos.....	239
10.15.4 - Produção de Sedimentos .....	239
10.15.4.1 - Considerações Regionais .....	239
10.15.4.2 - Dados Locais .....	242
10.15.4.3 - Descarga Sólida .....	244
10.15.5 - Granulometria do Material em Suspensão e de Fundo/Arraste.....	246
<b>11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>249</b>
<b>11.1 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNIA, ESPELEOLOGIA, PALEONTOLOGIA E SISMOLOGIA.....</b>	<b>249</b>
11.1.1 - Sites.....	251
<b>11.2 - PEDOLOGIA.....</b>	<b>252</b>
<b>11.3 - RECURSOS MINERÁRIOS .....</b>	<b>253</b>
<b>11.4 - RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>256</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Domínios tectônicos da Faixa Ribeira Setentrional e Central com enfoque no retângulo azul onde aproximadamente encontra-se a All do Empreendimento UHE Itaocara I. Fonte: Adaptado de Heilbron et al., 2013. ....	23
Figura 2: Complexo Juiz de Fora: (a) Ultramilonito em rocha granulítica. Laje na margem de rodovia não pavimentada na margem direita do Rio Paraíba do Sul e (b) variedade ultramilonítica e leucocrática explorada como pedra de revestimento denominada "Pedra Madeira". Data: 26-29/01/2019. ....	24
Figura 3: Granitóide Rio do Turvo: Megacristais centimétricos de feldspato arredondado e granada típicos do Granitoide Rio do Turvo. Laje na ombreira direita da barragem ao lado da Ilha Serena. Data: 26-29/01/2019. ....	24
Figura 4: Grupo Andrelândia: (a) Leucossoma com granada em granada biotita gnaiss bandado do Grupo Andrelândia. Fazenda Lagoa Bonita; (b) Granada biotita gnaiss bandado protomilonítico próximo à Serra do Bonfim. Data: 26-29/01/2019. ....	25
Figura 5: Complexo Quirino: (a) Bandas de leucossoma com granada e bandas de mesossoma rico em biotita. Ponte sobre o Rio Pirapetinga; (b) Hornblenda-biotita gnaiss com leucossoma rico em hornblenda. Amostra obtida em corte da BR 116 a sul de Leopoldina. Data: 26-29/01/2019. ....	25
Figura 6: Suite Serra da Bolívia: (a) Bandas leucocráticas e mesocráticas milonitizadas de ortognaiss da unidade. Margem direita do Rio Paraíba do Sul a montante da Barragem; (b) Bandas máficas em ortognaiss da unidade. Data: 26-29/01/2019. ....	26
Figura 7: Grupo Bom Jesus de Itabapoana: biotita granada gnaiss com bandas contínuas e rompidas de anfíbolito, zona urbana de Aperibé. Data: 26-29/01/2019. ....	27
Figura 8: Grupo Italva: (a) Unidade São Joaquim, bandamento composicional primário em mármore da unidade. (b) Cavidades de dissolução em mármore da Unidade São Joaquim na Serra do Cândido. Vista a partir da RJ152 a sul de Laranjais. Data: 26-29/01/2019. ....	28
Figura 9: Perfil de encosta com rampa de colúvio (esquerda) e planície aluvial com depósito argiloso (centro e direita). Em primeiro plano topo rochoso aplainado. Fazenda Lagoa Bonita. Data: 26-29/01/2019. ....	29
Figura 10: Rampas de tálus depositadas na base da crista rochosa da Suíte Serra da Bolívia. Data: 26-29/01/2019. ....	29
Figura 11: Gráben de Itaocara segundo Tupinambá et al., (2003) 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). ....	31
Figura 12: Aspecto dos morros baixos e colinas associadas à planícies de inundação do Rio Paraíba do Sul. Data: 26-29/01/2019. ....	34
Figura 13: Aspecto dos morros altos no médio curso do Rio Pirapetinga e seus afluentes. As encostas já apresentam considerável declividade. Detalhe para a planície aluvial represada entre os morros locais. Data: 26-29/01/2019. ....	34
Figura 14: Planície aluvial conformando um ambiente deposicional que se espalha entre os demais domínios geomorfológicos. Data: 26-29/01/2019. ....	35
Figura 15: Serras baixas alinhadas por litologias mais resistentes. Nota-se a dinâmica erosiva dos desprendimentos de blocos dos afloramentos rochosos comuns nas vertentes. Data: 26-29/01/2019. ....	35
Figura 16: Ambiente de colinas identificados ao longo da All e AID do empreendimento. Data: 26-29/01/2019. ....	36
Figura 17: Cicatriz de escorregamento rotacional em ambiente de colinas com perfil de intemperismo profundo. Data: 26-29/01/2019. ....	40
Figura 18: Perfil de Argissolo Vermelho distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado. (UTM: 791925/7598616). Data: 26/01/2019. ....	48
Figura 19: Ambiente de ocorrência do Argissolo Vermelho distrófico. Data: 26/01/2019. ....	48

Figura 20: Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo, A moderado, textura média, relevo suave ondulado (UTM: 787562 / 7597579). Data: 26/01/2019. ....	49
Figura 21: Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo, A moderado, textura média, relevo suave ondulado (UTM: 787562 / 7597579). Data: 26/01/2019. ....	49
Figura 22: Perfil de Cambissolo Háptico Tb distrófico, A fraco, textura média e arenosa, relevo ondulado (UTM: 763845 / 7607531). Data: 28/01/2019. ....	50
Figura 23: Ambiente de ocorrência do Cambissolo Háptico Tb distrófico no ambiente de relevo acima da linha tracejada. Data: 28/01/2019. ....	50
Figura 24: Perfil de Gleissolo Háptico, A moderado, textura argilo-arenosa, relevo suave ondulado (UTM: 796413 / 7602430). Data: 27/01/2019. ....	51
Figura 25: Ambiente de ocorrência do Gleissolo Háptico Tb distrófico. Data: 27/01/2019.....	51
Figura 26: Perfil de Latossolo Amarelo distrófico, A proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado (UTM: 768915 / 4603546). Data: 28/01/2019. ....	52
Figura 27: Ambiente de ocorrência do Latossolo Amarelo distrófico. Data: 28/01/2019. ....	52
Figura 28: Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado. (UTM: 768915 / 4603546). Data: 28/01/2019. ....	53
Figura 29: Ambiente de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Data: 28/01/2019. ....	53
Figura 30: Perfil de Neossolo Flúvico Tb distrófico, textura arenosa, relevo plano (UTM: 785981 / 7597037). Data: 26/01/2019. ....	54
Figura 31: Ambiente de ocorrência do Neossolo Flúvico Tb distrófico abaixo da linha tracejada. Data: 26/01/2019.....	54
Figura 32: Perfil de Neossolo Litólico Tb distrófico A moderado, fase pedregosa, textura argilo-arenosa, montanhoso (UTM: 796794 / 7596398). Data: 26/01/2019. ....	55
Figura 33: Ambiente de ocorrência do Neossolo Litólico Tb distrófico em um dos lineamentos serranos na All do empreendimento. Data: 26/01/2019.....	55
Figura 34: Ocorrência de Afloramentos Rochosos na All da UHE Itaocara I – Visada para a Serra da Bolívia. Data: 27/01/2019. ....	56
Figura 35: Percentual das áreas de suscetibilidade à erosão da All do empreendimento. ....	66
Figura 36: Lineamento serrano com presença de movimentos de massa gravitacionais nas encostas, destaque em vermelho. Data: 28/01/2019.....	67
Figura 37: Depósitos de tálus ao longo das encostas. Data: 27/01/2019. ....	67
Figura 38: Processo de ravinamento ocorrendo na encosta, induzido por corte no talude para construção civil. Data: 27/01/2019. ....	68
Figura 39: Processo de voçorocamento na encosta em Latossolo Vermelho Amarelo. Data: 27/01/2019. ..	68
Figura 40: Erosão laminar identificada na campanha de campo. Data: 27/01/2019.....	69
Figura 41: Movimento de massa do tipo rotacional (slump) identificado na campanha de campo. Data: 27/01/2019.....	69
Figura 42: Erosão concentrada em sulcos identificada na All do empreendimento. Data: 28/01/2019.....	70
Figura 43: Categorias dos processos erosivos preexistentes identificados na ADA/AID da UHE Itaocara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, 2017.....	70
Figura 44: Focos erosivos preexistentes caracterizados na ADA/AID da UHE Itaocara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, out/2017.....	72
Figura 45: Mapeamento de focos erosivos preexistentes identificados na ADA/AID da UHE Itaocara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, out/2017.....	73
Figura 46: Detalhe do mapeamento de focos erosivos preexistentes nas região do eixo do barramento e canteiro de obras da UHE Itaocara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, out/2017. ...	74
Figura 47: Relação da aptidão agrícola das terras e percentual de ocupação na All da UHE Itaocara I. ....	81
Figura 48: Distribuição das substâncias requeridas junto a ANM na All da UHE Itaocara I.....	84
Figura 49: Situação legal junto a ANM dos processos minerários inseridos na All da UHE Itaocara I.....	85



Figura 50: Processos Minerários na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM, 2019.....	97
Figura 51: Processos Minerários na All da UHE Itaipava. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM, 2019.....	97
Figura 52: Substâncias requeridas junto a ANM inseridas na AID da UHE Itaipava I.....	98
Figura 53: Situação legal dos processos minerários inseridos na All. ....	98
Figura 54: Processos Minerários na ADA da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM, 2019.....	101
Figura 55: Mapa de Boleitudes na Escala Richter maior que 3,0 dos sismos registrados no Brasil por meio de dados de ocorrências históricas. Fonte: Observatório Sismológico da UnB [s.d.].....	105
Figura 56: Localização da rede sismográfica na região do empreendimento e de ocorrência de Sismos na região entre 1724 e 2013. Fonte RSBR, 2019.....	106
Figura 57: Relação entre o número de sismos registrados entre 2001 e 2013 na região sudeste brasileira (em X) e a intensidade (em Y). Fonte: Banco de dados na Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) e catálogo do Observatório Sismológico da UnB, 2019. ....	114
Figura 58: Mapa de potencialidade espeleológica do Brasil na escala de 1:28.000.000. Fonte: IBGE e CECAV/ICMBio, 2012. ....	122
Figura 59: Mapa imagem das cavidades identificadas em relação às AID/ADA da UHE Itaipava I.....	124
Figura 60: Presença de cavidade em mármore calcítico na Serra do Cândido. ....	125
Figura 61: Cavidades em afloramentos fraturados na Serra do Cândido.....	125
Figura 62: Cavidades na média encosta da Serra do Cândido.....	125
Figura 63: Localização das estações climáticas selecionadas no entorno da Área de Influência Indireta da UHE Itaipava I.....	132
Figura 64: Representação esquemática dos sistemas atmosféricos na baixa e alta troposfera atuantes na América do Sul. Fonte: Adaptado de Satyamurty et al., 1998:125. ....	133
Figura 65: Circulação geral da atmosfera terrestre (média anual entre 1980 e 2008) próxima à superfície com base em dados obtidos da reanálise do NCEP/NCAR. Fonte: Kalnay et al., 1996, apud Reboita et al., 2012. ....	134
Figura 66: Representação da ZCIT e ZCAS a partir de imagem de satélite. Fonte: Adaptado de G1 GLOBO (2011). ....	135
Figura 67: Representação do comportamento das Massas de Ar atuantes na América do Sul. Fonte: Colégio QI, apud, Educação.Globo, s.d.....	136
Figura 68: Sistemas de circulação no Pacífico sob condições normais e sob influência do fenômeno EL Niño. Fonte: INPE ([s.d.].....	139
Figura 69: Efeitos globais do EL Niño durante os meses de verão e inverno. Fonte: INPE ([s.d.].....	140
Figura 70: Sistemas de circulação no Pacífico sob condições normais e sob influência do La Niña. Fonte: INPE ([s.d.].....	140
Figura 71: Efeitos globais do La Niña durante os meses de verão e inverno. Fonte: INPE ([s.d.].....	141
Figura 72: Eventos de EL Niño e La Niña na região NINO 3-Oceano Atlântico com base na temperatura da superfície do mar (TSM). Fonte: INPE ([s.d.].....	143
Figura 73: Formação da corrente elétrica do raio. Fonte: INPE ([s.d.].....	144
Figura 74: Densidade de descargas atmosféricas por município entre 2005 e 2010. Fonte: INPE, 2019. ....	147
Figura 75: Distribuição das tipologias climáticas baseadas no sistema de classificação de Köppen na Região Sudeste. Fonte: ALVARES et al., 2013. ....	149
Figura 76: Distribuição das tipologias climáticas baseadas no sistema de classificação de Köppen na All da UHE Itaipava I. Fonte: ALVARES et al., 2013. ....	150
Figura 77: Esquema representativo do deslocamento das massas de ar quando da diferenciação da pressão atmosférica.....	152
Figura 78: Pressão Atmosférica (ao Nível do Barômetro) das estações selecionadas (1981–2010). ....	152

Figura 79: Temperatura Média Compensada das estações selecionadas (1981–2010). Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	154
Figura 80: Temperatura Máxima Absoluta (°C) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	154
Figura 81: Temperatura Mínima Absoluta (°C) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	155
Figura 82: Umidade Relativa do Ar (%) das estações selecionadas (1981–2010).Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	156
Figura 83: Evaporação Total (mm) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	158
Figura 84: Evapotranspiração Potencial (mm) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	158
Figura 85: Precipitação Acumulada (mm) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	160
Figura 86: Insolação Total (horas) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	161
Figura 87: Nebulosidade (décimos) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	162
Figura 88: Intensidade do Vento (m.s <sup>-1</sup> ) das estações selecionadas (1981–2010). Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	164
Figura 89: Balanço Hídrico Climatológico da estação Cordeiro. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	165
Figura 90: Balanço Hídrico Climatológico da estação Itaperuna. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	166
Figura 91: Balanço Hídrico Climatológico da estação Santo Antônio de Pádua. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	166
Figura 92: Balanço Hídrico Climatológico da estação Coronel Pacheco. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	167
Figura 93: Balanço Hídrico Climatológico da estação Juiz de Fora. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	167
Figura 94: Balanço Hídrico Climatológico da estação Muriaé. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].....	168
Figura 95: Localização das estações fluviométricas em relação à Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.....	170
Figura 96: Localização das estações pluviométricas em relação à Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.....	171
Figura 97: Estações selecionadas da Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água (RNQA). Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.....	172
Figura 98: Divisão hidrográfica nacional tendo conforme Resolução n. 32, de 15/10/2003. Fonte: BRASIL, 2003.....	173
Figura 99: Sub-bacias Hidrográficas da bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2012.....	175
Figura 100: Principais afluentes do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2010.....	176
Figura 101: Distribuição das Nascentes na AII da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2010.....	177
Figura 102: Acompanhamento das vazões na estação Três Irmãos.Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018.....	180

Figura 103: Acompanhamento das vazões na estação Volta Grande.Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018. ....	180
Figura 104: Acompanhamento das vazões na estação Fazenda da Barra. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018. ....	180
Figura 105: Frequência de vazões médias de sete dias no Rio Paraíba do Sul no local da UHE Itaipava I. Fonte: SPEC, 2014, apud VLB Engenharia, 2016. ....	182
Figura 106: Comitês de Bacias Hidrográficas atuantes na bacia do rio Paraíba do Sul.Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2014. ....	187
Figura 107: Demandas Hídricas (m <sup>3</sup> /s) por tipologia de usuário na Bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEIVAP, 2014. ....	189
Figura 108: Demandas consuntivas pelo uso da água: vazão retirada para uso urbano (m <sup>3</sup> /s).Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	190
Figura 109: Demandas consuntivas pelo uso da água: vazão retirada para uso rural (m <sup>3</sup> /s).Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	191
Figura 110: Demandas consuntivas pelo uso da água: vazão retirada para uso industrial (m <sup>3</sup> /s).Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	192
Figura 111: Demandas consuntivas pelo uso da água: vazão retirada para irrigação (m <sup>3</sup> /s). Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	193
Figura 112: Demandas consuntivas pelo uso da água: vazão retirada para dessedentação animal (m <sup>3</sup> /s). Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	194
Figura 113: Balanço Hídrico Quantitativo: Índice de Disponibilidade Hídrica (IDU) na bacia do Rio Paraíba do Sul. ....	204
Figura 114: Balanço Hídrico Quantitativo: Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD) na AII da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015. ....	205
Figura 115: Balanço Hídrico Qualitativo: Índice de Qualidade das Águas (IDQ) na bacia do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015. ....	206
Figura 116: Balanço Hídrico Qualitativo: Índice de Qualidade das Águas (IDQ) na AII da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015. ....	207
Figura 117: Marcas de Inundação para um período de recorrência de 2 anos. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e ANA, 2011. ....	211
Figura 118: Marcas de Inundação para um período de recorrência de 500 anos. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e ANA, 2011. ....	211
Figura 119: Distribuição das ilhas ao longo do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e IBGE, 2017. ....	215
Figura 120: Distribuição das ilhas relacionadas à AII da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e IBGE, 2017. ....	216
Figura 121: Distribuição das ilhas relacionadas à ADA da UHE Itaipava I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, 2017. ....	217
Figura 122: Estruturas Hídricas na Bacia do rio Paraíba do Sul - Estações de Tratamento de Esgoto.Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2016. ....	221
Figura 123: Distribuição de domicílios em 2010 com estruturas inadequadas de esgotamento sanitário. .	223
Figura 124: Distribuição de domicílios em 2010 com estruturas inadequadas de esgotamento sanitário – Situação na AII do empreendimento. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, 2010. ....	224
Figura 125: Demandas Hídricas (m <sup>3</sup> /s) por tipologia de usuário na AII da UHE Itaipava I. Fonte: ANA, 2019. ....	226
Figura 126: Captações outorgadas na Bacia do rio Paraíba do Sul e da AII da UHE Itaipava I entre 2001 e 2018. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ANA, 2019. ....	228
Figura 127: Sistemas Aquíferos na Bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ANA, 2013. ....	230

Figura 128: Poços na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CPRM, 2019. ....	235
Figura 129: Gênese e transporte de sedimentos nas bacias hidrográficas. Fonte: Potamos, 2009. ....	237
Figura 130: Representação esquemática da equação de equilíbrio morfodinâmico (Equação de Lane). Fonte: Potamos, 2009. ....	238
Figura 131: Localização das estações sedimentométricas em relação aos reservatórios existentes. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e SIGEL, 2018. ....	241
Figura 132: Localização das estações sedimentométricas com dados disponíveis. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de HIDROGEST, 2011; SPEC, 2014; HAC, 2014; CONSTRUFAN, 2016. ....	243
Figura 133: Relação entre as descargas sólidas em suspensão e descargas líquidas na região de implantação da UHE Itaipava I. ....	244
Figura 134: Relação entre as descargas sólidas totais e descargas líquidas na região de implantação da UHE Itaipava I. ....	245
Figura 135: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaipava II Porto do Tuta. Fonte: Elaboração própria a partir de dados HIDROGEST, 2012 e HAC, 2015. ....	247
Figura 136: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaipava I Roda d'Água. Fonte: Elaboração própria a partir de dados HAC, 2015. ....	247
Figura 137: Distribuição granulométrica dos sedimentos de suspensão e de fundo no rio Paraíba do Sul no trecho fluvial de interesse. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de HAC, 2015. ....	248

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por unidades litológicas. ....	36
Quadro 2: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por domínios geomorfológicos. .	37
Quadro 3: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por índices de declividade.....	37
Quadro 4: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por Suscetibilidade à erosão dos solos.....	37
Quadro 5: Composição das Unidades de Mapeamento inseridas na AII da UHE Itaipava I. ....	57
Quadro 6: Composição das unidades de mapeamento inseridas na AID da UHE Itaipava I.....	60
Quadro 7: Avaliação da suscetibilidade à erosão das unidades de mapeamento da UHE Itaipava I. ....	63
Quadro 8: Simbologia correspondente a Aptidão Agrícola das Terras. ....	75
Quadro 9: Aptidão agrícola das terras na AII da UHE Itaipava I.....	78
Quadro 10: Situação das consultas às prefeituras municipais e órgãos estaduais sobre processos de mineração.....	83
Quadro 11: Processos minerários requeridos junto a ANM na AII da UHE Itaipava I.....	86
Quadro 12: Processos minerários requeridos junto a ANM na AID da UHE Itaipava I. ....	99
Quadro 13: Levantamento de sismos ocorridos entre 2001 e 2013 na região sudeste brasileira obtidos do catálogo de sismos da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) levantado e analisado entre os dias 25 e 26 de janeiro de 2019.....	107
Quadro 14: Levantamento de sismos ocorridos entre 2014 e 2019 na região sudeste brasileira obtidos do catálogo de sismos da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) levantado e analisado entre os dias 26 e 31 de janeiro de 2019.....	113
Quadro 15: Potencial espeleológico das unidades litoestratigráficas interceptadas pela AII da UHE Itaipava I, de acordo com as diretrizes do CECAV para grupos litológicos. ....	119
Quadro 16: Lista das cavidades inseridas na AII da UHE Itaipava I catalogadas no CECAV.....	123
Quadro 17: Potencial paleontológico das Unidades Litoestratigráficas presentes na AID da UHE Itaipava I. ....	129
Quadro 18: Descrição das estações climáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) selecionadas para obtenção de dados sobre o clima para a região da UHE Itaipava I, período de coleta 1981–2010. ....	131
Quadro 19: Recorrência e escala de intensidade dos fenômenos do EL Niño e La Niña. ....	142
Quadro 20: Ranking de Incidência de Descargas Atmosféricas por Município na AII da UHE Itaipava I. ....	146
Quadro 21: Critérios de Temperatura e Chuvas para a classificação climática de Köppen. ....	149
Quadro 22: Pressão Atmosférica (ao Nível do Barômetro - hPa) das estações selecionadas (1981–2010). ....	152
Quadro 23: Temperatura Média Compensada (graus Celsius – °C) das estações selecionadas (1981–2010). ....	153
Quadro 24: Temperatura Máxima Absoluta (graus Celsius – °C) das estações selecionadas (1981–2010). ....	154
Quadro 25: Temperatura Mínima Absoluta (°C) das estações selecionadas (1981–2010).....	155
Quadro 26: Umidade Relativa do Ar (%) das estações selecionadas (1981–2010).....	156
Quadro 27: Evaporação Total (mm) das estações selecionadas (1981–2010).....	157
Quadro 28: Evapotranspiração Potencial (mm) das estações selecionadas (1981–2010).....	158
Quadro 29: Precipitação Acumulada (mm) das estações selecionadas (1981–2010). ....	159
Quadro 30: Insolação Total (horas) das estações selecionadas (1981–2010). ....	160
Quadro 31: Nebulosidade (décimos) das estações selecionadas (1981–2010). ....	162
Quadro 32: Critérios de classificação da intensidade do ventos pela Escala de Beaufort. ....	163
Quadro 33: Intensidade do Vento (m.s <sup>-1</sup> ) das estações selecionadas (1981–2010). ....	163
Quadro 34: Direção predominante dos ventos das estações selecionadas (1981–2010). ....	164
Quadro 35: Estações fluviométricas na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaipava I e entorno.....	170
Quadro 36: Estações pluviométricas na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaipava I e entorno.....	171
Quadro 37: Estações selecionadas na AII e proximidades – Qualidade da Água.....	172

Quadro 38: Características gerais dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul. ....	175
Quadro 39: Nascentes e densidade de nascentes por sub-bacia da Bacia do rio Paraíba do Sul. ....	176
Quadro 40: Vazões com permanência de 95% no tempo e vazões médias de longo período. ....	178
Quadro 41: Vazões Mínimas, Médias e Máximas das estações fluviométricas selecionadas. ....	179
Quadro 42: Pluviosidade Máxima Média, Total Média e n. de dias de chuva das estações pluviométricas selecionadas. ....	179
Quadro 43: Vazões médias mensais naturais – Mínimos, médios e máximos. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	181
Quadro 44: Vazões médias mensais artificiais – Mínimos, médios e máximos. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	181
Quadro 45: Vazões máximas consideradas para a UHE Itaocara I. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	181
Quadro 46: Vazões máximas de estiagem consideradas para a UHE Itaocara I. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	182
Quadro 47: Área de Drenagem e Perímetro. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	183
Quadro 48: Índice de conformação da bacia correspondente ao eixo do local do aproveitamento e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	183
Quadro 49: Índice de compacidade e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	184
Quadro 50: Densidade de drenagem e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	185
Quadro 51: Extensão Média do Escoamento e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	185
Quadro 52: Declividade para o trecho de interesse do rio Paraíba do Sul e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	186
Quadro 53: Tempo de concentração e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	186
Quadro 54: Características fisiográficas da bacia de contribuição da UHE Itaocara I. Fonte: VLB Engenharia, 2016. ....	186
Quadro 55: Demandas Hídricas (m <sup>3</sup> /s) por unidades de planejamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e tipologia de usuário. ....	189
Quadro 56: Principais Usinas Hidrelétricas na Bacia do Paraíba do Sul e no Complexo Hidrelétrico de Lajes. ....	194
Quadro 57: Potencial Hidrelétrico e termoelétrico instalado e previsto nas bacias do rio Paraíba do Sul e Guandu. ....	198
Quadro 58: Trechos potencialmente navegáveis na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	199
Quadro 59: Qualidade da Água nas estações selecionadas na All e proximidades em 2016, 2017 e 2018. ....	200
Quadro 60: Indicadores de Qualidade de Água de 2016 nas estações selecionadas. ....	201
Quadro 61: Especificação das classes de enquadramento dos rios de Água Doce de acordo com a Resolução Conama n. 357/2005. ....	201
Quadro 62: Acidentes de médio/alto impacto entre os anos de 2000 e 2013 na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	202
Quadro 63: Análise de Resultados dos Estudos de Disponibilidades e Demandas Hídricas - Balanço Hídrico Quantitativo. ....	208
Quadro 64: Áreas potencialmente inundáveis em diferentes tempos de recorrência na bacia do rio Paraíba do Sul e na All da UHE Itaocara I. ....	210
Quadro 65: Tipologias de massas d'água encontradas na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	212
Quadro 66: Massas D'água identificadas na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	212
Quadro 67: Tipologias de ilhas encontradas no rio Paraíba do Sul. ....	215
Quadro 68: Nome, tipologia, área e localização das ilhas fluviais identificadas no rio Paraíba do Sul. ....	217
Quadro 69: Usuários Cadastrados na Bacia do rio Paraíba do Sul (2018). ....	220
Quadro 70: Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na bacia do Rio Paraíba do Sul. ....	222
Quadro 71: Estruturas inadequadas de esgotamento sanitário domiciliar na bacia do rio Paraíba do Sul – 2010. ....	222



Quadro 72: Estruturas inadequadas de esgotamento sanitário domiciliar na AII – 2010. ....	223
Quadro 73: Processos Minerários na bacia do rio Paraíba do Sul e na Área de Influência da UHE Itaipava I. ....	225
Quadro 74: Demandas Hídricas (m <sup>3</sup> /s) por tipologia de usuário. ....	225
Quadro 75: Captações outorgadas na Bacia do rio Paraíba do Sul e na AII da UHE Itaipava I. ....	226
Quadro 76: Distribuição das áreas dos Aquíferos na bacia do rio Paraíba do Sul.....	229
Quadro 77: Reserva potencial explotável das áreas de exposição dos principais aquíferos da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.....	234
Quadro 78: Distribuição das áreas dos Aquíferos na bacia do rio Paraíba do Sul.....	235
Quadro 79: Informações dos poços identificados e apresentados pelo SIAGAS (CPRM) em Janeiro/2019 na AII do empreendimento. ....	236
Quadro 80: Produção específica de sedimentos nas estações sedimentométricas disponíveis na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	240
Quadro 81: Estações sedimentométricas selecionadas para caracterização da área de interesse.....	242
Quadro 82: Descargas sólidas mensais mínima, média e máxima (t/mês).....	245
Quadro 83: Classificação dos valores de produção de sedimentos. ....	246
Quadro 84: Distribuição granulométrica dos sedimentos em suspensão no rio Paraíba do Sul em Anta (58630002). ....	246
Quadro 85: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaipava II Porto do Tuta e em Itaipava I Roda d'Água. ....	248

## LISTA DE ABREVIATURAS

- AAR** – Área de Abrangência Regional  
**AB** – Alta da Bolívia  
**AC** – Anticiclone Continental  
**ADA** – Área Diretamente Afetada  
**AGEVAP** – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
**AID** – Área de Influência Direta  
**AII** – Área de Influência Indireta  
**ANM** – Agência Nacional de Mineração  
**ASAS** – Anticiclone do Atlântico Sul  
**ASPS** – Anticiclone do Pacífico Sul  
**BM** – Brisa Marítima  
**CANIE** – Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas  
**CBH** – Comitê de Bacia Hidrográfica  
**CBH Baixo Paraíba do Sul** – Comitê da Bacia Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana  
**CBH Compé** – Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Pomba e Muriaé.  
**CBH Guandu** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu  
**CBH Médio Paraíba do Sul** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RJ)  
**CBH Piabanha** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Piabanha  
**CBH Preto Paraibuna** – Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna  
**CBH Rio Dois Rios** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios  
**CBH-PS** – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP  
**CCME** – Complexos Convectivos de Mesoescala  
**CECAV** – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas  
**CEIVAP** – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
**CGA** – Circulação Geral da Atmosfera  
**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
**CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
**CPTEC** – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos  
**DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
**DNPM** – Departamento Nacional de Produção Mineral  
**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental  
**ELAT** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
**ESAR** - Estação sismográfica de Angra dos Reis  
**ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto  
**FEAM** - Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais  
**IAG** – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo  
**IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**ICMBio** – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
**IDQ** – Índice de Qualidade da Água  
**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
**IPT** – Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo  
**IQA** – Índice de Qualidade da Água  
**IUD** – Índice de Disponibilidade Hídrica  
**LI** – Linhas de Instabilidade  
**MEA** – Massa Equatorial Atlântica  
**MEC** – Massa Equatorial Continental  
**MMA** – Ministério do Meio Ambiente  
**MPA** – Massa Polar Atlântica  
**MTA** – Massa Tropical Atlântica  
**MTC** – Massa Tropical Continental  
**MW** – megawatt  
**NCAR** – *National Center for Atmospheric Research*  
**NCEP** – *National Centers for Environmental Prediction*  
**OD** – Oxigênio Dissolvido  
**OMM** – Organização Meteorológica Mundial  
**PES** – Produção Específica de Sedimentos  
**RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental  
**RNQA** – Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água  
**RPD** – Reserva Potencial Direta  
**RPE** – Reserva Potencial Explotável  
**RSBR** – Rede Sismográfica Brasileira  
**SCME** – Sistemas Convectivos de Mesoescala  
**SIAGAS** – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas  
**SiBCS** – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos  
**SIG** – Sistema de Informações Geográficas  
**SIGA-CEIVAP** – Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
**SIGMINE** – Sistema de Informações Geográficas da Mineração  
**SINIMA** – Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente  
**TFSA** – Terra Fina Seca do Ar  
**TSM** – Temperatura da Superfície do Mar  
**UHE** – Usina Hidrelétrica  
**USGS** – *United States Geological Survey*  
**UTM** – Universal Transversa de Mercator  
**ZCA** – Zona de Confluência dos Alísios  
**ZCAS** – Zona de Convergência do Atlântico Sul  
**ZCIT** – Zona de Convergência Intertropical

## VOLUME II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO

### APRESENTAÇÃO

A Biocev Projetos Inteligentes foi contratada pela Usina Hidrelétrica Itaipava S.A. para desenvolvimento dos estudos necessários para a obtenção da Licença Prévia para a UHE Itaipava I no âmbito do processo de Licenciamento Ambiental Federal (LAF) n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ, por meio do Contrato 2018-CT-015. O escopo contratado consiste na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Neste contexto, o presente documento apresenta especificamente o **Diagnóstico Ambiental – Meio Físico**. O conteúdo deste trabalho será integrado ao EIA/RIMA no âmbito do processo de licenciamento ambiental n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ, orientado pelo respectivo termo de referência e seus anexos.

Além da observação às exigências estabelecidas pela legislação ambiental, a elaboração do presente documento seguiu criteriosamente todo o estabelecido pelo Termo de Referência (TR) emitido pelo órgão ambiental licenciador (Ibama) exclusivamente para este processo. Nesse sentido, no item a seguir pode ser vista a lista de checagem de atendimento aos itens do TR.

### TERMO DE REFERÊNCIA IBAMA – LISTA DE CHECAGEM

Termo de Referência Item/Parágrafos	Estudo de Impacto Ambiental - EIA	
	Volume	Capítulo
<b>7. DIAGNÓSTICO SOCIO AMBIENTAL</b>		
<b>7.1. Considerações Gerais</b>		
Parágrafos 74 a 79	Volume II, III e IV	-
<b>7.2. Meio Físico</b>		
<b>7.2.1. Geologia, Geotecnia, Geomorfologia, Pedologia e Uso do Solo Área de Influência Indireta – AII</b>		
Parágrafo 80	Volume II	1 - /2 - /3 - /4 -
Parágrafo 81	Volume II	10 - /10.15 -
Parágrafo 82	Volume II	3 - /4.5 - /4.6 -
Parágrafo 83	Caderno de Mapas	
<b>7.2.1.1. Geologia Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 84	Volume II	1 - 3.2 -
Parágrafo 85	Caderno de Mapas	
<b>7.2.1.2. Geomorfologia Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 86	Volume II	2 -
Parágrafo 87	Caderno de Mapas	
<b>7.2.1.3. Pedologia e Uso do Solo Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 88	Volume II	4 -
Parágrafo 89	Volume II e IV	4 - /4.7 -
Parágrafo 90	Caderno de Mapas	
Parágrafo 91	Volume II	4 -
<b>7.2.2. Interferências Minerárias Área de Influência Indireta – AII</b>		
Parágrafo 92	Volume II	5 -
	Caderno de Mapas	
Parágrafo 93	Volume II	5 -
Parágrafo 94	Volume II	5 -
<b>7.2.3. Sismologia</b>		
Parágrafo 95	Volume II	6 -

Termo de Referência	Estudo de Impacto Ambiental - EIA	
Item/Parágrafos	Volume	Capítulo
Parágrafo 96	Volume II	6 -
<b>7.2.4. Espeleologia Área de Influência Indireta – AII</b>		
Parágrafo 97	Volume II	7 -
Parágrafo 98	Volume II	7 -
Parágrafo 99	Volume II	7 -
Parágrafo 100	Caderno de Mapas	
Parágrafo 101	Volume II	7 - 7.2 -
Parágrafo 102	Volume II	7 -
<b>7.2.5. Paleontologia Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 103	Volume II	8 -
<b>7.2.6. Climatologia Área de Influência Indireta – AII</b>		
Parágrafo 104	Volume II	9 -
Parágrafo 105	Volume II	9 -
Parágrafo 106	Volume II	9 -
<b>7.2.7. Recursos Hídricos</b>		
Parágrafo 107	Volume II	10 -
Parágrafo 108	Volume II	10.4.3 - 10.4.4 -
Parágrafo 109	Volume II	10.4 - /10.7 - /10.8 -
Parágrafo 110	Volume II e IV	10.1 - /10.7 - /10.8 -
Parágrafo 111	Volume II, III e IV	10.1 - /10.9 -
Parágrafo 112	Volume II e IV	4 - /4.7 -
Parágrafo 113	Volume II	10 - /10.4 - /10.5 -
Parágrafo 114	Volume II	10.10 -
Parágrafo 115	Volume II, III e IV	10.10 -
Parágrafo 116	Volume II	10.11 -
Parágrafo 117	Volume II	10.11 -
Parágrafo 118	Volume II	10.12 -
Parágrafo 119	Volume II	10.13 -
Parágrafo 120	Volume II	10.10.1 -
<b>7.2.7.1. Águas Superficiais Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 121	Volume II	10.9 -
Parágrafo 122	Volume II	10.12 -
<b>7.2.7.2. Hidrogeologia e Águas Subterrâneas Área de Influência Indireta – AII</b>		
Parágrafo 123	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124, Item a	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124, Item b	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124, Item c	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124, Item d	Volume II	10.14 -
Parágrafo 124, Item e	Volume II	10.14 -
Parágrafo 125	Volume II	10.14 -
Parágrafo 126	Volume II	10.14.3 -
Parágrafo 127	Volume II	10.14 -
<b>7.2.7.3. Sedimentologia Área de Influência Direta – AID</b>		
Parágrafo 128	Volume II	10.15 -
Parágrafo 129	Volume II	10.15 -
Parágrafo 130	Volume II	10.15 -
Parágrafo 131	Volume II	10.15 -
Parágrafo 132	Volume II	10.15 -

## 1 - GEOLOGIA

Este relatório tem por objetivo a caracterização de meio físico da Área de Influência Indireta (AII) e da Área de Influência Direta (AID) do Empreendimento UHE Itaocara I, a ser implantada no município de Itaocara/RJ no rio Paraíba do Sul, além da complementação com mapas temáticos, como demandado pelo referido Termo de Referência. O texto será dividido em uma primeira parte regional, incluindo o contexto geológico e, em uma segunda parte, o detalhamento dos tópicos para a AII e AID.

As condições do meio físico presentes neste estudo serão transcritas nas seções a seguir a partir de dados primários levantados e atualizados em campo, da compilação de dados da literatura, bem como de dados históricos diversos sobre a região do empreendimento reunidos pela UHE Itaocara S.A. desde o início do licenciamento ambiental pretérito, em 2008.

Os dados geológicos existentes que deram origem ao mapeamento geológico da Área de Influência Indireta da UHE Itaocara I (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_GEOLOGIA*) foram obtidos com base no mapeamento do Estado do Rio de Janeiro da CPRM em parceria com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), detalhado na folha geológica de escala 1:100.000 Santo Antônio de Pádua, além das folhas Pirapetinga e Leopoldina, também na escala de 1:100.000 da CODEMGE, para o lado do Estado de Minas Gerais.

Para a elaboração dos levantamentos descritos nessa seção, foram utilizados dados secundários presentes na literatura, além de campanha de campo realizada em janeiro de 2019 e mapeamentos geológicos na área do empreendimento, além da observação de afloramentos rochosos, quando presentes, cortes/taludes em vias de acesso, análise de processos erosivos e das planícies de inundação à beira do Rio Paraíba do Sul e seus afluentes.

### 1.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

#### 1.1.1 - Característica Regional

O empreendimento UHE Itaocara I será implantado no trecho médio inferior do rio Paraíba do Sul, onde este assume direção NE, paralelamente às direções das unidades lito-estratigráficas presentes na região.

Na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, que abarca as sub bacias afluentes do trecho do rio Paraíba do Sul, com destaque para as do rio Pirapetinga, da margem esquerda do empreendimento, as condições geológicas podem ser descritas através dos seus principais aspectos tectono-estratigráficos, litológicos e estruturais.

#### 1.1.2 - Aspectos Geológicos Regionais

A região em estudo, no sudeste brasileiro, está geotectonicamente inserida na Província Mantiqueira de orientação geral NE instalada a sul do Cráton de São Francisco, desenvolvida durante o Ciclo Brasileiro<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Brasileiro: Ciclo geodinâmico desenvolvido de forma diacrônica na Plataforma Sul-Americana que inicia com a Tafrogênese\* Toniana (regime extensional com formação de riftes) entre ca. 950 Ma e 800 Ma e termina entre 510 Ma e 490 Ma com o colapso dos orógenos e transição para um novo regime extensional. O climax orogênico, entre 670 Ma e 550 Ma, está associado a intenso tectonismo, metamorfismo de alto grau e expressiva granitogênese.



(Almeida et al., 1981). No aspecto lito-estratigráfico, a região é caracterizada pelo predomínio de litotipos resultantes da orogenia colisional responsável pelo fechamento oceânico e colisão de continentes preexistentes a América do Sul, ainda no final do pré-cambriano. Esta orogenia gerou o metamorfismo das rochas envolvidas na colisão, incluindo as sequências sedimentares sobrepostas aos antigos continentes. O metamorfismo de médio a alto grau e as deformações associadas, geraram anfibolitos e granulitos nas áreas de maiores temperaturas e pressões, além de garantirem marcante foliação, falhas e dobras. Acrescenta-se a esta tectônica, a ocorrência de inúmeras suítes ígneas, resultante da fusão de rochas durante o Ciclo Orogenético.

Após longa estabilidade crustal, a reativação tectônica de característica rúptil foi responsável pela separação dos continentes e abertura do Oceano Atlântico. Essa quebra gerou uma infinidade de fraturas seguindo diversos padrões, além de falhas intercaladas entre blocos tectônicos basculados para cima e para baixo relativamente, dando origem a sistemas de grábens e horsts contundentemente influentes no desenho do relevo da América do Sul. Os principais alinhamentos serranos e área abatidas seguem estruturas provenientes desta atividade tectônica, ocorrida desde o final do Jurássico. O desgaste do relevo subsequente, esculpiu estas estruturas herdadas destes dois principais eventos tectônicos (ocorridos no final do período pré Cambriano e posteriormente com início no final do período Jurássico), dando origem a morfologia de serras, planaltos, rios, baías e reentrâncias de nossa geomorfologia. Atualmente, este substrato é recoberto por mantos de intemperismo e sedimentos Quaternários.

Regionalmente, este substrato geológico foi agrupado na grande província estrutural, localizada ao sul do Cratón São Francisco: a Província Mantiqueira, representada pelas faixas de dobramento Araçuaí e Ribeira. A All deste empreendimento se insere na porção central da Faixa Ribeira, que por sua vez, está compartimentada tectonicamente em quatro grandes terrenos com imbricação para NW-W (Figura 1): (1) Ocidental, (2) Oriental, (3) Central e (4) Cabo Frio.

Esses terrenos estão subdivididos em domínios tectônicos, que por sua vez agrupam as unidades litológicas. No caso, o Terreno Ocidental compreende os domínios tectônicos Andrelândia e Juiz de Fora, enquanto o terreno Central compreende o domínio tectônico Paraíba do Sul, com suas unidades litológicas: o Complexo Quirino como seu embasamento e sua sequência sedimentar associada: Paraíba do Sul, além do Domínio Cambuci, com o complexo metaígneo da Serra da Bolívia e a sequência sedimentar metamorfisada Bom Jesus de Itabapoana. O Terreno Oriental, por sua vez, foi subdividido em dois compartimentos tectônicos: Costeiro e Italva, ligados ao desenvolvimento de arcos magmáticos Neoproterozoicos e bacias sedimentares associadas.

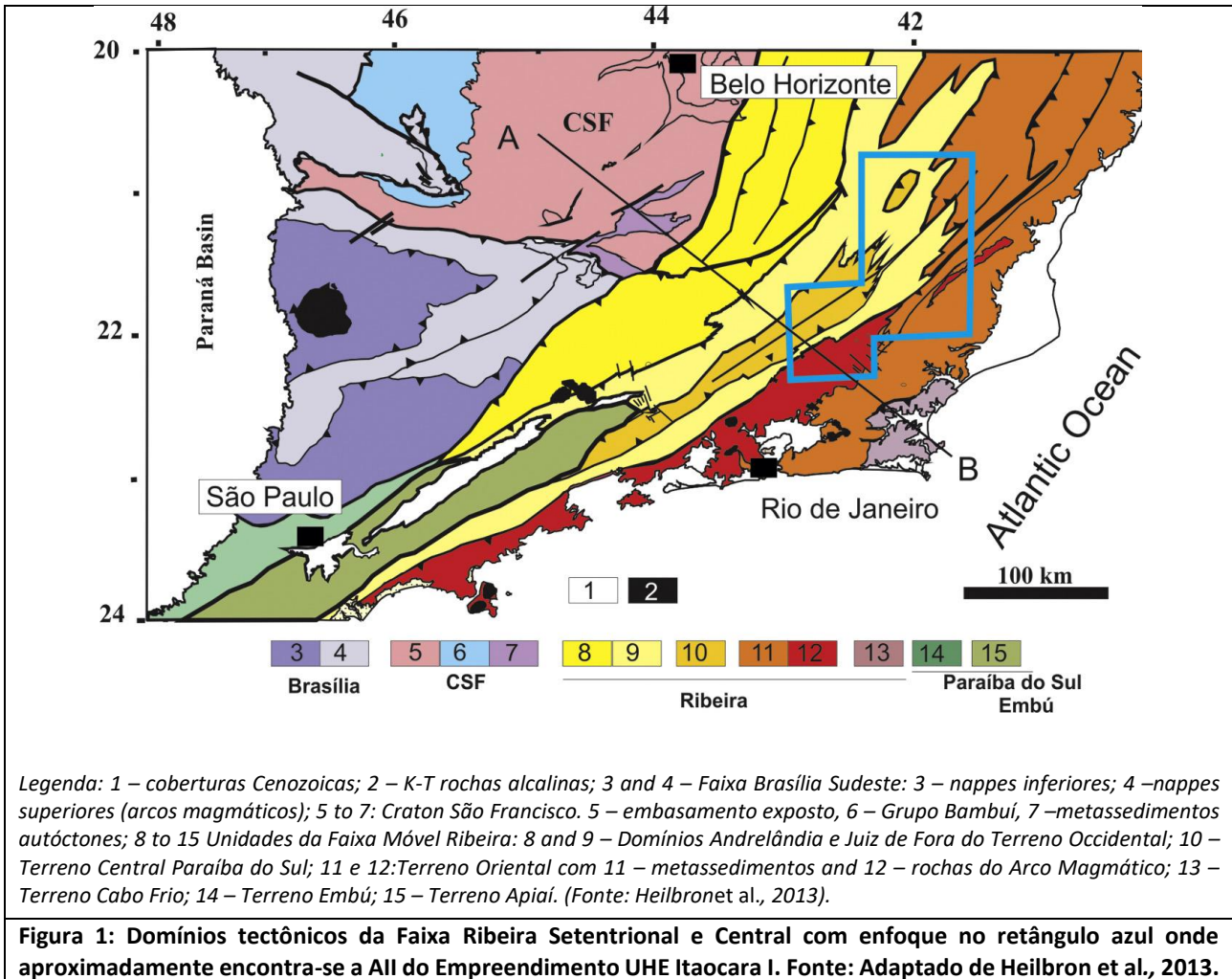
Todos estes domínios são entrecortados por corpos ígneos, de sin a pós tectônicos, relativos aos processos de magmatismo inerente aos orógenos. Os materiais amalgamados na colisão continental sofreram intenso metamorfismo, acompanhado de deformações dúcteis e rúpteis que estruturaram e imbricaram as unidades litoestratigráficas.

De acordo com a Figura 1 e a divisão proposta por Almeida et al. (1981), a All abrange cinco domínios distintos: o (i) Domínio Juiz de Fora, o (ii) Domínio Cambuci, o (iii) Domínio Italva, o (iv) Domínio Paraíba do

---

\*Tafrogênese: Diastrofismo de afundamento crustal que conduz a formação e desenvolvimento de bacias geológicas onde se acumulam sedimentos e rochas vulcânicas correspondente às fases de desenvolvimento de rifte.

Sul e o (v) Domínio Costeiro (Heilbron et al., 2013), além de coberturas Fanerozoicas diversas (aluvial, coluvial, detrítica, detrito-laterítica e lateríticas).



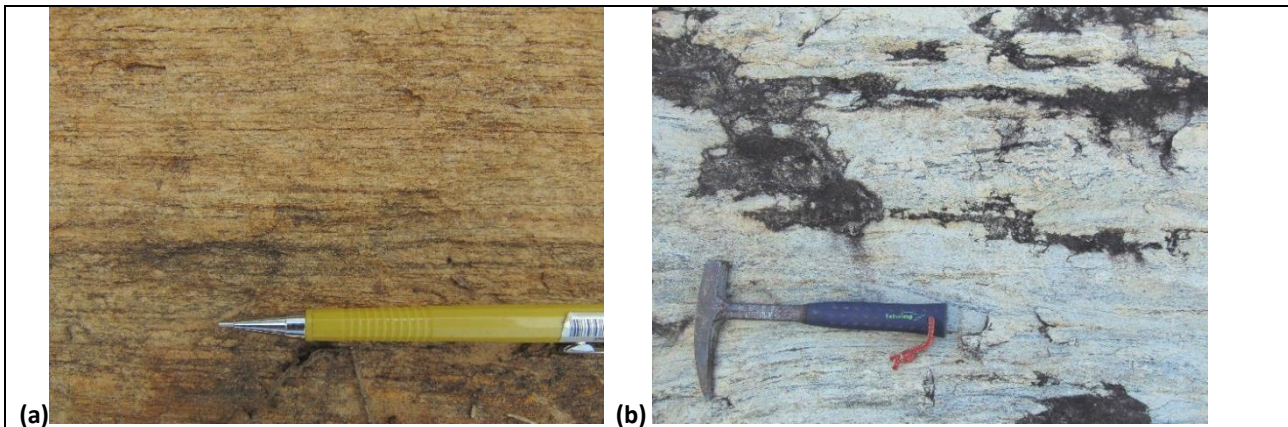
Na área de Influência do empreendimento os terrenos exibem seus domínios com suas unidades litológicas. A distribuição espacial destas unidades pode ser vista no Mapa Geológico da All, que apresenta as litologias dispostas na orientação SW-NE, característica do segmento central da Faixa Móvel Ribeira, e o encaixe do Rio Paraíba do Sul, no trecho estudado, nas estruturas tectônicas deste substrato geológico. A porção oeste da All é constituída pelas rochas do Domínio Paraíba do Sul, com predomínio em área da unidade Complexo Quirino, enquanto a porção norte é intercalada com as unidades do Domínio Juiz de Fora, o domínio com maior abrangência na All, apresentando diversas unidades litológicas, descritas mais a frente. O Domínio Cambuci apresenta pouca participação na All, apresentando apenas algumas intrusões (unidade Serra da Bolívia) e a unidade paraderivada Bom Jesus de Itabapuana, todas na porção central da área próxima ao eixo do Rio Paraíba do Sul. Ao Sul os Domínios Costeiro e Itaipava perfilam alinhamentos serranos intercalando suas unidades. Desta forma, a seguir são descritos os domínios ocorrentes na área de influência indireta e as características de suas unidades litológicas.

#### 1.1.2.1 - Domínio Juiz de Fora (Terreno Ocidental)

O Domínio Juiz de Fora apresenta como embasamento metamorfozado em alto grau o Complexo Juiz de Fora (ortogranulitos gnaissificados) (Figura 2), mais velhas que 1,7 Ga e uma seqüência metassedimentar

Neoproterozoica, conhecida como Megassequência Andrelândia (associação de paragneisses), com idades de 1,0 a 0,79 Ga.

O embasamento mais antigo é constituído por granulitos gnaissificados ortoderivados (cujos protólitos comuns são: gabros, dioritos, tonalitos e granodioritos), apresentando texturas granoblásticas a foliadas além de textura milonítica. Estas rochas incluem granada-biotita gnaisses, intercalados com corpos de granitoides foliados, porfiroides ou não, conhecidos como Granitoide Rio Turvo (Figura 3). Os gnaisses com 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 granitoides foliados, por sua vez, porfiroides ou não (Granitoide 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.



**Figura 2: Complexo Juiz de Fora: (a) Ultramilonito em rocha granulítica. Laje na margem de rodovia não pavimentada na margem direita do Rio Paraíba do Sul e (b) variedade ultramilonítica e leucocrática explorada como pedra de revestimento denominada "Pedra Madeira". Data: 26-29/01/2019.**

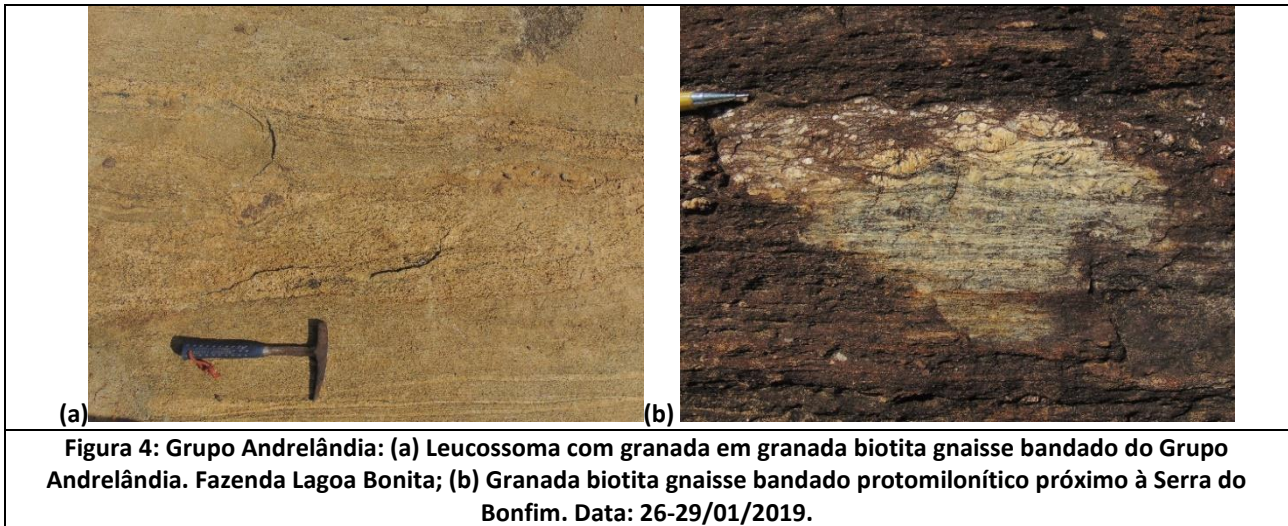


**Figura 3: Granitóide Rio do Turvo: Megacristais centimétricos de feldspato arredondado e granada típicos do Granitoide Rio do Turvo. Laje na ombreira direita da barragem ao lado da Ilha Serena. Data: 26-29/01/2019.**

A sequência sedimentar metamorfizada, por sua vez, apresenta paragneisses mais marcantes da Megassequência Andrelândia (Figura 4) que na área são compostas por granada-biotita gnaisses. A sua



mineralogia é composta ainda por quartzo, K-feldspato e plagioclásio além de acessórios como zircão, turmalina, rutilo e apatita. Apresenta um bandamento milimétrico a centimétrico de níveis máficos com biotita e níveis félsicos com quartzo e feldspato. Bancos métricos de quartzitos 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.



#### 1.1.2.2 - Domínio Paraíba do Sul (Terreno Central)

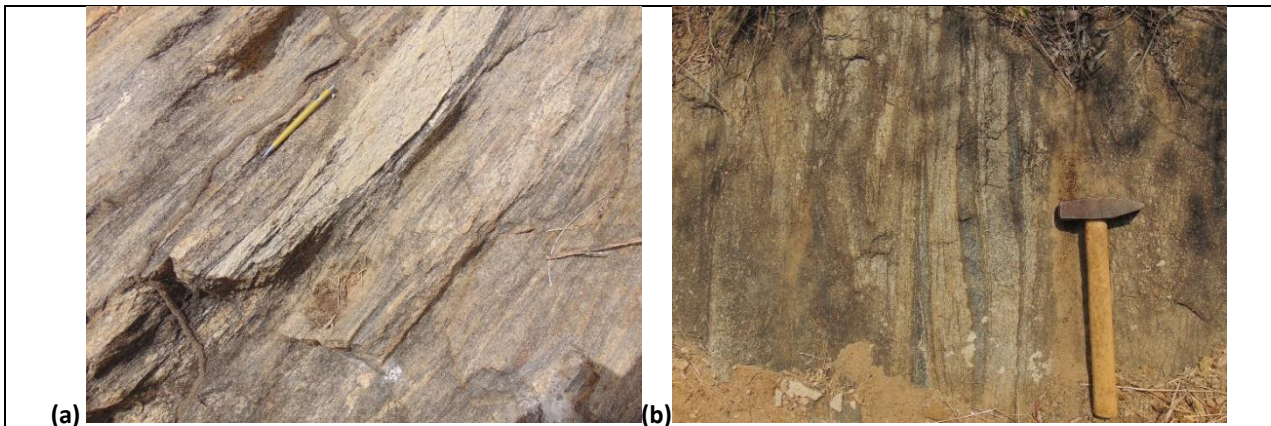
O Domínio Paraíba do Sul é composto por rochas metamórficas tanto paraderivadas (Neoproterozoicas) como ortoderivadas do embasamento mais antigo (Paleoproterozoico). Esse domínio é marcado por tipos litológicos diversos, associados ao metamorfismo do embasamento preexistente à colisão continental, bem como da sequência sedimentar sobre este embasamento. As rochas neste terreno são constituídas por ortognaisses Paleoproterozoicos do Complexo Quirino (Figura 5) e por um conjunto metassedimentar rico em intercalações de mármore dolomíticos denominado de Complexo Paraíba do Sul. Este terreno é destacado por sua característica estrutural dobrada, denominada megassinforme do Paraíba do Sul, onde ortognaisses derivados do antigo embasamento e paragnaisses derivados da sequência sedimentar estão imbricados em alternados em dobramentos e zonas de cisalhamento, predominantemente dextrais.



### 1.1.2.3 - Domínio Cambuci (Terreno Central)

O Domínio Cambuci consiste em um terreno metamórfico paraderivado de sua sequência sedimentar Neoproterozoica, intrudido por diversas suítes ígneas gnaissificadas Neoproterozoicas. O contato com o Domínio Juiz de Fora é marcado por uma zona de cisalhamento fortemente redobrada, de baixo a médio ângulo. As rochas mais antigas não ultrapassam a idade de 1,7 bilhão de anos; elas compreendem uma sucessão metavulcano-sedimentar metamorfizada em fácies anfibolito e granulito, e um complexo, também metamorfizado, de rochas metaígneas.

Na região de interesse é possível identificar essas rochas de protólito ígneo, principalmente na margem direita do Paraíba do Sul, entre as cidades de Aperibé e Itaocara. Em posição tectonoestratigráfica inferior, há complexos de plútons gnaissificados, como o Complexo Serra da Bolívia (Figura 6), que pode ser descrito como ortognaisses de granulometria média a grossa, inequigranulares a porfiríticos, com cristais de hornblenda ou biotita em matriz quartzo-feldspática. Gabros, dioritos, quartzo dioritos, tonalitos, monzodioritos e monzogranitos são encontrados como enclaves.



**Figura 6: Suite Serra da Bolívia: (a) Bandas leucocráticas e mesocráticas milonitizadas de ortogneisse da unidade. Margem direita do Rio Paraíba do Sul a montante da Barragem; (b) Bandas máficas em ortogneisse da unidade. Data: 26-29/01/2019.**

Na área da barragem especificamente, predominam os hornblenda biotita gnaisses, bem foliados, e, localmente, um granitoide leucocrático com foliação incipiente, ambas com pórfiros de feldspato. Níveis charnockíticos e zonas miloníticas são frequentes.

Os metassedimentos, por sua vez, têm pouca ocorrência na área, sendo representado apenas por uma lente da unidade Bom Jesus de Itabapuaana (Figura 7). Esta unidade apresenta-se associada à unidade Serra da Bolívia na porção central da área, à margem norte do rio Paraíba do Sul próximo à cidade de Aperibé, e é formada granada biotita gnaisse migmatítico, com porções esverdeadas com ortopiroxênio e leucossomas graníticos a charnockíticos.





**Figura 7: Grupo Bom Jesus de Itabapoana: biotita granada gnaiss com bandas contínuas e rompidas de anfíbolito, zona urbana de Aperibé. Data: 26-29/01/2019.**

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.

#### **1.1.2.4 - Domínio Costeiro (Terreno Oriental)**

O Domínio Costeiro, por sua vez, está associado a rochas ortoderivadas do Arco Magmático Rio Negro, proveniente da subdução oceânica durante o fechamento e colisão continental do Gondwana de idade Neoproterozoica, como também, às sequências sedimentares metamorfolizadas no final do Neoproterozoico. No Domínio Costeiro ocorrem rochas metassedimentares de fácies anfíbolito alto a granulito, intrudidas por diversas rochas granitoides como o Complexo Rio Negro composto por leucogranitos, leucocharnockitos e granitoides a charnockitoidesporfiroides. A unidade metassedimentar é a São Fidélis (Unidade basal), que corresponde a rochas muito migmatizadas denominadas de biotita gnaisses granatíferas, com sillimanita e localmente cordierita. Inúmeros corpos plutônicos intrusivos metamorfolizados em fácies anfíbolito, mais ou menos gnaissificados, são encontrados intrudindo as rochas metassedimentares do Domínio Costeiro. O principal magmatismo cálcio-alcálico é representado pelo Complexo Rio Negro, um gnaiss de composição mesocrática, granulometria média a grossa, foliação descontínua, com agregados planares de biotita e hornblenda. A partir de Itaipava (RJ) este domínio passa a cavalgar o domínio Cambuci (Figura 1).

#### **1.1.2.5 - Domínios Italva (Terreno Oriental)**

O Domínio Italva aflora sobre o Domínio Costeiro e compreende um conjunto metavulcano-sedimentar com mármore calcíticos, anfíbolitos (ca. 840 Ma) e paragnaisses com provável contribuição vulcânica. Segundo Tupinambá et al., 2007, o Grupo Italva é composto por um conjunto metavulcano-sedimentar, rico em mármore e anfíbolitos.

Contrastando com os outros compartimentos descritos, o metamorfismo principal não ultrapassa os limites do fácies anfíbolito, 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 contêm granada, muscovita, biotita, e, pontualmente, hornblenda. São leucocráticos, finos e de composição granítica a granodiorítica, com raras intercalações de rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e sillimanita-muscovita-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 gnaiss 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.

Neste domínio lentes de mármore podem apresentar dissolução química gerando feições espeleológicas características de cavidades calcárias. A ocorrência de cavernas nesta unidade é comum e mapeada pelo CECAV/ICMBio (Figura 8). Apesar de ser um tema de suma importância para o estudo de impacto ambiental dos empreendimentos, neste caso as cavidades ocorrem a grande distância do reservatório não exercendo quaisquer influências na barragem, nem tampouco, sendo impactada por ela. Apesar disso, este tema será tratado com atenção especial no item 7 - ESPELEOLOGIA.



#### 1.1.2.6 - Coberturas Fanerozoicas

Sobre 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 características de deposição descontínua e não litificação, não é exequível estabelecer uma relação estratigráfica entre os mesmos. É muito comum na área de influência a presença de depósitos aluvionares largos, abrangendo vastas áreas associadas às planícies de inundação dos rios (Figura 9). Obviamente as maiores ocorrências se dão nas planícies do próprio Rio Paraíba do Sul, mas são bem comuns na bacia do Rio Pirapetinga, ao longo do rio principal e de seus afluentes.

O mapa geológico base na escala 1:100.000 é marcado pela presença destes sedimentos fluviais que recobrem os fundos de vale no segmento estudado. São comuns no sopé dos alinhamentos serranos depósitos coluvionares com blocos, relativos aos destacamentos intempérico e erosivo de matacões dos afloramentos rochosos e sua acumulação logo abaixo (Figura 10).

Além das referidas coberturas, o processo pedogenético desenvolve perfis de intemperismo espessos em diversas áreas no entorno do empreendimento, sobretudo naquelas de relevo menos acentuado, os solos residuais atingem espessuras variadas, obviamente, nos diversos tipos de relevos encontrados na All.



**Figura 9: Perfil de encosta com rampa de colúvio (esquerda) e planície aluvial com depósito argiloso (centro e direita). Em primeiro plano topo rochoso aplainado. Fazenda Lagoa Bonita. Data: 26-29/01/2019.**



**Figura 10: Rampas de tálus depositadas na base da crista rochosa da Suíte Serra da Bolívia. Data: 26-29/01/2019.**

### 1.1.3 - Geologia Estrutural

Mapeamentos mais detalhados na escala 1:50.000, realizados por diferentes autores a partir do ano 2000, revelaram evidências dos dois grandes eventos deformacionais da região: (1) o dúctil, de idade Neoproterozoica-cambriana, dividida em etapas sin-colisional (principal) e tardi-tectônica, com geração, respectivamente, de estruturas planares típicas de alta deformação (foliação tectônica, bandejamento gnaissico, 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 o (2) rúptil, de idade Mesozoica-Cenozoica, a qual se associa o Gráben de Itaipava (Figura 11; Tupinambá et al., 2003).

O Gráben de Itaipava é uma depressão com geometria rômica, limitada por um sistema de falhas e fraturas com direções NE e NW, fraturas subverticais com orientação de N20W a N60W, 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 orientam o rio Paraíba do Sul em seu trecho estudado.

Estas falhas deslocam claramente os contatos das unidades geológicas e se refletem na paisagem através da morfologia de cotovelos ao longo do curso do Rio Paraíba do Sul. Em relação às litologias, os mapeamentos 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 granitoide, com enclaves de diversos tipos. Na área da barragem predominam os hornblenda biotita gnaisses, bem foliados, e, localmente, um granitoide leucocrático com foliação incipiente, ambas com pórfiros de feldspato. Níveis charnockíticos 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.

A evolução tectono-magmática da região em estudo, está inserida no Domínio de Falhas Juiz de Fora/Paraíba do Sul, apresentando fortes estruturas primárias de direção NE-SW e estruturas secundárias perpendiculares. A conceituação estrutural atrelada aos litotipos presentes na All, fornecem informações importantes quanto à geotecnia, uma vez que os controles estrutural e litológico são fortemente marcados no curso do Rio Paraíba do Sul.

A característica estrutural mais proeminente da área é a extrema linearidade dos litotipos que apresentam franca orientação NE em concordância com as principais zonas de Cisalhamento regionais. Dentre as zonas, destaca-se o Lineamento de Além Paraíba, com orientação N60/70E, interpretada como uma falha direcional, responsável pela instalação do leito do Rio Paraíba do Sul, e a formação de conjuntos de serras alinhadas na mesma direção.

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 Brasileira; e o segundo evento, de caráter tafrogênico de idade Meso-Cenozoica, relacionado à ruptura do Gondwana.

#### **1.1.3.1 - Evento Neoproterozoico-Cambriano**

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 acreção 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 (em inglês *Central Tectonic Boundary – CTB*). Já o limite basal dos terrenos Cabo Frio e Paraíba do Sul/Embú, coincide com uma zona de cisalhamento de baixo ângulo.

Segundo Facuri (2003), são observadas duas fases de deformação para esse evento:

- 1) Fase  $D_n$  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. Apresenta bandamentognáissico com leucossomas, com granulometria grossa e melanossomas e uma lineação mineral marcada pela orientação dos cristais de quartzo com baixo ângulo e caimento para NE-SW. Além do mais, observa-se um fluxo primário nas rochas ígneas da borda de corpos metassedimentares que sofreram fusão parcial além de migmatitos;
- 2) Fase  $D_{n+1}$  que é associada à formação de zonas de cisalhamento subverticais de direção NE-SW e uma foliação milonítica, nas quais estão encaixadas o Rio Paraíba do Sul e o Córrego das Frecheiras, acompanhando o strike da foliação milonítica. Nessa fase também é descrita uma lineação de estiramento de baixo ângulo com caimento variando de NE a SW.

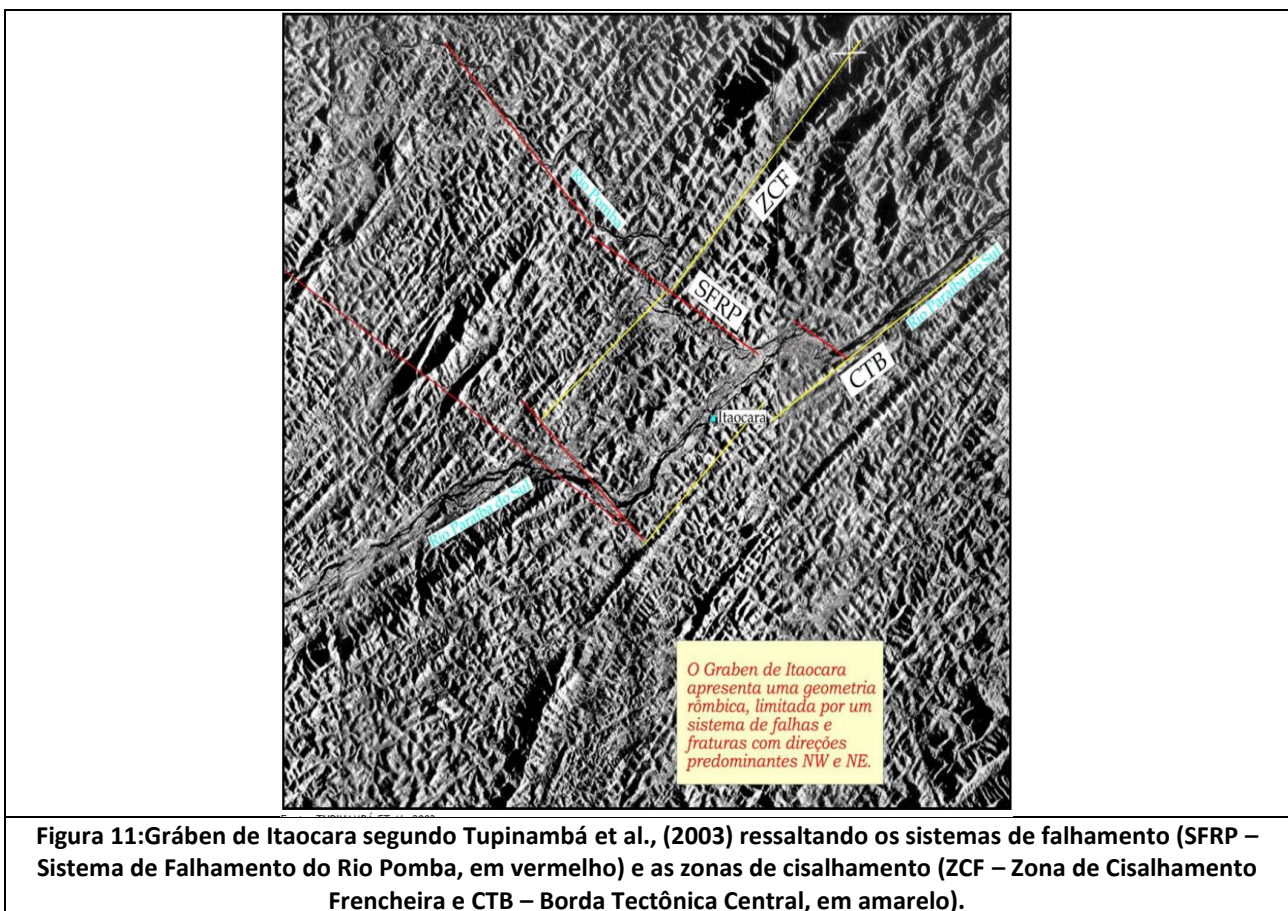
#### **1.1.3.2 - Evento Meso-Cenozoico**

Já o segundo evento observado na área, apresenta caráter rúptil e está associado à ruptura do continente Gondwana, de idade Meso-Cenozoica. 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, citada anteriormente, denominada por Gráben de Itaipava (Tupinambá et al., 2003).

Esse gráben é caracterizado por ter uma geometria rômica e é limitado por um sistema de falhas e fraturas de direções NE-SW e NW-SE (Figura 11). A borda nordeste do gráben é limitada pelo Sistema da Falhamento Rio Pomba (SFRP; Figura 11), onde o rio homônimo está encaixado. A SW, o gráben 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 gráben são reativações de estruturas antigas, relacionadas a reativação do *Central Tectonic Boundary* (CTB) e a Zona de Cisalhamento Frecheiras (ZCF; Figura 11). É observado, ainda, um conjunto de fraturas persistente com direção NW-SE de alto mergulho, além de falhas com direções NW e ENE, por vezes preenchidas com material carbonático.



## 1.2 - GEOLOGIA LOCAL E UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

A variedade de ocorrências de litotipos das unidades descritas anteriormente se mantém alta na área de influência direta do empreendimento. O eixo principal do Rio Paraíba do Sul encontra-se encaixado na Zona de Cisalhamento de mesmo nome, em sua parte oeste. Em direção ao eixo da barragem o Rio Paraíba do Sul inflete em sucessivos cotovelos utilizando estruturas de fraturas e falhas de direção SE-NW. O maciço rochoso no local das futuras obras está representado por rochas Pré-Cambrianas gnaissicas do Terreno Central, conforme já descrito na análise geológica da Área de Influência Indireta (AII). As unidades litoestratigráficas inerentes à AID estão descritas a seguir.

### 1.2.1 - Unidades Proterozoicas

#### 1.2.1.1 - Unidades Paleoproterozoicas

- **Unidade Juiz de Fora (ortogranulitos; PP2jfgl):** Corresponde ao embasamento do Terreno Ocidental no Domínio Superior, composta por rochas ortoderivadas do metamorfismo regional de composição granulítica.

#### 1.2.1.2 - Unidades Neoproterozoicas

- **Unidade Raposos – Arcádia Real (Nprpaa):** Unidade inserida no contexto do Domínio Ocidental Superior como produto do fechamento das bacias marginais Proterozoicas. Composta por unidades calcissilicáticas, quartzitos, metaultramáficas, gonditos, granada-biotita gnaiss de metamorfismo regional do fácies anfibolito/granulito.
- **Unidade Serra da Bolívia (NP3\_gamma\_1sb):** Presente tectonicamente no Terreno Central formada a partir de arcos magmáticos brasileiros. Composta por ortognaissediorítico a tonalítico, com lentes de quartzo-diorítico a quartzo-sienítico, gabros e noritos, monzodioritos, monzogabros e charnockitos. Apresenta granulação média à grossa, inequigranulares a porfíricos e localmente, possuem textura milonítica a ultramilonítica.
- **Unidade Bom Jesus de Itabapoana (NPbjgn):** composta pelo metamorfismo de sequencias sedimentares, forma um paragnaisse com granada e biotita, migmatítico, com porções esverdeadas com ortopiroxênio e leucossomas graníticos a charnockíticos.
- **Unidade Andrelândia (NPasgn):** unidade metassedimentar composta por granada biotita gnaiss bandado com intercalações de sillimanita granada biotita gnaiss, quartzito, anfibolito e rochas calcissilicáticas.

Nesta unidade está intrudido uma importante unidade para o presente estudo que é o Granitóide Rio Turvo caracterizado por ser um granada biotita granito porfírico foliado, oriundo da fusão dos sedimentos da megasequencia Andrelândia. Sua importância se dá ao fato de constituir a rocha de apoio das ombreiras da barragem. Graças às suas características ígneas, esta rocha constitui um maciço coeso e resistente ao processo intempérico, devido também ao fato de possuir poucas fraturas na posição em que está.

### 1.2.2 - Unidades Cenozoicas

#### 1.2.2.1 - Unidades lito-estratigráficas Neogênicas

Depósitos aluvionares (Qa): sedimentos aluvionares inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas, com níveis de cascalhos, lentes de material silto-argiloso e restos de matéria orgânica, relacionados a planícies de inundação, barras de canal e canais fluviais atuais.

## 2 - GEOMORFOLOGIA

### 2.1 - INTRODUÇÃO

A área do empreendimento localiza-se na região Noroeste fluminense, no trecho médio inferior do rio Paraíba do Sul, a 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 um relevo com menores amplitudes em comparação com a frente da Serra do Mar, onde espriam-se encostas côncavo-convexas em um ambiente do planalto sudeste brasileiro, denominado por Ab'Saber (1966) como mar de morros.

Para o mapeamento geomorfológico deste estudo (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_GEOMORFOLOGIA*) adotamos a classificação elaborada pelo CPRM para o Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, que se baseou no 3º táxon hierárquico da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1992). Sendo assim, o mapeamento foi baseado nas relações entre degradação (denudação) e agradação (deposição) que resultou em uma classificação de sistemas de relevo. Essa metodologia leva em consideração as unidades morfoesculturais, formada tanto por planícies como por planaltos e depressões, usando nomes locais e regionais.

Para a avaliação do relevo, os procedimentos seguiram a metodologia de classificação adotada pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2017), onde as unidades de relevo foram agrupadas em domínios geomorfológicos. A partir da análise dos mapas hipsométrico (SRTM) e topográfico (IBGE, cartas topográficas 1:50.000) conjugada aos trabalhos de campo. As observações de campo, unidas com a análise dos mapas, geraram o mapeamento de domínios geomorfológicos.

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 litoestrutura nas feições encontradas. Neste sentido, é importante ressaltar o quanto a diferença de resistência dos litotipos, somada ao grau de faturamento ou falhamento que estrutura o substrato geológico, influencia na esculturação das formas do relevo.

O processo longo que esculpiu as formas atuais do relevo, respondem à atuação do intemperismo e da erosão no tempo. Estes processos por sua vez respondem ainda às alterações de nível de base que se dão de forma tectônica em eventos de rupturas como na formação de grábens, assim como à própria incisão fluvial dos canais principais.

A resposta erosiva portanto seguirá as áreas mais frágeis do substrato geológico e a incisão dos rios até seus níveis de base locais. Olhando por este viés, foram definidos 5 domínios de feições geomorfológicas agrupadas por suas semelhanças que foram identificados na AID e AII do empreendimento, que passam a ser apresentados a seguir.

#### 2.1.1 - Domínio 1: Morros Baixos

Este domínio está associado predominantemente ao relevo de morros baixos, contendo também algumas colinas com amplitude de aproximadamente 20 a 50 metros, ambos dissecados próximo ao nível de base do próprio rio Paraíba do Sul. Os morros baixos apresentam amplitude de relevo entre 50 a 100 metros e as encostas não expressam grandes declividades. A morfologia se apresenta como convexa, porém com grande quantidade de concavidades nas cabeceiras de canais de 1ª ordem ou eixos de ordem zero. As planícies de inundação que entremeiam estes morros baixos espriam sedimentos fluviais retidos pelo nível de base do



rio Paraíba do Sul (Figura 12). Este domínio ressalta sua importância por ser diretamente afetado pela construção do reservatório, que atingirá suas margens, influenciando localmente suas dinâmicas hidro-erosivas.



### 2.1.2 - Domínio 2: Morros Altos

O domínio de morros altos é formado por um relevo com amplitude superior a 100 metros e se encontra próximo ao domínio de serras baixas e cristas isoladas. Isso ocorre porque esses morros mais elevados estão associados à dissecação do planalto, portanto, um pouco mais distante do ajuste do nível de base atual.

A morfologia é novamente côncavo-convexa, porém com topos convexos alongados de baixíssima declividade (Figura 13). Além disso, os morros altos são marcados pelas cabeceiras, bem como, ao longo do médio curso do rio Pirapetinga e seus afluentes na porção norte e do ribeirão das Areias e seus afluentes na porção sul, da área de influência indireta.



### 2.1.3 - Domínio 3: Planícies de Inundação e Terraços Associados

Esse domínio marcado por uma amplitude que varia entre zero a 20 metros está associado às porções mais baixas de todo o relevo da área de influência. Nesse sentido, essa morfologia caracteriza-se por ser um ambiente deposicional de sedimentos fluviais e contribuições laterais das encostas pertinentes tanto ao domínio de morros baixos como domínio de morros altos (Figura 14).



**Figura 14: Planície aluvial conformando um ambiente deposicional que se espalha entre os demais domínios geomorfológicos. Data: 26-29/01/2019.**

### 2.1.4 - Domínio 4: Cristas Isoladas e Serras Baixas

Este domínio é caracterizado por áreas com declividade acentuada e íngreme, muitas vezes com afloramentos rochosos, onde o processo erosivo promove o recuo das vertentes em direção aos vales suspensos. A amplitude de relevo eleva-se para mais de 300 metros. Os topos de morro são contínuos e alongados garantindo os alinhamentos serranos da região. Nestas vertentes a morfologia côncava é encontrada abundantemente, revelando as frentes de dissecação do relevo. Diferente dos ambientes de relevo mais baixo, as concavidades que acomodam os eixos de drenagem apresentam-se alongadas, definindo a alta energia dos processos erosivos (Figura 15). 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 15: Serras baixas alinhadas por litologias mais resistentes. Nota-se a dinâmica erosiva dos desprendimentos de blocos dos afloramentos rochosos comuns nas vertentes. Data: 26-29/01/2019.**

### 2.1.5 - Domínio 5: Colinas

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. 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 espriando sedimentos fluviais retidos pelo nível de base do rio Paraíba do Sul (Figura 16). Este domínio ressalta sua importância por ser diretamente afetado pela construção do reservatório, alterando localmente as dinâmicas hidro-erosivas.



Figura 16: Ambiente de colinas identificados ao longo da AII e AID do empreendimento. Data: 26-29/01/2019.

## 3 - ASPECTOS GEOTÉCNICOS E PROCESSOS EROSIVOS

### 3.1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A caracterização dos aspectos geotécnicos relacionados à Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento UHE Itaocara I foi baseada na observação das vertentes componentes do relevo local e no cruzamento de dados para a elaboração do mapa de Suscetibilidade a riscos geotécnicos (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_GEOTECNIA*). Para a elaboração deste mapa foi utilizado o programa ArcGis 10.3 para o geoprocessamento de dados oriundos dos mapas de Geologia, Geomorfologia, Declividade e Pedologia. Neste sentido foram eleitas as categorias de risco, definindo peso para cada unidade de mapeamento nos mapas temáticos listados. Os pesos, variando de 1 a 5, foram atribuídos a cada unidade prevendo os seguintes critérios para geologia, geomorfologia, declividade e pedologia:

**Geologia:** unidades litológicas menos resistentes ao intemperismo, apresentando friabilidade do seu material decomposto foram eleitas como as mais graves para a instabilidade de taludes. As demais unidades mais resistentes (como os Granitos) foram ganhando menor peso para risco de instabilizações. Neste sentido as unidades listadas ganharam os seguintes pesos (Quadro 1):

Quadro 1: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por unidades litológicas.

Unidades Litológicas	Peso*
Complexo Juiz de Fora	1
Megassequência Andrelândia	4
Complexo Quirino	1
Complexo Paraíba do Sul	4

Unidades Litológicas	Peso*
Complexo Serra da Bolívia:	1
Bom Jesus de Itabapuana	3
São Fidélis	5
Complexo Rio Negro	1
Grupo Italva	5
Granitóides	1
Depósitos colúvio- aluvionares:	1

\*1 – Menor Risco | 5 – Maior Risco

**Geomorfologia:** domínios geomorfológicos que configuram maior energia de transporte devido a um relevo mais elevado e de encostas mais longas receberam os maiores pesos por configurarem áreas onde os mecanismos de instabilidade por deslizamentos, queda de blocos e avalanches detríticas, possam definir risco. Os domínios associados às planícies foram caracterizados com peso mínimo por configurarem áreas de deposição (Quadro 2):

**Quadro 2: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por domínios geomorfológicos.**

Domínios Geomorfológicos	Peso*
Domínio 1: Morros Baixos	2
Domínio 2: Morros Altos	3
Domínio 3: Planícies de Inundação e Terraços Associados	1
Domínio 4: Cristas Isoladas e Serras Baixas	5

\* 1 – Menor Risco | 5 – Maior Risco

**Declividade:** os índices de declividade foram separados em 5 classes distintas, atribuindo-se maior peso às classes de maior inclinação (Quadro 3):

**Quadro 3: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por índices de declividade.**

Índices de Declividade	Peso*
0° a 15°	1
15° a 30°	2
30° a 45°	4
> 45°	5

\* 1 – Menor Risco | 5 – Maior Risco

**Pedologia:** para os tipos de solo foram considerados pesos de acordo com a espessura de material a ser mobilizado em um possível movimento de massa e suas descontinuidades internas que possam configurar descontinuidades hidráulicas, além dos seus potenciais de Suscetibilidade a erosão (ver item 4.5 - SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO PERMANENTE). Particularmente os Latossolos que não apresentam descontinuidades internas e tem boa drenagem, não configuraram risco para deslizamentos. No entanto sua espessura pode potencializar movimentos de massa rotacionais mesmo em declividades baixas e neste sentido recebeu atribuição de peso relativamente maior para instabilidade. Desta foram atribuídos de acordo com Suscetibilidade à erosão dos solos, os seguintes pesos (Quadro 4):

**Quadro 4: Suscetibilidade a riscos geotécnicos – Categorização de riscos por Suscetibilidade à erosão dos solos.**

Suscetibilidade à Erosão dos Solos	Peso*
Ligeira	1
Ligeira/Moderada	1
Moderada	2



Suscetibilidade à Erosão dos Solos	Peso*
Moderada/Forte	3
Forte	4
Forte/Muito forte	5
Muito forte	5

\*1 – Menor Risco | 5 – Maior Risco

Para a análise geotécnica com foco na estabilidade de encostas e processos erosivos, a metodologia consistiu no cruzamento de informações dos mapeamentos elaborados neste EIA, a saber: hipsométrico, declividade de encostas, geologia, pedologia e geomorfologia.

O cruzamento dos mapas foi realizado no software ArcGIS 10.3 gerando um mapa síntese de estabilidade de encostas, e desta forma foi elaborado o mapa de Suscetibilidade a riscos geotécnicos (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_GEOTECNIA*) como uma análise integrada das diversas dimensões que contribuem para as potenciais estabilizações de encosta. Os dados foram complementados e verificados em inspeções de campo em cada unidade geológica da área, com atenção especial a região do eixo da barragem.

De uma maneira geral, as áreas de influência adotadas para o empreendimento estão inseridas sob um arcabouço geológico constituído por terrenos representados por rochas metamórficas, migmatitos e granitoides e por isso, formadoras de maciços bastante coesos e firmes. A maior preocupação recai sobre o mau uso dos solos pelo manejo mal conduzido de pastagens e usos agrícolas, permitindo muitas vezes a incidência de processos erosivos superficiais, cortes de encosta ou detonação de voçorocamentos nas encostas do entorno.

As preocupações advindas de processos naturais recaem sobre a caracterização dos principais tipos de movimentos de massa comuns na região, seja na forma de quedas de blocos, escorregamentos ou corridas de lama.

### 3.1.1 - TIPOS DE MOVIMENTOS DE MASSA

É possível encontrar na literatura, desde muito tempo, diversas classificações sobre os movimentos de massa existentes. De fato, devido a sua variedade e complexidade, é difícil encontrar uma classificação que englobe todos os tipos. Como descrito por Jesus (2002), é possível chegar a um modelo fenomenológico quando se está restrito a uma área específica, ou seja, de acordo com o tipo de solo, bem como com base em movimentos ocorridos anteriormente, pode-se inferir os tipos de movimentação que podem ocorrer numa determinada área.

Existem diversos sistemas de classificação com base em diferentes características. De acordo com estudos já considerados clássicos, segundo Guidicini & Nieble (1984), os que aparentemente apresentam os melhores critérios de análise são aqueles baseados nas características físico-mecânicas do fenômeno. Da mesma forma, ainda na década de 1990 o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1991), classificou tipologias de movimentos de massas que servem até hoje no entendimento das dinâmicas erosivas das encostas. Sem aprofundar no tema, pode-se resumir cada um destes tipos na seguinte síntese:

- **Erosão Superficial:** este processo tem início com o impacto da água no terreno provocando o desprendimento de partículas e, posteriormente, o arraste das mesmas por escoamento superficial. A erosão deste tipo pode evoluir para ravinas com alguns metros de profundidade.

- **Rastejos:** são processos lentos com deslocamento de poucos centímetros ao ano. Não apresenta superfície definida e atinge grandes áreas do terreno, atuando tanto no solo superficial quanto em pouca profundidade.
- **Escorregamentos:** este tipo de movimento de massa é definido como um processo rápido e com superfície de ruptura bem definida (planar, cunha, circular). Sua geometria pode ser variada de acordo com o tipo de solo associado e a existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados.
- **Quedas:** são movimentos extremamente rápidos envolvendo queda livre de lascas ou blocos de rocha.
- **Tombamentos:** são característicos de encostas íngremes rochosas, com discontinuidades verticais. Ocorrem principalmente em taludes de corte, onde a mudança na geometria acaba desconfinando essas discontinuidades e propiciando o tombamento das paredes do talude.
- **Corridas de massa:** as corridas são geradas a partir de um grande aporte de material para as drenagens, que combinado com um determinado volume de água, forma uma massa com comportamento de líquido viscoso, de alto poder destrutivo e de transporte, geralmente com extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Com base em Guidicini & Nieble (1984), as causas dos movimentos de massas podem ser divididas e descritas entre causas externas, aquelas que provocam um aumento das tensões cisalhantes, sem que haja diminuição da resistência do material (mudanças na geometria da encosta, mudanças naturais na inclinação das encostas e efeitos de vibração) e causas internas, aquelas que levam ao colapso sem que se verifique qualquer mudança nas condições geométricas do talude e que resultam de uma diminuição da resistência interna do material (efeitos de oscilação térmica, diminuição de parâmetros de coesão e atrito por intemperismo e aumento da pressão hidrostática).

### 3.2 - AVALIAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DA AII/AID/ADA

A Área de Influência Indireta (AII) tem uma topografia bastante heterogênea, composta por vastas planícies de inundação, relevo colinoso de baixa amplitude e alinhamentos serranos de maior altitude, apresentando neste último encostas declivosas. As feições geomorfológicas mapeadas garantem aos alinhamentos serranos com suas encostas íngremes a maior atenção quanto aos aspectos geotécnicos. Nessas áreas são comuns os deslocamentos e a queda de blocos rochosos, bem como a possibilidade de escorregamentos seguidos de avalanches de acordo com regime extremo de precipitação (eventos mais raros na área, devido à condição pluviométrica de baixas precipitações médias).

Outra condição que pode configurar riscos de escorregamentos, aí neste caso, mais voltados a movimentos de massa rotacionais, são as encostas com declividade mais suave que as encostas serranas, mas que possuem espesso manto de alteração. Nestas encostas que são comuns no baixo curso dos rios afluentes e próximas à calha do rio Paraíba do sul em ambientes de colinas, podem ocorrer movimentos rotacionais com rupturas profundas, como o mapeado no EIA anterior (ECOLOGY,2011) e remapeado neste levantamento (Figura 17).





**Figura 17: Cicatriz de escorregamento rotacional em ambiente de colinas com perfil de intemperismo profundo.**  
**Data: 26-29/01/2019.**

As unidades geológicas metamórficas paraderivadas, apresentam, devido aos esforços extensionais, xistosidade e orientação de minerais micáceos que facilitam relativamente maior intemperismo e produção de regolito para erosão. Corroboram ainda a recorrência de fraturas e falhas dos maciços rochosos, que além de facilitarem intemperismo, colaboram para a condução de fluxos hidrológicos subterrâneos, aprofundando o intemperismo e provocando por vezes processos de voçorocamento em encostas com solos mais espessos.

Vale ressaltar que essas fraturas possuem um padrão específico relativo aos esforços crustais que o substrato geológico sofreu e se repetem em algumas direções preferenciais. Na área de investigação, as direções N45-50E/Sub-vertical – paralelo à xistosidade das rochas locais e N40W/Vertical, perpendicular à xistosidade das rochas locais; N50W/Vertical - transversal à xistosidade das rochas locais e N80W a EW/Vertical - oblíqua à xistosidade das rochas locais.

Foram identificadas nas encostas dos morrotes e das serras feições erosivas recorrentes e de distribuição espacial indiscriminada, associadas à erosão pluvial pelo uso inadequado do solo, como desmatamentos e uso agropecuário permitindo a compactação dos horizontes superficiais do solo e mecanismos detonadores de processos erosivos, em geral, superficiais, que com o passar do tempo podem evoluir para processos incisivos mais contundentes.

Não foram observadas cicatrizes ou ocorrências recentes (Quaternárias) de escorregamentos (volumosos), nem sinais de processos associados à presença de solos problemáticos, tais como subsidências (uvalas, dolinas, etc.; típicas de regiões cársticas), trincas de ressecamento (comuns em solos expansivos) ou mesmo recalques em estruturas (devido à presença de solos moles).

Sob as condições à época da campanha de campo (Janeiro de 2019), nem mesmo áreas mais susceptíveis à ocorrência de deslizamentos de grandes volumes foram identificadas. As principais questões relativas à estabilidade de encostas estão associadas ao uso do solo e posteriormente à instalação do reservatório, ao efeito de ondas e da oscilação do nível do reservatório na base das encostas laterais, questão que deve ser observada durante a operação do empreendimento.

### 3.2.1 - 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 realizadas 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 entanto, a avaliação da estabilidade das ombreiras da UHE Itaipava I 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, 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 muitas 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 são 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 à alteração e à remoção por erosão superficial.

Entretanto, como as fraturas verticais de direção N40-50W são muito frequentes e estão associadas a outras estruturas de grande porte que individualizam o Gráben de Itaipava (descrito anteriormente), 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.

Essa preocupação é reforçada de acordo com o entendimento de que a área apresenta vestígios de atividade tectônica com reativação de falhas. Embora não evidente, no estudo sismológico (apresentado mais adiante neste texto), este indício levanta uma discussão sobre a expectativa de que abalos sísmicos possam gerar deslizamentos nas ombreiras e na própria barragem.

Contudo, estudos realizados para obtenção da Licença Prévia (LP) do projeto anterior a esse em execução (LP n. 428/2011) em atendimento às condicionantes 2.6 e 2.7 presentes naquele projeto base, mostraram resultados favoráveis do âmbito geológico-geotécnico levantados pelo corpo técnico de engenharia, demonstrando a viabilidade estrutural, no que tange os parâmetros de geologia e geotecnia, para a consecução das etapas de obras e implementação das estruturas do empreendimento UHE Itaipava I (ver *Anexo 3. Estudos geológicos/geotécnicos na AID*).

### 3.2.2 - Estabilidade Geológica das Encostas da Área do Reservatório Após Enchimento

Na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento a estabilidade das encostas após a formação do reservatório deve 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 dos processos geodinâmicos que hoje afetam os taludes marginais da área do futuro reservatório. Foram apenas identificadas nas encostas feições recorrentes e frequentes associadas à erosão pluvial, tais como ravinas, sobretudo associadas ao mau uso das pastagens e a potencialidades de deslizamentos de encosta nas áreas serranas mais distantes do reservatório.

Destaca-se que a AID é caracterizada por uma morfologia suave, onde predomina a erosão pluvial superficial. Na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a jusante da foz do rio Pirapetinga até o eixo do barramento de Itaipava, 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 esta 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. Ravinas erosivas contínuas lateralmente em caminhos e vias abertos pelos proprietários da região ou mesmo devido ao pisoteio do gado configuram sulcos erosivos que atingem o solo residual jovem e permitem a evolução de uma erosão mais impactante. Ainda existem algumas saibreiras desativadas, nas bordas dos morrotes mais suaves, que favorecem a evolução da erosão nas áreas degradadas.

A margem direita do rio Paraíba do Sul não apresenta planície de inundação expressiva, constituindo uma vertente relativamente próxima a calha do rio Paraíba do Sul, com características mais íngremes e mais longas quando comparadas à margem oposta. 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. Nesses 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 no sopé das encostas próximo ao curso do rio.

Com o enchimento do reservatório ocorrerá elevação do nível d'água (NA), em uma faixa ao redor do reservatório. 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 e seu respectivo monitoramento.

No entanto, além de pontuais, esses movimentos de massa somente envolverão volumes de material mobilizado e em escalas incapazes de obstruírem parcialmente o reservatório a jusante das ocorrências ou gerarem pulsos de ondas com alturas significativas. Essas considerações não reduzem, contudo, a importância de se implantar, no Plano Básico Ambiental (PBA), 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.

## 4 - PEDOLOGIA E USO DO SOLO

### 4.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste item será apresentado o estudo do levantamento das classes de solo e a avaliação da suscetibilidade à erosão dos solos que ocorrem nas áreas de influência da UHE Itaocara I. Este estudo tem como objetivo, portanto, a identificação, caracterização e delimitação cartográfica dos solos na área de inserção deste empreendimento.

A exposição do material parental à ação dos agentes intempéricos promoverá, ao longo do tempo, a formação de solos de características distintas, de acordo com os seus fatores de formação, como o relevo e a atividade biológica. Assim, faz-se necessário o levantamento dos atributos pedológicos para a instalação de grandes empreendimentos, no intuito de identificar e mitigar possíveis impactos que possam ser gerados.

Na área de estudo do empreendimento predomina um relevo dissecado pela rede de drenagem, caracterizado por colinas rebaixadas, degraus topográficos e serras isoladas associados aos eventos compressivos do Neoproterozoico e distensivos do Cenozoico. Neste sentido, a formação de solos ocorrerá pelo intemperismo dessas rochas ao longo do tempo, pela ação climática e hidrológica.

O diagnóstico de pedologia resultou na identificação, classificação e descrição das classes de solos, bem como na confecção do Mapa Pedológico na escala de 1:120.000 (*Caderno de Mapas, mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_PEDOLOGIA*). Segundo o IBGE (2006), esse levantamento é caracterizado pelo reconhecimento de média intensidade e apresenta informações qualitativas dos solos, delimitando-os em unidades de mapeamento com presença de até quatro classes de solo. É utilizado com o objetivo de auxiliar o planejamento e uso de seus recursos por meio de um enfoque regional, sendo bastante utilizado em estudos ambientais. As unidades de mapeamento são identificadas no campo por observação e amostragem ao longo do percurso, e os limites das mesmas são definidos a partir de fotointerpretação em ambiente SIG, associado aos dados existentes e levantamentos de campo.

Cabe destacar, ainda, que o modo de vida nos aspectos socioeconômicos da região está intrincada com a condição do solo, sobretudo quando considerada a Área de Influência Direta (AID). Ou seja, o solo interfere diretamente em diversos aspectos da dinâmica socioeconômica da região. Portanto, o *Volume IV – Diagnóstico Meio Socioeconômico* apresenta-se em interface com este capítulo.

A metodologia do trabalho, bem como os critérios para identificação das classes de solos e os resultados do levantamento secundário e da campanha de campo (dados primários), serão descritos a seguir.

### 4.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Informações mais pormenorizadas sobre os procedimentos de classificação puderam 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 Centro Nacional de Pesquisa de Solos - EMBRAPA (EMBRAPA, 1988); Procedimentos Normativos de Levantamentos de Solos (EMBRAPA, 1995); Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2005) e; Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

Com base nos levantamentos já existentes, como o Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001) e o Mapa Exploratório dos Solos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010), foram realizadas padronizações das nomenclaturas das classes de solo, de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) e melhorias na delimitação das unidades de mapeamento através dos dados amostrados

em campo, imagens SRTM, além da compatibilização dos próprios estudos existentes. Também foram utilizadas como referências cartas topográficas desenvolvidas pelo IBGE, sendo elas: Itaipava, Além Paraíba, Recreio, Leopoldina e Santo Antônio de Pádua.

A campanha de campo para a área de estudo da UHE Itaipava I ocorreu entre os dias 25 e 29 de janeiro de 2019. A área foi percorrida visando identificar e dimensionar as ocorrências das classes de solos e os limites das unidades de mapeamento. Neste sentido, foram utilizados os conceitos para reconhecimento e classificação de horizontes diagnósticos, grupamentos de textura e de fases das unidades de mapeamento de solos (relevo, pedregosidade, rochividade, drenagem e vegetação), de acordo com EMBRAPA (1988). O sistema taxonômico de classificação dos solos encontra-se completo para o 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens) e, quando possível, 3º nível categórico (grandes grupos).

Procurou-se direcionar o diagnóstico dos solos relacionando-o às unidades de mapeamento, visando facilitar o processo de hierarquização das fragilidades e a definição de prioridades, quando fosse o caso, de forma a facilitar a organização do diagnóstico, no que tange a classificação da suscetibilidade dos solos à erosão. A seguir, são apresentados os principais atributos diagnósticos, conceitos e fases usados para o mapeamento dos solos da área de estudo do empreendimento.

### 4.3 - ATRIBUTOS DIAGNÓSTICOS

Os atributos diagnósticos descritos a seguir, foram definidos pela EMBRAPA no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2013). Serão apresentados somente os atributos identificados nos solos inseridos na área de estudo, dentre eles, destacam-se os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, grupamento de classes de textura, classes de drenagem e fases do relevo.

#### 4.3.1 - Contato Lítico

Termo empregado para designar material coeso subjacente ao solo. Sua consistência é tão marcante que mesmo quando molhado torna a escavação com a pá reta impraticável ou muito difícil e impede o crescimento do sistema radicular e a circulação da água.

#### 4.3.2 - 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.

#### 4.3.3 - Saturação por bases

**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.

#### 4.3.4 - Horizontes Diagnósticos Superficiais

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

**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 (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%).

#### 4.3.5 - 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 subjacente eluvial e, usualmente, apresenta cerosidade.

**Horizonte B Latossólico:** é um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, que pode ser evidenciada pela alteração quase completa dos minerais primários e/ou pela presença de minerais de argila 2:1. Apresenta intensa lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, além de quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio. Deve ter no mínimo 50 cm de espessura, textura franco arenosa mais fina, não podendo haver mais de 4% de minerais primários alteráveis.

**Horizonte B incipiente:** o horizonte incipiente caracteriza-se como horizonte subsuperficial, subjacente ao horizonte A, Ap (antropizado) ou AB (transição do horizonte A para o horizonte B), que sofreu baixa alteração física e química, mas que possibilitou o desenvolvimento de cor e unidades estruturais. Em relação à espessura, este horizonte deve apresentar no mínimo 10 cm e, em geral, apresenta cores brunadas, amareladas e avermelhadas.

**Horizonte B nítico:** horizonte mineral subsuperficial, 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 subhorizontes do horizonte B.

**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.



#### 4.3.6 - Grupamentos de Classes de Textura

A textura, em ciência do solo, corresponde a 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 600 g de argila/kg;
- **Textura argilosa:** quando o solo tem entre 350 e 600 g de argila/kg;
- **Textura média:** quando o solo contém 350 g de argila e mais de 150 g 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:** quando existe mais de 50% de cascalho na composição granulométrica do horizonte;
- **Textura cascalhenta:** quando esse valor oscila entre 15 e 50% de cascalho;
- **Textura com cascalho:** quando as quantidades de cascalho variam entre 8 e 15%.

#### 4.3.7 - Grupamentos de Classes de Drenagem

Referem-se à quantidade e velocidade com que a água recebida pelo solo infiltra e/ou esco, afetando as condições hídricas do solo (período em que permanece seco, úmido, molhado ou encharcado).

- **Fortemente drenado:** a água é removida rapidamente do perfil. Os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura arenosa média e muito permeáveis.
- **Bem drenado:** a água é removida do solo com facilidade, porém, não rapidamente. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados, devido a processos de oxidação e redução. Entretanto, quando presente, o mosqueado ocorre em profundidade, localizando-se a mais de 150 cm da superfície e/ou a mais de 30 cm do topo do horizonte B ou C.
- **Moderadamente drenado:** a água é removida do solo lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém, significativa parte do tempo. Estes solos geralmente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no solo, com o lençol freático encontrando-se abaixo deste. Podem apresentar mosqueados na parte inferior do horizonte B.
- **Mal drenado:** a água é removida do perfil tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela. É frequente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização.
- **Muito mal drenado:** a água é removida tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície durante a maior parte do ano. Estes solos ocupam áreas planas e/ou depressões onde há estagnação da água. São comuns características de gleização e/ou acúmulo superficial de matéria orgânica.

#### 4.3.8 - Fases

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais. São comumente empregadas fases de relevo, pedregosidade e rochiosidade:

- **Cascalhenta:** define-se o termo “fase cascalhenta” para solos com quantidade significativa de cascalhos nos horizontes superficiais e subsuperficiais.
- **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.
- **Rochiosidade:** denominam-se solos pela fase rochosa quando há presença de matacões com diâmetro maior do que 100 cm na superfície do solo ou para designar a presença de lajes de rochas com uma camada ou um horizonte de solo (A) na superfície.

#### 4.3.9 - Relevo

O nome da fase de relevo acompanha a descrição da unidade de solos com o intuito de serem fornecidos subsídios ao estabelecimento das limitações com relação ao emprego de implementos agrícolas e, mediante avaliação da declividade e comprimento dos 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%.

A avaliação geral da suscetibilidade dos solos à erosão, que reflete a maior ou menor resistência dos solos à ação dos agentes da erosão, foi efetuada principalmente com base nas características e propriedades físicas dos solos e nas condições do relevo regional em que ocorrem.

#### 4.4 - DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLO



Neste tópico serão descritas as principais classes de solos que ocorrem na AII e AID do empreendimento, identificadas no trabalho de campo e na bibliografia consultada, seja como componentes dominantes, ou como componentes codominantes associados por inclusão em unidades de mapeamento. Ao todo, foram identificadas 10 (dez) classes de solo distribuídas em 32 (trinta e duas) unidades de mapeamento na AII e AID

da UHE Itaipava I. A descrição das classes de solo seguiu o critério estabelecido pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos publicado pela EMBRAPA em (SiBCS, 2013).

#### 4.4.1 - Argissolo Vermelho distrófico e eutrófico (PVD e PVE)

Correspondem a solos constituídos por material mineral, tendo como principal característica a presença de um horizonte B textural (Bt) originado pela translocação de argila do horizonte superficial para os horizontes subsuperficiais, promovendo gradiente textural abrupto entre os horizontes. Apresentam coloração 2,5YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR, e valores e cromas iguais ou menores que 04 nos primeiros 100 cm do solo.

Essa classe de solo é verificada na AII e AID do empreendimento, podendo ser identificada nos sopés das encostas e colinas dissecadas, bem como, em áreas de relevo fortemente ondulados. Sua gênese não apresenta correlação direta com o intemperismo de rocha específica, porém, na área de estudo são encontrados sobre rochas das unidades geológicas Arcádia Areal e do Domínio Itaipava. São mais comuns nas encostas da margem direita do rio Paraíba do Sul, porção sul da AII. De maneira geral, apresentam horizonte A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado (Figura 18 e Figura 19). São componentes dominantes nas unidades PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, PVE5, PVE6, PVE7, PVE8, PVE9 e não aparecem como componentes codominantes em nenhuma unidade.

	
<p><b>Figura 18: Perfil de Argissolo Vermelho distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado. (UTM: 791925/7598616). Data: 26/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 19: Ambiente de ocorrência do Argissolo Vermelho distrófico. Data: 26/01/2019.</b></p>

#### 4.4.2 - Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e eutrófico (PVAd e PVAe)



Esta classe é constituída por 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, C. São solos que tem nítida diferenciação textural entre os horizontes A e B. Possui 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).





argilosa, relevo montanhoso (Figura 22 e Figura 23). Constituem a unidade CXbd1 como componentes dominantes, e as unidades LAd1, LVAd3, LVAd5, LVAd6, PVAd3, PVAd5 e PVAd6.



	
<p><b>Figura 22:</b> Perfil de Cambissolo Háplico Tb distrófico, A fraco, textura média e arenosa, relevo ondulado (UTM: 763845 / 7607531). Data: 28/01/2019.</p>	<p><b>Figura 23:</b> Ambiente de ocorrência do Cambissolo Háplico Tb distrófico no ambiente de relevo acima da linha tracejada. Data: 28/01/2019.</p>

#### 4.4.4 - Gleissolo Háplico eutrófico (GXve)

Correspondem aos solos minerais, hidromórficos, apresentando horizonte A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado, chamado horizonte glei, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de encharcamento durante o ano todo, ou parte dele. São solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil, contudo, o horizonte glei caracteriza-se por um horizonte argiloso. Os Gleissolos são saturados por água durante quase todo o ano, ao menos que tenham sido drenados artificialmente.

São restritos na área de estudo do empreendimento, sendo formados por sedimentos depositados ao longo dos rios e fundos de vale, em áreas de relevo plano, com declividades inferiores a 3%, nos terraços fluviais e lacustres. Neste sentido, ocorrem principalmente nos taludes marginais dos eixos de drenagem, principalmente no rio Paraíba do Sul, e nas áreas alagáveis. De maneira geral, apresentam horizonte A fraco e moderado, textura argilosa e relevo plano e suave ondulado. Devido à sua pouca representatividade, constituem a unidade de mapeamento GXve1 como componentes dominantes, estando em associação nas unidades RYbd3, RYbd4, RYbd5 e RYbd6.





	
<p><b>Figura 24: Perfil de Gleissolo Háplico, A moderado, textura argilo-arenosa, relevo suave ondulado (UTM: 796413 / 7602430). Data: 27/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 25: Ambiente de ocorrência do Gleissolo Háplico Tb distrófico. Data: 27/01/2019.</b></p>

#### 4.4.5 - Latossolo Amarelo distrófico (LAd)

Compreende solos minerais, não hidromórficos, que se caracterizam por apresentar um horizonte B latossólico de cor amarelada, nos matizes 7,5 YR ou mais amarelos. São solos muito intemperizados, distróficos, friáveis, normalmente muito profundos, de elevada permeabilidade e em geral bem acentuadamente drenados. Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade. Pelo seu elevado grau de intemperização, apresentam baixo grau de saturação por bases ( $V\% < 50$ ), uma vez que boa parte dos nutrientes são lixiviados, atribuindo-lhe baixa fertilidade natural.

Os Latossolos Amarelos ocorrem na porção norte da área de estudo, em diferentes compartimentos do relevo. Podem ser encontrados tanto nos fundos de vale quanto em colinas alongadas e serras isoladas no entorno do aglomerado urbano de Providência no estado de Minas Gerais. Situam-se sobre rochas do Complexo Quirino na porção norte da AII e, em sua maioria, apresentam horizonte A moderado e proeminente, textura muito argilosa, relevo forte ondulado (Figura 26 e Figura 27). Na área de estudo, compõe a unidade LAd1 como componente dominante e as unidades LVAd1, LVAd2, LVAd3, LVAd4, LVAd5, LVAd6, LVAd7 e PVAd2.



	
<p><b>Figura 26: Perfil de Latossolo Amarelo distrófico, A proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado (UTM: 768915 / 4603546). Data: 28/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 27: Ambiente de ocorrência do Latossolo Amarelo distrófico. Data: 28/01/2019.</b></p>

#### 4.4.6 - Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd)

Esta classe compreende solos minerais, profundos a muito profundos, com horizonte A moderado ou proeminente, horizonte B latossólico (Bw) e, geralmente, de caráter distrófico e ácido. Apresentam pequena diferenciação entre seus horizontes, textura argilosa, elevada porosidade e permeabilidade devido à estabilidade dos agregados, conferindo-lhes boa capacidade de infiltração e drenagem. Assim como os Latossolos Amarelos, esta classe também apresenta baixa taxa de fertilidade natural devido, principalmente, à lixiviação dos nutrientes, conferindo-lhes caráter distrófico. Apresentam, portanto, saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Os Latossolos Vermelhos ocorrem em diferentes ambientes geomorfológicos e topográficos, contudo, são mais comuns nos ambientes de colinas baixas, nas quais o intemperismo das rochas intensificou o processo de pedogênese. Sobre as colinas desenvolveram-se solos bem drenados espessos, caracterizando os Latossolos Vermelhos.

Na AII da UHE Itaipava I, situam-se, principalmente, na porção norte sobre rochas do Complexo Quirino e do Grupo Paraíba do Sul. Resumidamente, apresentam horizonte A moderado, textura argilosa ou muito argilosa e relevo ondulado (Figura 28 e Figura 29). São componentes dominantes nas unidades LVAd1, LVAd2, LVAd3, LVAd4, LVAd5, LVAd6 e LVAd7, e são componentes em associação nas unidades CXbd1, LAd1, PVAd1, PVAd2, PVAd4 e PVAd5.



	
<p><b>Figura 28: Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado. (UTM: 768915 / 4603546). Data: 28/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 29: Ambiente de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Data: 28/01/2019.</b></p>

#### 4.4.7 - Neossolo Flúvico Tb distrófico (RYbd)

São solos minerais que possuem características muito variáveis, dependendo da natureza e da forma de distribuição dos depósitos dos sedimentos originários. Podem apresentar, portanto, perfis profundos ou não, estratificados em algumas camadas ou compostos por somente dois horizontes distintos, não havendo necessariamente relação pedogenética entre si. Essa estratificação reflete, portanto, a dinâmica de deposições e transportes gravitacionais e aluviais que apresentam espessuras e granulometrias variáveis. A variação textural em profundidade, por sua vez, tem implicação direta sobre o fluxo vertical da água e, conseqüentemente, sobre o estabelecimento e o comportamento dos sistemas de drenagem que resultam em características estruturais diversas nos solos.

Geralmente, constituem os diques marginais do leito dos rios e os sedimentos depositados nas margens dos cursos d'água (planícies fluviais), além dos transportados da média encosta para o fundo de vale (várzeas). Na área de estudo, foi possível identificar os Neossolos Flúvicos nas margens dos principais rios, como no caso do rio Paraíba do Sul, e de outros rios de menor representatividade. Vale destacar a presença de pequenas praias fluviais ao longo desses rios, nas porções aplainadas do relevo, formando os Neossolos Flúvicos nestes ambientes (Figura 30 e Figura 31). São componentes dominantes nas unidades RYbd1.



	
<p><b>Figura 30: Perfil de Neossolo Flúvico Tb distrófico, textura arenosa, relevo plano (UTM: 785981 / 7597037). Data: 26/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 31: Ambiente de ocorrência do Neossolo Flúvico Tb distrófico abaixo da linha tracejada. Data: 26/01/2019.</b></p>

#### 4.4.8 - Neossolo Litólico Tb Distrófico (RLd)

São solos minerais não hidromórficos, rasos ou muito rasos, com sequência típica de horizontes A-C ou A sobre rocha. Trata-se, portanto, de solo jovem com franja de intemperismo pouco desenvolvido e evoluído de forma que o contato litólico é abrupto. Possuem textura variável, frequentemente média ou argilosa, e são heterogêneos quanto às propriedades químicas. Vale ressaltar, que usualmente a classe Neossolo Litólico possui estrutura fraca granular muito pequena para o horizonte A e maciça para o horizonte C, com consistência úmida friável no horizonte A e muito friável no C.

Os Neossolos Litólicos são restritos na AII da UHE Itacara I, podendo ser identificados somente nos lineamentos serranos, como a Serra do Bonfim e a Serra do Catete, e nos morros residuais de declividade mais acentuada, na porção nordeste da área de estudo. Na campanha de campo, foram identificados Neossolos Litólicos distrófico, com horizonte A moderado, fase pedregosa, textura média e argilosa, relevo montanhoso e escarpado (Figura 32 e Figura 33). Por apresentar gênese restrita na AII, não constituem unidade de mapeamento como componentes dominantes, sendo componentes em associação nas unidades PVe3 e PVe8.



**Figura 32: Perfil de Neossolo Litólico Tb distrófico A moderado, fase pedregosa, textura argilo-arenosa, montanhoso (UTM: 796794 / 7596398). Data: 26/01/2019.**



**Figura 33: Ambiente de ocorrência do Neossolo Litólico Tb distrófico em um dos lineamentos serranos na All do empreendimento. Data: 26/01/2019.**

#### 4.4.9 - Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVe)

Caracteriza-se pela presença do horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com superfícies de agregados reluzentes, relacionadas à cerosidade. São solos com matiz 2,5 YR ou mais vermelhos na maior parte dos 100cm. Possuem textura argilosa ou muito argilosa e podem apresentar saturação por bases baixa ou alta.

Esta classe de solo é bastante restrita na All e AID do empreendimento, não tendo sido identificado na campanha de campo realizada pela equipe. Contudo, consta na bibliografia desta classe de solo na área de estudo do empreendimento. Apresentam horizonte A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado, e constituem as unidades PVe1 e PVe2 como componente codominantes.

#### 4.4.10 - Afloramento Rochoso

Esta unidade corresponde aos lineamentos serranos, como a Serra da Bolívia, que, devido à alta declividade, não conseguem acumular material para a formação de solos residuais. Desta maneira, expõem o substrato rochoso, formando imponentes paredões rochosos na paisagem. Estes afloramentos correspondem às rochas graníticas e gnáissicas, associadas ao Complexo Serra da Bolívia (Figura 34).





**Figura 34: Ocorrência de Afloramentos Rochosos na AII da UHE Itaipava I – Visada para a Serra da Bolívia. Data: 27/01/2019.**

#### 4.4.11 - Composição das Unidades de Mapeamento

As unidades de mapeamento constituem um conjunto de áreas de solos, com posições e relações definidas na paisagem. São constituídas por diferentes classes de solo, que estão inseridas em um contexto espacial semelhante e podem ser divididas em unidades simples (compostas por um único componente) ou por associação de solos que consistem nas combinações de duas ou mais classes distintas, ocorrendo em padrões semelhantes na paisagem (IBGE, 2007).

Ressalta-se que no mapa pedológico (*Caderno de Mapas, mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_PEDOLOGIA*) são apresentados os limites das unidades de mapeamento estabelecidos de acordo com os padrões da paisagem (geologia e relevo), sendo compostas por associações de até quatro classes de solo. No quadro abaixo encontra-se a descrição de cada Unidade de Mapeamento inseridas na AII da UHE Itaipava I. Ao todo, foram definidas 32 unidades de mapeamento. Por sua vez, o Quadro 6 apresenta as unidades de mapeamento inseridas nos limites da AID da UHE Itaipava I.

**Quadro 5: Composição das Unidades de Mapeamento inseridas na AII da UHE Itaocara I.**

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Área (%)
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Típico, A moderado, relevo montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHA	134,35	0,09
GXve1	GLEISSOLO HÁPLICO TaEutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupticoeutrófico, A moderado, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO TaEutrófico, A moderado, textura argilosa ou média	626,96	0,40
LAd1	LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado a montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distróficotípico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo montanhoso e escarpado	30077,20	19,03
LVAAd1	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO típico distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa.	308,75	0,20
LVAAd2	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	7531,29	4,77
LVAAd3	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Tb distrófico, câmbico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo montanhoso e forte ondulado	718,61	0,45
LVAAd4	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo suave ondulado	266,18	0,17
LVAAd5	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa	541,18	0,34
LVAAd6	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa e muito argilosa, relevo forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, moderado relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado e proeminente, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO distrófico, argissólico, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO AMARELO distrófico húmico, textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	5966,05	3,77
LVAAd7	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado	22840,99	14,45
PVAAd1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico	5144,14	3,25
PVAAd2	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	1963,97	1,24

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Área (%)
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	718,61	0,45
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	3196,88	2,02
PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	5315,89	3,36
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, latossólico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	2009,10	1,27
PVAe1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutróficocâmbico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	1876,46	1,19
PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado	13033,65	8,25
PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	3625,24	2,29
PVAe4	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado ou montanhoso	257,95	0,16
PVAe5	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO planossólicoeutrófico, abruptico, plíntico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano	5247,66	3,32
PVAe6	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutróficoabruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutróficoabruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado	784,11	0,50
PVAe7	ARGISSOLO VERMELHO Eutróficoproliítico textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutróficotípico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado + AFLORAMENTO DE ROCHA textura argilosa relevo ondulado +	11195,51	7,08
PVe1	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO típico eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	1290,55	0,82

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Área (%)
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, léptico, textura argilosa, A moderado, relevo montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A moderado ou A chernozêmico, fase rochosa ou não, relevo montanhoso	13033,65	8,25
PVe3	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso + AFLORAMENTO DE ROCHA + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	282,70	0,18
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutróficotípico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	1223,84	0,77
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	6104,40	3,86
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico câmbico, abruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado ou chernozêmico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado	3985,76	2,52
PVe7	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO típico eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado	2532,43	1,60
PVe8	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutróficotípico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa, A moderado e chernozêmico, relevo montanhoso e escarpado + AFLORAMENTO DE ROCHA, relevo montanhoso e escarpado	2602,99	1,65
RYbd1	NEOSSOLO FLÚVICO típico, A moderado, textura média, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO gleicoeutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO sódico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano	1463,30	0,93

**Quadro 6: Composição das unidades de mapeamento inseridas na AID da UHE Itaipava I.**

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Área (%)
GXve1	GLEISSOLO HÁPLICO TaEutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupticoeutrófico, A moderado, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Taeutrófico, A moderado, textura argilosa ou média	626,4	10,0
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico	7,1	0,1
PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado	1058,9	16,9
PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	346,4	5,5
PVAe5	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO planossólicoeutrófico, abruptico, plíntico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano	1879,0	30,0
PVAe7	ARGISSOLO VERMELHO Eutróficoprofitico textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutróficotípico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado + AFLORAMENTO DE ROCHA	894,5	14,3
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	326,2	5,2
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	177,1	2,8
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutróficocâmbico, abruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado ou chernozêmico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado	137,1	2,2
RYbd1	NEOSSOLO FLÚVICO típico, A moderado, textura média, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO gleicoeutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO sódico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano	816,6	13,0



## 4.5 - SUSCETIBILIDADE À EROSÃO PERMANENTE

Este item trata da maior ou menor resistência dos solos à ação dos agentes erosivos e pretende estabelecer a hierarquização dos diversos solos encontrados nas áreas de influência da UHE Itaipava I. A avaliação foi efetuada com base nas propriedades físicas dos solos, nas condições do relevo em que ocorrem, além de outras características como drenagem, fases de rochiosidade e pedregosidade, cobertura vegetal e condições climáticas (pluviosidade). Trata-se por fim da relação de tais variáveis com a fragilidade das terras em função das atividades antrópicas como uso e ocupação do solo para fins agropecuários, obras de engenharia, atividades turísticas, dentre outros (*Ver Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MB\_UOS*).

### 4.5.1 - Aspectos Metodológicos

Para a determinação dos graus de suscetibilidade à erosão de cada uma das unidades de mapeamento, foram consideradas como fatores determinantes na velocidade e atuação dos processos erosivos, as seguintes condicionantes descritas:

- **Distribuição das precipitações pluviométricas** - a análise das chuvas é 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 do solo** – espessura do *solum* (que compreende os horizontes A e B), transição entre horizontes, gradiente textural, estrutura, pedregosidade, rochiosidade, drenagem interna e permeabilidade;
- **Lençol freático** - a profundidade do lençol freático no perfil é fator decisivo, por exemplo, para o desenvolvimento de processos de voçorocamento;
- **Topografia** – maiores declividades determinam maiores velocidades de escoamento das águas, aumentando sua capacidade erosiva. O comprimento da pendente também configura variável importante para se estimar o período de escoamento. Se os declives são acentuados e extensos, maior será o efeito erosivo;
- **Uso e manejo do solo** – a indução ou a redução da erosão depende do tipo de cultura e do manejo dos solos. A adoção de práticas conservacionistas como, cultivos respeitando as curvas de nível, plantio direto e sistemas agroflorestais reduzem consideravelmente os efeitos dos processos erosivos.

A interpretação dessas características pedológicas e seu ambiente de ocorrência no campo, foram integradas às informações de dados secundários em gabinete. Essas informações definiram os graus de suscetibilidade das unidades de mapeamento identificadas na AII da UHE Itaipava I. São consideradas as seguintes classes de Suscetibilidade à Erosão:

- **Nula** – Relevo plano ou quase plano (declive <3%) e boa permeabilidade. Erosão insignificante após 10 a 20 anos de cultivo, controlada com práticas conservacionistas simples.
- **Ligeira** – Relevo suave ondulado (declives entre 3 e 8%) e boas propriedades físicas. Após 10 a 20 anos de cultivo pode ocorrer perda de 25% do horizonte superficial que pode ser prevenida com práticas conservacionistas ainda simples.

- **Moderado** - Relevo em geral ondulado, ou seja, com declives entre 8 e 20%, que podem variar para mais ou para menos conforme as condições físicas do solo. Necessidade de práticas intensivas de controle à erosão desde o início da utilização.
- **Forte** - Relevo em geral forte ondulado, ou seja, com declives entre 20 e 45%, que podem variar conforme as condições físicas do solo. Prevenção à erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.
- **Muito Forte** - Relevo montanhoso ou escarpado (declive >45%), que podem variar conforme as condições físicas do solo, não sendo recomendável o uso agrícola, com sérios riscos de danos por erosão em poucos anos.

#### 4.5.2 - Suscetibilidade à Erosão das Unidades

No quadro a seguir estão relacionadas as unidades de mapeamento e a sua respectiva avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão na AII da UHE Itaipava I.

**Quadro 7: Avaliação da suscetibilidade à erosão das unidades de mapeamento da UHE Itaocara I.**

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Suscetibilidade à erosão
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Típico, A moderado, relevo montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHA	134,35	Moderada/Forte
GXve1	GLEISSOLO HÁPLICO TaEutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupticoeutrófico, A moderado, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Taeutrófico, A moderado, textura argilosa ou média	626,96	Ligeira
LAd1	LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado a montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo montanhoso e escarpado	30077,20	Forte
LVAAd1	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO típico distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa.	308,75	Moderada/Forte
LVAAd2	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	7531,29	Moderada
LVAAd3	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Tb distrófico, câmbico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo montanhoso e forte ondulado	718,61	Forte
LVAAd4	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo suave ondulado	266,18	Moderada
LVAAd5	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa	541,18	Forte
LVAAd6	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa e muito argilosa, relevo forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, moderado relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado e proeminente, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO distrófico, argissólico, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO AMARELO distrófico húmico, textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	5966,05	Forte
LVAAd7	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado	22840,99	Moderada
PVAAd1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico	5144,14	Forte

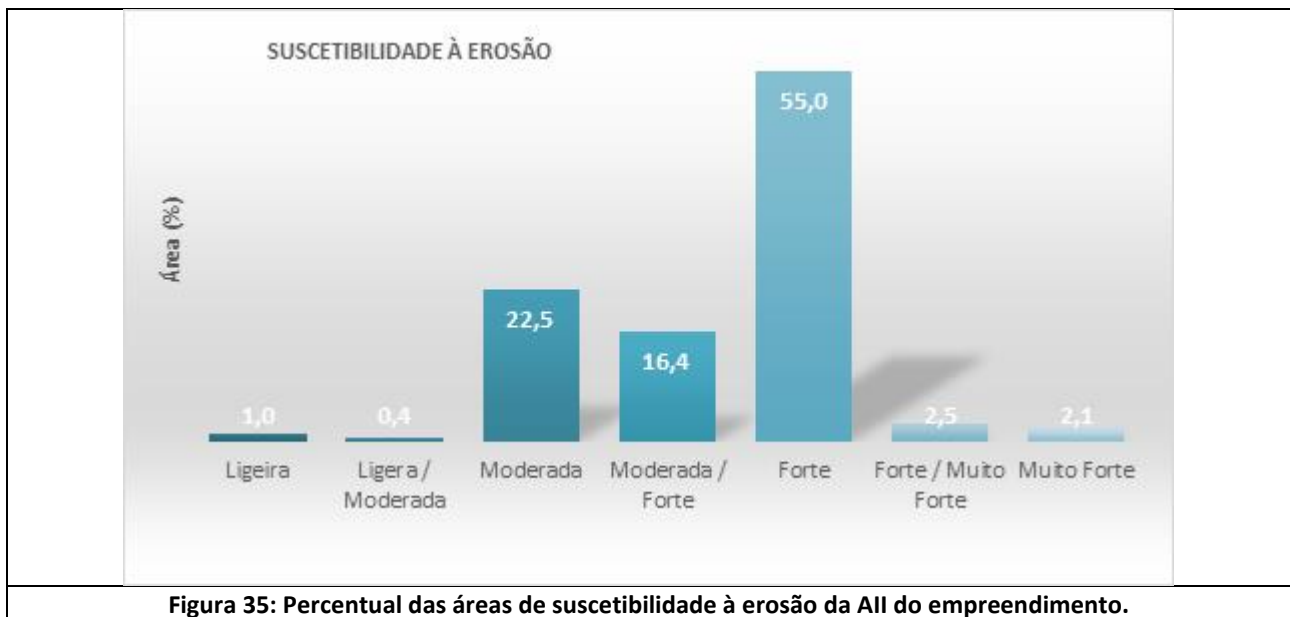
Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Suscetibilidade à erosão
PVA <sub>d2</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	1963,97	Forte
PVA <sub>d3</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	718,61	Forte
PVA <sub>d4</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	3196,88	Forte/Muito Forte
PVA <sub>d5</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	5315,89	Forte
PVA <sub>d6</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, latossólico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	2009,10	Moderada/Forte
PVA <sub>e1</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico câmbico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	1876,46	Forte
PVA <sub>e2</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado	13033,65	Moderada/Forte
PVA <sub>e3</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	3625,24	Forte
PVA <sub>e4</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado ou montanhoso	257,95	Forte/Muito Forte
PVA <sub>e5</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO planossólico eutrófico, abrupático, plíntico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano	5247,66	Moderada
PVA <sub>e6</sub>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico abrupático, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico abrupático, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado	784,11	Moderada
PVA <sub>e7</sub>	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado + AFLORAMENTO DE ROCHA+	11195,51	Muito Forte

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Suscetibilidade à erosão
PVe1	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO típico eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	1290,55	Moderada/Forte
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, léptico, textura argilosa, A moderado, relevo montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A moderado ou A chernozêmico, fase rochosa ou não, relevo montanhoso	13033,65	Forte
PVe3	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso + AFLORAMENTO DE ROCHA + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	282,70	Muito Forte
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	1223,84	Forte
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	6104,40	Moderada/Forte
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico câmbico, abrupção, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado ou chernozêmico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado	3985,76	Forte
PVe7	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO típico eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado	2532,43	Forte
PVe8	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa, A moderado e chernozêmico, relevo montanhoso e escarpado + AFLORAMENTO DE ROCHA, relevo montanhoso e escarpado	2602,99	Muito Forte
RYbd1	NEOSSOLO FLÚVICO típico, A moderado, textura média, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO gleicoeutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO sódico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano	1463,30	Ligeira



#### 4.5.3 - Resultados e Discussões

Ao analisar os dados levantados referentes à suscetibilidade dos solos à erosão, pode-se dizer que boa parte da AII do empreendimento apresenta forte grau de suscetibilidade em aproximadamente 55% da área de estudo. Além disso, pode-se dizer que aproximadamente 22% da AII da UHE Itacara I apresentam suscetibilidade Moderada à erosão dos solos (Figura 35). Cabe ressaltar, que este resultado é influenciado pelo ambiente topográfico nos quais estão inseridas as unidades de mapeamento, assim como, as características morfológicas dos solos da AII.



As unidades de mapeamento que apresentam suscetibilidade à erosão muito forte (MF) estão associadas à presença de afloramentos rochosos e dos Neossolos Litólicos. Essa classe de solo, ocorre, geralmente, em ambiente montanhoso ou escarpado, no qual podem ser desencadeados movimentos de massa rápidos do tipo gravitacionais. Além disso, os Neossolos Litólicos possuem como característica a sua pouca profundidade e estrutura maciça, o que lhes confere uma baixa capacidade de armazenamento de água, e o contato abrupto solo-rocha, que diminui sua resistência ao cisalhamento. Logo, a suscetibilidade à erosão aumenta quando este solo se situa em áreas bastante declivosas e em eventos de chuvas extremas.

Na AII da UHE Itacara, destacam-se os lineamentos serranos da Serra da Bolívia, Serra do Bonfim, assim como os morros elevados de declividade considerável. Esses ambientes são propensos à ocorrência de movimentos de massa gravitacionais, podendo desencadear deslizamentos superficiais de encostas em eventos pluviométricos extremos. Soma-se a isso, a presença de depósitos de tálus ao longo das encostas dessa região (Figura 36) e a ocorrência de afloramentos rochosos fraturados (Figura 37), que podem gerar deslizamentos nas encostas, seja por ação gravitacional ou por ação hídrica.





**Figura 36: Lineamento serrano com presença de movimentos de massa gravitacionais nas encostas, destaque em vermelho. Data: 28/01/2019.**



**Figura 37: Depósitos de tálus ao longo das encostas. Data: 27/01/2019.**

Outra classe de solo que também apresenta elevada suscetibilidade à erosão são os Argissolos. O atributo diagnóstico para esta classe de solo é a presença de horizonte B textural ao longo do perfil, sendo caracterizado pela translocação de argila do horizonte superficial para horizonte subsuperficial. O acúmulo de argila neste horizonte pode promover retenção de água no solo e gerar uma descontinuidade hidráulica no contato entre esses horizontes, podendo promover a ocorrência de ravinas ou voçorocas (SANTOS & CASTRO, 2001). Devido à estas características, as unidades de mapeamento associadas aos Argissolos apresentam suscetibilidade à erosão moderada a forte, forte, forte a muito forte e muito forte, de acordo com a fase do relevo.

As unidades de mapeamento que possuem grau de suscetibilidade moderada e moderada a forte são caracterizadas por áreas de relevo suave ondulado a ondulado, com classes de solos relativamente espessos, como os Latossolos. Estas unidades de mapeamento apresentam solos profundos, com potencial para a formação de processos erosivos de ravinamento e voçorocamento (Figura 38 e Figura 39). Essas feições são formadas pela concentração de fluxos hídricos em determinado ponto, promovendo o transporte de material, e diferem quanto ao tamanho e ao processo de origem.

	
<p><b>Figura 38: Processo de ravinamento ocorrendo na encosta, induzido por corte no talude para construção civil. Data: 27/01/2019.</b></p>	<p><b>Figura 39: Processo de voçorocamento na encosta em Latossolo Vermelho Amarelo. Data: 27/01/2019.</b></p>

Já em relação às unidades de mapeamento com grau menos elevado à suscetibilidade à erosão, ligeira e moderada, encontram-se geralmente nas margens do rio, em relevo plano, apresentando estabilidade considerável.

#### 4.6 - FOCOS EROSIVOS - AID

No presente diagnóstico serão apresentados de forma abrangente alguns focos erosivos identificados na AII da UHE Itaipava I e adicionalmente, em relação à AID, é apresentado todo o histórico do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos, desenvolvido ao longo da fase pré-obra durante o movimento anterior para instalação do empreendimento (*Anexo V – Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, Capítulo 4.14 e anexos relacionados*).

##### 4.6.1 - Área de Influência Indireta (AII)

A identificação dos focos erosivos foi realizada a partir das observações em campo e da interpretação de imagens de satélite. Contudo, cabe ressaltar a ocorrência de determinadas tipologias de processos erosivos identificadas em campo.

##### 4.6.1.1 - Erosão Laminar

Em alguns pontos da AII do empreendimento foram identificados processos erosivos do tipo laminar, caracterizado pela movimentação superficial do solo em eventos de chuvas que superam a capacidade de infiltração da água no solo. Esse processo é intensificado pela remoção da vegetação arbórea e arbustiva do solo, o que diminui a interceptação da chuva pela copa das árvores, permitindo que as gotas de chuvas atinjam diretamente o solo. Com isso, ocorre a desagregação das partículas do solo, sendo carregadas pela ação da água ao longo das encostas (Figura 40).





**Figura 40: Erosão laminar identificada na campanha de campo. Data: 27/01/2019.**

#### **4.6.1.2 - Movimento de Massa Rotacional**

Este processo erosivo ocorre, em sua maioria, por ação gravitacional associada à saturação do solo em eventos de pluviosidade consideráveis. Também conhecido como *slump*, este processo erosivo apresenta mecanismo de ruptura rotacional, devido à espessa massa de solo residual na encosta, fazendo com que o material rotacione (Figura 41). Este mecanismo ocorre, preferencialmente, nas colinas dissecadas e em encostas contendo solos bem desenvolvidos, sendo possível a percolação e saturação do solo pela água.



**Figura 41: Movimento de massa do tipo rotacional (*slump*) identificado na campanha de campo. Data: 27/01/2019.**

#### **4.6.1.3 - Erosão concentrada em sulcos**

Esta tipologia de erosão se dá pela concentração de fluxo superficial de drenagem, promovendo a formação de sulcos erosivos. Esses processos iniciam-se em escala local, contudo, podem evoluir ao longo do tempo e atingir extensas áreas se não ocorrer nenhum manejo e/ou intervenção para mitigação do processo. Este mecanismo se dá de forma natural, através da evolução dos sistemas fluviais, contudo, pode ser induzido pelo uso inadequado dos solos (Figura 42).



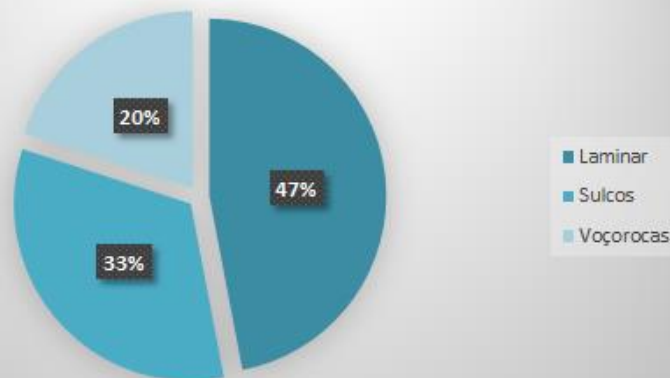
**Figura 42: Erosão concentrada em sulcos identificada na AII do empreendimento. Data: 28/01/2019.**

#### 4.6.2 - Área de Influência Direta (AID)

No âmbito do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos em desenvolvimento durante o movimento anterior para instalação da usina, até o ano de 2017, estava em andamento a atividade de caracterização de 244 focos erosivos preexistentes identificados na ADA/AID do empreendimento.

No *Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra (Capítulo 4.14 e anexos relacionados)*, podem ser verificadas as fichas de identificação dos 244 focos erosivos cadastrados, dos quais cerca da metade (47%) foram classificados como erosão laminar, 33% como sulcos erosivos e 20% como voçorocas (Figura 43). Adicionalmente, dentre os 244 processos identificados, havia 39 fichas de caracterização de focos erosivos, uma vez que a ação de caracterização estava em pleno andamento. No presente diagnóstico, não foram identificados novos focos erosivos durante a campanha de campo na ADA/AID. Contudo, cabe ressaltar que boa parte dos processos erosivos estão associados à mecanismos superficiais de fluxos de drenagem, sendo muito influenciados pela uso e cobertura do solo.

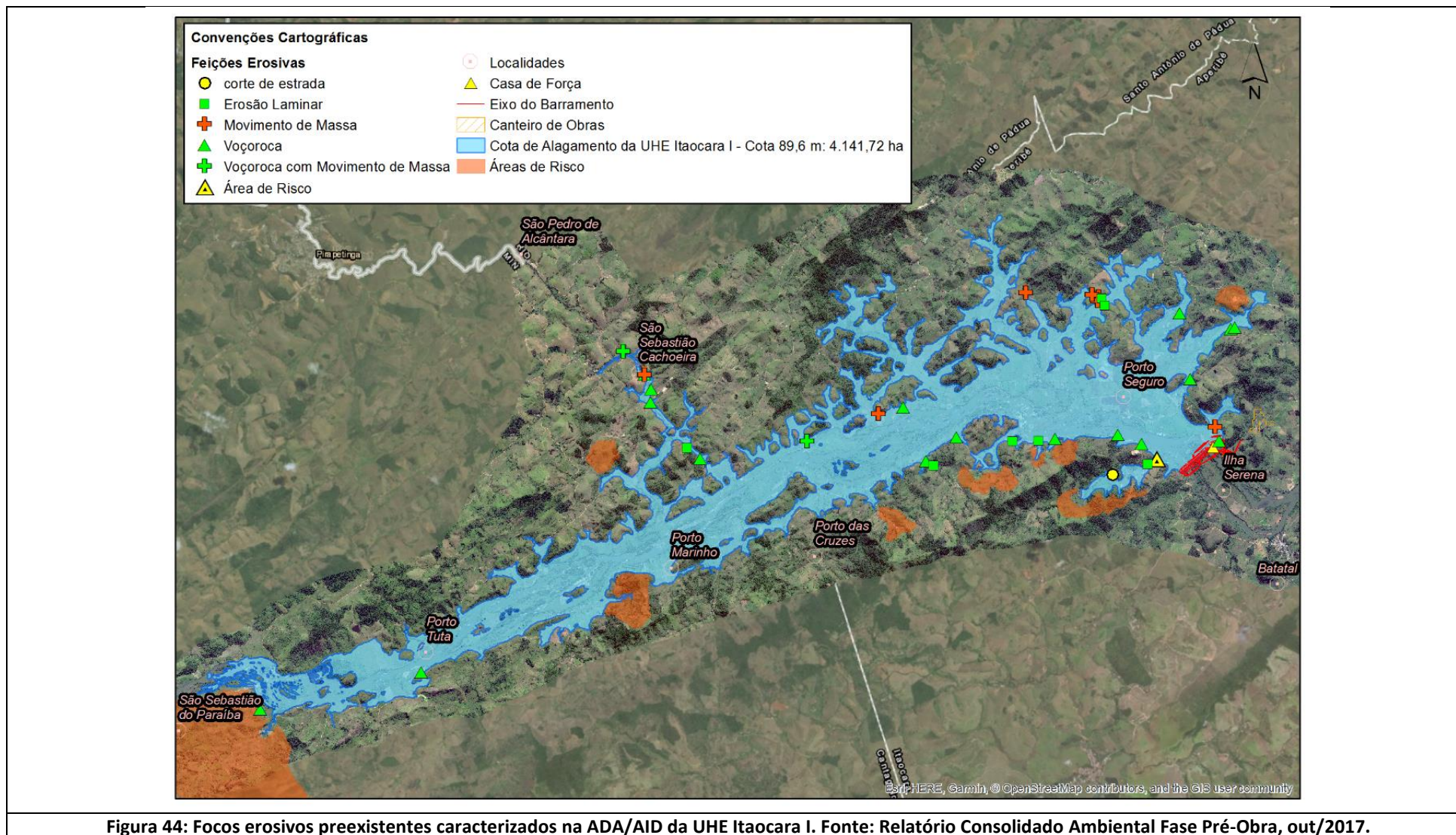
#### Processo Erosivos Identificados



**Figura 43: Categorias dos processos erosivos preexistentes identificados na ADA/AID da UHE Itaocara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, 2017.**



A Figura 44 apresenta a espacialização dos processos erosivos a partir gerado do mapeamento com base no trabalho de caracterização de processos erosivos (ver Caderno de Mapas, *mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_GEOTECNIA*), enquanto a Figura 45 apresenta o mapa de todos os processos tão somente identificados (não caracterizados), e por fim a Figura 46 apresenta um destaque dos pontos identificados na região do eixo do barramento/canteiro de obras, área onde está concentrada a maior parcela destes focos erosivos.



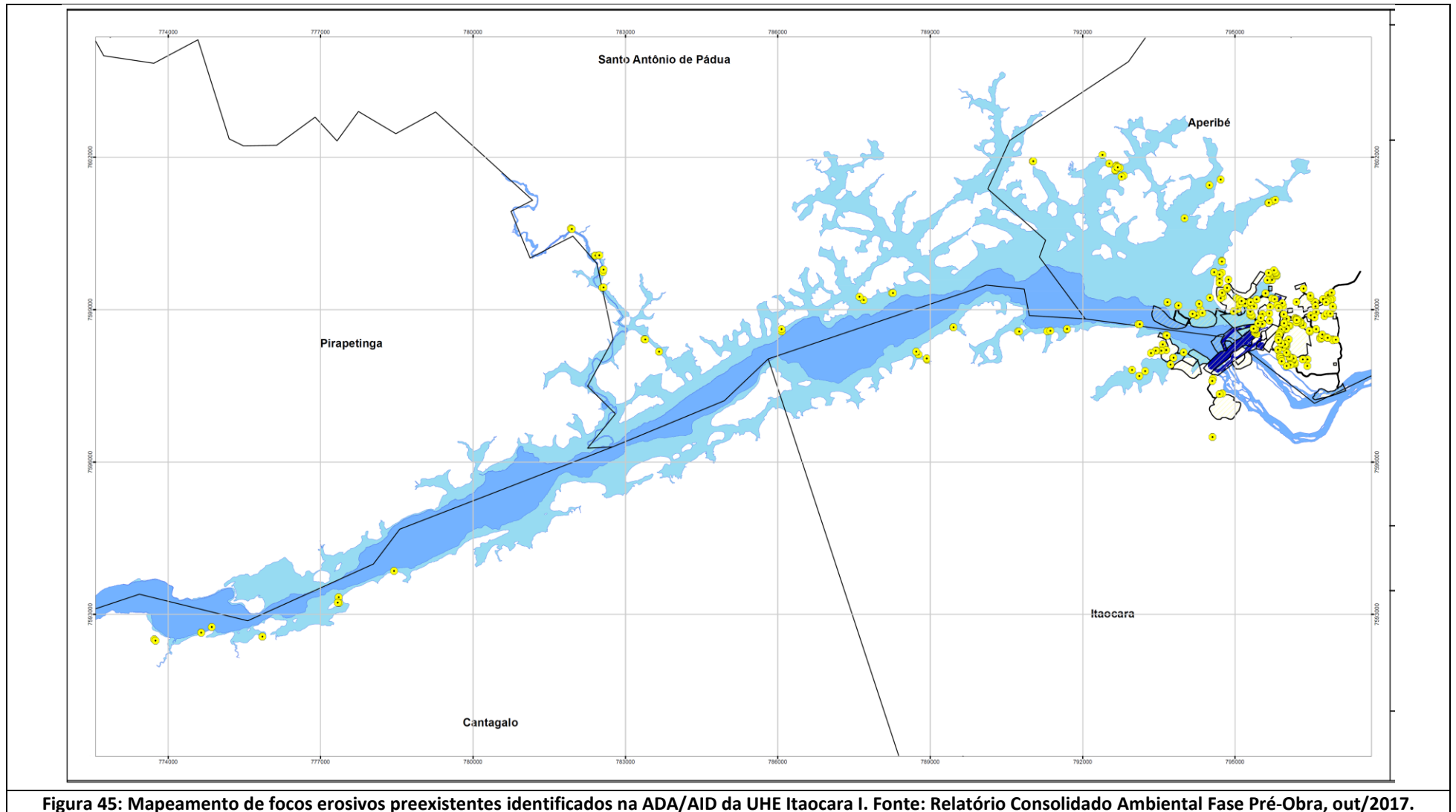
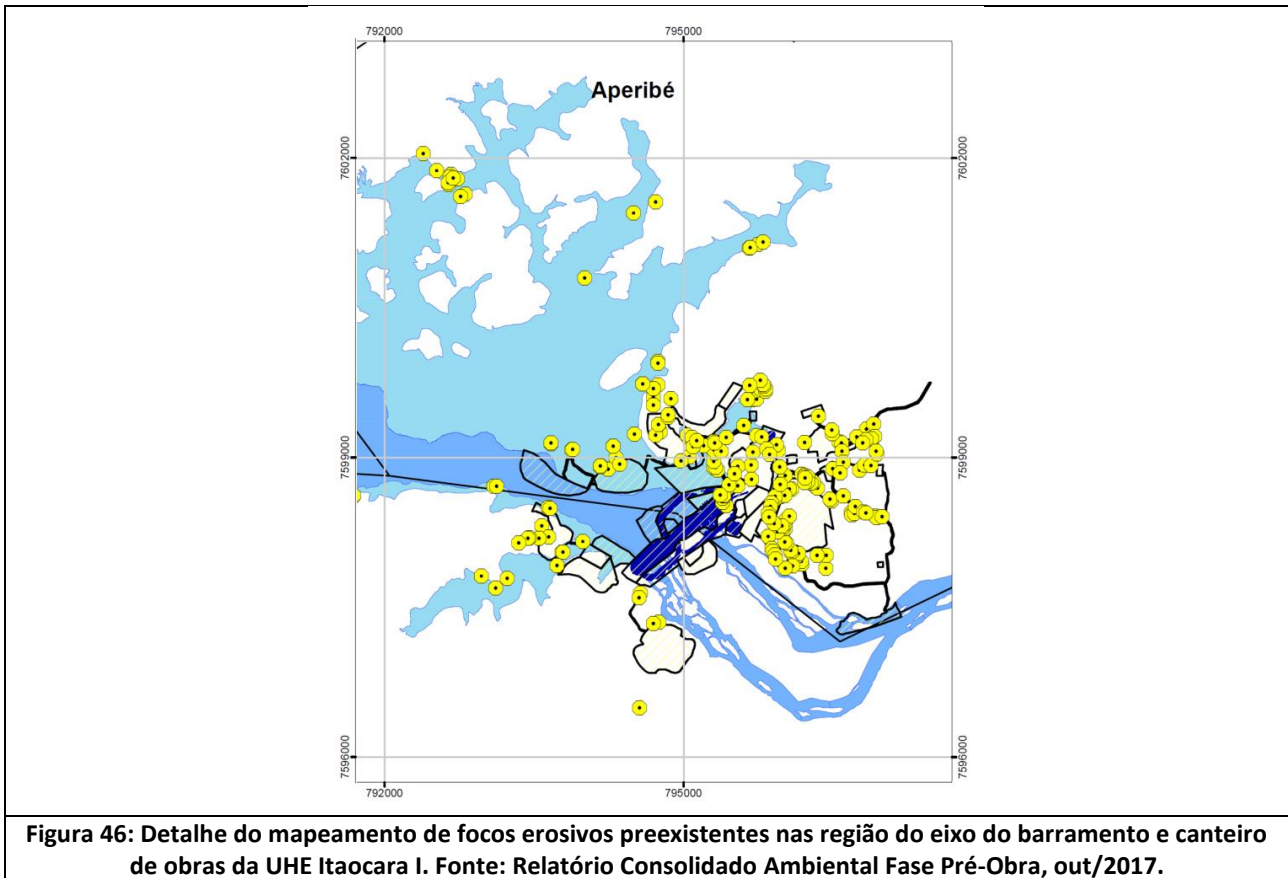


Figura 45: Mapeamento de focos erosivos preexistentes identificados na ADA/AID da UHE Itacara I. Fonte: Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, out/2017.



#### 4.7 - APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

A aptidão agrícola das terras consiste em classificar as terras em 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, através da avaliação das condições de cada unidade de mapeamento, não só para lavouras como também para pastagens, silvicultura e áreas destinadas à preservação da flora e da fauna. Tal mapeamento está apresentado no Mapa de Aptidão Agrícola (*Caderno De Mapas, mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_APT.AGRICOLA*), sendo que a metodologia de avaliação baseou-se em Ramalho Filho & Beek (1995).

Adicionalmente ao tema, o Volume IV deste estudo (*Volume IV - Diagnóstico Meio Socioeconômico*) relata como se dão as atividades agrícolas nas áreas de influência da UHE Itaocara I.

##### 4.7.1 - Aspectos Metodológicos

A metodologia em questão procura atender para a realidade que represente a média das possibilidades dos agricultores numa tendência econômica de longo prazo, sem perder de vista o nível tecnológico a ser adotado. De acordo com os níveis de manejo obtêm-se a aptidão 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.

Os níveis tecnológicos de manejo considerados têm como ponto de vista as práticas agrícolas que abrangem a maioria dos agricultores num contexto específico, técnico, social e econômico. A avaliação visa, portanto,



diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é expressa através das letras A, B e C, as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas. O Quadro 8 resume, então, a simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras avaliadas.

O nível de manejo A é baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico, tal como característico da região de influência direta do empreendimento. Praticamente não há grande aplicação de capital para manejo. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal, com implementos agrícolas simples que condicionam melhorias à conservação das terras e das lavouras.

No nível de manejo B, as práticas de manejo estão condicionadas a um nível tecnológico intermediário, com alguma aplicação de capital, o que pouco caracteriza a região da AID do empreendimento. As práticas de manejo neste nível incluem calagem e adubação, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, principalmente para o preparo inicial do solo.

As práticas agrícolas no nível de manejo C estão condicionadas a um alto nível de aporte tecnológico, o que não caracteriza a região da AID do empreendimento. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital. As práticas de manejo são conduzidas com auxílio de maquinaria agrícola e atividades operacionais capazes de elevar a capacidade produtiva. Incluem-se, nas práticas de manejo, trabalhos intensivos de drenagem, medidas de controle de erosão, tratamentos fitossanitários, rotação de culturas com plantio de sementes melhoradas, calagem e fertilizantes em nível econômico indicado através de pesquisa e mecanização.

Foram admitidos 6 grupos de aptidão para avaliar as condições agrícolas de cada classe de solo, não só para lavouras, como para pastagem plantada, pastagem natural e silvicultura, devendo as áreas inaptas serem 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.

Sendo assim, os grupos 1, 2 e 3 identificam terras cujo tipo de utilização é a lavoura. O grupo 4 é constituído de terras em que o tipo de utilização de maior intensidade é a pastagem plantada, enquanto o grupo 5 engloba subgrupos que identificam terras nas quais os tipos mais aptos são silvicultura e/ou pastagem natural. O grupo 6 refere-se às terras impróprias para quaisquer tipos de utilização mencionada, sendo geralmente utilizadas apenas para preservação da flora e da fauna.

**Quadro 8: Simbologia correspondente a Aptidão Agrícola das Terras.**

Classe de aptidão agrícola	Tipos de utilização (grupos)						
	Lavouras (1,2,3)			Pastagem plantada (4)	Silvicultura (5)	Pastagem natural (5)	Inaptas (6)
	Nível de manejo			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A	-
A	B	C					
Boa	A	B	C	P	S	N	-
Regular	a	b	c	p	s	n	-
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)	-
Inapta	-	-	-	-	-	-	-
Símbolos Adicionais							
<u>5s</u>	Linha contínua sob o símbolo indica associação de terras, em que o 2º componente tem aptidão melhor que o 1º componente						
<u>3(bc)</u>	Linha tracejada sob o símbolo indica associação de terras, em que o 2º componente tem aptidão pior que o 1º componente						

FONTE: Ramalho Filho & Beek, 1995.



Conforme o quadro acima observa-se que as classes de aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização são definidas como Boa, Regular, Restrita e Inapta. As letras que expressam a aptidão das terras (A, B, C, P, S, N) podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe de aptidão seja, respectivamente, Boa, Regular ou Restrita. A classe Inapta não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização. Abaixo são descritas as classes de aptidão:

- **Classe Boa:** Terra sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de uso, observando condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios 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 podem reduzir a produtividade ou os benefícios.
- **Classe Restrita:** Terras que apresentam limitações para a produção sustentada de um determinado tipo de uso, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios.
- **Classe Inapta:** Terras que apresentam condições que dificultam e/ou impossibilitam a produção, observando as condições do manejo considerado, e que, portanto, sugere-se que sejam destinadas à preservação.

Outro aspecto importante para a análise das condições agrícolas das terras é a utilização hipotética de um solo referência, ou seja, um solo que não apresente problemas de fertilidade, deficiência de água e oxigênio, que não seja susceptível à erosão e nem ofereça impedimentos à mecanização. Como, normalmente, as condições das terras fogem a um ou vários desses aspectos, estabeleceram-se diferentes graus de limitação em relação ao solo de referência para indicar a intensidade dessa variação. Conforme a metodologia, os cinco fatores tomados para avaliar as condições agrícolas das terras foram: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Foram levados em consideração as observações de campo e dados dos levantamentos apresentados no item 4.4 - *DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLO* para a definição da aptidão agrícola do solo.

- **Deficiência de Fertilidade:** A fertilidade está na dependência, principalmente, da disponibilidade de macro e micronutrientes, incluindo também a presença ou ausência de certas substâncias tóxicas, solúveis, como alumínio e manganês, que diminuem a disponibilidade de alguns minerais importantes para as plantas, bem como a presença ou ausência de sais solúveis, especialmente sódio.
- **Deficiência da Água:** É definida pela quantidade de água armazenada no solo, possível de ser aproveitada pelas plantas e que depende de condições climáticas (especialmente precipitação e evapotranspiração) e edáficas (capacidade de retenção de água). Por sua vez, a capacidade de armazenamento de água disponível é decorrente de características inerentes ao solo, como textura, tipo de argila, teor de matéria orgânica, quantidade de sais e profundidade efetiva. Além dos fatores mencionados, a duração do período de estiagem, distribuição anual da precipitação, características da cobertura vegetal e comportamento das culturas são também utilizados para determinar os graus de limitação por deficiência de água.
- **Excesso de Água ou Deficiência de Oxigênio:** Normalmente, relaciona-se com a classe de drenagem natural do solo que, por sua vez, é resultante da interação de vários fatores (precipitação,

evapotranspiração, relevo local e propriedades do solo). Estão incluídos na análise desse aspecto os riscos, frequência e duração das inundações a que pode estar sujeita a área.

- **Suscetibilidade à Erosão:** Diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer quando submetida a qualquer uso, sem utilização de práticas conservacionistas. Esta classificação depende das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das características do solo, do relevo (declividade, extensão da pendente) e da cobertura vegetal.
- **Impedimentos à Mecanização:** Este fator é relevante no nível de manejo C, ou seja, o tecnologicamente mais avançado, no qual está previsto o uso de máquinas e implementos agrícolas nas diversas fases da operação agrícola.

Além das características inerentes ao solo implícitas nesses cinco fatores, tais como textura, estrutura, profundidade efetiva, capacidade de permuta de cátions, saturação de bases, teor de matéria orgânica e pH, outros fatores ecológicos (temperatura, umidade, pluviosidade, luminosidade, topografia e cobertura vegetal) são considerados na avaliação da aptidão agrícola.

Em fase posterior devem ser considerados fatores socioeconômicos e culturais numa análise de adequação do uso e ocupação do solo. De modo geral, a avaliação das condições agrícolas das terras é efetuada em relação a vários fatores, muito embora alguns deles atuem de forma mais determinante, como a declividade, pedregosidade ou profundidade que, por si só, já restringem certos tipos de utilização, mesmo com aporte tecnológico significativo.

#### 4.7.2 - Aptidão Agrícola das Terras na AII da UHE Itaocara I

O quadro a seguir apresenta os resultados da avaliação da Aptidão Agrícola das unidades de mapeamento de solos levantadas na AII da UHE Itaocara I, orientando sobre as classes utilizadas e apresentadas no Mapa de Aptidão Agrícola.

**Quadro 9: Aptidão agrícola das terras na AII da UHE Itaocara I.**

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Aptidão Agrícola
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Típico, A mod, relevo montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHA	134,35	6
GXve1	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico eutrófico, A moderado, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico, A moderado, textura argilosa ou média	626,96	3(abc)
LAd1	LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado a montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo montanhoso e escarpado	30077,20	3(bc)
LVAad1	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO típico distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa.	308,75	3(bc)
LVAad2	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	7531,29	3(ab)
LVAad3	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Tb distrófico, câmbico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura argilosa ou média, relevo montanhoso e forte ondulado	718,61	5(s)
LVAad4	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, relevo suave ondulado	266,18	3(abc)
LVAad5	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa	541,18	4(p)
LVAad6	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa e muito argilosa, relevo forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, moderado relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, latossólico, A moderado e proeminente, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO VERMELHO distrófico, argissólico, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + LATOSSOLO AMARELO distrófico húmico, textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	5966,05	5(s)
LVAad7	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO dsitrófico típico, textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado	22840,99	4(p)
PVAad1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico	5144,14	3(ab)
PVAad2	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico, latossólico, A moderado, textura média e argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	1963,97	3(ab)

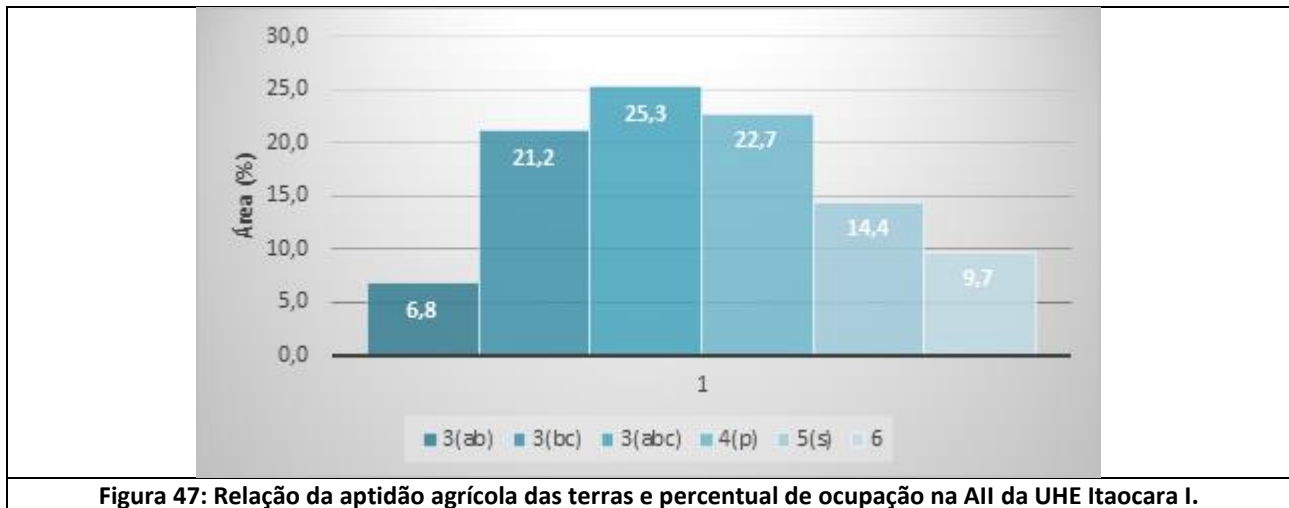
Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Aptidão Agrícola
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	718,61	5s
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	3196,88	4(p)
PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	5315,89	3(abc)
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO AMARELO distrófico típico, latossólico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	2009,10	3(abc)
PVAe1	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico câmbico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	1876,46	5(s)
PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, relevo ondulado e forte ondulado	13033,65	3(abc)
PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	3625,24	3(abc)
PVAe4	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado ou montanhoso	257,95	3(ab)
PVAe5	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO planossólico eutrófico, abruptico, plíntico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano	5247,66	4(p)
PVAe6	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico abruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO eutrófico abruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo ondulado	784,11	4(p)
PVAe7	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado, textura argilosa relevo ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHA	11195,51	6
PVe1	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO típico eutrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	1290,55	3(abc)

Unidade	Descrição da unidade de mapeamento	Área (hectares)	Aptidão Agrícola
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, léptico, textura argilosa, A moderado, relevo montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A moderado ou A chernozênico, fase rochosa ou não, relevo montanhoso	13033,65	5(s)
PVe3	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso + AFLORAMENTO DE ROCHA + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo montanhoso	282,70	5(s)
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso	1223,84	4(p)
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado e ondulado	6104,40	3(abc)
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutróficocâmbico, abruptico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico, A moderado ou chernozênico, textura média ou argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado	3985,76	4(p)
PVe7	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO típico eutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado	2532,43	3(abc)
PVe8	ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico típico, A moderado, textura média argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa, A moderado e chernozêmico, relevo montanhoso e escarpado + AFLORAMENTO DE ROCHA, relevo montanhoso e escarpado	2602,99	6
RYbd1	NEOSSOLO FLÚVICO típico, A moderado, textura média, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO gleicoeutrófico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO sódico, A moderado, textura média ou argilosa, relevo plano	1463,30	3(abc)



#### 4.7.3 - Resultados e discussões

Ao analisar os dados, pode-se dizer que boa parte das unidades de mapeamento apresentam aptidão agrícola nível 3(abc), aproximadamente 25% da AII. Já as aptidões 3(bc) e 4(p), representam 21,2% e 22,7% respectivamente (Figura 47).



**Figura 47: Relação da aptidão agrícola das terras e percentual de ocupação na AII da UHE Itaipava I.**

Cabe ressaltar que os fatores que influenciaram na determinação da aptidão agrícola das unidades de mapeamento foi o compartimento de relevo, sendo as unidades associadas à relevo mais declivoso, apresentam aptidão mais restrita. Enquanto que os ambientes de relevo mais suaves e ondulados, possuem aptidão agrícola para lavouras, mesmo que de forma restrita. As unidades de mapeamento que possuem a classe Neossolo Litólico na sua composição receberam aptidão agrícola mais restrita pela dificuldade de manejo desta classe de solo.

Paralelamente, no universo da Área de Influência Direta (AID), a partir do exposto no *Volume IV- Diagnóstico do Meio Socioeconômico* deste estudo, tem-se que as atividades agropecuárias são predominantes na região, somadas às áreas sem aptidão agrícola compostas, principalmente, pelas áreas serranas. Em termos de uso e ocupação do solo, em torno de 70% da extensão territorial da AID apresenta-se como uso agropecuário. Porém, a atividade apresenta-se com característica familiar e de pequenos produtores, que produzem uma boa diversidade de produtos agrícolas, explorando bastante as planícies de inundação (naturalmente férteis), mas com restrição para implementação de técnicas de manejo do solo mais aprimoradas. Além disso, a região é historicamente ocupada e com forte nível de antropização, o que inclui aspectos como a ocupação de áreas não apropriadas para intervenção com alteração das condições estruturais e do solo.

## 5 - INTERFERÊNCIAS MINERÁRIAS

### 5.1 - INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Mineração (ANM) que substituiu o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), é uma autarquia federal sob regime especial, criada pela Lei n. 13.575, de 26 de dezembro de 2017, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, dotada de personalidade jurídica de direito público com autonomia patrimonial, administrativa e financeira, e tem circunscrição em todo o território nacional.

A ANM tem por finalidade promover o planejamento e o fomento da exploração mineral e do aproveitamento dos recursos minerais e superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, na forma do que dispõem o Código de Mineração, o Código de Águas Minerais, os respectivos regulamentos e a legislação que os complementa.

Neste item serão tratados os jazimentos minerais que estão localizados na Área de Influência Indireta (AII) e na Área de Influência Direta (AID) da UHE Itaipava I, bem como suas situações legais junto a Agência Nacional de Produção Mineral (ANM). Tais jazimentos serão abordados do ponto de vista factual, ou seja, a partir da análise e divulgação das informações registradas em termos de indícios, ocorrências, jazidas e minas.

Quanto à situação legal dos processos minerários, será apresentada uma quantificação dos títulos minerários relacionando-os com as fases em que se encontram. Serão correlacionadas, também, as substâncias requeridas com o quantitativo de títulos minerários e listado o último evento legal ocorrido em cada processo minerário.

A apresentação desses processos minerários, além de fazer parte deste estudo, inserido no processo de licenciamento ambiental do empreendimento, justifica-se também pela necessidade de neutralizar e/ou minimizar as interferências que porventura ocorram nas áreas em concessão pela ANM.

Prescreve-se, portanto, no presente relatório, a análise dos casos existentes identificados e interferentes com o traçado do empreendimento ou que, porventura, venham a apresentar potencial restrição à construção e/ou operação da UHE Itaipava I.

Soma-se ao conteúdo aqui apresentado as ações que a UHE Itaipava S.A. realizou no sentido de acompanhamento das possíveis interferências minerárias na região do empreendimento, o que vem sendo feito desde a fase de elaboração do EIA anterior (2011) até atualmente. Nesse sentido foram elaborados, e podem ser consultado no item 5.7 - APÊNDICES, Apêndice 01 e 02 deste capítulo, o *Relatório de Levantamento de Dados – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaipava I, janeiro/2019 (UHE ITAOCARA S.A., 2019)* e o *Relatório de Ações – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaipava I, fevereiro/2019 (UHE ITAOCARA S.A., 2019a)*.

## 5.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Na caracterização das atividades minerárias foi realizada consulta recente (08/02/2019) ao banco de dados do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) da ANM para obtenção das informações dos processos cadastrados e do recorte correspondente às áreas de influência da UHE Itaipava I (AID/AII). A espacialização dos polígonos das jazidas minerais está representada no Mapa de Processos Minerários, presente no Caderno de Mapas (*Caderno de Mapas, mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_REC.MINERARIOS*).

Além da consulta na ANM, foi realizada uma consulta adicional junto às prefeituras municipais da AII da UHE Itaipava I, bem como junto aos órgãos estaduais de meio ambiente do Rio de Janeiro e de Minas Gerais, com o objetivo de se obter informações paralelas sobre processos minerários existentes. O Quadro 10 apresenta a súmula das consultas realizadas e o item 5.7 - APÊNDICES, Apêndice 03 reúne os documentos relacionados com as consultas.

**Quadro 10: Situação das consultas às prefeituras municipais e órgãos estaduais sobre processos de mineração.**

DESTINATÁRIO	CONSULTA DATA - OFÍCIO	RESPOSTA
Prefeitura Municipal de Aperibé	28/03/2019, 011/IT/2019 - AMB	Ofício 028/2019 – Foram expedidas 02 Licenças para Extração Mineral em 2019
Prefeitura Municipal de Itaocara	29/03/2019, 012/IT/2019 - AMB	Ofício 090/2019 – Foi expedida 01 Licença para Extração Mineral desde jun/2018
Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Pádua	29/03/2019, 013/IT/2019 - AMB	Ofício 01_2019 SMICRM – Pádua – Emitiu uma série de licenças desde 2013, conforme relação apresentada
Prefeitura Municipal de Cantagalo	29/03/2019, 014/IT/2019 – AMB	Ofício SMMADS n. 036/2019 – A Prefeitura não possui autonomia para emissão de licenças ambientais ou outras autorizações
Prefeitura Municipal de Pirapetinga	29/03/2019, 015/IT/2019 - AMB	Ofício 17/2019/SMARHAP – A Prefeitura não possui autonomia para emissão de licenças ambientais ou outras autorizações
Instituto Estadual do Ambiente/RJ INEA/SUPBAP	01/04/2019, 019/IT/2019 - AMB	Ofício 114/2019/SUPBAP – Não existem processos minerários licenciados ou em licenciamento pelo INEA
Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM/MG	01/04/2019, 021/IT/2019 - AMB	Ofício FEAM/GAB n. 5120/2019 – Encaminhado a SEMAD para conhecimento e providências necessárias.
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD/MG	29/04/2019, 028/IT/2019 - AMB	Ofício SEMAD/GAB n. 596/2019 – Não foram apresentados processos minerários na área de interesse.

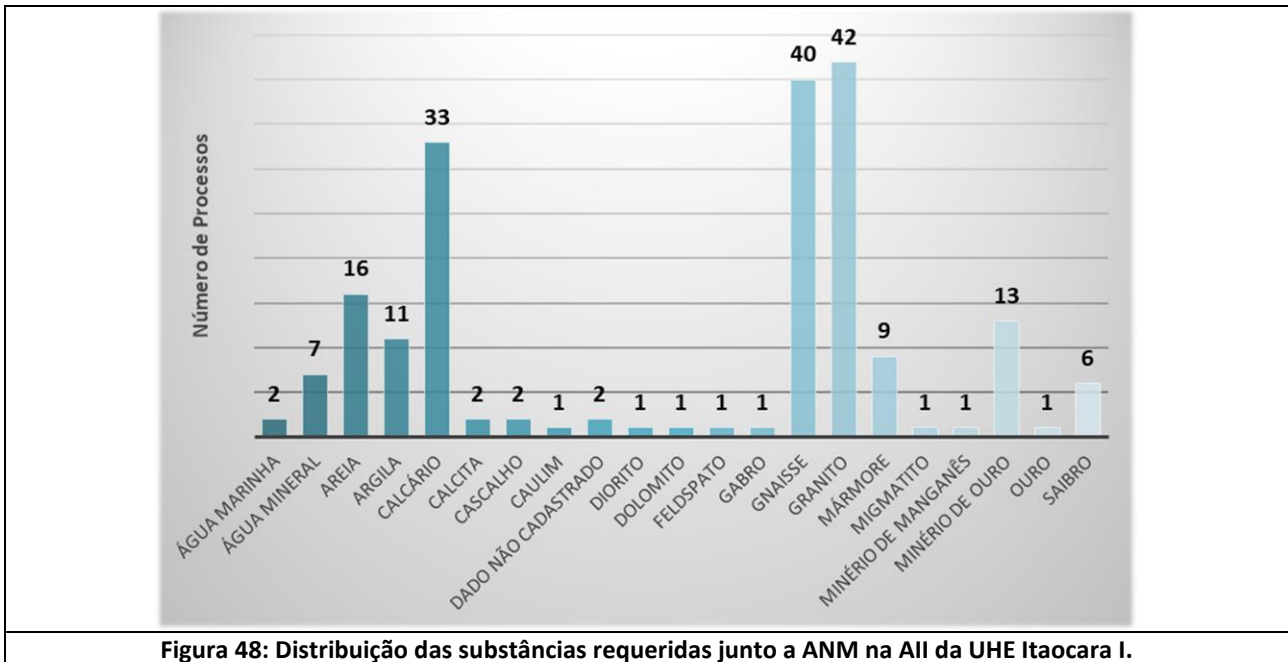
Destaca-se que as informações apresentadas pelas prefeituras em relação aos títulos minerários correspondem às mesmas que estão vinculadas aos dados da ANM. Logo, não foram identificados novos processos minerários requeridos unicamente junto às municipalidades que não estejam cadastrados no sistema da ANM.

O levantamento de dados secundários incluiu a consulta e interpretação visual de mapas e imagens de satélite do *Google Earth* em fevereiro de 2019 e das listagens mais recentes dos processos inseridos nas áreas de influências do empreendimento.

### 5.3 - RESULTADOS – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

Ao todo foram identificados, até o momento da elaboração do presente diagnóstico, 193 (cento e noventa e três) processos minerários requeridos junto a ANM que interceptam a AII da UHE Itaocara I. O Quadro 11 apresenta as informações dos processos conforme registrados no banco de dados do SIGMINE-ANM.

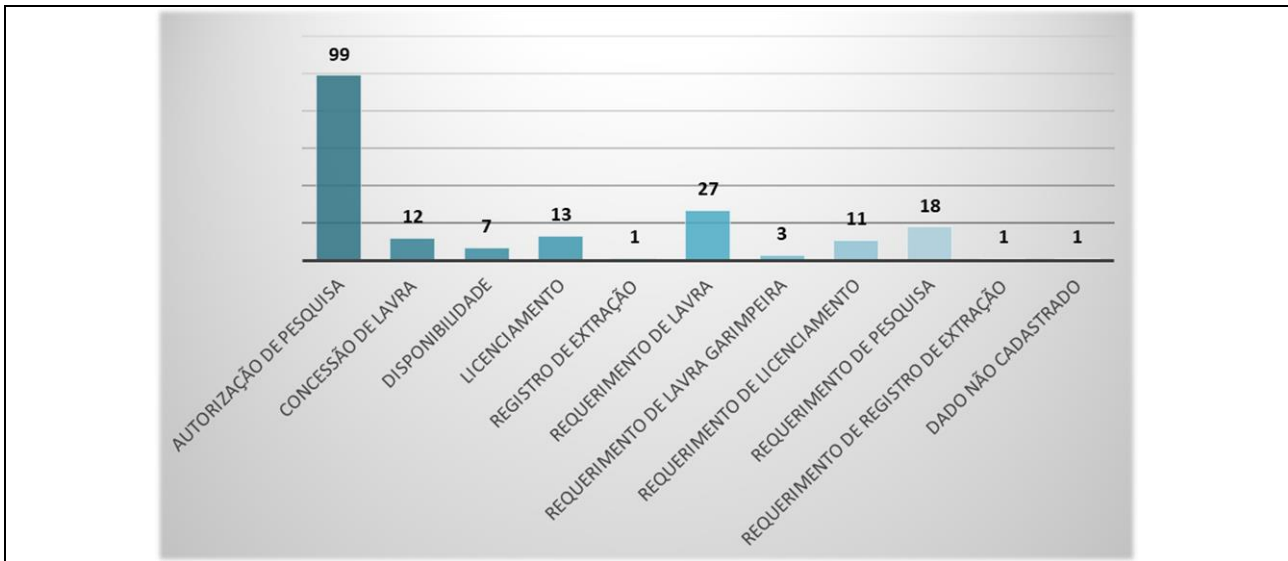
De acordo com o levantamento, foram encontradas as seguintes substâncias requeridas ou concedidas para exploração na AII da UHE Itaocara I: água marinha, água mineral, areia, argila, calcário, calcita, cascalho, caulim, diorito, dolomito, feldspato, gabro, gnaiss, granito, mármore, migmatito, minério de manganês, minério de ouro, ouro e saibro. Além disso, dois requerimentos não apresentam dados cadastrados referentes à substância. O gráfico abaixo demonstra a distribuição quantitativa das substâncias requeridas pelos 193 títulos minerários registrados na ANM.



**Figura 48: Distribuição das substâncias requeridas junto a ANM na AII da UHE Itaocara I.**

Por meio da análise do gráfico, pode-se perceber que dentre as 21 substâncias requeridas, destacam-se os processos para extração de gnaise e granito, que somados representam aproximadamente 47% das substâncias. Vale ressaltar, também, os requerimentos para exploração de calcário, total de 33 unidades - aproximadamente 17%.

De acordo com os dados da ANM, conforme gráfico abaixo, a fase dos 193 títulos minerários levantados na AII da UHE Itaocara I encontra-se em: autorização de pesquisa (99), concessão de lavra (12), disponibilidade (7), licenciamento (13), registro de extração (1), requerimento de lavra (27), requerimento de lavra garimpeira (3), requerimento de licenciamento (11), requerimento de pesquisa (18) e requerimento de registro de extração (1) e dado não cadastrado (1). A distribuição espacial das áreas pode ser vista na Figura 50 e Figura 51, assim como no Caderno de Mapas (*Mapa BPI\_IOA\_MAPAS\_MF\_REC.MINERARIOS*).



**Figura 49: Situação legal junto a ANM dos processos minerários inseridos na AII da UHE Itacara I.**

Observa-se que mais de 50% dos processos encontram-se tramitando na ANM em fase de autorização de pesquisa. Vale ressaltar, ainda, a ocorrência de processos minerários em fase de requerimento de lavra, concessão de lavra, registro de extração e requerimento de registro de extração. Esses processos, em fases mais avançadas de tramitação, devem ser observados de maneira mais cuidadosa, para não impactar ou ser impactada pelo empreendimento.



**Quadro 11: Processos minerários requeridos junto a ANM na AII da UHE Itacara I.**

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
831255/1999	48,7	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 23/11/2018	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	GRANITO	Não informado	MG
832223/2002	150	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	227 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO EM 30/07/2008	VALTER RODRIGUÊS	GRANITO	Industrial	MG
831279/2004	1000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	224 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA EM 05/08/2010	CAIO BORGES CHAVES	GRANITO	Industrial	MG
833217/2006	471,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/04/2014	CLAUDIA APARECIDA DA SILVA	GRANITO	Revestimento	MG
833417/2006	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	642 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-TAH EM 28/12/2016	CAIO BORGES CHAVES	ÁGUA MINERAL	Engarraçamento	MG
833719/2006	100	REQUERIMENTO DE PESQUISA	296 - AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 13/02/2009	JOÃO DE SOUZA LAMIN	GRANITO	Revestimento	MG
833827/2006	47,11	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 18/12/2018	VIDAL COMÉRCIO DE AREIA LTDA ME	AREIA	Construção civil	MG
833899/2008	986,17	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 27/04/2012	EMPRESA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E ECONOMICO LTDA	GRANITO	Revestimento	MG
834118/2008	109,12	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 27/02/2012	UELTO SALVADOR PIRES	GNAISSE	Revestimento	MG
834319/2008	49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	644 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÓRIO PESQUISA EM 16/07/2018	Alberto Andrade Anzolim	ÁGUA MINERAL	Engarraçamento	MG
834320/2008	49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	638 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÓRIO PESQ EM 22/06/2017	Alberto Andrade Anzolim	ÁGUA MINERAL	Engarraçamento	MG
834656/2008	238,63	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 08/03/2012	Dirceu de SouzaFerreira	GRANITO	Revestimento	MG
834655/2008	314,52	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	667 - PARCELAMENTO MULTA QUITADO EM 24/02/2012	ElizeuFerreira lima	GRANITO	Revestimento	MG
830289/2008	391,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1837 - NÃO CONHECE RECONSIDERAÇÃO/ RECURSO PUB EM 05/01/2017	Vilenice Oliveira Campos da Silva	MINÉRIO DE MANGANÊS	Industrial	MG
831092/1989	1000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	178 - AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH EM 25/06/2009	ANGELO LAMOUNIER	GABRO	Não informado	MG
833938/2008	970,05	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 27/04/2012	EMPRESA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E ECONOMICO LTDA	GRANITO	Revestimento	MG
834657/2008	148,63	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 08/03/2012	Dirceu de SouzaFerreira	GRANITO	Revestimento	MG
831843/1989	520,5	REQUERIMENTO DE LAVRA	361 - REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 06/12/2017	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	GRANITO	Não informado	MG

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
830617/2010	1,1	REQUERIMENTO DE REGISTRO DE EXTRAÇÃO	825 - REQ EXT/EXIGÊNCIA COM PRAZO DE 30 DIAS PUBLICADA EM 06/11/2012	Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes	GNAISSE	Brita	MG
830281/2010	149,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 04/12/2018	Jr Transporte de Cargas Ltda Me	GRANITO	Revestimento	MG
834398/2010	98,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 26/07/2012	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	GNAISSE	Revestimento	MG
831084/2011	390,63	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/07/2013	Marcos Ferreira Lamim	GNAISSE	Revestimento	MG
833718/2006	100	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 06/03/2012	VANIR FERREIRA LAMIN	GRANITO	Revestimento	MG
833314/2012	49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	317 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ APROV ART 30 I CM PUBL EM 04/12/2018	Meiriely da Rocha Ferreira	ÁGUA MINERAL	Engarrifamento	MG
830784/2013	505,91	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	294 - AUT PESQ/HOMOLOGA RENÚNCIA ALV PUB EM 08/09/2016	Marcelo de Sousa Bogado	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
833969/2012	29,07	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 12/08/2015	Vilenice Oliveira Campos da Silva	GRANITO	Revestimento	MG
832664/2013	98,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 30/03/2017	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	GNAISSE	Revestimento	MG
830755/2014	49,37	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 10/08/2015	Oliveira e Davila Ltda Me	CASCALHO	Construção civil	MG
832048/2015	1	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1172 - REQ LICEN/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 23/03/2016	José Raymundo	AREIA	Construção civil	MG
832432/2015	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	642 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-TAH EM 12/12/2017	Augusto Luiz Silva da Fonseca	ÁGUA MINERAL	Engarrifamento	MG
832429/2015	149,85	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 27/08/2018	Jr Transporte de Cargas Ltda Me	GRANITO	Revestimento	MG
831555/2017	274,17	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/01/2019	Rodrigo Rodrigues de Menezes	ÁGUA MARINHA	Gema	MG
831897/2017	44,47	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	345 - REQ PLG/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 13/12/2018	ANTONIO CARLOS FERREIRA BULSONI	ÁGUA MARINHA	Gema	MG
831964/2006	90,58	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 19/04/2018	Verde Pavão Granitos Mattos e Lamim Ltda Me	GRANITO	Revestimento	MG
830006/2019	50	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 03/01/2019	CAIO BORGES CHAVES	ÁGUA MINERAL	Engarrifamento	MG
833613/2007	276,2	DISPONIBILIDADE	642 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-TAH EM 18/11/2013	NIVALDO HENRIQUE TEIXEIRA NOGUEIRA DA GAMA	GRANITO	Revestimento	MG
830299/2004	958,34	DISPONIBILIDADE	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 12/01/2012	JÓAO VICENTE CARLETI	GRANITO	Industrial	MG

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
830300/2004	994,5	DISPONIBILIDADE	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 12/01/2012	JÓAO VICENTE CARLETI	GRANITO	Industrial	MG
832136/2012	946,85	DISPONIBILIDADE	1341 - AUT PESQ/ÁREA DISPONIBILIDADE PARA PESQUISA - EDITAL EM 15/09/2014	Vilenice Oliveira Campos da Silva	GRANITO	Revestimento	MG
8624/1943	32,68	CONCESSÃO DE LAVRA	1713 - CONC LAV/RAL MULTA APLICADA EM 12/04/2017	Mineradora Morgado Ltda	DOLOMITO	Não informado	RJ
1758/1960	56	CONCESSÃO DE LAVRA	25 - PAGAMENTO DA MULTA EFETUADO-RAL EM 03/03/2017	Mineradora Morgado Ltda	CALCITA	Não informado	RJ
800971/1974	214,62	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 31/01/2019	Emmirono Empresa de Mineração Rocha Negra Ltda	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890311/1983	636,75	CONCESSÃO DE LAVRA	1399 - CONC LAV/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 09/07/2018	Tibiricá Mineração Eireli Me	GRANITO	Não informado	RJ
830168/1987	836,6	CONCESSÃO DE LAVRA	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 09/05/2016	Industria de Mármore Itálva Ltda	MIGMATITO	Não informado	MG
890250/1987	358,01	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 11/05/2017	Industria de Mármore Itálva Ltda	DIORITO	Não informado	MG
890390/1998	305,74	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	318 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 15/07/2010	Auto Giro Granitos e Mármore Ltda	CALCITA	Não informado	RJ
890079/2003	145,06	REQUERIMENTO DE LAVRA	1951 - TRANSF DIREITOS - INCORPORAÇÃO AVERBADA EM 18/04/2012	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890214/2003	1000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	318 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 02/03/2011	Luiz Fabiano Barros Miranda	GRANITO	Industrial	RJ
890535/2003	13,67	LICENCIAMENTO	781 - LICEN/ARQUIVAMENTO PROCESSO LICENCIAMENTO PUBL EM 26/11/2008	Sirlei Gomes de Oliveira Me	AREIA	Construção civil	RJ
832153/2004	922,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	687 - NOTIFICAÇÃO ADM PAGTO DÉBITO VISTORIA EM 28/11/2016	JÓAO VICENTE CARLETI	GRANITO	Industrial	MG
832794/2004	948,97	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	251 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 01/10/2013	GRAMIC GRANITOS E MÁRMORES LTDA.	GRANITO	Industrial	MG
890522/2004	32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/01/2011	JOSÉ PAULO DA SILVA CARLOS	ÁGUA MINERAL	Engarrafamento	RJ
890130/2005	592,26	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	250 - AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 15/02/2011	RIOCIM - INDÚSTRIA, COMÉRCIO E PARTICIPAÇÕES LTDA.	CALCÁRIO	Industrial	RJ
833434/2006	1,73	LICENCIAMENTO	730 - LICEN/LICENCIAMENTO AUTORIZADO PUBLICADO EM 28/12/2007	JOSE MARCO ANTONIO TONAZIO	AREIA	Construção civil	MG
890584/2006	982,2	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANÁLISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/06/2014	Granfer Granitos Ferreira Ltda. Me.	GRANITO	Revestimento	RJ
890268/2007	39	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 27/12/2018	Argilão Distribuidora de Cerâmicas Ltda	AREIA	Construção civil	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890132/2008	435,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1397 - AUT PESQ/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 30/11/2011	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890133/2008	397,7	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	317 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ APROV ART 30 I CM PUBL EM 04/12/2014	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890211/2008	171,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 10/07/2012	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Fabricação de cal	RJ
834387/2007	45,9	REQUERIMENTO DE PESQUISA	122 - REQ PESQ/INDEFERIMENTO P/ NAO CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA EM 08/09/2016	VIDAL COMÉRCIO DE AREIA LTDA ME	AREIA	Construção civil	MG
890451/2008	327,89	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 09/05/2011	Forno Grande Pedras Ornamentais do Brasil Ltda EPP	GRANITO	Revestimento	RJ
890514/2008	1255,95	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANALISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/06/2014	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	RJ
890032/2009	131,55	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 22/03/2013	Ana Maria Salles de Abreu	GNAISSE	Revestimento	RJ
833354/2008	604,13	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	227 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO EM 10/07/2014	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890273/2009	50	REQUERIMENTO DE PESQUISA	170 - REQ PESQ/INDEFERIMENTO MOTIVO DIVERSO PUBLICADO EM 13/06/2018	Pedras Decorativas Pimenta de Pádua Ltda	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890283/2010	42,77	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 04/10/2012	Divone Pádua Pedras Decorativas Ltda Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890031/2007	67,25	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 04/12/2018	Empresa Mineradora de Calcário Ltda	CAULIM	Industrial	RJ
834397/2010	36,17	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANALISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/05/2013	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	AREIA	Construção civil	MG
812882/1976	260,49	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 18/12/2017	Engenho Central Laranjeiras Ltda	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890467/2011	44,85	CONCESSÃO DE LAVRA	1399 - CONC LAV/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 31/01/2019	PRIS CRIS PEDRAS DECORATIVAS LTDA-ME	GNAISSE	Revestimento	RJ
890027/2012	127,93	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 02/04/2015	Mineração Delta do Rio S. A.	ARGILA	Industrial	RJ
831595/2012	49,83	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 21/08/2015	Areal Rio Minas de Pirapetinga Ltda. Me	AREIA	Construção civil	MG
890310/2012	10,81	LICENCIAMENTO	720 - LICEN/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZAD EM 27/12/2018	Pedras Dec. Fernandes da Costa Ltda Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890056/2007	30,04	LICENCIAMENTO	1371 - LICEN/RECURSO PROTOCOLIZADO EM 21/09/2018	PEDRAS DECORATIVAS ROBERT CAMACHO LTDA-ME	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
831596/2012	489,32	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 20/06/2018	Areal Rio Minas de Pirapetinga Ltda. Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890286/2005	15,62	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/12/2018	Madei Pedras Decorativas Ltda Me	GRANITO	Industrial	RJ
890514/2012	26,44	LICENCIAMENTO	720 - LICEN/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZAD EM 12/07/2018	Ernandi Pereira Nogueira Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
804699/1977	659,21	REQUERIMENTO DE LAVRA	366 - REQ LAV/EXIGÊNCIA REITERAÇÃO PUBLICADA EM 02/10/2018	Intercement Brasil S A	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890181/2007	586,82	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	279 - AUT PESQ/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 23/09/2016	PEDREIRA VALE DO POMBA LTDA - ME	GNAISSE	Revestimento	RJ
890002/2013	4,59	REGISTRO DE EXTRAÇÃO	937 - REG EXT/PRORROGAÇÃO PRAZO REG EXTRAÇÃO SOLICITADO EM 12/08/2016	Prefeitura Municipal de Cantalago	SAIBRO	Construção civil	RJ
890267/2010	44,22	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 19/10/2015	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Industrial	RJ
890038/2012	736,94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 06/06/2018	Brasília Agregados Para Construção Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890039/2012	298,7	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 16/11/2018	Brasília Agregados Para Construção Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890959/2011	468,12	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 30/05/2017	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890524/2013	36,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	638 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÓRIO PESQ EM 12/05/2017	Romero Resende Correa Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890788/2013	1823,53	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/06/2015	Areal Aperibé Ltda	MINÉRIO DE OURO	Industrial	RJ
890347/1987	574,96	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 19/07/2017	Intercement Brasil S A	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890462/2010	620,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	242 - AUT PESQ/DEFESA NÃO ACEITA PUBLICADA EM 13/07/2015	Luiz Cláudio Soares e Silva	SAIBRO	Construção civil	RJ
890024/1998	542,54	REQUERIMENTO DE LAVRA	366 - REQ LAV/EXIGÊNCIA REITERAÇÃO PUBLICADA EM 28/11/2018	Votorantim Cimentos Brasil S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890192/2014	44,46	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/03/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Industrial	RJ
890194/2014	122,69	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 03/12/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Industrial	RJ
830105/2010	1877,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 26/12/2014	A & C Areia Mineração Ltda	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890228/2014	80,56	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/03/2018	Gcb Mineração e Participações	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
819872/1971	259,33	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 22/01/2019	Lafargeholcim (brasil) S.a.	CALCÁRIO	Não informado	RJ



Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
802312/1977	259,33	REQUERIMENTO DE LAVRA	366 - REQ LAV/EXIGÊNCIA REITERAÇÃO PUBLICADA EM 02/10/2018	Lafargeholcim (brasil) S.a.	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890030/2012	36,01	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 06/11/2014	Mineração Delta do Rio S. A.	ARGILA	Industrial	RJ
890008/2004	4,14	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/12/2018	Hermete Izabel de Souza Extração de Pedras Ltda	GNAISSE	Revestimento	RJ
890386/2001	23,96	CONCESSÃO DE LAVRA	472 - CONC LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 05/12/2018	Pedreira Ruth Ltda Me	GRANITO	Construção civil	RJ
890336/2014	399,46	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	638 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÓRIO PESQ EM 26/01/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890215/1998	66,73	REQUERIMENTO DE LAVRA	1044 - REQ LAV/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL REQ LAV EFETIVADA EM 25/05/2018	Mineração Delta do Rio S. A.	ARGILA	Não informado	RJ
808186/1975	73,44	CONCESSÃO DE LAVRA	508 - CONC LAV/DESPACHO PUBLICADO EM 14/06/2018	Mineração Delta do Rio S. A.	CALCÁRIO	Não informado	RJ
890255/2014	5,98	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	318 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 12/04/2017	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890409/2014	21,39	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 11/12/2018	Areal Serra da Bolívia Ltda Me	AREIA	Construção civil	RJ
890472/2014	19,32	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/12/2018	PEDRAS DECORATIVAS UNIÃO LTDA	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890375/1999	616,49	REQUERIMENTO DE LAVRA	366 - REQ LAV/EXIGÊNCIA REITERAÇÃO PUBLICADA EM 16/10/2018	Rogran Marmores e Granitos Eireli Me	OURO	Não informado	RJ
830463/2014	7,89	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	333 - REQ PLG/REQUERIMENTO LAVRA GARIMPEIRA PROTOCOLIZADO EM 25/02/2014	M. B. Areia Elshaday Ltda	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
830463/2014	24,19	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	333 - REQ PLG/REQUERIMENTO LAVRA GARIMPEIRA PROTOCOLIZADO EM 25/02/2014	M. B. Areia Elshaday Ltda	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890756/2014	26,66	LICENCIAMENTO	1401 - LICEN/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 27/12/2018	PEDRAS BARREIROS DE PÁDUA LTDA	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890763/2014	498,16	REQUERIMENTO DE PESQUISA	131 - REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 21/12/2016	Silvia Helena de Oliveira	GRANITO	Revestimento	RJ
300207/2014	109,3	DADO NÃO CADASTRADO	1802 - DISPONIB/ÁREA DESCARTADA DISPONIB P/ PESQUISA - EDITAL EM 29/05/2014	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
890674/1994	165,54	CONCESSÃO DE LAVRA	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 11/12/2018	PEDRAS DECORATIVAS SÃO RAPHAEL LTDA - ME	GNAISSE	Revestimento	RJ
890092/2015	18,52	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 20/02/2015	Amarelinhas de Pádua Pedras Decorativas Ltda	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890957/2013	100,59	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	639 - AUT PESQ/TORNA S/EFEITO AUTO INFRAÇÃO-REL PESQ EM 11/08/2017	Eduardo Rodrigues Brum	GNAISSE	Revestimento	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890147/2015	34,61	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/01/2018	Industria e Comercio de Pedras Rola Ltda Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
891004/2014	44,73	LICENCIAMENTO	707 - LICEN/PLANO APROVEITAMENTO ECON APROV EM 13/06/2018	PEDREIRA VALE DO POMBA LTDA - ME	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
830785/2014	49,38	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 14/02/2017	Oliveira e Davila Ltda Me	CASCALHO	Construção civil	MG
890670/2014	90,81	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 08/06/2018	Mineração Delta do Rio S. A.	ARGILA	Industrial	RJ
890600/2004	191,02	REQUERIMENTO DE LAVRA	1054 - REQ LAV/EXIGÊNCIA LICENÇA AMBIENTAL PUB EM 06/12/2016	Flapa Engenharia e Mineração Ltda.	MÁRMORE	Industrial	RJ
890226/2015	50,02	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	644 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÓRIO PESQUISA EM 25/10/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Industrial	RJ
890692/1994	23,16	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 11/12/2018	PEDRAS DECORATIVAS SÃO RAPHAEL LTDA - ME	GRANITO	Não informado	RJ
890403/2007	39,58	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 20/03/2018	Gilmar Freire de Souza	GNAISSE	Revestimento	RJ
890403/2007	41,48	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 20/03/2018	Gilmar Freire de Souza	GNAISSE	Revestimento	RJ
890344/2015	15,63	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	638 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÓRIO PESQ EM 02/08/2018	Manoel Lage Mariano	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890026/2014	24,14	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 26/11/2018	Extração e Comércio de Pedras W e A de Pádua Ltda	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890321/2003	291,03	REQUERIMENTO DE LAVRA	366 - REQ LAV/EXIGÊNCIA REITERAÇÃO PUBLICADA EM 28/11/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890390/2015	49	REQUERIMENTO DE PESQUISA	131 - REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 09/12/2016	Andrea de Barros Moreira Gonçalves & Advogados Associados	FELDSPATO	Industrial	RJ
832215/2015	101,13	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 01/09/2015	Areal Dois Irmãos Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890434/2015	9,65	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1149 - REQ LICEN/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZAD EM 12/07/2018	Pedras Decorativas São José de Pádua Ltda Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890341/2015	4,15	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	644 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÓRIO PESQUISA EM 25/10/2018	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Corretivo de solo	RJ
890340/2015	7,73	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	644 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÓRIO PESQUISA EM 25/10/2018	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Corretivo de solo	RJ
890078/2003	138,85	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 14/02/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890622/2014	343,29	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 15/10/2018	Marcos Falsoni	MÁRMORE	Revestimento	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
832171/2014	49,12	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1273 - AUT PESQ/REDUÇÃO DE ÁREA PROTOCOLIZADO EM 19/12/2018	Areal Rio Minas de Pirapetinga Ltda. Me	SAIBRO	Construção civil	MG
890608/2015	0,4	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1149 - REQ LICEN/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZADA EM 05/12/2018	Hermete Izabel de Souza Extração de Pedras Ltda	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890507/2013	14,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	644 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÓRIO PESQUISA EM 02/08/2018	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Fabricação de cal	RJ
890808/2013	67,48	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/06/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890306/2014	821,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/06/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890324/2014	179,77	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/06/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890777/2013	228,19	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	290 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ FINAL APRESENTADO EM 25/01/2019	Brasília Agregados Para Construção Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890778/2013	76,52	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	290 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ FINAL APRESENTADO EM 25/01/2019	Brasília Agregados Para Construção Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890572/2015	44,46	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/03/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Industrial	RJ
832572/2015	984,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	794 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 27/08/2018	Tibiricá Mineração Eireli Me	GNAISSE	Revestimento	MG
832750/2015	1,73	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 21/06/2018	José Marco Antônio Tonázio	AREIA	Construção civil	RJ
890028/2016	72,75	REQUERIMENTO DE PESQUISA	157 - REQ PESQ/DESISTÊNCIA HOMOLOGADA PUB EM 13/02/2017	D.m.g. Abrasivos, Mármore e Granitos Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890027/2016	397,39	REQUERIMENTO DE PESQUISA	157 - REQ PESQ/DESISTÊNCIA HOMOLOGADA PUB EM 01/02/2017	D.m.g. Abrasivos, Mármore e Granitos Ltda	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890002/2007	33,63	REQUERIMENTO DE LAVRA	350 - REQ LAV/REQUERIMENTO LAVRA PROTOCOLIZADO EM 25/01/2016	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	CALCÁRIO	Fabricação de cal	RJ
890764/2014	33,04	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	645 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-REL PESQ EM 01/11/2018	Silvia Helena de Oliveira	AREIA	Construção civil	RJ
890288/2016	16,93	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1147 - REQ LICEN/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 21/12/2016	Areal Porto das Barcas Ltda	AREIA	Construção civil	RJ
831676/2016	49,12	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1400 - REQ LICEN/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 18/01/2019	Areal Rio Minas de Pirapetinga Ltda. Me	SAIBRO	Construção civil	MG
890425/2016	99,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 30/07/2018	L.C BASTOS APARELHAMENTO DE PEDRAS ME	GNAISSE	Revestimento	RJ
890263/2016	26,26	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 10/07/2018	Pedras Decorativas Jorge Arthur Ltda Me	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890030/2017	77,57	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 26/07/2018	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
831754/2016	738,08	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/07/2018	Areal Dois Irmãos Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	MG
890126/2013	24,26	LICENCIAMENTO	719 - LICEN/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 31/01/2019	Pedras Decorativas Pimenta de Pádua Ltda	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890949/2014	391,67	REQUERIMENTO DE PESQUISA	150 - REQ PESQ/DESISTENCIA PROTOCOLIZADA EM 12/05/2017	Thadeu Cruz Madeira Vieira	GRANITO	Revestimento	RJ
890055/2017	6,64	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 15/10/2018	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890121/2017	281,85	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 22/10/2018	Indústria e Comércio Apolo Ltda.	GRANITO	Industrial	RJ
890166/2017	0,74	REQUERIMENTO DE LAVRA	365 - REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 01/11/2018	Extração de Pedras Boa Vista Paduana Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890138/2017	70,06	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 19/12/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890324/2015	4,27	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 20/12/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890190/2017	41,92	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890191/2017	70,45	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890161/2017	65,92	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/01/2019	PEDRAS DECORATIVAS SERRA DA PRATA LTDA	GNAISSE	Revestimento	RJ
890376/2015	85,15	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890395/2015	719,02	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	642 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-TAH EM 25/10/2018	Engenho Central Laranjeiras Ltda	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890045/2017	4,18	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890035/1994	152,05	REQUERIMENTO DE LAVRA	1042 - REQ LAV/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL REQ LAV PROTOCOL EM 08/06/2018	Mineração Sergipe S A	ARGILA	Industrial	RJ
890209/2016	534,19	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/01/2019	Gondstone Minérios & Metais Limitada	CALCÁRIO	Corretivo de solo	RJ
890387/2016	8,54	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 29/11/2018	Hermete Izabel de Souza Extração de Pedras Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890371/2016	468,09	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 19/12/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890025/2017	97,29	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890380/2017	399,47	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/06/2018	Votorantim Cimentos S A	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890373/2017	33,7	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1154 - REQ LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 22/10/2018	Sirlei Gomes de Oliveira Me	AREIA	Construção civil	RJ
890332/2002	35,79	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 03/12/2018	Engenho Central Laranjeiras Ltda	CALCÁRIO	Industrial	RJ
830427/2018	43,39	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 08/03/2018	DAVID HONÓRIO DA COSTA COELHO ME	AREIA	Construção civil	MG
890218/2014	100,08	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/03/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Não informado	RJ
890193/2014	148,44	REQUERIMENTO DE LAVRA	362 - REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 03/12/2018	Gcb Mineração e Participações	ARGILA	Industrial	RJ
831888/2017	1,73	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1172 - REQ LICEN/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 01/11/2018	José Marco Antônio Tonázio	AREIA	Construção civil	RJ
890096/2018	343,31	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	322 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 02 ANOS PUBL EM 19/09/2018	Hercules Cipriani Pessini	MÁRMORE	Revestimento	RJ
890176/2018	30,04	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 13/08/2018	PEDRAS DECORATIVAS ROBERT CAMACHO LTDA-ME	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890365/2008	65,89	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 26/11/2018	Maria das Graças Agrícola de Paula	CALCÁRIO	Fabricação de cimento	RJ
890148/2018	19,32	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1154 - REQ LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 08/10/2018	PEDRAS DECORATIVAS UNIÃO LTDA	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890212/2018	21,39	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 26/09/2018	Areal Serra da Bolívia Ltda Me	AREIA	Construção civil	RJ
890235/2018	106,98	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 19/10/2018	Orcigran Empresa de Mineração Ltda	GRANITO	Revestimento	RJ
890175/2018	35,39	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	198 - AUT PESQ/OPÇÃO REGIME LICENCIAMENTO PROT EM 31/01/2019	DIJALMA LAGE MARIANO PEDRAS	GNAISSE	Revestimento	RJ
890214/2018	3,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Sirlei Gomes de Oliveira Me	SAIBRO	Construção civil	RJ
890188/2018	49,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 28/01/2019	Pedreira Bela Vista Indústria e Comércio de Pedras Ltda.	SAIBRO	Construção civil	RJ
890293/2018	46,36	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 05/12/2018	J. P. LORENO SOARES ME	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ
890010/2019	4,3	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 31/01/2019	DIJALMA LAGE MARIANO PEDRAS	GNAISSE	Pedra de talhe	RJ



Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890164/2000	361,79	REQUERIMENTO DE LAVRA	336 - REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/05/2013	Forno Grande Pedras Ornamentais do Brasil Ltda Epp	GNAISSE	Não informado	RJ
890356/2008	1823,53	DISPONIBILIDADE	1678 - DISPONIB/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 16/09/2013	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	Industrial	RJ
300855/2016	519,23	DISPONIBILIDADE	1828 - DISPONIB/ÁREA DESCARTADA LIBERADA PARA EDITAL EM 10/02/2017	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
890472/2006	59,5	DISPONIBILIDADE	1678 - DISPONIB/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 23/09/2016	Luma Pedras Decorativas Ltda Me	GNAISSE	Revestimento	RJ

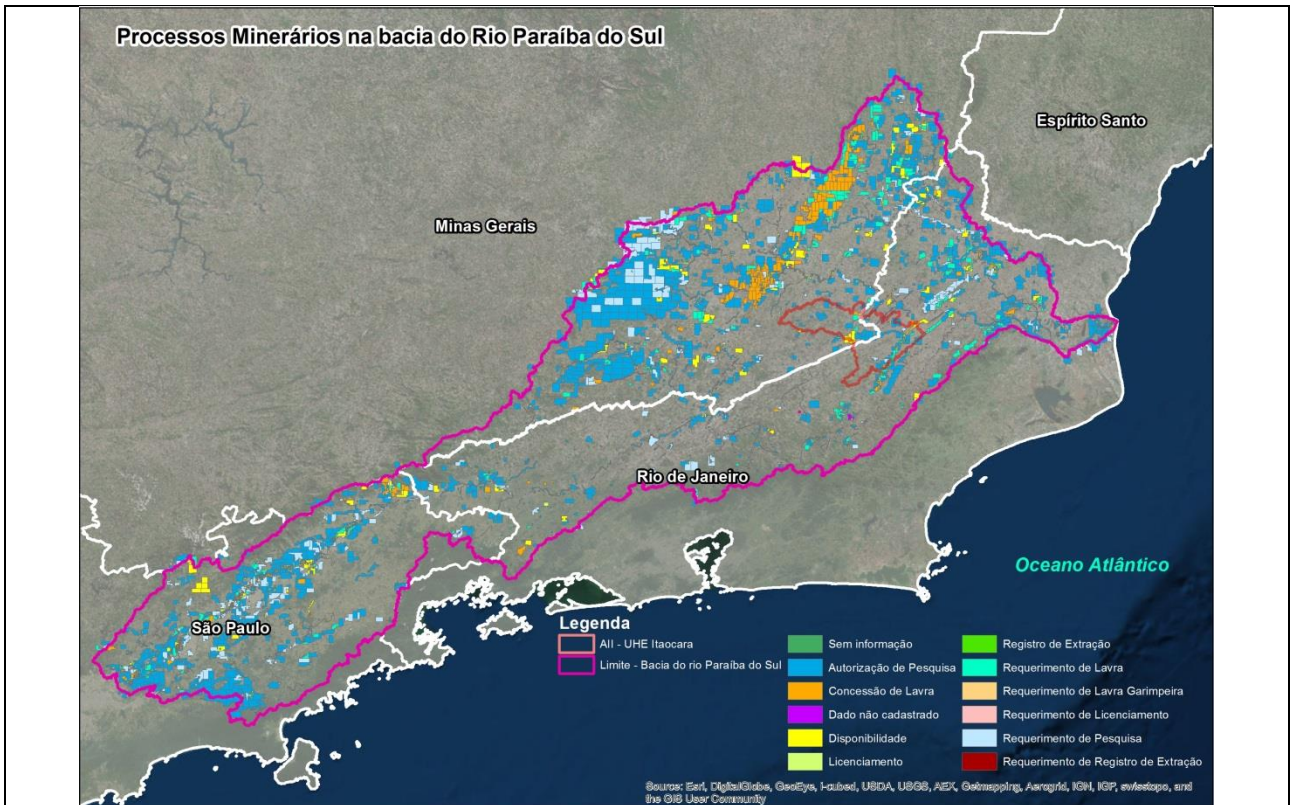


Figura 50: Processos Minerários na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM, 2019.

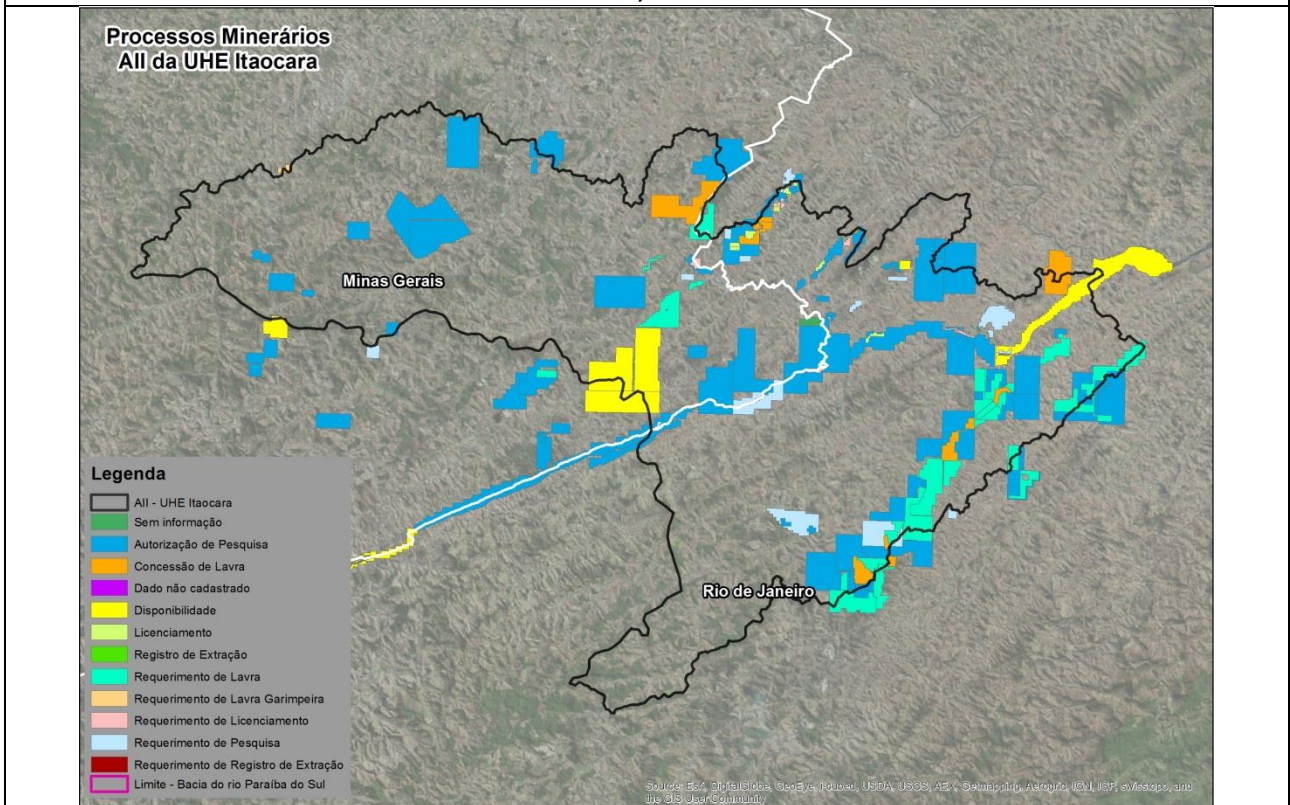


Figura 51: Processos Minerários na All da UHE Itaipava. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM, 2019.

#### 5.4 - RESULTADOS – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

Na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, foram identificadas 22 (vinte e dois) processos minerários requeridos junto a ANM até a data da consulta. O Quadro acima apresentou as informações dos títulos minerários, com ênfase para a substância requerida, a fase de tramitação e o último evento associado ao processo conforme registrado no banco de dados do SIGMINE-ANM.

Em relação às substâncias requeridas para exploração, foram encontrados títulos minerários associados à exploração de: areia (8), granito (5), minério de ouro (6), saibro (2) e não cadastrado (1). Vale destacar que um título minerário não apresentou dado cadastrado para a substância requerida. Logo, percebe-se que a areia é a substância mais representativa da área de estudo, isto pode ser explicado pela proximidade com a calha do rio Paraíba do Sul que possui depósitos de areia nos diques marginais.

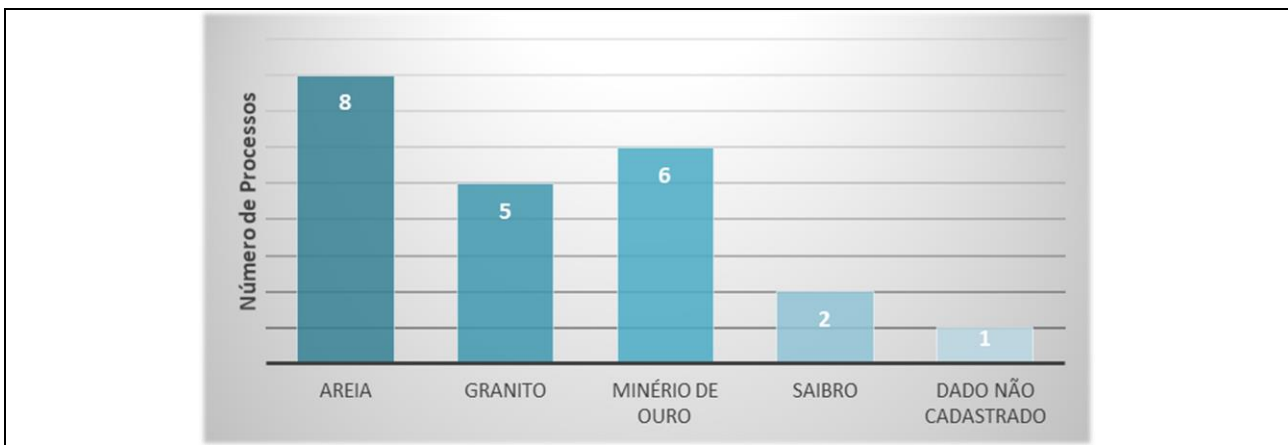


Figura 52: Substâncias requeridas junto a ANM inseridas na AID da UHE Itaocara I.

Os jazimentos minerários inseridos na AID encontram-se em fase inicial de tramitação, não apresentando requerimentos de lavra garimpeira ou extração. A Figura 53 apresenta a situação legal dos 22 títulos minerários inseridos na AID da UHE Itaocara I. Ao analisar os dados, pode-se dizer que boa parte dos processos minerários se encontram em fase de autorização de pesquisa e requerimento de pesquisa.

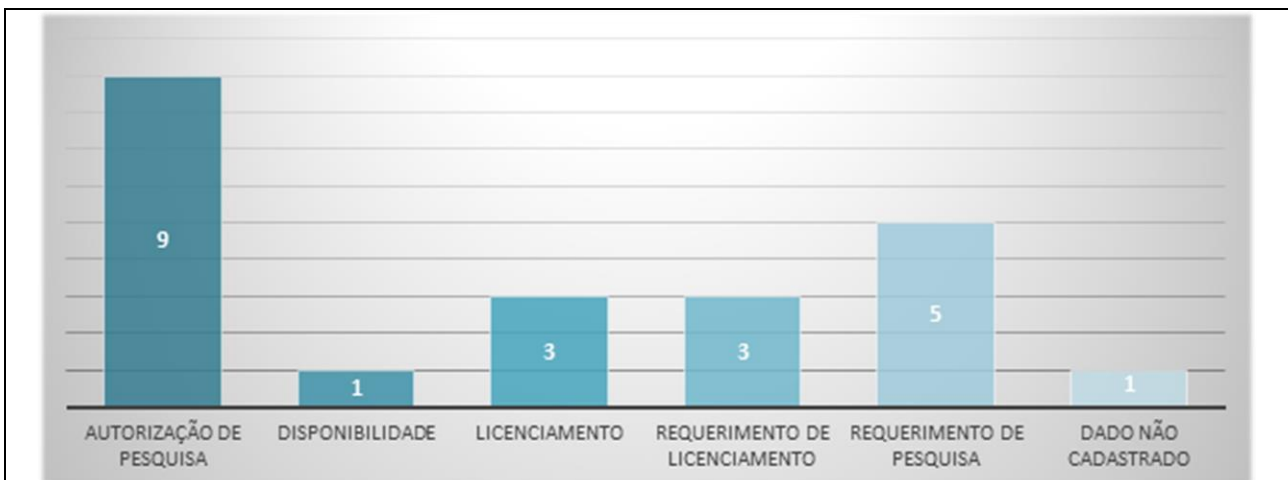


Figura 53: Situação legal dos processos minerários inseridos na AID.



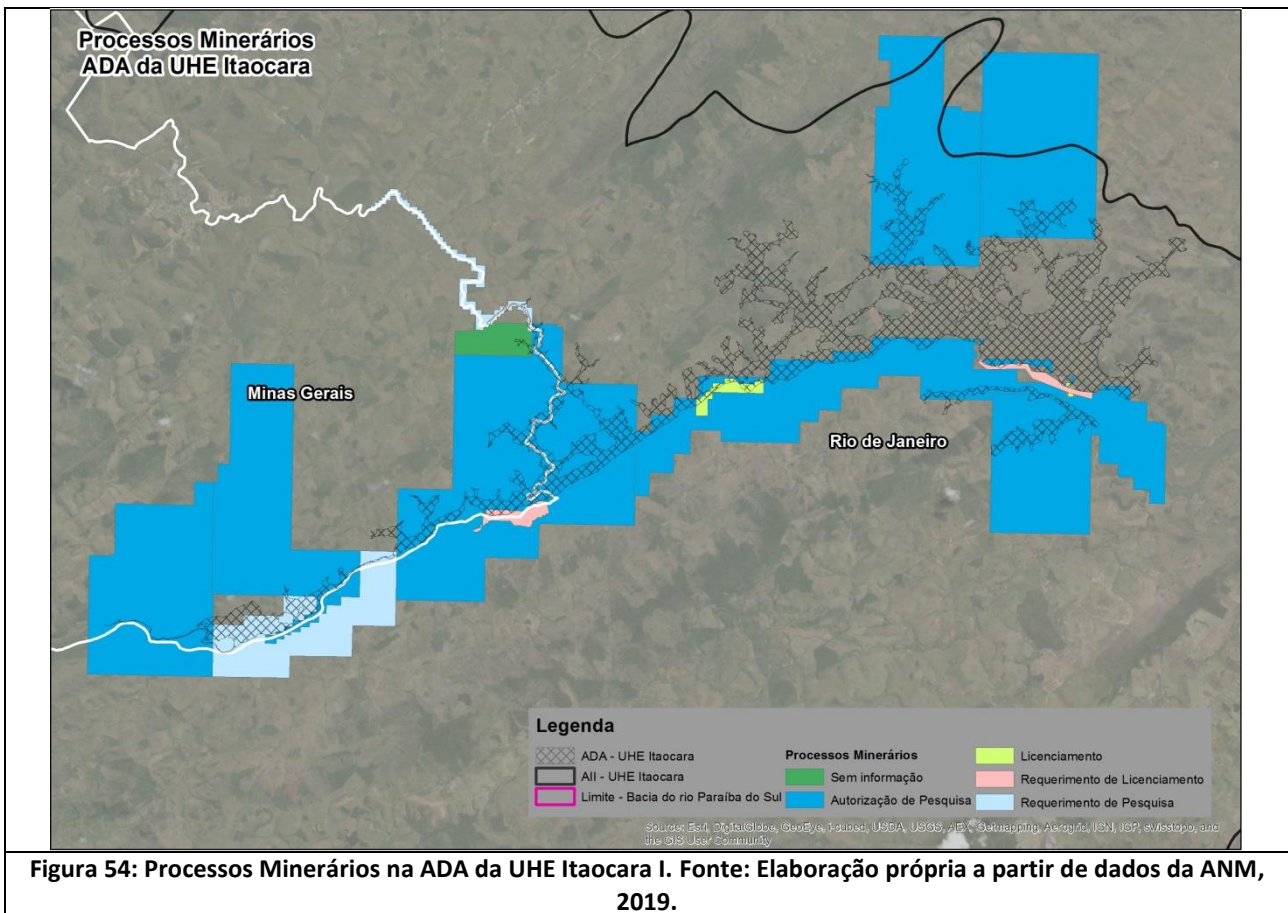
**Quadro 12: Processos minerários requeridos junto a ANM na AID da UHE Itaocara I.**

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
890214/2003	1000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	318 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 02/03/2011	Luiz Fabiano Barros Miranda	GRANITO	INDUSTRIAL	RJ
890535/2003	13,67	LICENCIAMENTO	781 - LICEN/ARQUIVAMENTO PROCESSO LICENCIAMENTO PUBL EM 26/11/2008	Sirlei Gomes de Oliveira Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
832153/2004	922,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	687 - NOTIFICAÇÃO ADM PAGTO DÉBITO VISTORIA EM 28/11/2016	JÓAO VICENTE CARLETI	GRANITO	INDUSTRIAL	MG
832794/2004	948,97	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	251 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 01/10/2013	GRAMIC GRANITOS E MÁRMORES LTDA.	GRANITO	INDUSTRIAL	MG
890584/2006	982,2	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANÁLISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/06/2014	Granfer Granitos Ferreira Ltda. Me.	GRANITO	REVESTIMENTO	RJ
890268/2007	39	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 27/12/2018	Argilão Distribuidora de Cerâmicas Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
890514/2008	1255,95	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANÁLISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/06/2014	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	RJ
834397/2010	36,17	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	1974 - SUSPENSÃO DE ANÁLISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO EM 27/05/2013	R S PEDRAS DECORATIVAS LTDA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG
831596/2012	489,32	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 20/06/2018	Areal Rio Minas de Pirapetinga Ltda. Me	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG
890788/2013	1823,53	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 05/06/2015	Areal Aperibé Ltda	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	RJ
890462/2010	620,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	242 - AUT PESQ/DEFESA NÃO ACEITA PUBLICADA EM 13/07/2015	Luiz Cláudio Soares e Silva	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
830105/2010	1877,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	282 - AUT PESQ/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 26/12/2014	A & C Areia Mineração Ltda	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG
890409/2014	21,39	LICENCIAMENTO	736 - LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 11/12/2018	Areal Serra da Bolívia Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
300207/2014	109,3	DADO NÃO CADASTRADO	1802 - DISPONIB/ÁREA DESCARTADA DISPONIB P/ PESQUISA - EDITAL EM 29/05/2014	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
832215/2015	101,13	REQUERIMENTO DE PESQUISA	136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 01/09/2015	Areal Dois Irmãos Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG
890288/2016	16,93	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1147 - REQ LICEN/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 21/12/2016	Areal Porto das Barcas Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
890949/2014	391,67	REQUERIMENTO DE PESQUISA	150 - REQ PESQ/DESISTENCIA PROTOCOLIZADA EM 12/05/2017	Thadeu Cruz Madeira Vieira	GRANITO	REVESTIMENTO	RJ
890373/2017	33,7	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	1154 - REQ LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 22/10/2018	Sirlei Gomes de Oliveira Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ

Processo	Área (Hectares)	Fase	Último Evento	Nome	Substância	Uso	UF
830427/2018	43,39	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 08/03/2018	DAVID HONÓRIO DA COSTA COELHO ME	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG
890212/2018	21,39	REQUERIMENTO DE PESQUISA	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 26/09/2018	Areal Serra da Bolívia Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
890214/2018	3,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2019	Sirlei Gomes de Oliveira Me	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL	RJ
890356/2008	1823,53	DISPONIBILIDADE	1678 - DISPONIB/ARQUIVAMENTO PROCESSO PUBLICADO EM 16/09/2013	Mineração Melo Ltda Me	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	RJ



Por fim, quando se confrontam os dados dos processos minerários com a delimitação da ADA do empreendimento (Figura 54), verificam-se um total de 15 (quinze) processos minerários interceptadas pela mesma. Destes, 8 (oito) processos se encontram na fase de autorização de pesquisa, enquanto que 2 encontram-se em processo de requerimento de pesquisa. Apesar desta situação, que não representa um problema iminente devido a não exploração em curto prazo, observa-se a existência de 2 (dois) processos em fase de licenciamento (vinculados à extração de areia) e outros 2 (dois) processos em fase de requerimento de licenciamento.



### 5.5 - EXPLORAÇÕES MINERÁRIAS INFORMAIS

É indiscutível que ocorra em algum grau de intensidade a exploração mineral informal na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, atividade ilegal que se desenvolve sem a devida autorização de exploração e, conseqüentemente, com ausência de cuidados socioambientais que a atividade enseja.

De acordo com o empreendedor, UHE Itaipava S.A., 2019, a partir das ações de acompanhamento das possíveis interferências minerais com o empreendimento, “desde 2017 houve substancial redução de atividades de exploração mineral ao longo da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, onde está a área de interesse da UHE Itaipava I, dado especialmente a intensificação das ações de fiscalização do Instituto Estadual do Meio Ambiente – INEA/RJ (apreensão de balsas e veículos, multas etc).” Para ilustrar a afirmativa, foram identificadas notícias que evidenciam a atividade ilegal de exploração mineral na região.

Em 29/06/2011 foi veiculada notícia no jornal O Globo, intitulada **Secretaria do Ambiente fecha garimpo ilegal no Paraíba do Sul**, expondo que:

*“Uma ação da Secretaria estadual do Ambiente embargou hoje um garimpo que funcionava sem licença ambiental no Rio Paraíba do Sul, na altura de Carmo, divisa com Minas Gerais. Pela manhã, fiscais da Coordenadoria de Combate aos Crimes Ambientais (Cicca; órgão da SEA), do Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e do Ibama apreenderam duas balsas que eram usadas para extrair ouro do rio... O dono do garimpo será multado e pode responder a processo criminal.” (O GLOBO, 2011).*

Em 03/10/2017 foi veiculada notícia em vídeo no Jornal da Band intitulada **Mineração irregular castiga o Paraíba do Sul**, são verificadas na bacia do Paraíba do Sul *“cicatrices deixadas pela mineração irregular de areia que destrói, contamina e ameaça a vida do Paraíba do Sul”*. A reportagem destaca, principalmente, as extrações irregulares de areia nas margens do rio Paraíba do Sul, realizadas sem autorização em Áreas de Preservação Permanente (JORNAL DA BAND, 2017).

Houve em 2018 ações do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) nas áreas com extração minerária, que ocorreram com embargo das atividades com extração de ouro, apreensão de balsas e pessoas em garimpos ilegais no rio Paraíba do Sul. Em 23/02/2018 foi veiculada notícia no jornal eletrônico G1 (globo.com), intitulada **Material usado na extração ilegal de ouro é apreendido no Rio Paraíba do Sul, em Santo Antônio de Pádua, no RJ**, informando que (GLOBO.COM, 2018):

*“Uma operação realizada nesta sexta-feira (23/02/2018) em Santo Antônio de Pádua, no Noroeste Fluminense, apreendeu materiais usados na extração ilegal de ouro no Rio Paraíba do Sul.*

*A ação foi feita pelo Grupamento Ambiental da Guarda Municipal em parceria com o Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e as secretarias de Obras e Segurança Pública.*

*Segundo o Grupamento, a operação foi realizada após várias denúncias de extração no rio, no trecho próximo ao distrito de São Pedro. Ainda de acordo com o órgão, no momento da chegada das equipes ao local, uma das balsas estava sendo desmontada e um homem fugiu quando viu os agentes.”*

## 5.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

É pertinente o acompanhamento regular de todos os processos de interesse mineral que estejam incluídos na área de influência da UHE Itaocara I. Apesar da identificação de processos minerários nessas áreas, vale ressaltar que aproximadamente 50% encontram-se em fase de autorização de pesquisa, correspondendo à fase inicial de tramitação junto a ANM.

Destaca-se que as atividades que serão impactadas diretamente pela UHE Itaocara I são os requerimentos que se situam na área do reservatório (AID) e, neste sentido, foi necessário o pedido de bloqueio dos mesmos. Essa etapa foi realizada para a UHE Itaocara I pelo pedido de bloqueio provisório dos títulos minerários junto a ANM e publicado no Diário Oficial do dia 23 de maio de 2013, através da Portaria do DNPM n. 220 o Despacho do Diretor Geral, Relação n. 75/2014 DF, concedendo, através do processo 48400.000719/2009 97.

Além disso, em 26 de novembro de 2016 foi solicitada junto ao DNPM a Declaração de Dispensa de Título Minerário para aproveitamento do material mineral nas obras da UHE Itaocara I, que, contudo, ainda não foi deferida. Os trâmites associados ao títulos minerários do empreendimento estão disponíveis no *Anexo V - Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, 2017, item 4.33 e anexos relacionados.*

Dentre esses requerimentos, sobressaem os de exploração de areia no eixo principal do Meia Ponte, que serão inundados com a implementação da UHE Itaocara I. Cabe ressaltar, que boa parte dos títulos minerários inseridos na AID encontram-se em fase inicial de tramitação junto a ANM, não apresentando registro de extração mineral ainda.

Conforme Apêndices 01 e 02 (UHE ITAOCARA S.A., 2019 a 2019a), o empreendedor realizou em 2019 a atualização do levantamento de interferências minerárias e desenvolveu ações de cadastramento socioeconômico de 05 propriedades onde se exercem atividades minerárias na área de influência do empreendimento. Assim, garantiu-se a continuidade do acompanhamento que é realizado desde 2009, quando do processo de licenciamento ambiental anterior.

Assim, serão estudadas alternativas para o melhor aproveitamento das jazidas interceptadas pela área do reservatório e pela AID, nas fases de instalação e operação e, quando não houver esta possibilidade, será realizado o pedido de bloqueio junto a ANM, com a negociação e proposição de acordos para compensar os investimentos realizados pelos proprietários.

## 5.7 - APÊNDICES

**Apêndice 01.** Relatório de Levantamento de Dados – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaocara I, janeiro/2019

**Apêndice 02.** Relatório de Ações – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaocara I, fevereiro/2019

**Apêndice 03.** Documentação: Consulta aos Órgãos Públicos Estaduais e Municipais – Processos Minerários

## 6 - SISMOLOGIA

### 6.1 - INTRODUÇÃO

A conceituação da ciência que estuda as ocorrências de tremores de terra, assim como suas causas e de certa maneira sua potencialidade, através de medidas relativas, é conhecida como sismologia. O Brasil encontra-se tectonicamente localizado na porção central da Placa Sul-Americana, que gera estabilidade em relação a esse tipo de evento natural, que, no caso do Brasil, a chance de risco de desastre natural é mínima.

Apesar disso, os registros apresentados pelo banco de dados do catálogo de sismos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG), apontam para a ocorrência de sismos de magnitude 6,2 na Escala Richter - utilizada para medir a magnitude dos terremotos, permitindo-nos ter uma noção exata sobre o potencial dos abalos sísmicos que ocorrem na litosfera. Apresenta-se na escala logarítmica - como o terremoto registrado em Mato Grosso, em 1955, na Serra do Tombador, região desabitada, minimizando os riscos de destruições. A nível de comparação, no Chile tremores de escala de magnitude maior que 5,0 na Escala Richter ocorrem a toda semana, praticamente, enquanto no Brasil, a incidência média é a cada 5 anos.

Como citado em relatório Plano Básico Ambiental (PBA) UHE Teles Pires (2014):

*“não há, na legislação ou mesmo nas instituições normativas nacionais, referências legais e normativas que estabeleçam recomendações ou considerações específicas sobre monitoramento sismográfico de reservatórios”.*

(...)

(cont.) “Destaca-se, contudo, a NBR 15421:2006 - Projeto de estruturas resistentes a sismos - Procedimento, que fixa os requisitos exigíveis para verificação da segurança das estruturas usuais da construção civil relativamente às ações de sismos e os critérios de quantificação destas ações e das resistências a serem consideradas no projeto das estruturas de edificações, quaisquer que sejam sua classe e destino, salvo os casos previstos em Normas Brasileiras específicas. Essa NBR, por sua vez, complementa a ABNT NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, aprovada pela norma internacional ISO 19338:2007. No âmbito internacional, a ICOLD – International Commission on Large Dams da UNESCO (<http://www.icold-cigb.net/>) apresenta uma série de artigos técnicos e científicos a respeito do tema. A ICOLD é uma instituição não governamental que tem por objetivo promover fóruns de discussão e intercâmbio de conhecimentos e experiências na área de Engenharia de Barragens, e que possui instituições-membros em grande parte dos países, incluindo no Brasil o CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens. Outro importante órgão de referência internacional é o ICODS – Interagency Committee on Dam Safety, que preparou e aprovou as diretrizes federais para a segurança de barragens (Federal Guidelines for Dam Safety), entre as quais se destaca a diretriz referente às análises de terremotos e projeto de barragens (Earthquake Analyses and Design of Dams), publicada pela FEMA em maio de 2005” ([uhetelepires.com.br](http://uhetelepires.com.br), 2014).

## 6.2 - OBJETIVO

O presente relatório tem por objetivo caracterizar a ocorrência de sismos na região da Bacia do Rio Paraíba do Sul, apresentando levantamento histórico de ocorrência (distribuição cronológica e geográfica dos sismos) e magnitude de eventos sísmicos para a região, considerando os sismos naturais e induzidos, conforme indicado no Termo de Referência expedido pelo Ibama em novembro de 2018 (processo 02001.014891/2018-34).

Para atingir tal objetivo, foram analisadas publicações inerentes ao tema, além da compilação de dados presentes no EIA UHE Itaipava I (ECOLOGIA BRASIL, 2011) e as respectivas atualizações do banco de dados do catálogo de sismos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG) e do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília Obsis/UnB).

## 6.3 - METODOLOGIA

Além das informações contidas no catálogo de sismos da Rede Sismográfica Brasileira versão 2014.06 (RSBR), 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 da Universidade de Brasília (Obsis/UnB), atualizado para a observação da ocorrência de sismos nas proximidades da região de Itaipava, e os dados levantados no catálogo de sismos do IAG.

## 6.4 - DIAGNÓSTICO SISMOLÓGICO SECUNDÁRIO

A seção deste estudo que aborda aspectos geológicos-geotécnicos regionais inerentes a AII e os aspectos atribuídos a AID e descrevem o ciclo geológico da geração do arcabouço tectônico no qual será inserido o projeto da UHE Itaipava I. O arcabouço estrutural da área de influência do empreendimento é complexo e engloba terrenos pré-Cambrianos retrabalhados em episódios termo-tectônicos Proterozoicos que remobilizaram e rejuvenesceram as rochas pré-existentes por migmatização, granitização, falhamentos e dobramentos.

Obviamente que as relações entre a geologia e a sismicidade regional são existentes, porém, os eventos mais contundentes do passado não estão ocorrendo hoje em dia. Contudo, estudos sobre neotectônica têm crescido exponencialmente pelo mundo, revelando que tais eventos do passado são gatilhos para



ocorrências de movimentos recentes (neotectônica; Pinheiro, 2015) como registrado nas reativações neotectônicas da zona de cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (Silva & Melo, 2011).

Em relação à área do empreendimento UHE Itaipava I, os movimentos tectônicos que se destacam estão relacionados à evolução geológica do Rifte do Sudeste através da Reativação Atlântica (Riccomini et al., 2004), como continuidade da abertura do Oceano Atlântico (Cretáceo-Paleógeno).

Como descrito no Item de Geologia Estrutural (*item 1.1.3 - Geologia Estrutural*), esse evento foi marcado por fraturamentos e falhamentos que deslocaram blocos, abatendo e soerguendo o substrato geológico. Esse substrato, no entanto, tem sua origem em outro evento tectônico anterior, relacionado à colisão continental no pré-Cambriano, responsável pelo amalgamento do Supercontinente Gondwana.

O estado do Rio de Janeiro está contido na faixa Neoproterozoica de dobramentos formada nesta colisão (Faixa Ribeira) e estruturada tectonicamente com falhamentos, foliações e zonas de cisalhamento. O processo de abertura do Atlântico Sul, 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 e não representam riscos ao empreendimento.

A Figura 55 apresenta o mapa de boletudes de escala maior que 3,0 na Escala Richter de dados sísmicos do Brasil onde é possível observar zonas de concentração dos mesmos no interior dos estados de Goiás e Minas Gerais, além da região do Rifte da Bacia de Santos.

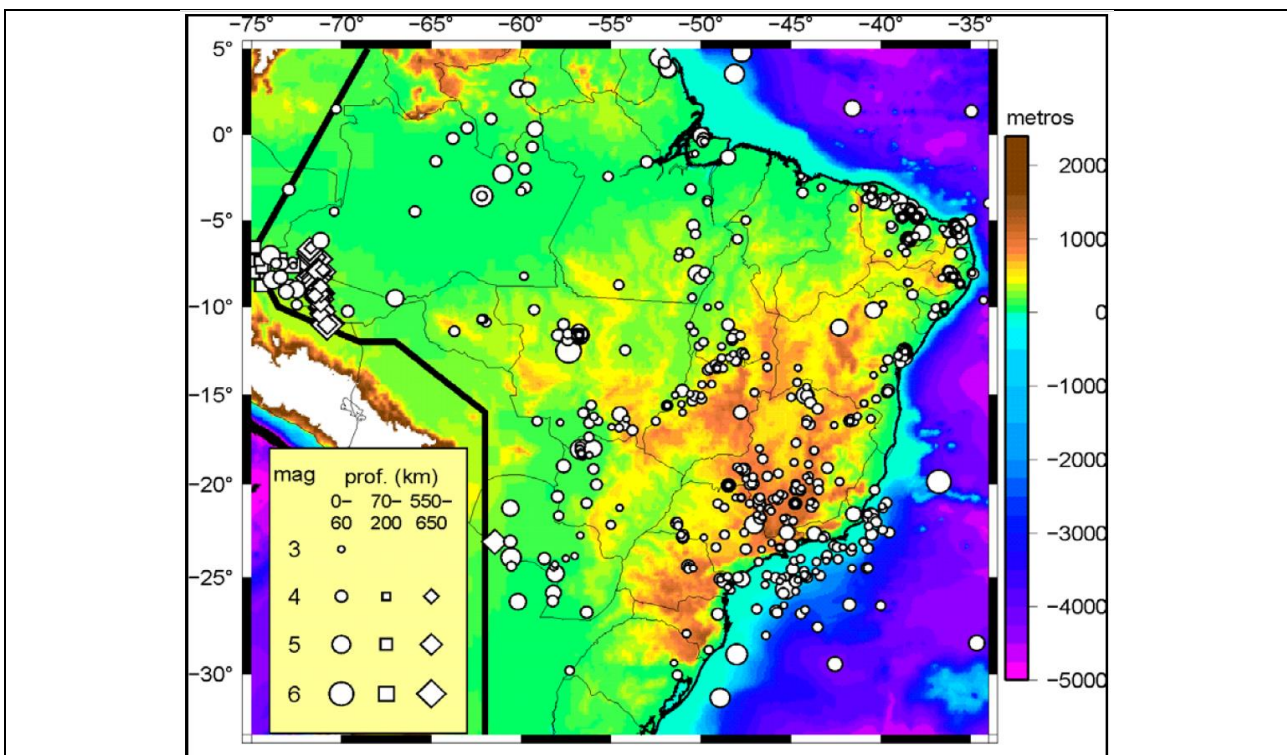


Figura 55: Mapa de Boleitudes na Escala Richter maior que 3,0 dos sismos registrados no Brasil por meio de dados de ocorrências históricas. Fonte: Observatório Sismológico da UnB [s.d.].

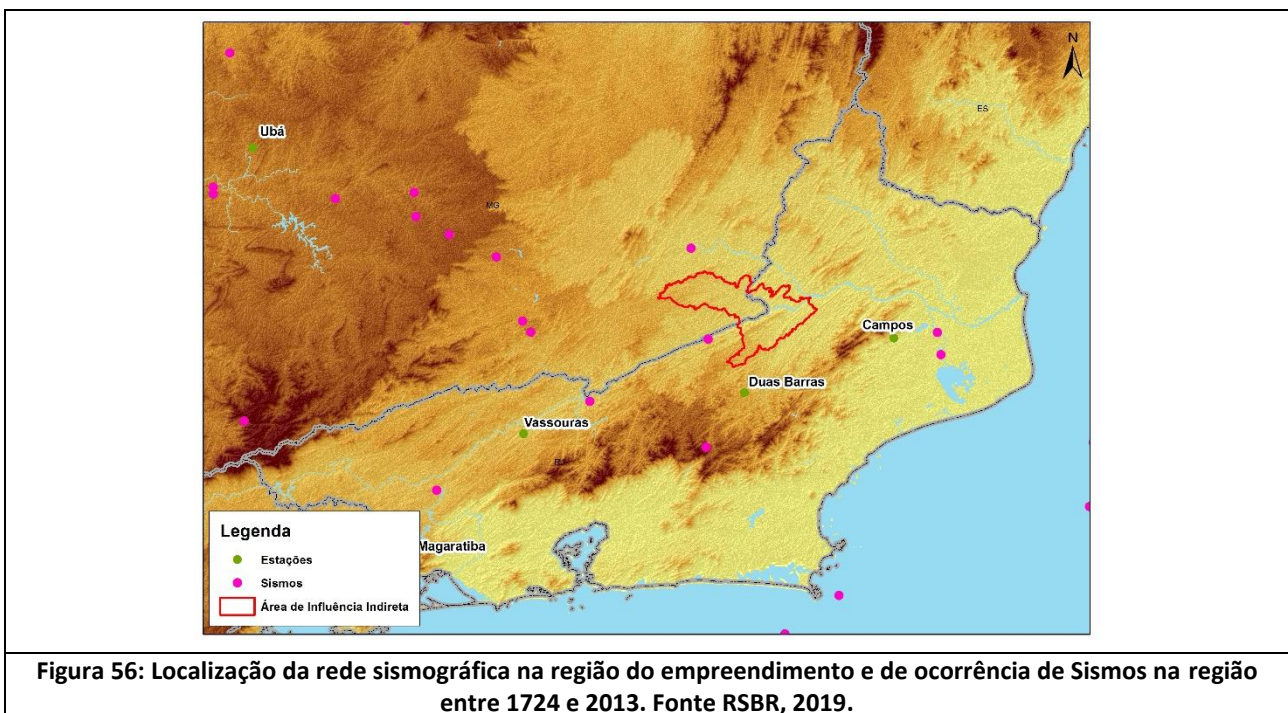


#### 6.4.1 - Catálogo de Sismos na Região Sudeste Brasileira e na Área de Estudo da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Esse levantamento foi baseado em informações presentes no catálogo de sismos do Brasil versão 2014.06 obtido no site da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) acessado em 25 de janeiro de 2019 com dados de 1724 a 2013, cujas referências encontram-se em coluna específica no Quadro 13.

Para o presente trabalho, foi feito um levantamento sismográfico da região sudeste brasileira entre os anos de 2001 até 2019 do histórico de sismicidade natural e induzida, utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficas existentes, principalmente da UnB e do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP), além de dados do ESAR (Estação Sismográfica de Angra dos Reis), da UNESP-Rio Claro, IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo) e do Serviço Geológico Americano (USGS) compilados do catálogo da RSBR versão 2014.06 levantados nos dias 25 e 26 de janeiro de 2019.

Os dados referentes aos anos entre 2014 até 2019 foram obtidos através do site do Observatório Sismológico (OBSIS) da UnB disponível em <http://obsis.unb.br/portalsis/?pg=seism>, e foram levantados entre os dias 26 e 31 de janeiro de 2019. No levantamento feito para os últimos cinco anos, o foco da investigação foi a região das otobacias do Rio Paraíba do Sul, definida, aqui, como área de estudo da Bacia do Rio Paraíba do Sul.



**Quadro 13: Levantamento de sismos ocorridos entre 2001 e 2013 na região sudeste brasileira obtidos do catálogo de sismos da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) levantado e analisado entre os dias 25 e 26 de janeiro de 2019.**

Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2001	1	7	3	50	15	-17.7	-44.7	0	0	3.4	1	Pirapora	(UnB)
2001	5	24	23	55	0	-21.2	-39.91	0	10	3	1	Margem Cont.	(IAG; UnB)
2001	8	5	17	19	5	-24.61	-45.26	0	50	2.5	1	Margem Cont.	(IAG)
2001	8	24	19	56	18	-21.93	-40.37	0	30	3.9	1	Margem Cont.	(IAG; UnB)
2001	8	31	18	51	34	-20.01	-44.7	0	0	3.1	1	Igaratinga	(UnB)
2001	9	29	0	13	54	-22.56	-40.68	0	30	2.6	1	Margem Cont.	(IAG)
2002	3	17	16	11	19	-23.17	-46.1	0	10	2.6	1	Igaratá	(IPT; IAG)
2002	4	30	6	18	31	-19.51	-44.05	0	20	2.6	1	Pedro Leopoldo	(IAG)
2002	5	6	6	12	2	-19.45	-44.03	0	30	2.9	1	Pedro Leopoldo	(IAG; IPT; UnB)
2002	6	4	23	27	12	-25.03	-45.83	0	20	3.7	1	Margem Cont.	(IAG; UnB)
2002	10	3	14	7	42	-21.84	-46.65	0	30	2.6	1	São José da Boa Vista	(IAG; UNESP-RC)
2002	11	16	1	28	24	-20.27	-44.67	0	30	3.4	1	Itaguará	(IAG; UnB; UNESP; IPT)
2002	12	1	17	20	17	-22.91	-44.39	0	20	2.7	1	AngradosReis	(IAG; IPT)
2002	12	28	10	55	10	-22.28	-45.92	0	20	2.6	1	Pouso Alegre	(IAG; IPT)
2003	1	9	3	19	32	-23.83	-42.98	0	20	3.5	1	Margem Cont.	(IAG; IPT)
2003	3	15	10	18	57	-23.17	-47.34	0	60	2.5	1	Salto	(ESAR)
2003	3	16	21	29	41	-21.31	-46.14	2.5	3	3.2	1	Areado	(IAG)
2003	3	16	21	35	7	-21.31	-46.14	2.5	3	2.7	1	Areado	(IAG)
2003	4	12	14	57	6	-24.75	-43.12	0	20	2.5	1	Margem Cont.	(IAG)
2003	4	13	11	20	14	-22.27	-40.67	0	30	3.3	1	Margem Cont.	(IAG; UnB)
2003	4	16	15	36	18	-21.31	-39.86	0	10	3.2	1	Margem Cont.	(IAG)
2003	5	4	22	27	57	-20.37	-44.81	0	20	2.9	1	Itaguará	(IAG; UnB)
2003	7	26	0	51	21	-24.05	-42.36	0	20	3.4	1	Margem Cont.	(IAG)
2003	10	10	17	17	6	-24.02	-45.97	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2004	2	27	19	50	7	-24.84	-45.71	0	0	2.6	1	Margem Cont.	(IAG-ESAR; IPT)
2004	5	16	14	29	37	-25.22	-44.72	0	50	3.9	1	Margem Cont.	(IAG; IPT; UNESP-RC)
2004	5	30	3	26	29	-23.17	-42.15	0	50	2.5	1	Margem Cont.	(IAG; IPT)
2004	6	1	4	3	11	-22.99	-41.89	0	50	2.3	5	Margem Cont.	(IAG; IPT)
2004	11	25	13	10	36	-21.22	-50.47	0	50	3.2	5	Araçatuba	(IPT)
2004	12	27	14	24	5	-22.23	-44.8	0	20	2.2	1	Cruzeiro	(ESAR)
2005	3	11	5	38	26	-21.06	-48.5	0	1	2.7	1	Bebedouro	(IAG; UNESP-RC)
2005	3	30	11	41	44	-21.06	-48.5	1	1	2.9	1	Bebedouro	(IAG; UNESP-RC)

Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2005	4	2	15	25	17	-21.06	-48.5	1	1	2.8	1	Bebedouro	(IAG; UNESP-RC)
2005	4	8	23	34	22	-21.03	-47.29	0	30	3.1	1	S. Bened. Areias	(IAG; IPT)
2005	12	26	13	41	45	-25.03	-45.26	0	50	2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2005	12	31	5	32	46	-22.53	-46.77	0	50	2.1	1	Serra Negra	(ESAR)
2006	1	10	19	3	41	-21.64	-46.86	0	30	3	1	São José do Rio Pardo	(IAG; UnB; UNESP-RC; IPT)
2006	3	22	14	3	0	-21.41	-50.08	0	10	2.5	1	Penápolis	(UNESP-RC)
2006	4	4	4	0	57	-20.95	-45.71	0	30	2.5	1	Carmo Claro	(IAG;IPT)
2006	4	10	17	11	13	-21.05	-45.4	0	30	2.7	1	Aguanil	(IAG;IPT)
2006	5	14	14	7	46	-16.72	-42.58	0	5	3	1	Irapé	(UnB) - induzido por reservatório
2006	6	17	1	11	57	-22.23	-51.26	0	20	3.2	1	Regente Feijo	(IAG; UnB; UNESP-RC; IPT)
2006	7	1	14	39	4	-21.08	-46.71	0	60	2.1	1	Jacuí	(ESAR)
2006	11	16	8	8	6	-22.28	-39.78	0	30	2.9	1	Margem Cont.	(IAG)
2006	11	26	2	11	57	-22.04	-40.25	0	30	3.6	1	Margem Cont.	(IAG; UnB; IPT)
2007	3	12	15	0	0	-19.95	-44.16	0	50	2.2	5	Betim	(UnB)
2007	5	13	13	0	55	-21.06	-48.5	0	50	2.2	5	Bebedouro	(IAG; UNESP)
2007	5	24	15	30	58	-15	-44.3	0	10	3.8	1	Januária	(IAG)
2007	7	14	5	33	32	-19.56	-46.29	0	5	3.5	1	Ibia;Pratinha	(UnB; IAG; UNESP-RC; IPT)
2007	7	27	18	37		-21.95	-48.68	0	0	2.5	5	Bariri	(UNESP-RC; IAG)
2007	9	5	4	9	8	-24.62	-43.28	0	40	2.3	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2007	12	9	2	3	28.36	-15.033	-44.295	0.7	2	4.9	0	Itacarambi	(IAG)
2008	1	16	20	23	45	-22	-40.1	0	50	2.6	5	Plataforma Cont.	(IAG)
2008	2	8	19	5	14	-24.56	-44.89	0	20	3.9	1	Plataforma Cont.	(IAG; UNESP-RC)
2008	3	10	18	17	42	-23.72	-46.32	0	40	2.1	1	Ribeirão Pires	(ESAR)
2008	3	15	3	32	30	-24.99	-45.37	0	50	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2008	3	19	22	12		-15.07	-44.09	1	5	3.8	1	Itacarambi	(UnB)
2008	4	8	17	31	13	-23.59	-46.33	0	40	2.2	1	Ribeirão Pires	(ESAR)
2008	4	20	6	39	54	-24.8	-40.89	0	10	3.6	1	Plataforma Cont.	(IAG; IPT)
2008	4	23	0	0	48	-25.7	-45.41	17	10	5.2	1	Plataforma Cont.	(IAG; IPT; UnB; UNESP)
2008	4	23	0	19	42	-25.7	-45.41	0	50	2.1	5	Plataforma Cont.	(IPT)
2008	4	23	0	16	52	-25.7	-45.41	0	50	2.7	5	Plataforma Cont.	(IPT)
2008	5	3	9	9	55	-22.48	-39.89	0	30	3.4	1	Plataforma Cont.	(IAG; IPT)
2008	5	13	19	48	12	-23.72	-46.3	0	40	2	1	Ribeirão Pires	(ESAR)
2008	5	15	20	7	5	-21.43	-42.64	0	50	2.1	1	Cataguases	(ESAR)
2008	9	29	15	19	20	-19.9	-47.33	0	20	3.1	1	Ubá	(UnB)

Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2008	12	15				-16.7	-44.9	0	101	2.3	1	Montes Claros	(UnB)
2008	12	15	20	36	57	-23.63	-45.79	0	30	2.1	1	Salesópolis	(ESAR)
2009	1	15				-16.7	-44.9	0	101	2.2	1	Montes Claros	(UnB)
2009	2	23	19	19	41	-24.42	-45.77	0	40	2.3	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	3	5	1	10	46	-24.28	-44.59	0	30	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	3	9	14	26	20	-20.56	-44.87	0	50	2.8	5	Carmo da Mata	(UnB)
2009	3	9	16	46	49	-24	-45.86	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	3	11	17	59	27	-24.47	-45.92	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	3	29	20	0	0	-19.8	-44	0	50	2.8	5	São José da Lapa	(UnB)
2009	3	31	15	43	6	-24.67	-44.96	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	4	30	20	21	52	-23.29	-46.28	0	40	2.4	1	Santa Isabel	(ESAR)
2009	6	8	17	16	4	-24.74	-48.12	0	50	2.9	5	Cajati	(IAG)
2009	6	20	14	53	7	-24.72	-45.57	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	7	1	14	59	52	-24.78	-45.32	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	7	11	18	30	22	-24.03	-45.9	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	8	1	14	53	29	-21.6	-46.89	0	50	2.2	5	São José do Rio Pardo	(UNESP)
2009	9	3	15	39	12	-23.91	-45.85	0	30	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	9	7	0	18		-23.45	-45.51	0	2	3.3	1	Paraibuna	(IPT; UNESP-RC; IAG; ESAR)
2009	9	10	16	59	57	-24.93	-43.85	0	40	3.1	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	9	23	5	27	37	-15.06	-44.26	5	5	2.8	1	Itacarambi	(UnB)
2009	10	7	10	12	11	-15.06	-44.26	5	5	2.5	1	Itacarambi	(UnB)
2009	10	23	8	13	51	-24.17	-43.2	0	40	3	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	11	3	23	17	8	-21.67	-50.17	0	50	2.1	5	Alto Alegre	(IAG; UNESP)
2009	11	5	18	56	19	-24.18	-45.98	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	11	23	16	40	51	-24.12	-45.83	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	11	25	14	22	3	-24.34	-43.32	0	40	2.5	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	12	19	17	48	28	-24.23	-46.15	0	40	2.7	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2009	12	29	18	54	53	-24.27	-46.12	0	40	2.7	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	1	25	2	17	17	-16.22	-44.91	0	20	3.3	1	Icaraí de Minas	(UnB)
2010	1	28	3	45	29	-19.5	-43.95	0	10	3.6	1	Belo Horizonte	(UnB)
2010	2	15	18	50	38	-24.34	-45.82	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	3	4	19	51	48	-24.31	-45.82	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	3	6	14	34	34	-24.45	-45.72	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	3	18	20	21	31	-23.43	-45.93	0	30	2	1	Salesópolis	(ESAR)

Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2010	3	20	19	4	23	-24.01	-46.08	0	40	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	3	22	13	57	50	-24.66	-45.27	0	40	2.1	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	4	11	23	40	9	-11.62	-56.7	5	40	2.6	1	Porto Gaúchos	(UnB) ca. 40km Tabapora-MT
2010	4	14	13	26	18	-19.7	-43.96	0	40	2.2	1	São José da Lapa	(UnB)
2010	4	24	15	44	39	-25.18	-44.93	0	50	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	5	5	5	17	12	-21.19	-43.98	0	30	2.9	1	Barroso	(UnB)
2010	5	6	8	9	31	-24.1	-44.76	0	20	2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	5	19	0	54	48	-22.97	-44.09	0	10	2.1	1	Mangaratiba	(ESAR)
2010	5	25	19	26	34	-21.77	-43.45	0	30	2	1	Juiz de Fora	(ESAR)
2010	5	31	2	33	11	-23.48	-45.8	0	30	2.3	1	Paraibuna	(ESAR)
2010	6	3	11	22	37	-19.56	-44.06	0	10	2.9	1	Matozinhos	(UnB)
2010	7	1	16	44	19	-22.43	-40.65	0	50	3.8	1	Plataforma Cont.	(IAG) sentido plataformas Pampo+Enchova
2010	8	21	12	57	5	-21.75	-50.01	0	40	3	1	Getulina; Macuco	(IAG)
2010	8	31	19	12	16	-21.82	-43.41	0	30	2	1	Juiz de Fora	(ESAR)
2010	9	29	17	34	46	-16.73	-43.86	0	10	2.4	1	Montes Claros	(UnB)
2010	9	29	19	54	43	-16.73	-43.86	0	10	2.8	1	Montes Claros	(UnB)
2010	10	14	3	51	31	-24.38	-45.08	0	30	2.3	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	10	24	19	1	40	-25.46	-47.6	0	80	2.8	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	11	5	14	49	59	-24.47	-45.25	0	40	2.1	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2010	11	9	14	50	57	-21.48	-43.58	0	40	2.2	1	Juiz de Fora	(ESAR)
2011	1	6	19	30	8	-22.96	-44.55	0	5	2	1	NW da ESAR	(ESAR)
2011	2	3	18	26	44	-22.13	-43.12	0	30	2	1	Três Rios	(ESAR)
2011	2	3	19	43	39	-21.89	-41.42	0	70	2.5	1	Campo dos Goytacazes	(ESAR)
2011	2	20	14	6	32	-24.78	-45.03	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2011	3	5	23	28	45.4	-16.701	-43.883	0	1	3.3	1	Montes Claros	(IAG; UnB)
2011	5	21	19	51	4	-24.09	-46.04	0	40	2.1	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2011	6	24	11	58	57	-21.43	-47.1	0	70	2.5	1	Ribeirão Preto	(ESAR)
2011	7	14	3	15	0	-23.38	-45.66	0	5	2.4	1	Paraibuna	(IPT; ESAR; IAG)
2011	7	21	21	57	0	-23.18	-46.1	0	5	2.1	1	Igaratá	(IPT)
2011	7	24	21	56	57	-23.19	-46.11	0	30	2	1	Igaratá	(ESAR)
2011	7	27	18	25	50	-22.18	-39.55	0	50	3.2	1	Plataforma Cont.	(IAG; ESAR)
2011	8	11	15	16	1	-22.91	-44.17	0	10	2.1	1	NW da ESAR	(ESAR)
2011	8	12	10	2	4	-22.92	-44.17	0	10	2.4	1	NW da ESAR	(ESAR)
2011	8	12	10	7	28	-22.91	-44.17	0	10	2.3	1	NW da ESAR	(ESAR)



Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2011	8	14	16	50	10	-21.17	-44.95	0	10	3.2	1	Ijaci; Funil	(UnB;IAG)
2011	8	24	5	28	12	-15.06	-44.29	0	10	2.3	1	Caraíbas	(UnB)
2011	9	9	13	22	7	-16.59	-43.9	0	10	2.6	1	Montes Claros	(UnB;IAG)
2011	10	1	1	40	4	-25.17	-44.72	0	50	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2011	10	4	14	1	31	-22.87	-44.42	0	5	2	1	N da ESAR	(ESAR)
2011	10	10	13	22	47	-16.59	-43.9	0	10	2.6	1	Montes Claros	(UnB)
2011	10	14	7	17	6	-20.63	-45.76	0	20	2.8	1	Sto. Inacio	(IAG; ESAR; UNESP-RC; IPT)
2011	10	17	23	24		-23.38	-45.66	0	5	2.6	1	Paraibuna	(IPT)
2011	10	22	19	29	49	-20.1	-43.94	0	5	3.4	1	Lavras	(IAG; UnB; ESAR; UNESP-RC)
2011	11	13	7	39	27	-21.29	-45.14	0	40	2.6	1	Barbacena	(ESAR)
2011	11	19	4	3	19	-21.3	-43.97	0	40	2.2	1	Nova Lima	(ESAR)
2011	11	20	4	15	3	-23.63	-44.92	0	20	2.2	1	Plataforma Cont.	(ESAR)
2011	11	23	7	9	16	-21.2	-44.95	0	10	2.6	1	Ijaci	(UnB; IAG)
2011	12	15	13	1	54	-16.59	-40.7	0	20	3.6	4	Felisburgo; Santo Antônio do Jacinto	(IAG; UnB)
2011	12	20	12	22		-16.59	-43.9	0	30	2.7	1	Montes Claros?	(UnB; IAG)
2012	2	21	6	36	25	-23.38	-45.66	0	5	3.3	1	Paraibuna	(IAG; IPT)
2012	3	23	15	31	26	-23.28	-44.81	0	10	2	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	3	24	17	2	16	-25.42	-44.65	0	40	2.7	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	4	2	5	21	16	-16.59	-43.9	0	10	2.8	1	Montes Claros	(IAG)
2012	4	2	7	19	33	-16.59	-43.9	0	10	2.7	1	Montes Claros	(IAG)
2012	4	21	6	36	25	-23.38	-45.66	0	5	3.2	1	Paraibuna	(IAG; IPT)
2012	4	23	9	28	47	-23.41	-44.78	0	10	2.2	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	5	19	13	41	22.56	-16.695	-43.885	1.1	2	4	1	Montes Claros	(IAG; UnB; USGS)
2012	5	19	16	44	36	-16.7	-43.89	0	5	2.6	1	Montes Claros	(IAG; UnB)
2012	5	20	19	32	39	-16.7	-43.89	0	5	2.8	1	Montes Claros	(UnB; IAG)
2012	5	22	17	9	6	-16.7	-43.89	0	5	3	1	Montes Claros	(UnB; IAG)
2012	6	10	10	38	19	-25.4	-45.42	0	40	2.8	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	6	19	14	35	50	-22.33	-42.55	0	40	2.2	1	Nova Friburgo	(ON)
2012	7	11	20	19	51	-21.79	-41.44	0	40	2.5	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	9	12	23	56	45.68	-16.704	-43.884	0.5	1	2.9	1	Montes Claros	(IAG; UnB)
2012	9	14	22	10	4	-19.95	-44.84	0	100	2.9	1	São Gonçalo do Pará	(IAG)
2012	10	2	15	35	17	-20.41	-44.02	0	40	2.3	1	Presidente Bernardes	(ON)
2012	10	24	12	20	26	-24.28	-42.52	0	40	2.4	1	Plataforma Cont.	(ON)
2012	11	15	3	3	15	-16.703	-43.88	2	1	2.3	1	Montes Claros	(IAG; UnB)

Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.	Long.	Prof. (Km)	Erro	MAG.	MT	Localidade	Referências
2012	12	19	4	54	38.49	-16.697	-43.879	1.4	1	3.5	1	Montes Claros	(IAG)
2012	12	19	5	31	16.86	-16.7	-43.882	1.3	1	3.5	1	Montes Claros	(IAG)
2012	12	19	5	32	19	-16.7	-43.88	2	1	2.1	1	Montes Claros	(IAG; UnB)
2012	12	23	6	6	43	-16.7	-43.88	2	5	2.7	1	Montes Claros	(IAG)
2013	2	2	20	10	56	-21.22	-44.36	0	40	2	1	Conceição da Barra de Minas	(ESAR)
2013	2	3	8	47	54	-21.78	-46.98	0	20	2.8	1	Vargem Grande do Sul	(IAG; UnB)
2013	2	3	19	5	46	-22.91	-44.33	0	3	2.5	1	NE da ESAR	(ESAR)
2013	2	5	1	3	2	-21.84	-42.55	0	50	2.2	1	Além Paraíba	(ESAR)
2013	2	27	23	28	56	-18.6	-45.36	0	10	3.6	1	Morada Nova; Biquinhas	(UnB)
2013	2	27	23	28	56	-18.47	-45.51	25.2		4.53	4	Três Marias	(UnB)
2013	3	4	7	42	18	-23.81	-44.05	0	20	3.7	1	Plataforma Cont.	(ESAR; IAG)
2013	3	5	14	43	59	-16.7	-43.86	0	50	2.7	5	Montes Claros	(IAG)
2013	4	6	21	4	24	-21.31	-45.02	0	40	2.1	1	Lavras	(ESAR)
2013	4	18	10	10	52	-16.697	-43.889	1.5	1	3.5	1	Montes Claros	(IAG)
2013	4	20	14	58	23	-21.38	-43.81	0	40	2.2	1	Barbacena	(ESAR)
2013	5	1	12	53	8	-22.54	-43.86	0	50	2.4	5	Barra do Pirai	(UnB; ESAR)
2013	5	23	4	17	35	-23.45	-45.51	0	50	3	5	Paraibuna	(UnB; ESAR)
2013	10	27	3	2	6	-20.03	-51.13	0	20	3.6	5	Jales SP/MG/GO	(IAG)

**Legenda:** Y (Year; ano), M (Month, mês); D (Day; dia). HH:MM:SS (hora, minuto, segundo). Lat. (Latitude); Long. (Longitude); Prof. (Km; Profundidade do sismo – hipocentro); MAG. (Magnitude em Escala Richter) MT = Magnitude Type.

#### Magnitude:

- 0,1 ou 2 = significa magnitude determinada por estações sismográficas (mais confiáveis);
- 0 = usando estações a mais de 2000 km (magnitude telessísmica, mb);
- 1 = usando estações mais próximas (magnitude regional, mR);
- 2 = média dos dois valores acima;
- 3 = magnitude estimada pelo tamanho da área afetada, i.e., da área total onde o sismo foi sentido. Isso é usado principalmente para sismos antigos sem registro instrumental;
- 4 = magnitude estimada por outros métodos indiretos;

#### Tipos:

- Os tipos 0,1, 2 são mais precisos e têm margem de erro de  $\pm 0.2$
- Tipo 3 tem margem de erro de  $\pm 0.4$  a 0.5
- Tipo 4 tem margem de erro de  $\pm 0.5$  a 1.0
- 5 é uma estimativa também indireta, ainda mais imprecisa. É baseada em informes técnicos com pouca informação pra se saber como foi calculada. Equivale ao tipo "4". (Fonte: iag-usp-br Marcelo Assumpção; informação verbal).

As referências são quais apresentadas no referido catálogo da RSBR, bem como as localidades.

#### 6.4.2 - Ocorrências de Sismos na Área de Estudo das Ottobacias do Rio Paraíba Do Sul

No período de 2014 a 2019 a maioria das ocorrências sísmicas é artificial gerada por explosões nas cidades de Itabira e Itabirito/MG. A partir de 2016, há registros em cidades próximas da área de estudo. Há ocorrência, em Setembro de 2016, de um sismo artificial em Santo Antônio de Pádua/RJ a 8,00 Km da região das ottobacias do Rio Paraíba do Sul, de magnitude 2,00, mais três ocorrências na mesma cidade em dezembro de 2016 de intensidades entre 1,6 e 2,7.

Nos dias 18 e 19 de Janeiro de 2017, ocorreram, respectivamente, dois sismos próximos da área de estudo: em Santo Antônio de Pádua/RJ um sismo artificial gerado por explosão de magnitude 2,0 e outro em Recreio/MG, a 5,00 Km de distância do limite da AII da UHE Itaocara I, de magnitude 1,6.

Entre 08 e 22 de fevereiro de 2017 foram observados 04 (quatro) sismos artificiais na região de Santo Antônio de Pádua/RJ a 11 Km da Área de Influência Direta com magnitude média de 1,75.

Entre 08 e 24 de março de 2017 foram constatadas 06 (seis) ocorrências de sismos artificiais em Santo Antônio de Pádua/RJ com magnitude média de 1,7. Uma ocorrência artificial em Santo Antônio de Pádua/RJ foi registrada em 19 de abril de 2017 de magnitude 1,9 e em 29 de julho uma de magnitude 2,0.

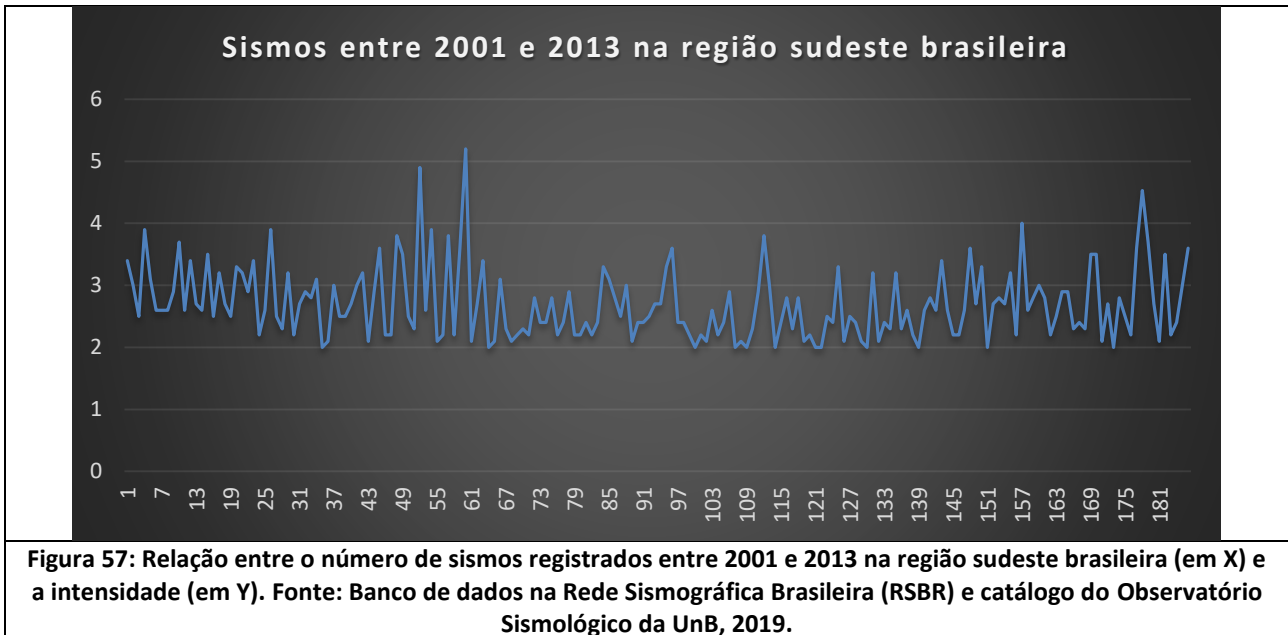
As ocorrências são relatadas, a partir de 2016, praticamente mensalmente na cidade de Santo Antônio de Pádua, RJ com magnitude média de 1,7 (magnitudes entre 1,5 e 2,4) e estão relacionadas a extração de rochas ornamentais no município (Fonte: CETEM). O Quadro 14 mostra as ocorrências de sismos (naturais e artificiais) na área de estudo das ottobacias do Rio Paraíba do Sul.

**Quadro 14: Levantamento de sismos ocorridos entre 2014 e 2019 na região sudeste brasileira obtidos do catálogo de sismos da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) levantado e analisado entre os dias 26 e 31 de janeiro de 2019.**

Y/M/D	HH:MM:SS	Lat.	Long.	MAG. (escala)	Prof. (Km)	Localização	Referência e Observação
30/08/2017	19:44:52	-21.71	-42.36	1.7 MLv	0	Pirapetinga - MG	(UnB) sismo induzido - explosão
29/03/2017	17:09:33	-21.67	-42.35	2 MLv	0	Pirapetinga - MG	(UnB) sismo induzido - explosão
22/11/2017	18:10:38	-21.73	-42.34	2.1 MLv	0	Pirapetinga - MG	(UnB) sismo induzido - explosão

\* *Legenda: Y (Year; ano), M (Month, mês); D (Day; dia). HH:MM:SS (hora, minuto, segundo). Lat. (Latitude); Long. (Longitude); Prof. (Km; Profundidade do sismo – hipocentro); MAG. (Magnitude em Escala Richter); MLv: Magnitude local calculada no componente vertical. As referências são quais apresentadas no website do Observatório Sismológico da UnB, bem como as localidades.*

A Figura 57 mostra que nos últimos 13 anos na região sudeste brasileira, segundo localizações geográficas de ocorrência de sismos descritas no quadro acima, são de magnitudes preponderantemente inferiores a 4,00, oscilando, majoritariamente, entre 2,0 e 3,0.



## 6.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os anos de 2014 e 2019 foram observados a ocorrência de centenas de sismos em uma distância mínima de 200 Km dos limites das ottobacias do rio Paraíba do Sul (incluída a AII), principalmente sismos de pequena magnitudes (magnitude *ca.* 3,00) na cidade de Itabira e Itabirito/MG em decorrência de explosões, sendo, assim, caracterizados como sismos artificiais. Poucos sismos ocorreram em uma distância menor que 10 Km da AII, e nenhum relatado dentro da mesma. Os sismos naturais nesse período, oscilam a magnitude em torno de 2,00 e 3,00 em distâncias superiores a 200 Km do entorno das ottobacias do Rio Paraíba do Sul (AII).

Nesse intervalo de tempo supracitado, é notório o aumento no número de sismos, principalmente os artificiais, em decorrência das explosões extrativistas nas cidades de Itabira e Itabirito/MG. Além disso, os sismos naturais tiveram um aumento significativo em seus registros, principalmente nos anos de 2014 e 2015, porém, como já citado, em cidades com distâncias maiores que 200 Km da região da bacia do Rio Paraíba do Sul. Alguns poucos relatos dentro da AII na cidade de Pirapetinga/MG com sismos artificiais de magnitude *ca.* 2,23, conforme descritos no Quadro 14 (Fonte: RSBR).

A ocorrência de sismos induzidos em reservatórios é conhecida na literatura, normalmente subdivididos em controlados e induzidos pelo homem e são exemplificados, respectivamente, por explosões e exploração de fluidos. Para a AII, foram observados nos bancos de dados disponíveis informações sobre a ocorrência de sismos (naturais e artificiais), que apesar de pontuais, não eximem a responsabilidade de um monitoramento contínuo durante a execução do projeto, desde sua construção a seu franco funcionamento, de forma a mitigar e controlar as variáveis presentes em uma barragem hidrelétrica capazes de acarretar, principalmente, sismos artificiais.

As populações de dados fornecem informações relevantes quanto aos centros geográficos de maiores incidências de sismos, como exemplificado, na forma de diagrama de boletudes de intensidade maior que 3,00 na escala, cujas maiores ocorrências encontram-se distante da AII, concentradas, em geral, na plataforma do sudeste brasileiro e no interior do Estado de Minas Gerais e São Paulo.

## 7 - ESPELEOLOGIA

### 7.1 - INTRODUÇÃO

Como citado em Santana et al., 2013:

*“As cavernas são componentes de um relevo denominado “carste”, encontrado em cerca de 10 a 15% da superfície terrestre - as áreas cársticas (Ford & Williams 2007), caracterizadas como um complexo dinâmico em constante modificação, principalmente pela ação da água atuando na formação, moldagem e deposição de inúmeras feições (Gilbert et al., 1994). A gênese e a evolução destas paisagens dependem do padrão estrutural, do grau de solubilidade da rocha e da ação de fluxos de água associadas a características ambientais que determinam o funcionamento geológico e biológico dos ambientes subterrâneos (Palmer 1991)”.*

O estudo espeleológico é baseado na caracterização evolutiva de feições cársticas e é a ciência que estuda as cavidades naturais e outros tipos de feições, baseando-se nos elementos formadores e seus constituintes físicos e bióticos. De acordo com os elementos diagnósticos como litologias e uma rede de drenagem favorável, um levantamento do potencial espeleológico definindo um mapa de potencialidades é de suma importância para a caracterização da geomorfologia cárstica de uma área de estudos.

A literatura, restrita, porém crescente no Brasil sobre espeleologia, descreve processos e elementos comuns dentro do universo cárstico. O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio), fornece mapas de pontos com grutas e cavernas mapeadas no Brasil.

Destaca-se que os estudos espeleológicos realizados visam, sobretudo, atender ao Termo de Referência do CECAV/ICMBio (Termo de Referência, processo de licenciamento ambiental n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ). O site deste instituto apresenta orientações básicas para a execução do levantamento espeleológico assim como estudos temáticos do meio biótico e abiótico.

### 7.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente – Lei n. 6.938, de 31/08/1981, e pela lei do SNUC – n. 9.985, de 18/7/2000, faz-se necessário o estudo do diagnóstico espeleológico a fim de conhecimento e preservação do patrimônio espeleológico. Esse patrimônio é constituído por cavidades naturais em rochas aflorantes e são legalmente protegidas pelo Decreto n. 99.556, de 01/10/1990, alterado pelo Decreto n. 6.640, de 07/11/2008.

O licenciamento ambiental de empreendimentos em regiões propícias à ocorrência de cavidades requer uma análise com relação aos sítios espeleológicos nas suas áreas de estudo. Essa análise segue metodologia que cumpre as diretrizes dispostas no Termo de Referência emitido pelo Ibama (processo de licenciamento ambiental n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ) e em conformidade com as diretrizes para prospecção de cavidades preconizadas pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade) e o CECAV (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade), acessíveis no site [www.icmbio.gov.br/cecav/index.php](http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php). Tais diretrizes são demandadas pela Instrução Normativa MMA n. 02/2009, o Decreto n. 6.640/2008 e demais legislações pertinentes ao tema, citadas adiante.

Com relação ao meio físico, a necessidade de preservar as feições espeleológicas está associada a relevantes aspectos socioculturais, uma vez que tais cavidades podem revelar informações históricas de povos ou antigas sociedades, e, ainda, são utilizadas em atividades esportivas, religiosas ou de lazer.



Além disso, as cavidades têm grande participação na dinâmica hídrica tanto em escala local quanto regional, principalmente em regiões onde afloram rochas de natureza carbonática. Cabe lembrar que as cavernas constituem um importante abrigo para fauna, por ser um refúgio de condições climáticas adversas e de predação.

Para a análise de cavidades naturais o trabalho foi realizado a partir do levantamento executado pela empresa MC Ambiental, em setembro de 2016, no âmbito do Programa de Prospecção Exocárstica e Endocárstica, relativo ao processo de licenciamento ambiental anterior a este. Na primeira fase do estudo realizado na área de canteiro de obras, de acordo com os levantamentos e avaliações executadas na fase pré-campo (interpretação de imagens, o cadastro espeleológico, a bibliografia geológica e geomorfológica) apontaram de forma preliminar que a área em estudo se caracterizava como baixo potencial espeleológico. Conforme a investigação de campo e a descrição dos pontos dos caminhamentos, o baixo potencial para ocorrências espeleológicas foi confirmado pelo fato de não terem sido identificadas cavernas na área de interesse.

Além do estudo executado em 2015 e 2016, a análise das cavidades naturais para o presente estudo também considerou o levantamento geológico com foco na identificação das unidades susceptíveis a ocorrência de cavidades naturais. Completando o trabalho, foi realizada a consulta no banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio) para identificação das cavidades mapeadas. A finalização da análise de cavidades foi realizada com a conferência em campo da existência dessas cavidades, associada à entrevistas informal com a população local sobre informações da existência de cavidades. A íntegra do material relativo ao Programa de Prospecção Exocárstica e Endocárstica e às campanhas já realizadas pode ser verificado no *Anexo V – Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, 2017, item 4.27 e anexos relacionados*.

### 7.3 - OBJETIVO

Para a elaboração deste estudo, foram consultadas as informações espeleológicas apresentadas no processo de licenciamento anterior (realizado em 2016 na AID do empreendimento), assim como dados primários e secundários. Foi definido o potencial espeleológico das unidades litológicas apresentadas juntos aos aspectos geológicos e realizado levantamento da ocorrência de cavidades junto ao CECAV. Por fim, na campanha de campo realizada entre os dias 25 e 29 de janeiro de 2019 foram identificadas cavidades na AII do empreendimento.

Este item apresenta, também, os aspectos legais referentes ao patrimônio espeleológico em questão e o licenciamento ambiental associado a esse patrimônio. E, por fim, apresenta um dado sobre a ocorrência de cavidades na AII da UHE Itaipava I, sendo este diagnóstico, complementar ao já apresentado no EIA anterior (ECOLOGY, 2011) e ao desenvolvido até o ano de 2017 no processo de licenciamento anterior. É apresentado anexo o Mapa de Potencialidade Espeleológica (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_ESPELEOLOGIA*) juntamente com o caminhamento espeleológico e as cavidades naturais identificadas no campo (*Anexo V – Relatório Consolidado Ambiental Fase Pré-Obra, 2017, item 4.27 e anexos relacionados*) e disponíveis na base do CECAV.

### 7.4 - LEGISLAÇÃO RELACIONADA - ESPELEOLOGIA

O patrimônio espeleológico, derivado do patrimônio geológico, com características específicas, compõem um ambiente dinâmico e frágil que deve ser preservado. O patrimônio espeleológico guarda vestígios e aspectos importantes para estudos geológicos, biológicos, arqueológicos, paleontológicos, climáticos e de biodiversidade. Há constatação de diversos endemismos em cavernas, indicando, assim, a sua importância ecossistêmica (Bichuette & Trajano, 2005; Trajano, 2006; Bichuette & Trajano, 2008).

Na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 20, estão definidos os bens da União e, em seu inciso X, indica que as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos são considerados bens da união. Eles são também protegidos pelo Decreto n. 99.556/1990, alterado pelo Decreto n. 6.640/2008, onde definem cavidades naturais como sendo:

*“Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.”*

O Artigo 4º da Resolução Conama n. 347/2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico, considerando que:

*“A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente, nos termos da legislação vigente.”*

Visando proteger o patrimônio espeleológico diversas resoluções foram elaboradas entre elas destaca-se a Resolução Conama n. 009/1986, em seu inciso XIII do Artigo 7º do Decreto n. 88.351/983, com a redação dada pelo Decreto n. 91.305/1985, resolve:

*“I - Criar uma Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico. II - A Comissão Especial, referida no item I, terá seu objetivo, composição e prazo de duração estabelecidos em ato do Presidente do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de acordo com o artigo 10 do Decreto n. 8351, de 1º de Junho de 1983, com a redação dada pelo Decreto n. 91.305, de 03 de Junho de 1985. III - A Comissão Especial referida no inciso I será constituída por representante das seguintes entidades; a) - Sociedade Brasileira de Espeleologia; b) - Secretaria Especial do Meio Ambiente; c) - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal; d) - Governo do Estado de Minas Gerais; e) - Departamento Nacional de Produção Mineral. f) - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; g) - Sociedade Brasileira de Paleontologia; h) - Sociedade Brasileira de Geologia; IV - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.”*

Atualmente a legislação vigente trata as cavernas de forma abrangente e não pontual, no entanto, o valor de uma caverna se estende ao seu entorno abrangendo os elementos necessários para assegurar a integridade da caverna formando o patrimônio espeleológico. Esses elementos compreendem fatores abióticos, biótico, socioeconômicos, histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais.

Caso o empreendimento cause impactos negativos a cavidades naturais, deverá ser aplicado o que preconiza a Instrução Normativa MMA n. 2/2009. Em seu Art. 1º, a referida IN define que o grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas será classificado de acordo com a metodologia estabelecida na própria Instrução Normativa. No Art. 2º define que a cavidade natural subterrânea será classificada de acordo com seu grau de relevância em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise dos atributos e variáveis listados na Instrução Normativa MMA n. 2/2009, avaliados sob o enfoque local e regional. E após a definição do grau de relevância pela aplicação da IN MMA n. 2/2009, caso seja comprovado impacto, deverão ser adotados os critérios contidos na IN ICMBio n. 30/2012.

A IN ICMBio n. 30/2012 estabelece procedimentos administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica para empreendimentos que ocasionem impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto e que não possuam na sua área,

conforme análise do órgão licenciador, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades teste para a compensação espeleológica.

A Portaria Ibama n. 887/1990 e a Resolução Conama n. 347/2004, pelo § 3º do Art 4º, determina que a área de influência sobre o patrimônio espeleológico será definida pelo órgão ambiental competente que poderá, para tanto, exigir estudos específicos, a expensas do empreendedor. Também define que, até que se efetive a definição pelo órgão, a área de influência das cavidades naturais subterrâneas será a projeção horizontal da caverna acrescida de um entorno de duzentos e cinquenta (250) metros, em forma de poligonal convexa.

O Quadro 15 apresenta a descrição das unidades litoestratigráficas com suas litologias mais representativas da AII seguida do seu potencial espeleológico baseado na tabela de potencialidade espeleológica desenvolvida pelo CECAV (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>).

O Mapa de Potencial Espeleológico (*Caderno de Mapas, Mapa BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MF\_ESPELEOLOGIA*) seguiu a classificação adotada pelo CECAV, em cinco tipos principais: Improvável, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Desse modo, totalizam-se cinco classes de potencialidade espeleológica, nem todas ocorrem ao longo da área de estudo do empreendimento UHE Itaocara I, mas essa classificação pormenorizada ajuda a definir com maior precisão os locais com maior probabilidade da ocorrência de cavernas. No Quadro 15 a seguir, todas as litologias interceptadas ou próximas a área de estudo, em ordem estratigráfica, classificadas segundo seu potencial espeleológico.

**Quadro 15: Potencial espeleológico das unidades litoestratigráficas interceptadas pela AII da UHE Itaocara I, de acordo com as diretrizes do CECAV para grupos litológicos.**

Unidade Litoestratigráfica	Litologias	Potencial Espeleológico
Complexo Juiz de Fora (PP2jfgl)	ortogranulitoseortogranulitos foliados	Baixo
Complexo Rio Negro (NP23_gamma_1rn)	Metadiorito, metatonalito, metagabro, gnaise granulítico, ortognaise	Baixo
Complexo Quirino (PP2q)	Ortognaisestonalítico e granodiorítico	Baixo
Grupo Paraíba do Sul (PRps)	Biotita gnaise bandado com intercalações de sillimanita-granada-muscovita-biotita xisto e rochas calcissilicáticas	Baixo (гнаise) Médio (calcissilicática)
Suíte Pedra Bonita (NP3_gamma_2Cpb)	Hornblendagranodiorito a granito, com fácies porfirítica	Baixo
Unidade Marangatú (NP3_gamma_2mg)	Charnockitos frequentemente miloníticos e retrometamorfizados (Pedra Madeira)	Baixo
Unidade Raposos – Arcádia Real (NPrpaa)	Calcissilicáticas, quartzitos, metaultramáficas, gonditos, granada-biotita gnaise de metamorfismo regional do fácies anfibolito/granulito	Baixo
Grupo Raposos (NP3rpp)	Litofáceisparagnaise com participação subordinada de biotita xisto, calcissilicática, mármore, quartzito, concentrações de óxidos de Mn, anfibolito	Baixo
Unidade Serra da Bolívia (NP3_gamma_1sb)	Ortognaisediorítico a tonalítico ou quartzo-diorítico a quartzo-sienítico; gabros e noritos, com predominância de ortognaises e/ou ortogranulitos	Baixo
Unidade Raposos (NPrpsgn)	Sillimanita-biotita gnaise	Baixo
Unidade Raposos (NPrpq1)	Quartzitos	Médio
Suíte Leopoldina (NP3_gamma_2Clp)	Granada charnockito foliado	Baixo

Unidade Litoestratigráfica	Litologias	Potencial Espeleológico
Suíte Cordeiro (NP3_gamma_2co)	Granitoides sin-colisionais	Baixo
Unidade Italvo-Macucu (NP12itma)	Anfibolitos e anfibólio-biotita gnaïsse a biotita gnaïsse leucocrático com intercalações de anfibolito e rochas calcissilicáticas	Baixo (anfibolitos e gnaïsses) Médio (calcissilicáticas)
Suíte Morro do Escoteiro (NP3_gamma_2me)	Granitoides sin-colisionais	Baixo
Complexo Serra da Prata (NP12_gamma_sp)	Hornblenda-biotita gnaïsse, com intercalações de gnaïsses cinzentos e leucognaïsses com granulometria fina	Baixo
Unidade Italva-São Joaquim (NP12itsj)	Anfibolitos e anfibólio-biotita gnaïsse com intercalações de mármore calcítico a dolomítico ricos em grafita, com intercalações de anfibolitos e rochas meta-ultramáficas	Baixo (anfibolitos e gnaïsses) Alto(ármores)
Unidade Italva (NP12itan)	Anfibolito	Baixo
Unidade São Fidélis (Sillimanita-biotita gnaïsse – NPsfbn)	Gnaïsse, quartzito, Rocha calcissilicática, Metaultramafito, Gondito	Baixo (gnaïsses) Médio (quartzitos e calcissilicáticas)
Granito Serra do Bonfim (Épsilon_1_gamma_4sb)	Granito	Baixo
Depósitos aluvionares (Qa)	Sedimentos aluvionares inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas	Improvável
Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (NQdl)	Coberturas de solos residuais argilo-arenosos e argilo-siltosos, total ou parcialmente lateritizados	Improvável



## 7.5 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO

Segundo Oliveira (2008a), as áreas cársticas são aquelas em que prevalecem relevos desenvolvidos, principalmente, a partir de processos hidroquímicos de dissolução no qual o transporte em dissolução é mais importante que o transporte por outros processos (Piló 1997a; Piló 1997b; Piló 2000; Auler & Zogbi 2005; Oliveira 2008b; Auler & Piló 2011). Tradicionalmente, são consideradas áreas cársticas as regiões em que predominam litologias solúveis, principalmente carbonáticas. As rochas mais propícias à carstificação são essas, pois combinam alto grau de solubilidade com grande resistência mecânica que permite a sustentação de grandes vazios em seu interior.

Rochas carbonáticas são aquelas em que o mineral predominante apresenta radical carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), tais como os calcários, dolomitos mármores, brechas ou conglomerados carbonáticos greda e carbonatitos.

Karman (1994) estima que as áreas carbonáticas no Brasil correspondam de 5 a 7% do território. Auler & Zogbi (2005) calcularam que as regiões cársticas somam aproximadamente 200 mil  $\text{km}^2$ . Segundo os mesmos autores o carste brasileiro, ocorre predominantemente sobre carbonatos antigos, de idade predominantemente Pré-Cambriano desenvolvidos em regiões tectonicamente estáveis (Cráton São Francisco, por exemplo) e sob clima sazonal. Os mesmos autores afirmam que o carste brasileiro se desenvolve não só sobre rochas carbonáticas como também sobre rochas siliciclásticas, tais como arenitos e quartzitos, além de metamórficas como rochas calcissilicáticas, em menor expressão.

Para o desenvolvimento do processo de carstificação, as rochas solúveis precisam perfazer um pacote de considerável espessura localizado na superfície ou próximo a ela. O desenvolvimento do carste está condicionado ainda às características estruturais e/ou tectônicas, uma vez que a permeabilidade de fraturas favorece o fluxo preferencial de águas subterrâneas (Karman, 2000).

Os ambientes cársticos são considerados aqueles desenvolvidos sobre rochas carbonáticas, nos quais, a atuação do processo de dissolução é preponderante. A drenagem nestes ambientes se dá, predominantemente, em subsuperfície, ressaltando assim a importância do arranjo hidrogeológico local. O endocarste é considerado ambiente propício para a preservação de registros climáticos e sedimentológicos essenciais à reconstituição dos Peleoambientes.

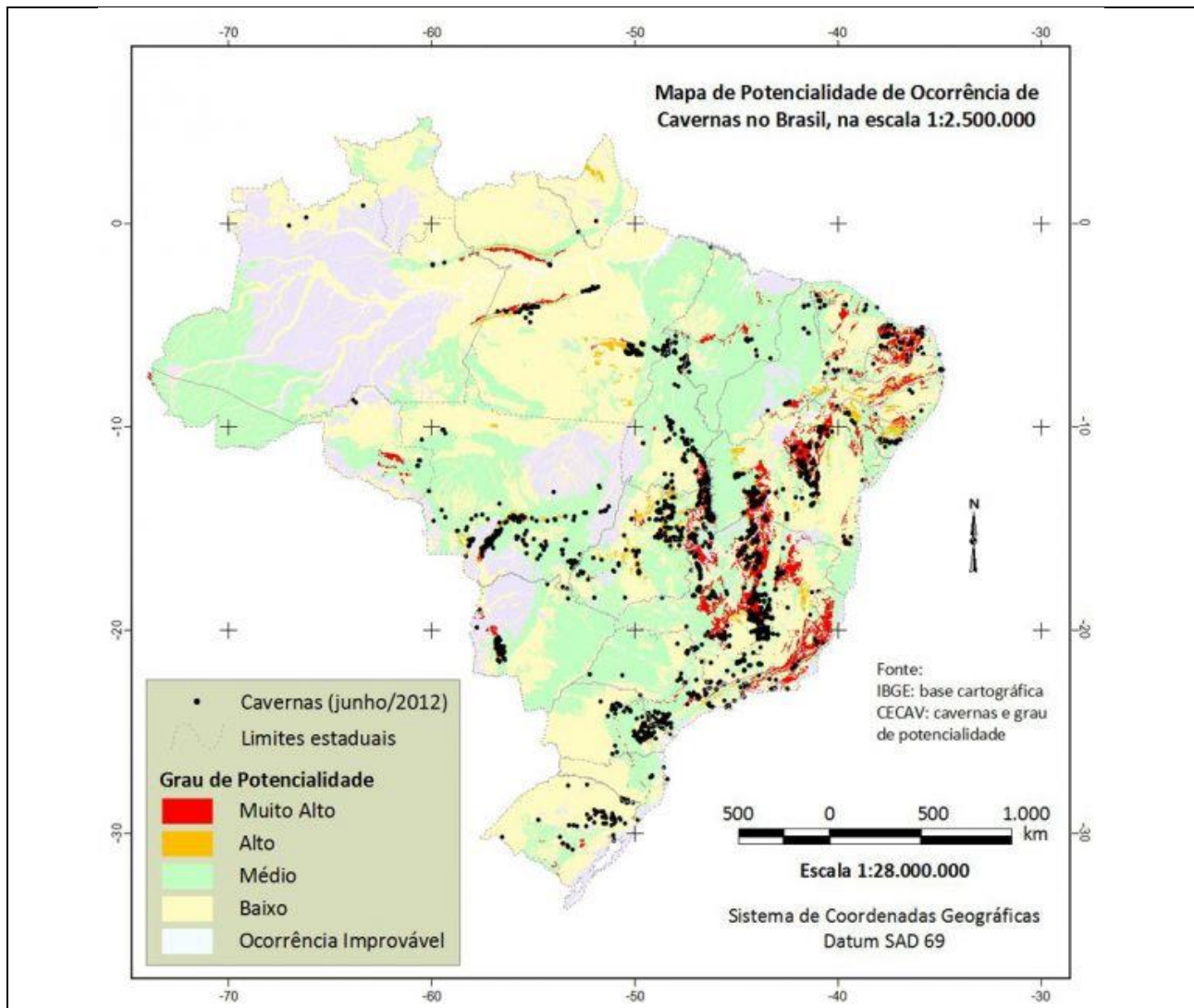
Esses ambientes exercem, há muito, fascínio sobre a humanidade, por apresentar beleza cênica visível na paisagem, tais como exuberantes em cavernas, lagoas e morfologia característica (dolinas, uvalas, poljés, lapíés).

O conhecimento de algumas informações é essencial para que possa confirmar ou refutar o potencial de ocorrência de cavernas. A gênese de uma caverna apresenta peculiaridades que estão associadas, especialmente, à litologia, falhamentos e fraturas, declividade, disponibilidade hídrica da região no momento de formação da caverna. Considerando tais aspectos, como já descritos, fez-se necessária uma avaliação precisa e minuciosa dos dados cartográficos e bibliográficos acerca da geologia local, declividade e das cavidades já cadastradas nos bancos de dados oficiais.

Mas não somente os terrenos carbonáticos apresentam potencialidade para a formação de cavidades. O termo carste tem sido utilizado, hoje em dia, de forma abrangente para classificar feições do relevo cárstico (ou os espeleotemas: estalactite, estalagmite, coluna, helectite, cortina, couve-flor, pérola de gruta e travertino) originalmente carbonáticas, mas hoje aplicado a uma diversidade litológica, como os quartzitos e arenitos, por exemplo.

Atualmente, seis dentre as vinte províncias espeleológicas do Brasil são formadas por rochas areníticas/quartzíticas (Karmann & Sánchez, 1979; Trajano & Sánchez, 1994). A região sudeste do Cráton São Francisco, apresenta uma expressão enorme de relevo cárstico associado a rochas carbonáticas do Grupo bambuí, além de corpos quartzíticos-carbonáticos presentes no nordeste do Estado do Rio de Janeiro associado a Faixa Ribeira.

Um trabalho feito pelo CECAV baseado no grau de potencialidade obtido através da análise litológica fornecida pelo mapa geológico na escala de 1:500.000 do CPRM, gerou um mapa de potencialidades na escala de 1:28.000.000 (Figura 58), definindo cinco classes de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil.



**Figura 58: Mapa de potencialidade espeleológica do Brasil na escala de 1:28.000.000. Fonte: IBGE e CECAV/ICMBio, 2012.**

O Quadro 16 apresenta o levantamento baseado em dados publicados no site do CECAV/ICMBio das cavidades mapeadas e catalogadas na AII, disponibilizado através do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), parte integrante do Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente (SINIMA). Este sistema é constituído por informações correlatas ao patrimônio espeleológico nacional e foi instituído pela Resolução Conama n. 347/2004 e desenvolvido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, apoiado no modelo conceitual-metodológico da Base CAVE do Serviço Geológico do Brasil –

CPRM, sendo o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) é o responsável pelo suporte técnico e pela sua gestão. Ao todo, foram identificadas e catalogadas 8 (oito) cavidades cadastradas no CECAV (Data da incorporação dos dados: 11/02/2019).

**Quadro 16: Lista das cavidades inseridas na AII da UHE Itaocara catalogadas no CECAV.**

Cavidade	Localização	Latitude	Longitude	Unidade Litológica
Gruta da Serra Vermelha	Itaocara, RJ (Serra Vermelha)	7590876.10	799499.04	Suíte Morro do Escoteiro (NP3_gamma_2me)
Gruta da Serra Vermelha II	Itaocara, RJ (Serra Vermelha)	7590867.39	799455.18	Suíte Morro do Escoteiro (NP3_gamma_2me)
Gruta da Helena	Itaocara, RJ (Serra do Cândido)	7590307.57	793018.73	Unidade Italva-São Joaquim (NP12itsj)
Abrigo Caxangá (Laranjais)	Itaocara, RJ (Laranjais)	7589200.97	792539.36	Unidade Italva-São Joaquim (NP12itsj)
Gruta Verde	Itaocara, RJ (Serra do Cândido)	7588691.91	791853.72	Unidade Italva-São Joaquim (NP12itsj)
Gruta dos Bougainvilles	Itaocara, RJ (Serra do Cândido)	7586597.04	791190.82	Unidade Italva-São Joaquim (NP12itsj)
Gruta Novo Tempo	Cantagalo, RJ (Chave do Pires)	7585029.74	789537.97	Unidade Italva anfibolito (NP12itan)
Gruta dos Espinhos	Itaocara, RJ (Serra do Cândido)	7584750.40	791153.14	Unidade Italva-Macuco (NP12itma)

Datum: WGS 84, Zona 23 K.

De maneira geral, a região de inserção da UHE Itaocara I, atravessa uma área de baixa potencialidade espeleológica, principalmente na região que possivelmente comportará a futura represa e as instalações das ensecadeiras, diques e subestação, com menores regiões de médio a alto potencial, do lado Sul e Nordeste do médio curso do Rio Paraíba do Sul, como pode ser observado na descrição litológica e no potencial espeleológico exemplificados no Quadro 16. Com exceção das unidades associadas à presença de rochas carbonáticas como mármore e quartizitos e rochas calcissilicáticas, como no caso da unidade do Grupo Italva, especificamente o subgrupo São Joaquim. Quatro das cavidades identificadas pelo CECAV estão inseridas no contexto desta unidade.

A prospecção realizada em área de canteiro de obras teve os trabalhos de campo executados de 13 a 19 de dezembro de 2015, entre os dias 13 a 17 de março de 2016 e dos dias 29 de junho a 4 de julho de 2016. Na prospecção espeleológica nas áreas investigadas da UHE Itaocara I (Figura 59), não foram identificadas cavidades naturais na AID, principalmente, pelo fato de afloramentos de rocha serem pouco frequentes em relação a dimensão total das áreas:

*“A cavidade mais próxima da ADA se localiza a cerca de 5 km na direção ENE denominada de Caverna Itaocara, situado no município homônimo. A litologia descrita”*

*(...)*

*“Além das trilhas percorridas foram registrados e descritos 244 pontos de modo a caracterizar as áreas visitadas com foco na potencialidade para ocorrência de cavidades naturais subterrâneas” (Relatório prospecção canteiro de obras, 2016).*



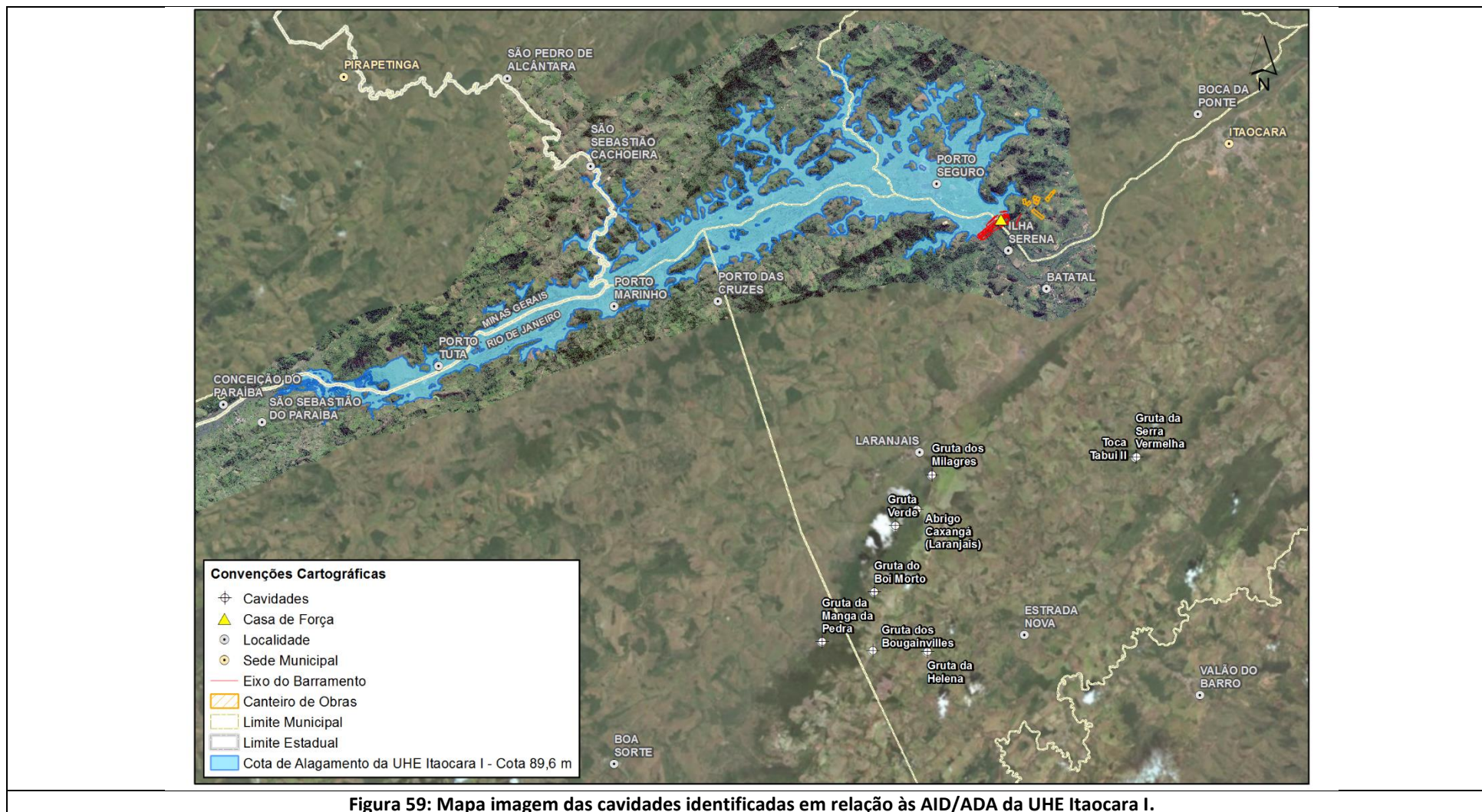
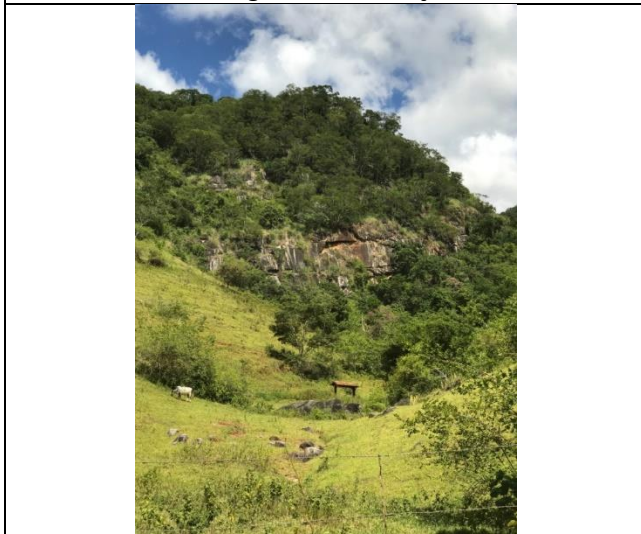


Figura 59: Mapa imagem das cavidades identificadas em relação às AID/ADA da UHE Itaocara I.

Na campanha de campo, entre os dias 25 e 29 de janeiro de 2019 foram visitadas as 4 cavidades identificadas ao longo da AII, na porção sul, associadas à unidade Italva - São Joaquim, com a presença de mármore calcítico (Figura 60). As cavidades identificadas na campanha de campo estão localizadas nas encostas da Serra do Cândido (Figura 61 e Figura 62), assim como, no levantamento apresentado pelo CECAV.



**Figura 60: Presença de cavidade em mármore calcítico na Serra do Cândido.**



**Figura 61: Cavidades em afloramentos fraturados na Serra do Cândido.**



**Figura 62: Cavidades na média encosta da Serra do Cândido.**

## 7.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dados de potencialidade de ocorrência espeleológica do CECAV, pode-se dizer que mais de 90% da AII e AID da UHE Itaipava I situam-se sobre unidades geológicas de baixo potencial.

Na AII, foram registradas ocorrências de cavidade na Serra do Cândido, porém fora da área do reservatório, desse modo, não impactada pelo empreendimento. Cabe ressaltar que este estudo é complementar ao EIA anterior (Ecology, 2011), que pode ser utilizado para consulta aos dados aqui disponibilizados, bem como, o encaminhamento espeleológico realizado.



De acordo com a prospecção realizada em 2015 e 2016, as áreas investigadas são caracterizadas por relevo dissecado em relação às adjacências, ou seja, ocorrem colinas alongadas e planícies de inundação que contrastam com os maciços rochosos e inselbergs mais elevados do entorno. Afloramentos de rocha ocorrem de forma localizada nas encostas e nos fundos de vale, sendo baixa a sua expressão areal quando comparada as áreas do terreno recoberto por solos. Dessa forma, a região em apreço possui potencial restrito para a ocorrência de cavidades.

Na prospecção espeleológica nas áreas investigadas da UHE Itaipava I, não foram identificadas cavidades naturais principalmente pelo fato de afloramentos de rocha serem pouco frequentes em relação a dimensão total das áreas.

Na primeira fase do estudo realizado na área de canteiro, de acordo com os levantamentos e avaliações executadas na fase pré-campo (interpretação de imagens, o cadastro espeleológico, a bibliografia geológica e geomorfológica) apontaram de forma preliminar que a área em estudo se caracterizava como baixo potencial espeleológico. Conforme a investigação de campo e a descrição dos pontos dos caminhamentos, o baixo potencial para ocorrências espeleológicas foi confirmado pelo fato de não terem sido identificadas cavernas na área de interesse.

Além da não identificação das cavernas na AID, e as cavernas listadas no acima (Lista das cavidades inseridas na AII da UHE Itaipava catalogadas no CECAV) referentes a AII do empreendimento UHE Itaipava I, ressalta a observância dos condicionantes morfolitológicos propícios a formação de feições do relevo cárstico, quanto a presença de litotipos típicos (por exemplo: rochas carbonáticas, margas, calcissilicáticas e arenitos), assim como zonas geológicas com grande sistema de falhas e fraturas inter-penetrantes e cotas topográficas íngremes. A área de estudo é composta predominantemente por unidades metamórficas de médio a auto grau, com pequenas lentes carbonáticas e/ou areníticas subordinadas, cujas feições de relevo cárstico são observadas nas cristas dos suaves morrotes característico da área do empreendimento, como descrito no (item 2 - GEOMORFOLOGIA).

## 8 - PALEONTOLOGIA

### 8.1 - INTRODUÇÃO

Diversas instruções normativas e portarias (citadas a seguir), assim como a própria Constituição Federal de 1988, preconizam o estudo do aporte fossilífero como base para sua preservação, uma vez dita que é competência comum da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal pois segundo o Artigo 216:

*“Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem”: (...).V – “Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico”.*

O licenciamento ambiental de empreendimentos necessita realizar estudos secundários ou baseado em levantamento bibliográfico a fim de obter uma análise com relação aos sítios paleontológicos nas suas Áreas de Estudo. Essa análise segue metodologia que cumpre as diretrizes dispostas nos Termos de Referência (TR) COINE/DIRRE e é realizada por geólogo competente para tal função, no que concerne o entendimento das Unidades Litoestratigráficas e sua propensão ao aporte fossilífero.

Com relação ao meio físico, a necessidade de preservar os fósseis advém do Decreto-Lei n. 25 de 30/11/1937 que de forma mais genérica *“Trata do patrimônio artístico e histórico, inclusive monumentos naturais de*

*feição notável*” e o Decreto-Lei n. 4.146 de 04 de março de 1942 que dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos pois isso está associada a relevantes aspectos socioculturais, uma vez que tais fósseis podem revelar informações geológicas que remontam a história da Terra em seus bilhões de anos, ou ao menos durante o período em que começou a ter os primeiros registros fossilíferos, e, ainda, são utilizados em atividades educacionais ou de lazer.

Este item apresenta, também, os aspectos legais referentes ao patrimônio paleontológico e contém as informações consolidadas sobre os dados espeleológicos da região de inserção do empreendimento, para avaliação do potencial paleontológico, incluindo avaliação e levantamento de dados secundários.

## 8.2 - OBJETIVO

O objetivo principal deste diagnóstico paleontológico é apresentar o registro dos dados secundários que assegurem a execução dos planos de licenciamento ambiental e construção da UHE Itaocara I sem que haja grandes interferentes durante tal procedimento. Para tal, foi feito um minucioso estudo sobre as litologias mais propícias ao registro fossilífero das Unidades Litológicas que afloram e/ou existem mapeadas na Área de Influência Direta (AID).

## 8.3 - LEGISLAÇÃO RELACIONADA – PALEONTOLOGIA

Data de 1937 a primeira referência em lei sobre o registro e preservação do patrimônio artístico e histórico, porém, com o advento do Decreto-Lei de 1942, o assunto passou a ser tratado de forma mais detalhada.

Segundo o Decreto-Lei n. 4.146 de 1942, os fósseis já eram considerados bens da União, situando-se no âmbito do inciso I. Na conceituação de fóssil como o registro de vida do passado que se preservou graças a um processo de mineralização, podemos enquadrá-lo no inciso IX e/ou X do artigo 20 da atual Constituição da República Federativa do Brasil.

O fundamento jurídico primordial que atribui o domínio da União aos sítios paleontológicos é o Art. 20, I. Os recursos minerais a que se refere o Art. 20, IX se submetem propriamente ao Código de Mineração e não ao DL 4146/42. Dessa forma, apenas as massas individualizadas de substâncias fósseis, que formam parte dos recursos minerais do país, são regidas pelo Código de Mineração, onde o próprio CM destaca que os demais tipos de fósseis são regidos por leis especiais. Além disto, os sítios pré-históricos (Art. 20, X) não são representativos de todos os depósitos fossilíferos.

Segundo a portaria n. 542/14 baseada no Decreto-Lei n. 4.146/42, o DNPM estabeleceu normas, procedimentos e formulários para autorização ou prévia comunicação de extração de espécimes fósseis. O presente relatório segue as diretrizes dispostas no processo de licenciamento ambiental n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ, orientado pelo respectivo Termo de Referência (TR, processo de licenciamento ambiental n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ e seus anexos).

### 8.3.1 - Constituição Federal de 1988

Os artigos 20, 23 e 24 da Constituição do Brasil de 1988 são bastante claros ao definir que os fósseis são bens da União e que há a responsabilidade dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios na defesa de nosso patrimônio natural. Além de serem bens públicos, a Constituição também considerou (no artigo 216) os "sítios de valor paleontológico" como patrimônio cultural brasileiro, o qual deve ser protegido pelo poder público através de todas as formas legais de acatamento e de preservação. O que se segue (em itálico) são excertos contento trechos relevantes às atividades com fósseis.

*Artigo 20: São bens da União:*

*I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vieram a ser atribuídos;*

*IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;*

*X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos.*

*Podemos neste caso considerar que os jazigos fossilíferos são bens da União, pelo que está disposto nos incisos I, IX e X do artigo 20 da Constituição Federal de 1988.*

*Artigo 23: É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:*

*III - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens notáveis e os sítios arqueológicos;*

*IV - impedir a evasão, a destruição e descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico e cultural.*

*Artigo 24: Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar corretamente sobre:*

*VII - proteção ao patrimônio histórico, cultural, turístico e paisagístico;*

*VIII - responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.*

*Artigo 216: "Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem": ...*

*V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.*

*§ 1º O poder público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação.*

*§ 2º Cabem à administração pública, na forma da lei, a gestão da documentação governamental e as providências para franquear sua consulta a quantos dela necessitem.*

*§ 3º A lei estabelecerá incentivos para a produção e o conhecimento de bens e valores culturais.*

*§ 4º Os danos e ameaças ao patrimônio cultural serão punidos, na forma da lei.(...)*

*§ 6º É facultado aos Estados e ao Distrito Federal vincular a fundo estadual de fomento à cultura até cinco décimos por cento de sua receita tributária líquida, para o financiamento de programas e projetos culturais, vedada a aplicação desses recursos no pagamento de:*

*I - despesas com pessoal e encargos sociais;*

*II - serviço da dívida;*

*III - qualquer outra despesa corrente não vinculada diretamente aos investimentos ou ações apoiadas.*

Em resumo, os artigos 23, 24 e 216 da Constituição Federal mostram que os fósseis e os sítios paleontológicos, como bens da União, se enquadram em diversas formas de patrimônio, como: cultural, paisagístico e turístico, como elucidado no texto proposto no site da Sociedade Brasileira de Paleontologia.

#### **8.4 - ÁREA DE ESTUDO DA PALEONTOLOGIA NO EMPREENDIMENTO UHE ITOCARA I**

O Estudo da Paleontologia apresenta o diagnóstico, com base em bancos de dados e bibliografia especializada, das assembleias fossilíferas, segundo o conteúdo das unidades litoestratigráficas (do mapeamento geológico) da AID do empreendimento. Portanto a área de estudo contempla as futuras áreas de canteiro de obras, reservatório e entorno.

#### **8.5 - METODOLOGIA EMPREGADA**

Para atender à exigência do Termo de Referência deste processo de licenciamento ambiental (n. 02001.014891/2018-34-IBAMA-RJ), baseou-se em um estudo minucioso de dados bibliográficos para cada Unidade Litoestratigráfica contida na AID do Empreendimento, com análise em livros de paleontologia para basear-se no potencial fossilífero das unidades geológicas mapeadas e/ou presentes na AID, sempre preconizando as diretrizes do Decreto-Lei n. 4146/42 e da Portaria DNPM n. 542/2014.

## 8.6 - POTENCIAL PALEONTOLÓGICO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA AID

É sabido do potencial fossilífero presente nas rochas sedimentares que passam por processos diagenéticos para sua formação, processo este menos invasivo na preservação de fósseis como vegetais, animais e suas formas externas como conchas, espinhas, escamas e até dentes.

A AID é composta, predominantemente, por unidades ígneas e metaígneas e/ou rochas metamórficas, onde a primeira não é passível de manter o registro paleontológico uma vez que a fonte de geração magmática é externa ao ambiente deposicional, já a segunda, que pode ser formada por processos metamórficos a partir de rochas sedimentares, dificilmente preservará os fósseis que outrora puderam existir nos sedimentos.

As rochas do Grupo Paraíba do Sul (PP2jfgl) composta por gnaisses intercalados com lentes calcissilicáticas e de mármore, podem apresentar vestígios paleontológicos, mas encontram-se fora da AID (aproximadamente 4 Km a sudeste da região do eixo do barramento).

O Quadro 17 abaixo faz uma breve descrição das Unidades Litoestratigráficas presentes na AID e apresenta uma classificação, baseada nos conceitos supracitados, de potencial fossilífero ou paleontológico, do potencial improvável, baixo, médio e alto.

**Quadro 17: Potencial paleontológico das Unidades Litoestratigráficas presentes na AID da UHE Itaipava I.**

Unidade Litoestratigráfica	Litologias	Potencial Paleontológico
Complexo Juiz de Fora (PP2jfgl)	Ortogramulitos e ortogramulitos foliados	Baixo
Grupo Paraíba do Sul (PRps)	Biotita gnaisse bandado com intercalações de sillimanita-granada-muscovita-biotita xisto e rochas calcissilicáticas e finas lentes de mármore intercaladas	Baixo (gnaisse) Médio (calcissilicáticas e mármore)
Unidade Raposos – Arcádia Real (NPrpaa)	Calcissilicáticas, quartizitos, metaultramáficas, gonditos, granada-biotita gnaisse de metamorfismo regional do fácies anfibolito/granulito	Baixo
Unidade Serra da Bolívia (NP3gama1sb)	Ortognaisediorítico a tonalítico ou quartzo-diorítico a quartzo-sienítico; gabros e noritos, com predominância de ortognaisses e/ou ortogramulitos	Baixo
Depósitos aluvionares (Qa)	Sedimentos aluvionares inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas	Improvável
Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (NQdl)	Coberturas de solos residuais argilo-arenosos e argilo-siltosos, total ou parcialmente lateritizados	Improvável

## 8.7 - CONCLUSÕES

Segundo Carvalho (2014), para que haja a preservação de fósseis é necessária uma quebra no padrão natural de decomposição dos organismos que se depositam nas bacias sedimentares. Ao longo do tempo geológico, apenas uma porcentagem ínfima destes seres se preserva e a grande maioria das espécies se perdem no tempo do registro geológico. Além deste fenômeno excepcional que deve ocorrer durante o rápido soterramento dos organismos que serão preservados, outros fatores como o litotipo associado e os processos geológicos que se deflagram com o tempo precisam ser levados em conta, como por exemplo, ações de intemperismo e erosão das feições litológicas.

Dito isto, o quadro acima nos mostra que a maior parte (99%) das litologias que afloram na AID são compostas por unidades improváveis de aporte fossilífero, como as rochas ígneas, metaígneas e metamórficas. Essas rochas pertencem a ciclos distintos daqueles que formam as rochas sedimentares, que apresentam quase

que em sua totalidade os maiores registros de fósseis no tempo, e por assim dizendo, esta AID apresenta um improvável a baixo potencial fossilífero.

O relatório aponta dados secundários em relação ao potencial fossilífero que evidencia a inexistência de substâncias fósseis e, portanto, a aplicabilidade dos decretos e normativas dispostos na portaria n. 542/14 não se empregam ao caso, uma vez que esta portaria trata dos procedimentos para autorização e comunicação prévia para extração de fósseis. Uma vez evidenciado a inexistência de substâncias fósseis a necessidade de aplicabilidade da portaria n. 542/14 é nula.

## 9 - CLIMATOLOGIA

### 9.1 - INTRODUÇÃO

No presente item serão apresentadas informações pertinentes à caracterização dos aspectos climáticos associados à Área de Abrangência Regional (AAR), bem como a Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaocara I, sendo apresentadas informações referentes aos principais processos vinculados à circulação atmosférica que afetam a região de interesse. Além disso, apresentam-se os principais parâmetros meteorológicos com o intuito de contribuir para tal caracterização.

A discussão pautada nos aspectos climáticos, além de fazer parte deste estudo, é justificada pela necessidade de se avaliarem os padrões climáticos (a partir de diferentes parâmetros) e que possam, porventura, influenciar o empreendimento em estudo.

### 9.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

A realização do diagnóstico de clima e condições meteorológicas das áreas de influência da UHE Itaocara I passou pela obtenção e consulta de dados secundários, fundamentalmente, aqueles atrelados ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), além da utilização de bibliografia de referência para interpretação dos mesmos. Neste sentido, buscou-se a análise e o entendimento dos seguintes parâmetros climáticos:

- Pressão Atmosférica
- Temperatura do ar
- Umidade Relativa do Ar
- Evaporação e evapotranspiração
- Precipitações e Insolação (radiação solar)
- Nebulosidade
- Regime de Ventos (direção e velocidade)
- Balanço Hídrico

Além disso, foram analisados fenômenos climáticos extremos que contribuem diretamente para o entendimento dos padrões climáticos da área de interesse do presente estudo, sendo analisados fenômenos como o *EL Niño* e *La Niña*, bem como o índice ceráunico local/regional. As análises respeitarão fundamentalmente escalas de observação que condizem com as consequências diretas/indiretas sobre o recorte de interesse, ou seja, sobre a área de influência da UHE Itaocara I para o meio físico.



Buscou-se o levantamento dos parâmetros climatológicos supracitados tendo-se por base os dados das chamadas Normais Climatológicas, disponibilizados pelo INMET. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM, apud INMET [s.d.]), as definições das Normais Climatológicas referem-se aos “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas”. A partir destes dados, torna-se possível caracterizar os padrões climatológicos, que por sua vez são definidos, também pela OMM (apud INMET, [s.d.]), como “médias de dados climatológicos calculados para períodos consecutivos de 30 anos”. Assim, e tendo-se como referência os dados mais recentes disponibilizados pelo INMET (referente ao período de 1981 a 2010), tornou-se possível realizar a caracterização climática da área de influência do empreendimento.

A aquisição dos parâmetros climatológicos obedeceu, inicialmente, a seleção das Estações Meteorológicas Convencionais e Automáticas disponibilizadas pelo próprio Instituto (abaixo relacionadas), e que continham os dados. A escolha das estações foi realizada a partir da verificação da distribuição espacial destas estações em relação ao recorte de interesse, verificando-se o padrão distributivo em relação a feições geomorfológicas da região, bem como da distribuição das mesmas em relação às áreas de contribuição hídrica ao sistema em implantação.

A partir, portanto, da verificação inicial, foram selecionadas 09 (nove) Estações de Monitoramento, sendo elas: Carmo, Cordeiro, Itaperuna, Santa Maria Madalena, Santo Antônio de Pádua e São Fidélis (inseridas nos limites políticos do estado do Rio de Janeiro), Coronel Pacheco, Muriaé e Juiz de Fora (inseridas no estado de Minas Gerais).

É importante que se destaque, entretanto, que nem todas as Estações Climatológicas selecionadas detêm informações referentes a todos os parâmetros climáticos listados anteriormente. A seguir, no Quadro 18, apresentam-se as informações de cada uma das estações selecionadas. Já na Figura 63, apresenta-se a distribuição espacial das mesmas em relação à Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento.

**Quadro 18: Descrição das estações climáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) selecionadas para obtenção de dados sobre o clima para a região da UHE Itaocara I, período de coleta 1981–2010.**

Estação Climática (INMET)	Código	UF	Localização*		Altitude (m)
			E	N	
CARMO	83807	RJ	747262	7572345	342,19
CORDEIRO	83718	RJ	772071	7562366	505,92
CORONEL PACHECO	83037	MG	681201	7614118	435
ITAPERUNA	83695	RJ	821865	7652567	123,59
JUIZ DE FORA	83692	MG	670609	7592088	939,96
MURIAE	83694	MG	776971	7660771	270,8
SANTA MARIA MADALENA	83696	RJ	808704	7568588	620
SANTO ANTONIO DE PADUA	83805	RJ	794091	7615718	95
SAO FIDELIS	83697	RJ	834767	7606119	74,23

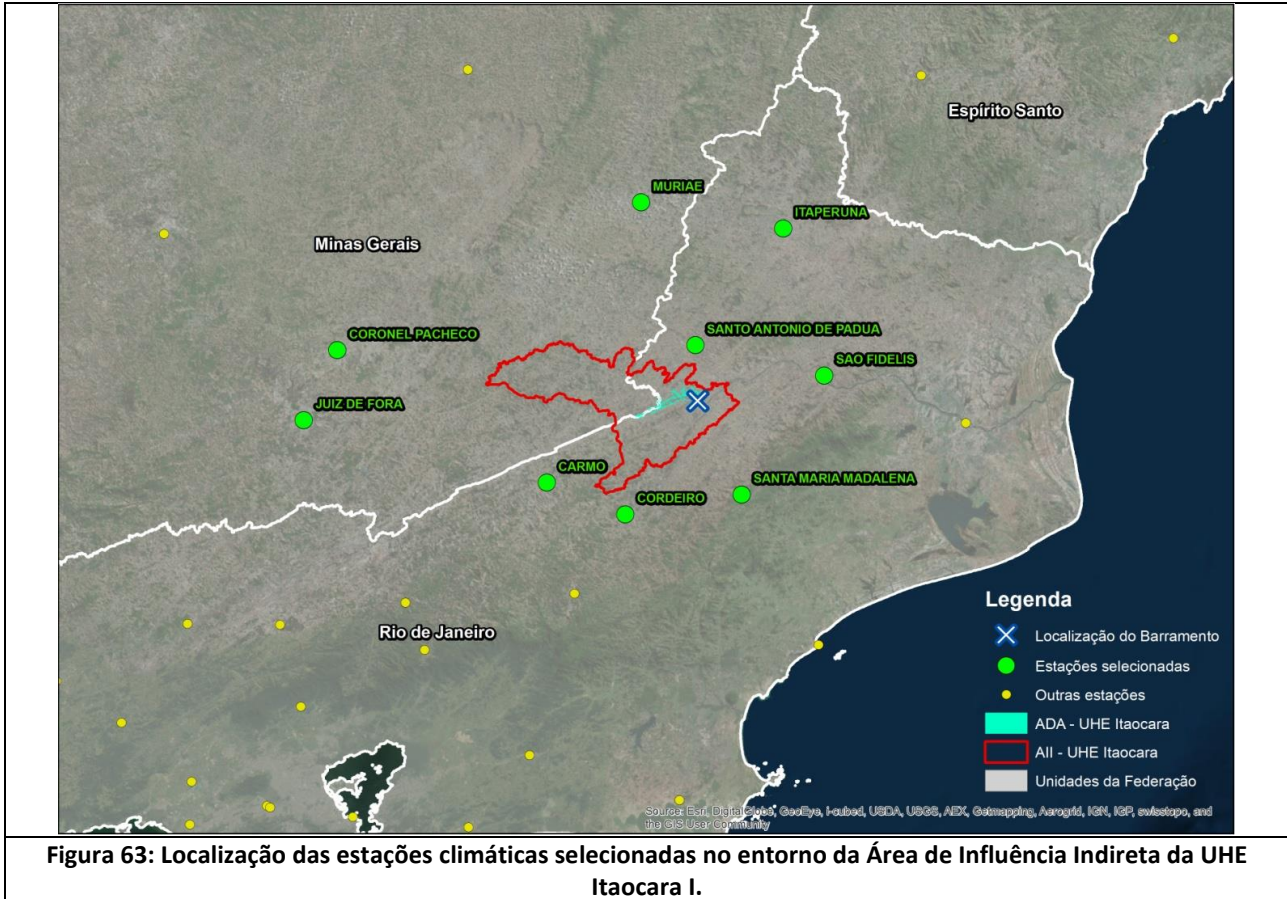
\* Todos os dados a serem apresentados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.

Fonte: INMET, [s.d.]

É importante que se destaque que apesar da seleção de tais estações, nem todas apresentam informações sobre todos os parâmetros climatológicos analisados no presente estudo, sendo as mesmas representadas graficamente como sem informação (Figura 78 a Figura 88).

A utilização destas estações meteorológicas no entorno do empreendimento contribui para o entendimento dos fenômenos e processos ao longo de toda a área de interesse, evitando que se priorizem situações

locacionais quando da adoção de um menor número de estações. Salienta-se, ainda, que foram utilizados os dados mais atualizados das Normais Climatológicas (1981-2010).



Para a elaboração e caracterização da área de interesse em relação ao nível cerâmico foram realizadas consultas junto ao grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ELAT/INPE), bem como consulta à bibliografia especializada. Assim, a análise se debruçou sobre os municípios interceptados pela Área de Influência Indireta do empreendimento, contribuindo para o entendimento dos fenômenos relacionados à ocorrência de trovoadas. Com isso, analisaram-se parâmetros como a densidade, a frequência e a incidência de raios nos locais relacionados.

### 9.3 - CONCEITUAÇÃO SOBRE FENÔMENOS CLIMÁTICOS

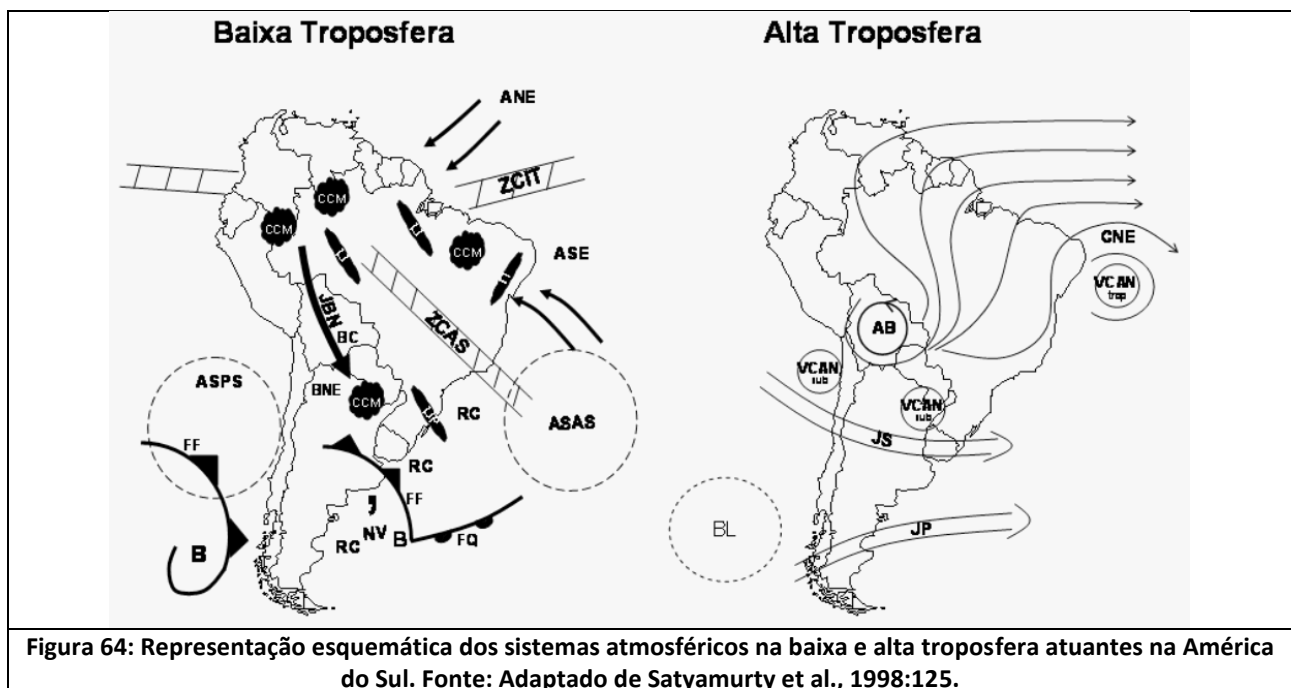
Quando se observa o contexto geográfico sobre o qual a área de estudo para a implementação da UHE Itaocara I se insere, verifica-se a centralidade e importância da sua localização geográfica. Isto porque, localizada na porção do Médio Baixo Paraíba do Sul, a região encontra-se inserida em uma área de transição climática tropical para subtropical, fortemente influenciada por aspectos topográficos (altimetria e morfologia do terreno), devido às suas características bióticas, por fenômenos associados à continentalidade e, ainda, por diferentes eventos meteorológicos que afetam diretamente a dinâmica climática local/regional.

Neste sentido, devido a esta complexidade de fatores, inicialmente torna-se fundamental apresentar uma descrição dos principais sistemas meteorológicos atuante na região e que contribuem decisivamente para o entendimento das condições climáticas na área de interesse. Logo, os subitens a seguir discorrem sobre:

Circulação geral da atmosfera; Zona de convergência intertropical e massas de ar atmosférico; Sistemas convectivos de escala regional; *EL Niño* e *La Niña*; e nível cerâmico.

### 9.3.1 - Circulação Geral da Atmosfera

Quando se realizam estudos climatológicos na América do Sul, em especial a despeito dos principais mecanismos de Circulação Geral da Atmosfera (CGA), torna-se imprescindível a observação de dois sistemas que atuam de maneira significativa na região: o Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS) e o Anticiclone do Pacífico Sul (ASPS). A seguir, conforme apresentado por Reboita et al.(2010), pode-se verificar os diferentes sistemas atuantes na América do Sul na baixa e alta troposfera, destacando-se entre eles o ASAS e o ASPS.



O primeiro sistema (ASAS) citado torna-se extremamente importante para o estabelecimento climático do continente, em especial do Brasil, devido ao seu posicionamento, tendo em vista que o sistema atua na porção leste do continente Sul-Americano durante grande parte do ano. Configuram-se enquanto sistemas de alta pressão, o que culmina em subsidência do ar, ou seja, as massas de ar são rebaixadas para níveis mais baixos da atmosfera, contribuindo para a minimização de formação de nuvens e conseqüente precipitação.

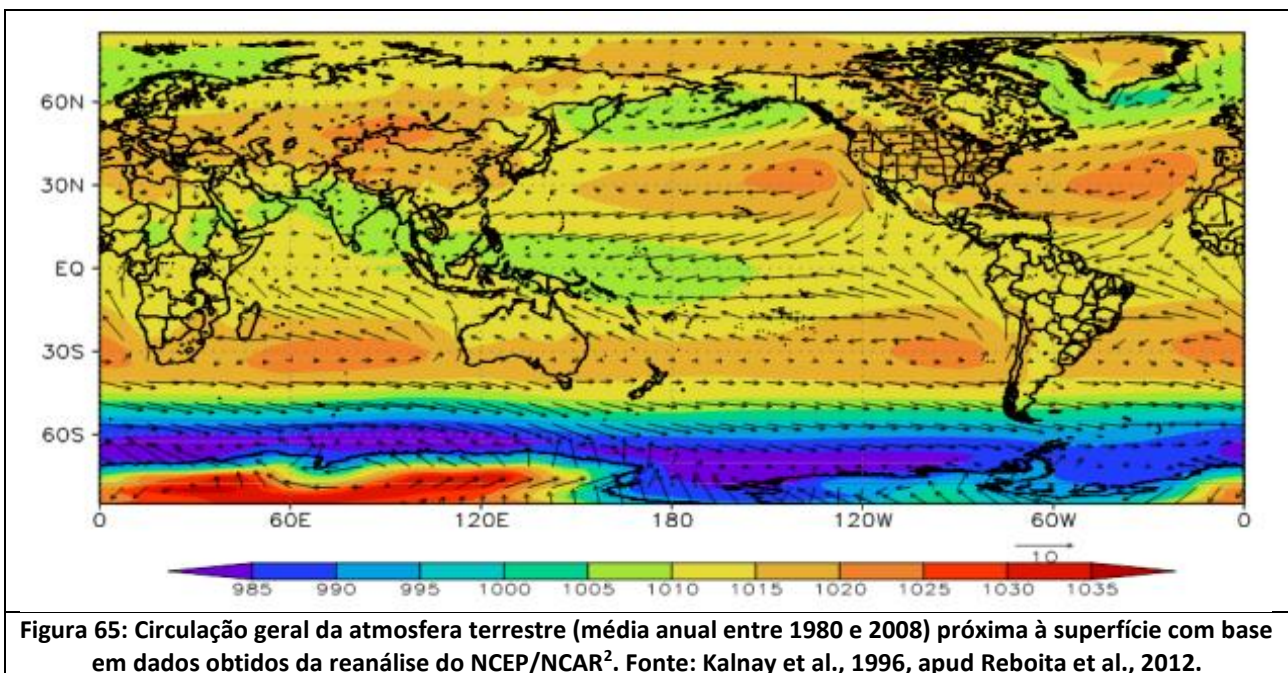
O ASAS apresenta comportamento distinto ao longo do ano, localizando-se ora em porções mais continentais (durante o inverno), ora em porções oceânicas (verão). Assim, durante o inverno, devido a tais características acima mencionadas, o sistema mantém a região leste e central brasileira com grande estabilidade atmosférica, enquanto no verão, contribui decisivamente para a entrada de umidade na região, proveniente de área oceânica.

O ASPS, apesar de influenciar a América do Sul, representa impactos mais significativos na porção oeste do continente. Entretanto, esse sistema (de alta pressão) apresenta certa variabilidade na sua atuação em relação à época do ano. Conforme apontado por Reboita et al. (2012), ao longo dos meses de verão, este sistema localiza-se nas porções mais ao sul do território sul-americano, predominando aí movimentos descendentes das massas de ar, inibindo também a formação de nuvens e a ocorrência de precipitações na região. Entretanto, durante os meses de inverno, a ASPS se desloca para latitudes mais baixas (para o norte),



apresentando ventos de oeste e que alcançam as cadeias montanhosas dos Andes. Então, ao se deparar com estas barreiras topográficas, contribui para a promoção da ascensão das massas de ar ocasionando, por sua vez, a ocorrência de chuvas na porção oeste das montanhas.

Pode-se verificar a variabilidade das zonas de alta e baixa pressão ao longo de todo o globo. Tal heterogeneidade é justificada pela variação dos aspectos físicos (topografia e massas de água, por exemplo) e bióticos (pacotes vegetacionais) ao longo de todo o planeta, possibilitando diferentes células de pressão. Conforme apontado por Reboita et al. (2012), a legenda apresenta a variação da pressão atmosférica (hPa) a partir do nível médio do mar, sendo as cores mais quentes representativas das áreas de maior pressão. Na Figura 65, em cores tem-se a pressão atmosférica (hPa) ao nível médio do mar, enquanto as setas indicam a direção do vento, sendo que sua intensidade é representada pelo comprimento destas setas.



Existem, além destes dois sistemas atmosféricos, outros também contribuintes para a definição climática sul-americana, podendo-se citar o Anticiclone Continental (AC) e a Alta da Bolívia (AB), ambos atuando nas porções centrais do continente, e que favorecem a dinâmica das massas de ar (que será discutido mais adiante).

### 9.3.2 - Zona de Convergência Intertropical e Massas de Ar Atmosférico

Outros sistemas centrais no entendimento da dinâmica climática e que influenciam os territórios sul-americanos, referem-se às Zonas de Convergência, representando sistemas centrais da formação de precipitação em determinadas regiões brasileiras, como o Nordeste, o Centro-Oeste e o Sudeste. No Brasil, identificam-se fundamentalmente a atuação de duas delas, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). De acordo com Carvalho e Oyama (2012, p.305):

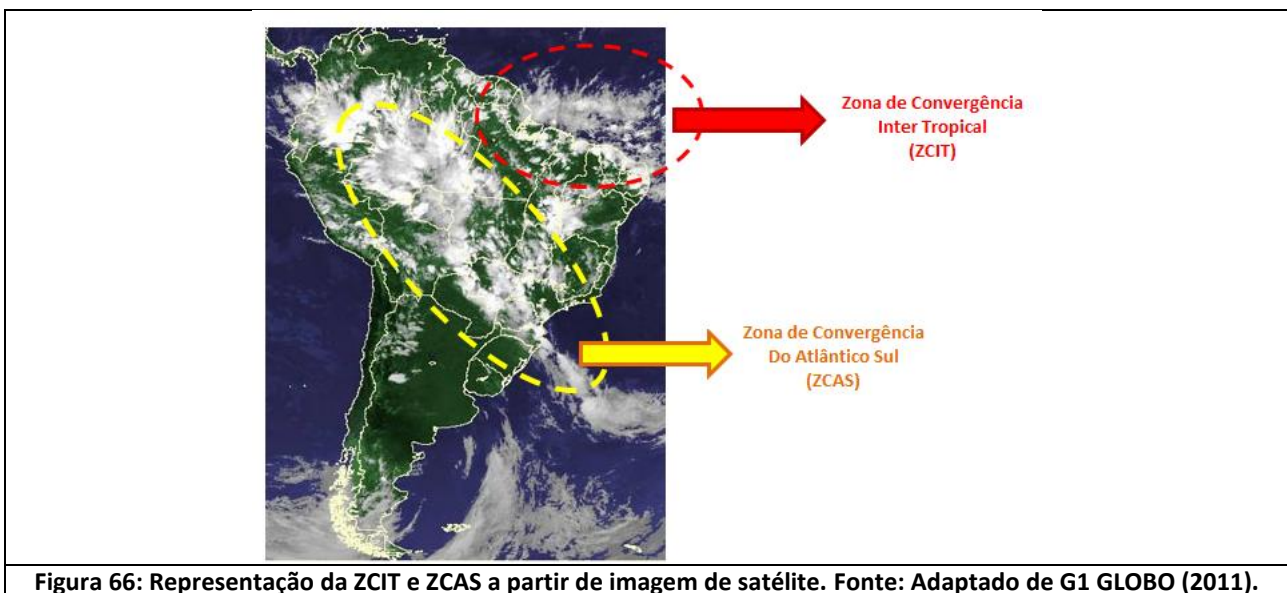
<sup>2</sup>National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR).

*“A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um sistema sinótico que ocorre nas proximidades da linha do equador. Segundo Ferreira (1996), está inserida numa região onde ocorre a interação de características marcantes atmosféricas e oceânicas: i) zona de confluência dos Alísios (ZCA); ii) zona do cavado equatorial; iii) zona de máxima temperatura da superfície do mar (TSM); iv) zona de máxima convergência de massa; e v) zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, todas interagindo próximas à faixa equatorial.”*

É, portanto, resultado da confluência de vários fenômenos, apresentando relação direta com o próprio movimento de rotação do planeta Terra, estabelecendo-se a partir da convergência dos ventos alísios na altura do Equador. Por estar associada a uma faixa de baixa pressão, esta confluência de ventos possibilita sistemas convectivos (ascendentes) de massas de ar úmidas, favorecendo a ocorrência de nebulosidade, bem como de chuvas na região.

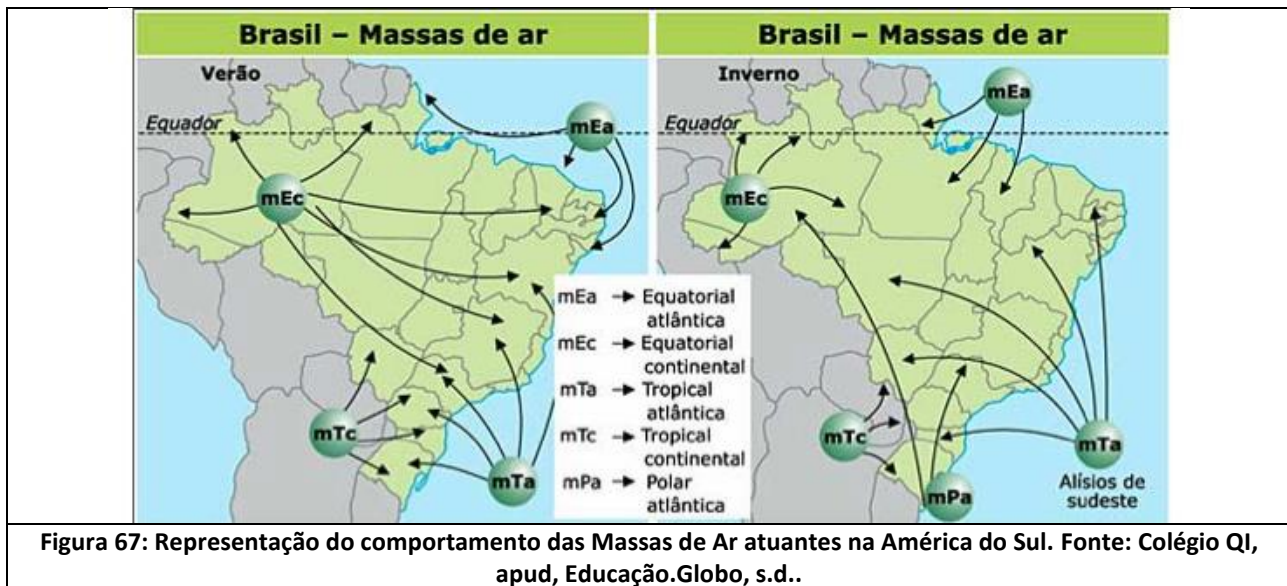
Assim como outros sistemas já mencionados, a ZCIT é dinâmica, tendo o seu posicionamento uma relação direta para com a diferença de temperatura das águas do Atlântico, afetando de maneira mais ou menos incisiva o Nordeste brasileiro, na medida em que contribui para o maior incremento pluviométrico onde a mesma atua.

Já a ZACS, diferentemente das ZCIT, atuam na porção mais continental do território nacional (entre a região Norte e Sudeste). Isto porque ela se estabelece a partir da coadunação de dois fatores principais: a ocorrência de uma frente fria litorânea e estacionada e a ocorrência (e estabelecimento) de uma massa de ar úmida (Massa Equatorial Continental - MEC) proveniente do norte brasileiro (Amazônia). Este cenário propicia uma faixa de grande instabilidade atmosférica ao longo de grande parte do território nacional, contribuindo assim para o aumento dos índices pluviométricos na região. Assim, as Zonas de Convergência passam a interagir diretamente com outros sistemas de massas de ar.



Além da MEC, podem-se citar outras massas de ar que agem de maneira a influenciar climaticamente toda a América do Sul, como por exemplo, a Massa Tropical Continental (MTC), a Massa Tropical Atlântica (MTA), a Massa Equatorial Atlântica (MEA), a Massa Equatorial Continental (MEC) e a Massa Polar Atlântica (MPA). Cada uma delas apresenta origens e influências distintas sobre o território.





A Massa Tropical Continental (MTC) possui origem em áreas de depressão, como na Baixa do Chaco (localizado mais ao norte na região do Chaco Paraguaio-Boliviano, conforme apontado por Seluchi e Saulo, 2012) e na Baixa do Noroeste Argentino (instalado mais ao sul, próximo à encosta dos Andes, como apontado pelos autores supracitados). Essas duas áreas são tratadas por grande parte da literatura como um único ambiente. Entretanto, Seluchi e Saulo (2012) apresentam dados que diferenciam ambas. De qualquer forma, são áreas promotoras de massas quentes e secas e que, por vezes, corroboram para o bloqueio da entrada de massas de ar frio nas regiões.

A Massa Equatorial Continental (MEC) atua especialmente na região amazônica. Caracteriza-se especialmente por ser quente e úmida, contribuindo para a elevação dos índices pluviométricos na região durante grande parte do ano. Durante os períodos de verão, devido à diferenças de pressão atmosférica regionais, estende-se à outras regiões do país. Já no inverno, devido à influência da Massa Polar Atlântica (MPA), tende a ficar mais restrita na porção norte do país.

A Massa Tropical Atlântica (MTA), por sua vez, estabelece-se fundamentalmente nas porções litorâneas do continente sul-americano, correlacionando-se com a porção continental, quando se verifica a existência de diferença de pressão entre o litoral e o continente. Assim, a presença destas massas de ar (que são quentes e úmidas) quando do encontro com topografias elevadas, contribui para a formação de chuvas orográficas no sudeste brasileiro.

A Massa Equatorial Atlântica (MEA) possui sua origem em latitudes mais baixas, estabelecendo-se inicialmente nas proximidades dos Açores, arquipélago situado na região nordeste do oceano Atlântico próximo a Península Ibérica. Assim como a MTA, a MEA é responsável pelo fomento dos índices pluviométricos nas regiões norte e nordeste do país.

Por fim, a Massa Polar Atlântica (MPA) possui sua origem relacionada ao extremo sul do planeta. Apresenta ar frio e que se torna úmido (na medida em que se desloca na direção dos trópicos), possuindo participação central na regulação climática brasileira, especialmente no inverno (isto por conta do contraste entre as massas de ar que se encontram). Essa massa de ar apresenta ainda na sua formação, um elevado grau de estabilidade. Devido às suas características (seco, frio e denso), ocorre uma forte subsidência, o que corrobora para a formação de condições relacionadas à boa visibilidade. Entretanto, como mencionado anteriormente, absorve calor e umidade ao longo de sua trajetória (especialmente quando se estabelece em

direção ao Oceano Atlântico), o que contribui para a geração de um ambiente mais instável e propício à ocorrência de intensas chuvas.

*“A atuação da massa polar atlântica (MPA) no centro-sul do Brasil influencia significativamente os totais pluviométricos nesta região. Em sua borda, no contato com os sistemas atmosféricos tropicais, configuram-se extensas zonas de pressão relativamente baixa e intensa convergência, usualmente chamada de frente polar. Estas frentes comportam-se como verdadeiros rios atmosféricos, canalizando importantes volumes de ar em fluxo concentrado em direção a centros de baixa pressão, que normalmente atingem seu máximo aprofundamento e atividade sobre o oceano atlântico” (GALVANI e AZEVEDO, 2003).*

Para Borsato e Mendonça (2015), durante o período de inverno, a MPA se estabelece em duas vias principais de deslocamento, estando um relacionado à porção continental e o outro relacionado ao litoral brasileiro. Assim, a dinâmica do encontro provocado pelas MPA e MTA/MEC, por exemplo, corroboram para que o ar quente se eleve, condensando-se, resfriando-se e precipitando-se. Assim, o avanço da MPA provoca chuvas de grandes intensidades, bem como a diminuição da temperatura.

Assim, como exposto anteriormente, verifica-se que a América do Sul, e em especial o Brasil, são diretamente influenciados por perturbações ondulatórias. Exemplos dessas perturbações são as frentes frias e as linhas de instabilidade. As frentes frias, como já explicado sucintamente, referem-se a ambientes transitórios de massas de ar com diferentes características. No caso da América do Sul, esse encontro é provocado pela massa tropical atlântica/continental e a massa polar, cuja origem é o Polo Sul. Apesar de apresentarem variações de trajetórias (no inverno e no verão), apresentam-se como um fenômeno que altera significativamente padrões climáticos locais, contribuindo para o aumento da pluviosidade e diminuição das temperaturas devido ao processo de convecção das massas de ar mais quentes em relação às mais frias.

### 9.3.3 - Sistemas Convectivos de Escala Regional

Além dos fenômenos anteriormente apresentados, torna-se importante destacar que a região na qual a Área de Influência Indireta do empreendimento se insere também se encontra submetida a outros fenômenos que contribuem para que se entenda a complexidade climática encontrada na região. Assim, merecem destaque os chamados Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCME), que, como apresentado por Scola e Figueiredo (1990), definem-se como *“qualquer agrupamento de nuvens convectivas com forma linear ou circular e que em algum estágio do ciclo de vida contém núcleos convectivos e chuvas estratiformes nas regiões adjacentes originárias ou não desses núcleos”*. Assim, *“o processo de formação de um sistema convectivo depende da natureza de seus movimentos de ar verticais, que surgem a partir da flutuabilidade que ocorre por causa da estratificação termodinâmica do ambiente”* (FERREIRA, 2016, p. 9). Os SCME podem se apresentar em diferentes classificações, como: Linhas de Instabilidade Tropicais, os Complexos Convectivos de Mesoescala e os sistemas de brisas.

Como exposto anteriormente, a complexa e intrincada relação da dinâmica atmosférica no globo e, em especial, na América do Sul, contribui para a formação de tais sistemas. As Linhas de Instabilidade (LI), por exemplo, de acordo com Ferreira (2005, p.21) *“são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha”*. Essas, de acordo com o autor, se formam a partir da existência de grande quantidade de radiação incidente, favorecendo assim o desenvolvimento de nuvens, sendo bastante frequentes durante o verão, dada tal condição.

Por sua vez, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCME) constituem-se em conjuntos de nuvens *“caracterizados por sua grande extensão em área e o longo tempo de vida (> 6 horas), o escudo de nuvem*

quase-circular é a principal característica utilizada para identifica-los” (ANABOR, 2008, p. 15), ocorrendo principalmente durante os períodos de verão no continente, especialmente sobre a Bacia do Prata.

Por fim, podem-se destacar as brisas marítimas. Essa tipologia de sistema convectivo, apesar de ocorrer em um sentido preferencial que advém do oceano em direção ao continente, pode se espalhar por muitos quilômetros continente adentro, sendo formadas a partir do aquecimento e resfriamento diferencial entre solo e água (FEDEROVA, 2001, *apud* FERREIRA, 2005). De acordo com Silva et al. (2009, p. 7.483):

*“A Brisa Marítima (BM) pode dar origem a sistemas precipitantes convectivos e estratiformes. Os eventos convectivos induzidos pela BM se deslocam para oeste na forma de sistemas convectivos isolados, com características morfológicas semelhantes a eventos de convecção isolada. Em geral, desenvolvem-se entre 14:30 HL e 19:00 HL e tendem a formar linhas de células convectivas ao longo da costa, as quais são favorecidas pela Serra do Mar.”*

#### 9.3.4 - El Niño e La Niña

Um último fenômeno que merece destaque para o entendimento da distribuição do padrão climático na América do Sul refere-se ao chamado *EL Niño*. Esse fenômeno, que atinge grandes regiões do globo, é caracterizado pelo aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico, sendo resultante de processos marinhos e atmosféricos que, combinados, causam alterações na circulação atmosférica.

O fenômeno está diretamente relacionado ao enfraquecimento dos ventos alísios em determinados anos. Com esse enfraquecimento, as águas superficiais da costa oeste da América do Sul tendem a se aquecer. Com as temperaturas mais elevadas observam-se taxas mais elevadas de evaporação e a consequente formação de nuvens nesta porção do globo.

Em anos considerados normais, verifica-se uma diferença da temperatura das águas no Oceano Pacífico, sendo as águas de sua porção oeste mais quentes do que aquelas localizadas na porção leste, onde está acosta do continente sul-americano. Assim, com a combinação de fatores como evaporação e atuação dos ventos alísios (em baixos níveis), contribui-se para a formação de uma célula de convecção (chamada célula de Walker), que faz com que ocorram ventos de leste para oeste (na porção baixa da atmosfera) e de oeste para leste (na porção mais elevada da atmosfera).

Como exposto por Ferreira (2005, p.16), observa-se um comportamento diferenciado ao longo dos anos onde são verificadas anomalias:

*“Em anos nos quais se verificam anomalias positivas ou negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias desses oceanos, a célula de Hadley, que atua no sentido meridional (ramo ascendente sobre os trópicos e ramos descendentes nas latitudes subtropicais), e a célula de Walker, que atua no sentido zonal (ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo descendente no Pacífico leste) são perturbadas, causando fortes anomalias na circulação atmosférica sobre os trópicos, visto que essas células são deslocadas de suas posições climatológicas.”*

A seguir, pode-se verificar o sistema durante épocas sob condições normais e sob condições atuantes do *EL Niño*.





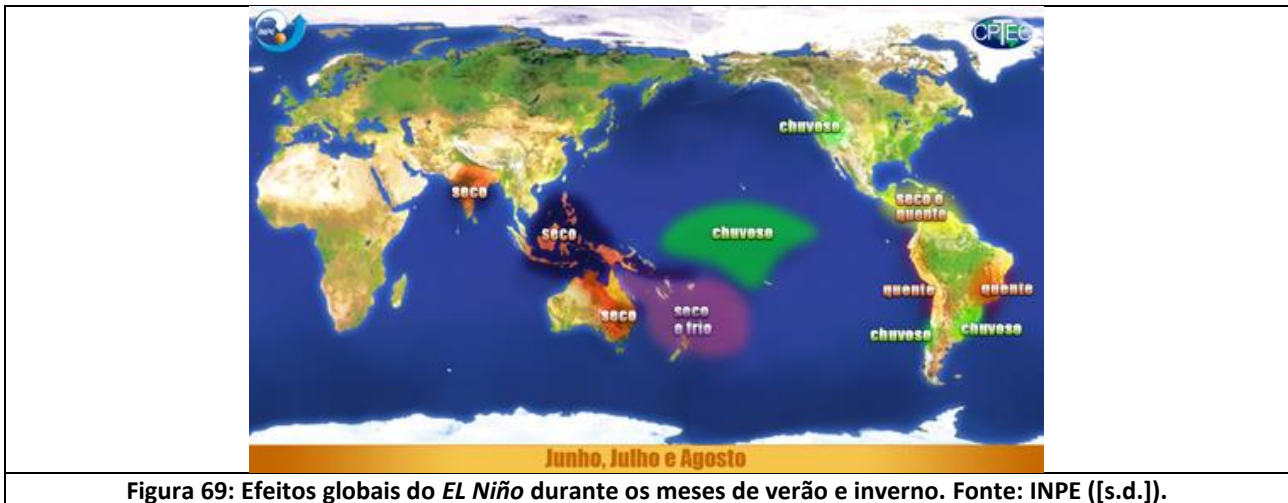


Figura 69: Efeitos globais do *EL Niño* durante os meses de verão e inverno. Fonte: INPE ([s.d.]).

Assim como o fenômeno *EL Niño* ocorre e afeta vastas regiões do globo, deve-se salientar que existe um outro processo oposto que também merece ser discutido, o *La Niña*, que está associado à uma situação diferente do primeiro. Com a atuação mais intensificada dos ventos alísios no oceano, a célula de Walker passa a apresentar uma forma mais estendida e alongada, fazendo com que os índices pluviométricos aumentem consideravelmente na porção oeste do Oceano Pacífico. Essa situação ainda contribui para o aumento da ressurgência na costa do continente sul-americano, o que por sua vez, leva a diminuição da evaporação neste local, dificultando ainda a formação de chuvas na região. A seguir, pode-se verificar o sistema durante épocas sob condições normais e sob condições atuantes do *La Niña*.

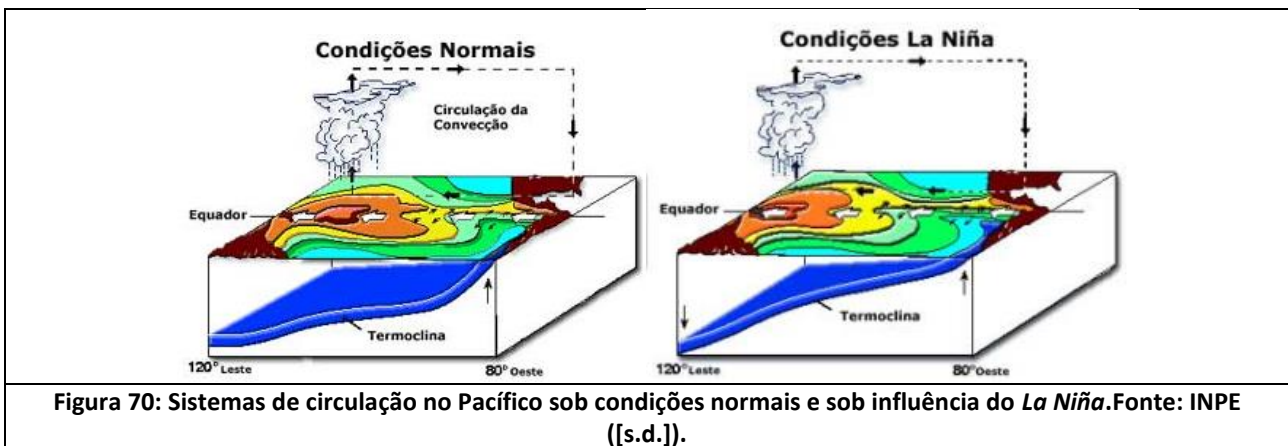


Figura 70: Sistemas de circulação no Pacífico sob condições normais e sob influência do *La Niña*. Fonte: INPE ([s.d.]).

Assim, como consequência da realização deste fenômeno, verifica-se ao longo dos meses de verão (dezembro–fevereiro) uma diminuição das temperaturas na região sudeste, tornando o clima mais ameno. Entretanto, observa-se um aumento pluviométrico no nordeste brasileiro no período supracitado. Quando da verificação da situação nos meses de inverno (junho/agosto), observam-se outros cenários, como a intensificação da diminuição da temperatura na costa sul-americana, bem como uma diminuição pluviométrica na região sul do Brasil. A figura a seguir esquematiza os efeitos globais do *La Niña* durante os meses de verão e inverno.



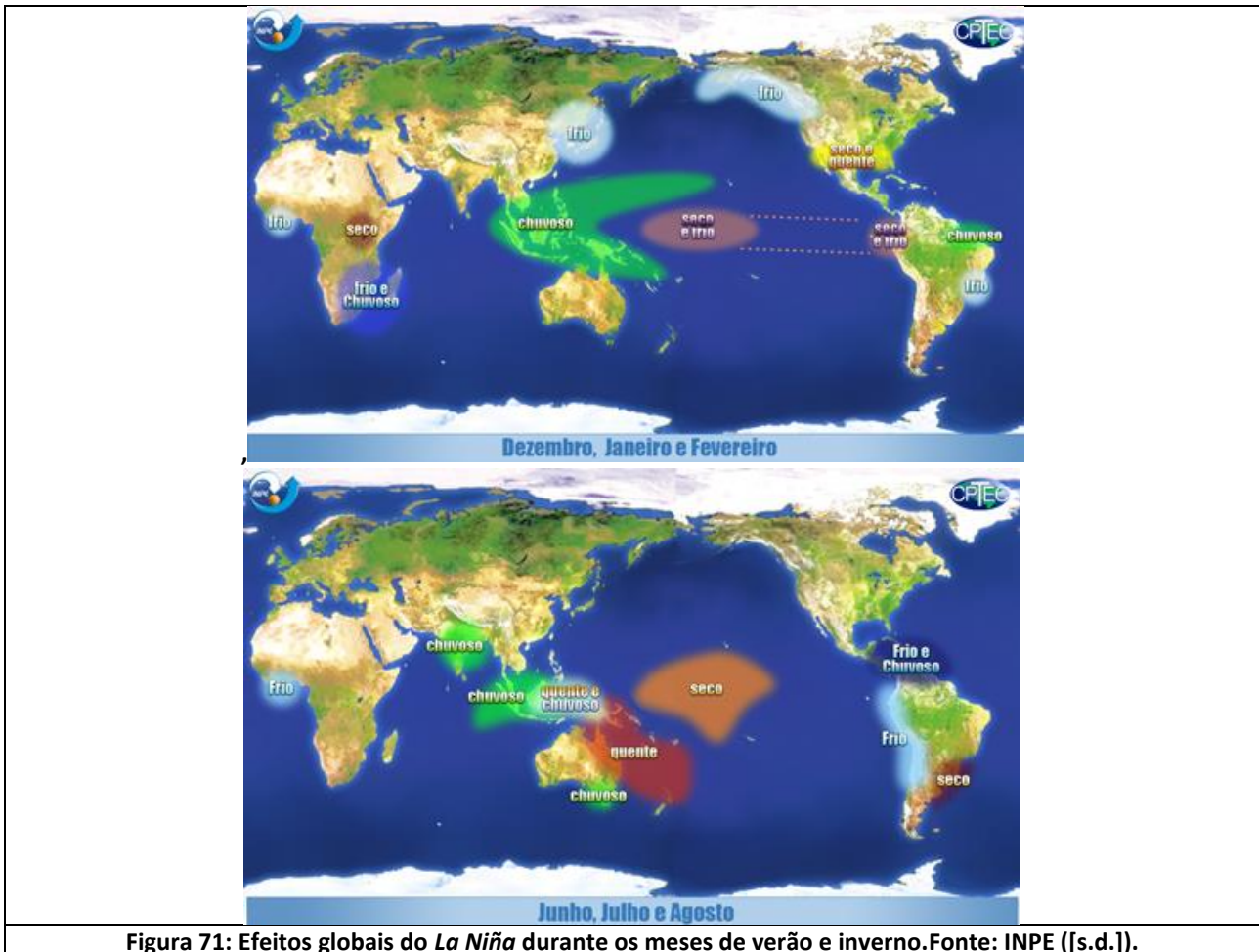


Figura 71: Efeitos globais do *La Niña* durante os meses de verão e inverno. Fonte: INPE ([s.d.]).

Esses fenômenos, apesar de comuns, não ocorrem todos os anos, ou ocorrem com diferentes intensidades. Isto porque, como visto, dependem da combinação de fatores atmosféricos e oceânicos que corroboram para tal. Neste sentido, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), disponibiliza dados sobre as últimas ocorrências dos fenômenos. A seguir, podem-se observar as informações disponibilizadas para os dois fenômenos apontados anteriormente (INPE, 2019).

**Quadro 19: Recorrência e escala de intensidade dos fenômenos do EL Niño e La Niña.**

Ocorrência – EL Niño	Ocorrência – La Niña
1895-1896	1892-1893
1896-1897	1893-1894
1899-1900	1903-1904
1902-1903	1906-1907
1904-1905	1908-1909
1905-1906	1909-1910
1911-1912	1910-1911
1913-1914	1916-1917
1914-1915	1917-1918
1918-1919	1924-1925
1919-1920	1933-1934
1925-1926	1937-1938
1930-1931	1938-1939
1939-1940	1942-1943
1940-1941	1949-1950
1941-1942	1954-1955
1951-1952	1955-1956
1952-1953	1967-1968
1957-1958	1970-1971
1963-1964	1973-1974
1965-1966	1975-1976
1968-1969	1988-1989
1969-1970	1998-1999
1972-1973	1999-2000
1976-1977	2007-2008
1979-1980	2010-2011
1982-1983	2017-2018
1986-1987	-
1987-1988	-
1991-1992	-
1992-1993	-
1997-1998	-
2002-2003	-
2006-2007	-
2009-2010	-
2015-2016	-

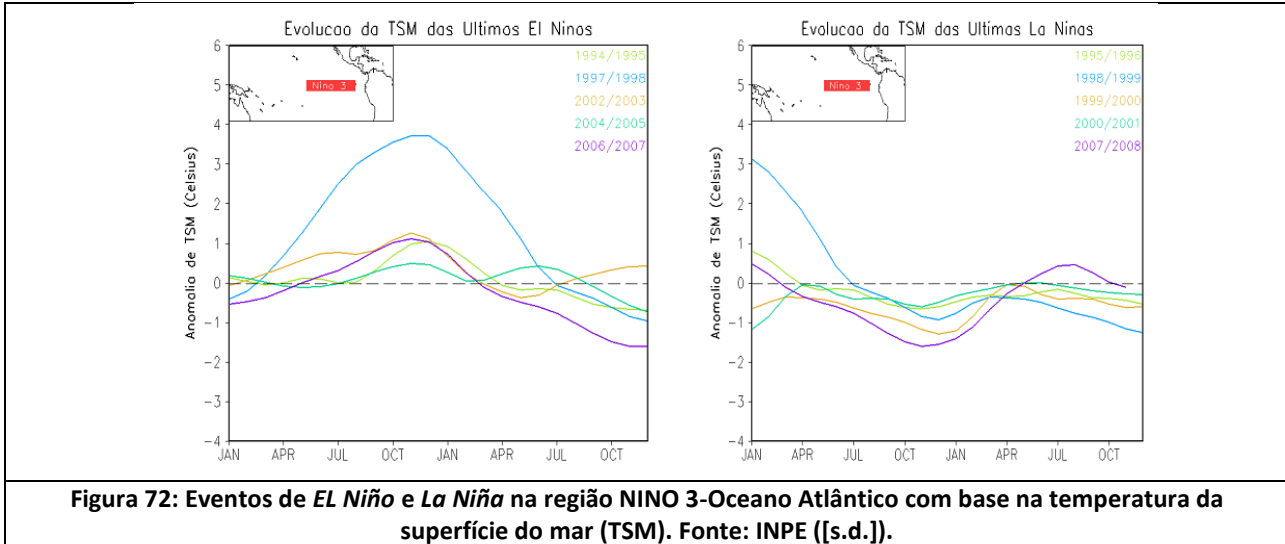
  

Legenda – EL Niño	Legenda – La Niña
Fraca	Fraca
Moderada	Moderada
Forte	Forte

\*De acordo com o CPTEC/INPE: “Para o cálculo dos anos de ocorrência do fenômeno ENOS (EL Niño – Oscilação Sul) foi utilizada a metodologia apresentada em Trenberth 1997 (The definition of EL Niño. Bull. Amer. Meteor. Soc., 78, 2771–2777). Para tal cálculo foi considerado o período entre agosto de um ano até julho do ano seguinte. Anos onde a intensidade do fenômeno foi considerada forte são aqueles em que a anomalia de temperatura da superfície do mar (TSM) foi inferior a  $-1,5^{\circ}\text{C}$  em algum dos meses pertencentes à série, enquanto os episódios de intensidade moderada tiveram valores superiores à  $-1,5^{\circ}\text{C}$  mas inferiores à  $-1,0^{\circ}\text{C}$ , e por fim, os episódios de intensidade fraca são aqueles com valores superiores à  $-1,0^{\circ}\text{C}$  mas inferiores à  $-0,5^{\circ}\text{C}$ . Os dados de TSM são provenientes do conjunto de dados ERSST-v5 (Smith e Reynolds 2003: Extended reconstruction of global sea surface temperatures based on COADS data (1854–1997). Journal of Climate, 16, 1495–1510) As climatologias são obtidas a partir de uma média dos 30 anos anteriores para cada período de 10 anos, por exemplo, a primeira climatologia (1861-1890) é utilizada para o período de 1891 até 1900, enquanto a décima sétima e última climatologia (período de 1981-2010) é utilizada para o período atual (2011- presente).”

Percebe-se, inicialmente, que ao longo do tempo foi identificado um maior número de ocorrências atreladas ao fenômeno EL Niño do que ao La Niña. Apesar da importância dos dados apresentados no quadro anterior, torna-se interessante observar nos gráficos a seguir (CPTEC/INPE, [s.d.]), que representam os dados de ocorrência dos fenômenos entre 1994 e 2007 para o EL Niño e entre 1995 e 2008 para o La Niña, o aumento

da intensidade dos últimos eventos relacionados ao *EL Niño*. Já em relação ao *La Niña*, observa-se uma menor intensidade do fenômeno<sup>3</sup>.



### 9.3.5 - Nível Cerâmico

Outro processo importante e que se apresenta enquanto consequência dos sistemas de circulação refere-se à atividade elétrica da atmosfera. Tais sistemas, aliados a determinados fatores meteorológicos (tais como pluviosidade, nebulosidade, temperatura, umidade, entre outros) contribuem decisivamente para a distribuição (e intensidade) de descargas elétricas atmosféricas em dado recorte.

*“As descargas atmosféricas podem ocorrer entre nuvem e terra, entre nuvens ou entre pontos de uma mesma nuvem, sendo que esta última situação responde por mais de 50% dos casos. (...) Uma descarga típica para a terra começa na nuvem e neutraliza cargas da ordem de dezenas de coulombs. Medições realizadas no interior das nuvens, através de balões, dos campos elétricos associados à neutralização de porções dessas cargas quando da ocorrência de descargas atmosféricas, permitiram a representação da nuvem através de uma estrutura dipolar. Essas medições mostraram que geralmente as cargas negativas estão posicionadas na parte inferior da nuvem, juntamente com uma pequena porção de cargas positivas. Essa distribuição induz o surgimento de cargas positivas no solo (PIANTINI, 2006, p.344)”*

A própria dinâmica atmosférica (quando da atuação dos ventos nas partículas de água/gelo nas nuvens formadas) contribui para que as cargas positivas e negativas se concentrem em porções diferenciadas das nuvens. Este acúmulo de cargas negativas, por sua vez, favorece a ocorrência de uma indução eletrostática no solo.

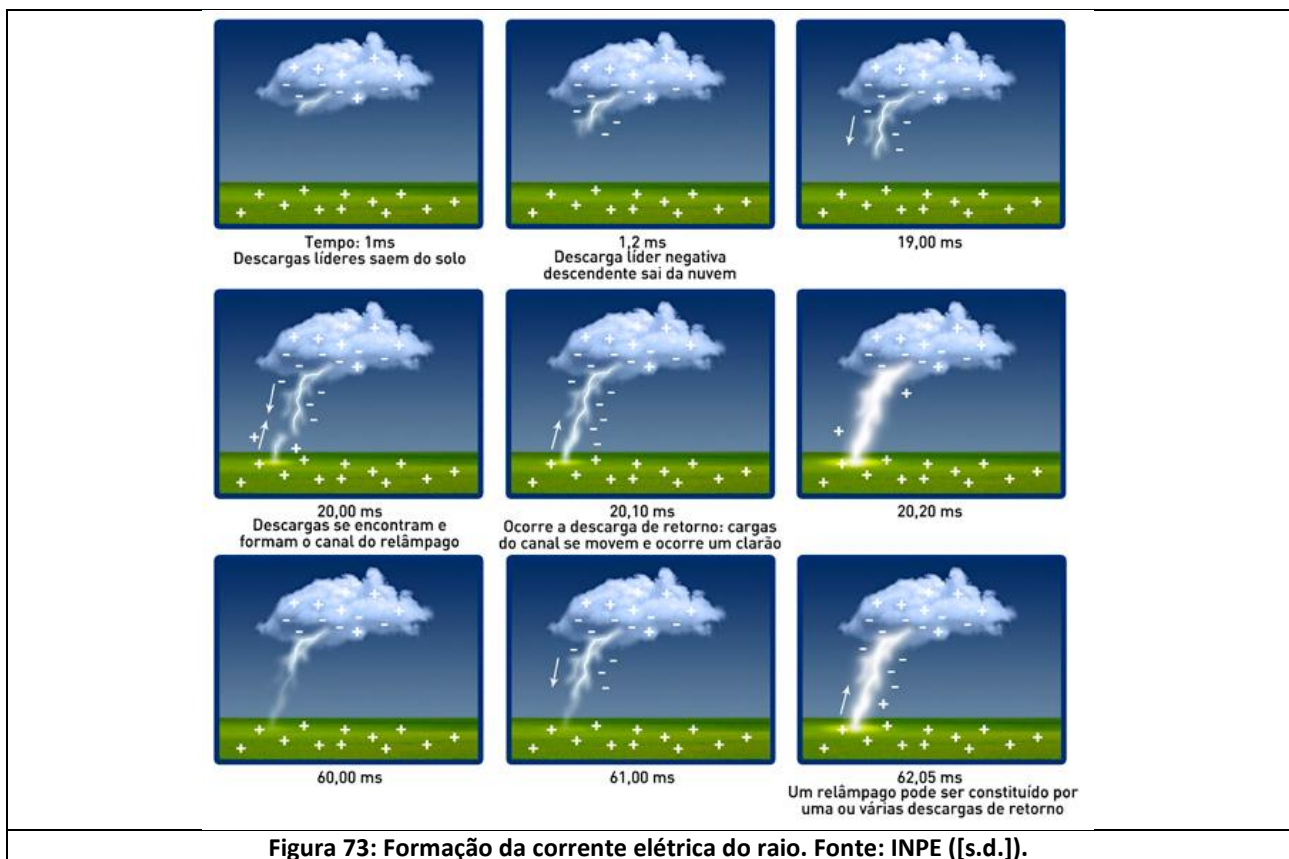
Apesar de o ar possuir certa resistência na condutividade elétrica, este cenário apresentado contribui para o aumento do chamado Gradiente de Tensão. Uma vez em que o acúmulo de carga (ou seja, do gradiente de tensão) supere a rigidez dielétrica do ar, verifica-se a migração das cargas elétricas negativas em direção à

<sup>3</sup> O último gráfico elaborado e disponibilizado pelo CPTEC/INPE no seu sítio da internet até a presente data apresenta como último fenômeno do El Niño aquele relacionado ao período 2006-2007, não sendo contempladas as ocorrências de 2009-2010 e 2015-2016 apresentados no Quadro 19. O mesmo ocorre para o gráfico do fenômeno La Niña, não sendo contempladas na análise as ocorrências de 2010-2011 e 2017-2018.

terra. Então, a partir da aproximação inicial entre as cargas provenientes das nuvens rumo ao solo, surge uma descarga ascendente (solo → nuvem). Este fluxo ascendente, conhecido como Retorno Principal, promove o deslocamento da massa de ar em direção ao raio estabelecido inicialmente (nuvem → solo), promovendo o fenômeno conhecido como trovão.

É importante que se diga que além do fenômeno em si, outros fatores contribuem decisivamente para a existência de maiores concentrações de descargas atmosféricas, podendo-se citar fatores relacionados ao meio físico (como por exemplo, a existência de determinadas tipologias de rochas que contribuem para a ocorrência de queda de raio) ou antrópicos (como por exemplo, a intensa urbanização que corrobora para a formação de fenômenos climáticos locais, como as chamadas Ilhas de Calor, favorecendo a ocorrência do fenômeno).

A partir do esquema apresentado a seguir, pode-se perceber o processo do surgimento dos raios e seu comportamento elétrico.



Verifica-se uma vez mais a centralidade dos aspectos físicos e climáticos de uma região para a formação deste fenômeno. Como visto anteriormente, ainda podem ser citados fenômenos climáticos (como é o caso do *EL Niño/La Niña*) que, a partir da desregulação dos sistemas atmosféricos, podem suscitar modificações que impactam diretamente na ocorrência de raios.

Isto porque com a alteração do fluxo de evaporação da água da superfície dos oceanos, observa-se alterações nas dinâmicas de ventos e na temperatura do ar, o que por sua vez contribui para a elevação dos índices de nebulosidade (formação de nuvens) e conseqüente potencial da ocorrência de relâmpagos. Os sistemas

convectivos, já discutidos anteriormente, portanto, são centrais no entendimento da formação de nuvens que podem afetar a distribuição/intensidade da ocorrência de descargas atmosféricas.

Neste cenário, o Brasil possui enorme centralidade, já que se apresenta como o país com maior incidência mundial na ocorrência de raios. Esse fato, explica-se por alguns fatores. O primeiro deles refere-se à própria dimensão continental que o país possui e sua posição latitudinal, o que reforça a existência de climas predominantemente quentes, o que por sua vez favorece a formação de nuvens e, conseqüentemente, raios.

Cabe observar ainda, de acordo com o Instituto, e tendo por base a existência de uma rede de monitoramento, que aproximadamente 77,8 milhões de relâmpagos nuvem-solo ocorram no país por ano, equivalendo a uma média aproximada de 9 relâmpagos por km<sup>2</sup> ao ano, o que se configura como um valor bastante elevado (INPE, [s.d.]). Esses fatores, atrelados às condições paisagísticas oriundas das atividades humanas, bem como condicionantes físico-geológicas facilitadoras do processo (como mencionado anteriormente) são centrais para a importância do fenômeno no país.

Com o intuito de contribuir para o levantamento das descargas elétricas no país o grupo de Eletricidade Atmosférica – ELAT (pertencente ao INPE) é o responsável pelo monitoramento do território nacional a partir de uma rede de sensores remota espalhada ao longo do país. Esta rede de monitoramento é conhecida por Rede Brasileira de Descargas Atmosféricas, sendo a terceira maior rede do mundo e a primeira na região tropical do planeta. Essa Rede mapeou (durante os anos de 2005 e 2010) grande parte do território nacional, em especial as Regiões Sul e Sudeste, além de parcialmente ter realizado levantamentos no Centro-Oeste brasileiro. Com este levantamento tornou-se possível calcular a densidade das descargas atmosféricas, estabelecendo assim um Ranking nacional (parcial) das ocorrências do fenômeno.

Dessa maneira, com o intuito de que se analise a situação na Área de Influência Indireta da UHE Itaipava I, foram selecionados todos os municípios interceptados pela AII. Foram levantados assim os dados nos três intervalos disponibilizados: 2005/2006, 2007/2008 e 2008/2009. Assim, para que se tornasse possível uma melhor leitura dos dados apresentados, a seguir, é apresentada um quadro com informações referentes a área dos municípios, a densidade de raios por km<sup>2</sup>/anual, bem como a posição de cada um no ranking da dinâmica do nível cerâmico na região de entorno à AII da UHE Itaipava I.



**Quadro 20: Ranking de Incidência de Descargas Atmosféricas por Município na AII da UHE Itaocara I.**

Município	UF	Área (km <sup>2</sup> )	Biênio 2005-2006		Biênio 2007-2008		Biênio 2009-2010	
			Ranking Geral	Densidade (raios/km <sup>2</sup> .ano)	Ranking Geral	Densidade (raios/km <sup>2</sup> .ano)	Ranking Geral	Densidade (raios/km <sup>2</sup> .ano)
Além Paraíba	MG	513,379	319	9,2247	776	7,0389	1.963	4,9908
Aperibé	RJ	95,998	984	6,7465	2.473	3,5138	2.043	4,8256
Argirita	MG	159,195	1.493	5,6151	617	7,4584	1.448	5,9053
Cantagalo	RJ	752,317	2359	3,9905	2.170	4,1400	2.379	4,1131
Estrela Dalva	MG	132,616	1.623	5,3883	1.675	5,0605	2.225	4,4869
Itaocara	RJ	429,880	2.045	4,5721	2.462	3,5311	2.337	4,2268
Leopoldina	MG	945,263	747	7,4331	1.004	6,4616	1.402	5,9815
Palma	MG	1570,780	2.447	3,8254	1.361	5,6646	539	7,9037
Pirapetinga	MG	190,775	1.248	6,1383	675	7,2919	1.871	5,1699
Recreio	MG	234,170	880	7,0545	1.447	5,4881	465	8,1684
Santo Antônio de Pádua	RJ	605,577	1.298	5,9973	2.427	3,6095	1.562	5,6779
Santo Antônio do Aventureiro	MG	202,329	201	9,9104	1.057	6,3384	1.334	6,1101
Senador Cortes	MG	98,043	46	11,6392	2.162	4,1569	1.383	6,0136
Volta Grande	MG	209,211	1.730	5,1818	1.135	6,1688	2.438	3,987

A seguir, na Figura 74, pode-se verificar o comparativo das densidades obtidas em cada um dos municípios a partir dos dados disponibilizados para os biênios consultados.

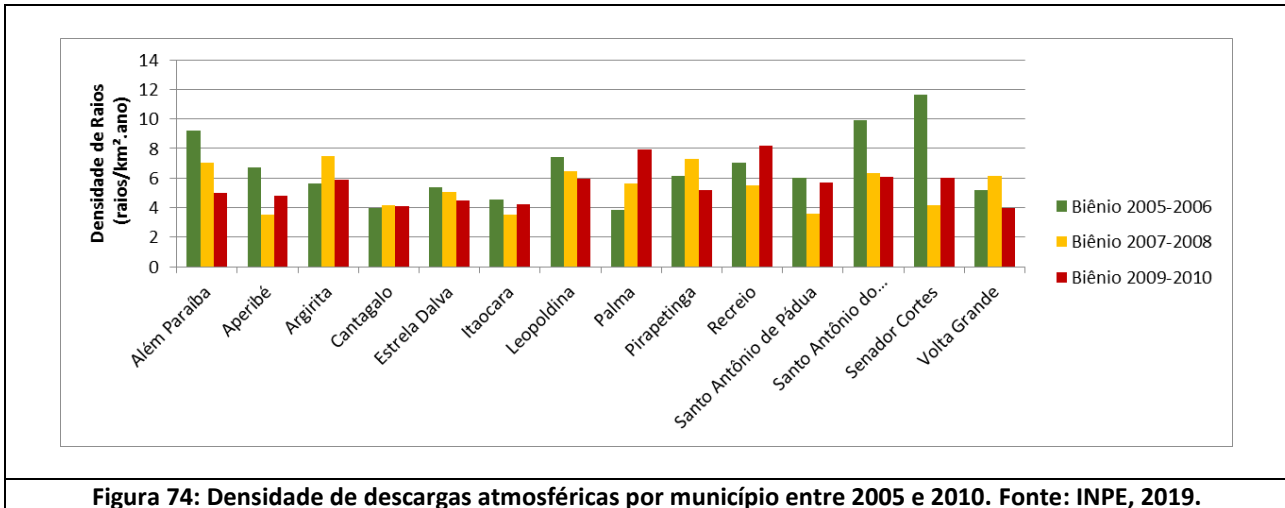


Figura 74: Densidade de descargas atmosféricas por município entre 2005 e 2010. Fonte: INPE, 2019.

Assim, tendo-se por base os dados analisados, observa-se que no intervalo 2005–2010, os municípios que apresentaram elevação no índice de descargas atmosféricas foram: Argirita, Duas Barras, Palma e Recreio. Quando se observa a maior variação positiva, no que tange a variação das descargas atmosféricas registradas, observa-se que o município de Palma apresentou, em 2005/2006, 3,8254 raios/km<sup>2</sup>, passando para 7,9037 raios/km<sup>2</sup> em 2009/2010. Já o município que apresentou maior valor negativo (ou seja, diminuição das densidades no intervalo observado) foi Senador Cortes, passando de 11,6 raios/km<sup>2</sup> (o maior registro de todos os municípios em todos os intervalos estudados) para 6,01 raios/km<sup>2</sup>.

#### 9.4 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO SUDESTE

Quando se observa a região Sudeste, verifica-se que múltiplas condicionantes são responsáveis pela variabilidade climática encontrada neste recorte do território nacional. Neto (2005) apresenta ao longo do seu trabalho intitulado *Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro*, 10 (dez) fatores responsáveis por este cenário climático complexo regional.

Entre estes fatores, pode-se listar a posição latitudinal ocupada pela região no globo, a topografia extremamente acidentada e variada, a influência da maritimidade/continentalidade e a variabilidade sazonal existente na região (oriunda da atuação variável de múltiplos sistemas de circulação atmosférica). De acordo com o autor, *“os climas latitudinais da região Sudeste, apesar de tipicamente tropicais, apresentam significativas variações térmicas e pluviométricas em grande parte explicadas pela grande extensão norte/sul”* (NETO, 2005, p. 57).

Por conta desses fatores, o Sudeste brasileiro apresenta uma região de transições climáticas. Quando da observação das médias de temperatura da região, Nimer (1972) apresenta que as temperaturas médias anuais na região podem variar entre 18°C e 24°C, sendo a latitude um fator extremamente importante para tal variação. De acordo com o autor (1972, p. 13), *“no interior a influência da latitude permite uma sensível queda da temperatura de norte a sul: enquanto o norte de Minas Gerais possui 24°C o limite de São Paulo-Paraná assinala 20°C”*. Já nas porções litorâneas, devido a influência de fatores como a maritimidade, esta variação é menor (da ordem de 2°C). Entretanto, como mencionado anteriormente, a topografia local desempenha papel crucial na distribuição destes valores. Na existência de um ambiente serrano (Serra do

Espinhaço, Mantiqueira e do Mar, por exemplo) apresentam-se valores mais baixos, sendo identificados até mesmo valores abaixo dos 18°C em seus níveis superiores (NIMER, 2005).

Assim, torna-se possível perceber que a variabilidade das condições geográficas passa a ser determinantes para o entendimento do padrão climatológico total, influenciadas, ainda, por fatores de ordem biótica e antropogênica. Citam-se aí fatores como a variação dos usos e coberturas da terra (definidos e transformados ao longo do tempo), vegetação local, áreas urbanas, entre outros.

Dessa forma, quando da consulta dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1981-2010, verifica-se que as temperaturas médias, a partir da interpolação entre as estações climatológicas disponibilizadas, variaram entre 14,5°C e 25,6°C na região Sudeste. Evidentemente que deve ser levada em consideração a sazonalidade existente, principalmente quando da comparação dos dados encontrados entre o verão e o inverno.

Durante os meses de verão, devido às maiores taxas de insolação (provenientes da maior duração do dia), as temperaturas médias variam entre 19°C e 28°C, apresentando valores elevados em grande parte do estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo, além do oeste paulista e norte mineiro. A exceção destes valores refere-se à estação de Campos do Jordão, que apresentam valores médios para o período da ordem de 17,4°C.

Além do parâmetro associado à temperatura, pode-se ainda discutir o comportamento da pluviosidade na região, marcado pela existência de verões chuvosos e invernos secos. Verifica-se, quando da consulta dos dados disponibilizados pelo INMET, uma variação bastante acentuada, definida por fatores de ordem latitudinal e topográficos na região.

Observa-se, quando da avaliação da pluviosidade acumulada anualmente (1981-2010), valores que variam de 739,6 mm (porção norte do estado de Minas Gerais, caracterizada pela influência marcada do semiárido nordestino – estação de Espinosa/MG) a 2.517,5 mm nas porções mais ao sul (especialmente nas regiões litorâneas marcadas pelo alinhamento serrano Sudoeste-Nordeste – estação de Ubatuba/SP). Nestas porções do território é comum a presença de chuvas orográficas.

Além da identificação paramétrica do clima na região, torna-se importante caracterizar a região Sudeste a partir dos critérios de classificação de Köppen. Tal classificação apresenta-se como um sistema que se baseia em parâmetros climáticos (temperatura e pluviosidade, por exemplo), mas que leva em consideração elementos da fitossociologia e da ecologia para a caracterização climática local.

Apesar da classificação climática de Köppen ser global, Alvares et al. (2013) em trabalho intitulado “Köppen’s climate classification map for Brazil”, detalharam o sistema de classificação para o país. Adotando-se tal trabalho como parâmetro, a seguir, pode ser visualizada a complexidade climática existente na região sudeste, como mencionado anteriormente, bem como uma breve caracterização de cada tipologia.

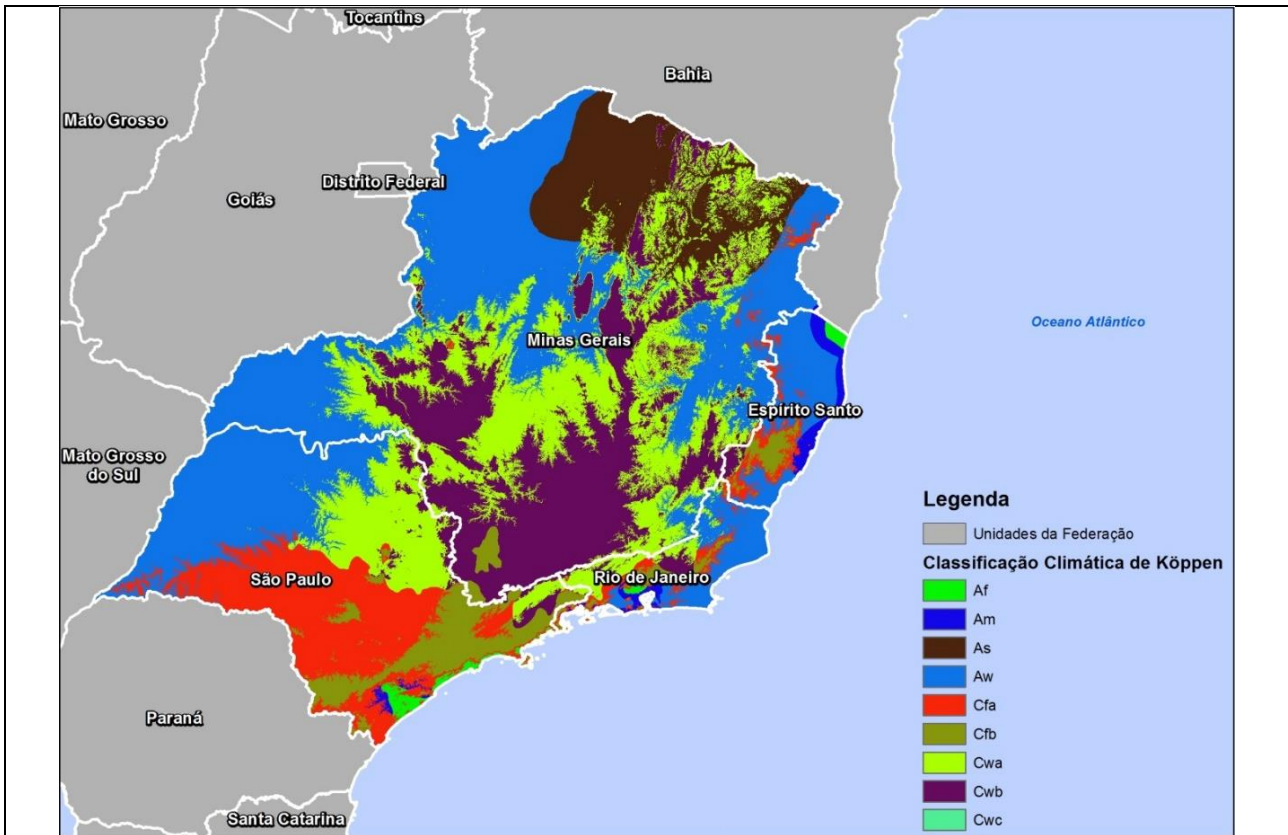


Figura 75: Distribuição das tipologias climáticas baseadas no sistema de classificação de Köppen na Região Sudeste. Fonte: ALVARES et al., 2013.

Quadro 21: Critérios de Temperatura e Chuvas para a classificação climática de Köppen.

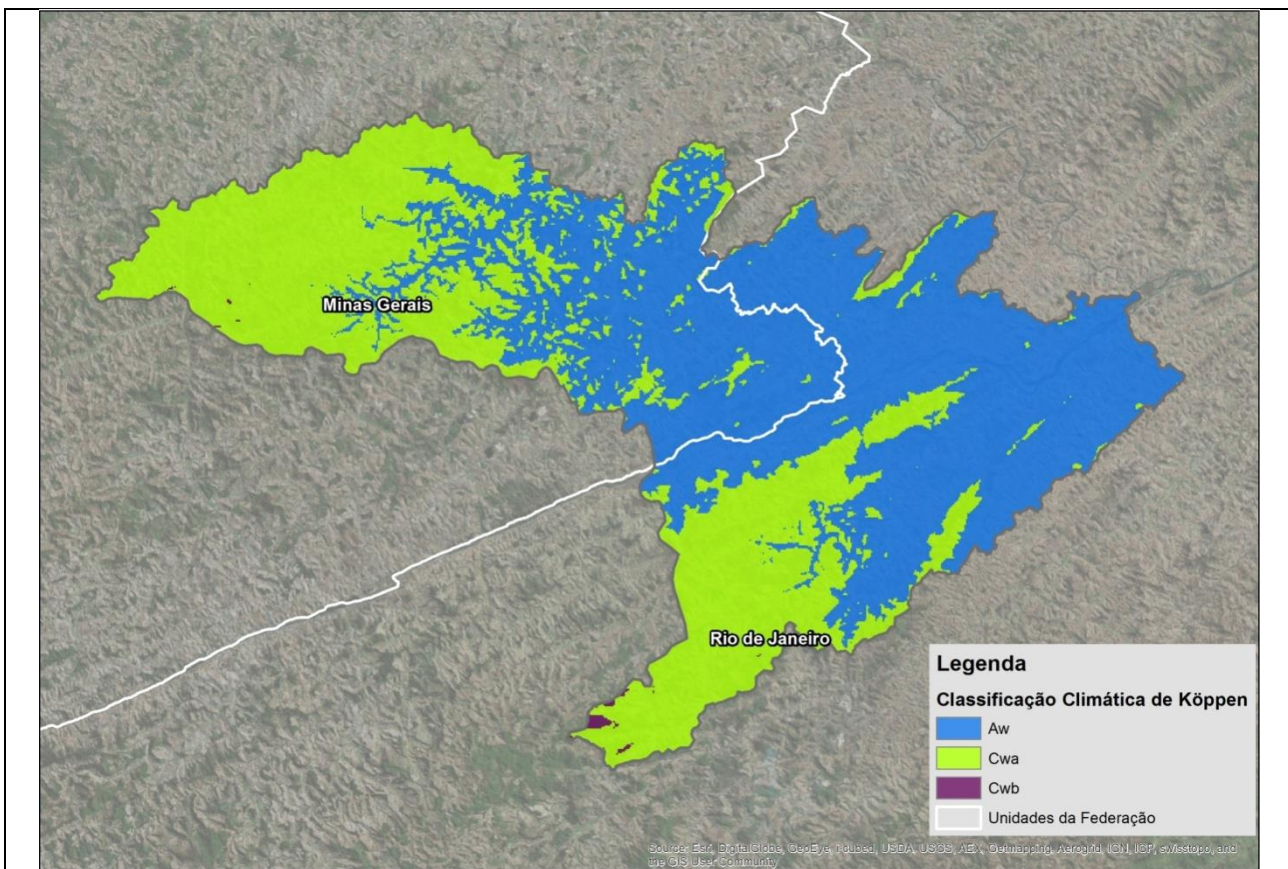
Sigla	Tipologia Climática	Temperatura	Pluviosidade
Af	Tropical Equatorial (sem estação seca)	Mês mais frio: $\geq 18^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $\geq 60$ mm
Am	Tropical Monçônico	Mês mais frio: $\geq 18^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $< 60$ mm
As	Tropical Equatorial (com verão seco)	Mês mais frio: $\geq 18^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $< 60$ mm
Aw	Tropical Equatorial (com inverno seco)	Mês mais frio: $\geq 18^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $< 60$ mm
Cfa	Subtropical úmido (sem estação seca e com verão quente)	Mês mais frio: $-3^{\circ}\text{C} < e < 18^{\circ}\text{C}$ Mês mais quente: $\geq 22^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $> 40$ mm
Cfb	Subtropical úmido (sem estação seca e com verão temperado)	Mês mais frio: $-3^{\circ}\text{C} < e < 18^{\circ}\text{C}$ Mês mais quente: $< 22^{\circ}\text{C}$ e com pelo menos 4 meses com medias de temp. acima de $10^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $> 40$ mm
Cwa	Subtropical úmido com inverno seco e verão quente	Mês mais frio: $\geq -3^{\circ}\text{C} < e < 18^{\circ}\text{C}$ Mês mais quente: $\geq 22^{\circ}\text{C}$	Mês mais seco: $< 40$ mm
Cwb	Subtropical úmido com inverno seco e verão temperado	Mês mais frio: $\geq -3^{\circ}\text{C} < e < 18^{\circ}\text{C}$ Mês mais quente: $< 22^{\circ}\text{C}$ e com pelo menos 4 meses com medias de temp. acima de $10^{\circ}\text{C}$	Mês mais chuvoso $\geq 10$ x Pluviosidade do mês mais seco no inverno
Cwc	Subtropical úmido com inverno seco e verão curto e frio	Mês mais frio: $\geq -38^{\circ}\text{C} < e < 18^{\circ}\text{C}$ Mês mais quente: $< 22^{\circ}\text{C}$ e de 1 a 4 meses apresentando medias de temp. acima de $10^{\circ}\text{C}$	Mês mais chuvoso $\geq 10$ x Pluviosidade do mês mais seco no inverno

Fonte: Adaptado de Alvares et al., 2014.



## 9.5 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

Quando da verificação das tipologias climáticas na Área de Influência Indireta da UHE Itaipava I, verifica-se a existência de certa variabilidade climática na região, justificada em parte pela dimensão de seu território. Tendo-se por base a obra *'Köppen's climate classification map for Brazil'* (ALVARES et al., 2003), que propõe um maior detalhamento sobre o clima no país, identificam-se na AII do empreendimento três tipologias climáticas: o Clima Tropical com inverno seco (Aw), o Clima Subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) e Clima Subtropical úmido com inverno seco e verão temperado (Cwb). A distribuição climática pode ser visualizada a partir da Figura 76.



**Figura 76: Distribuição das tipologias climáticas baseadas no sistema de classificação de Köppen na AII da UHE Itaipava I. Fonte: ALVARES et al., 2013.**

Essa variabilidade climática regional é também influenciada por diversas características físicas (principalmente relacionadas aos aspectos topográficos e atmosféricos) que contribuem para a ocorrência de distribuições pluviométricas e temperaturas médias variadas ao longo de toda a área de interesse. Quando da observação da distribuição espacial do padrão climático local, verifica-se que a composição geomorfológica possui um papel central na distribuição climática.

O clima Cwa, por exemplo, acompanha os alinhamentos serranos da área de interesse estabelecendo-se na medida em que se identifica uma topografia mais acidentada, localizando-se majoritariamente na porção noroeste e sul da AII. Por sua vez, a tipologia Cwb, representando características similares à Cwa, estabelece-se majoritariamente na porção sul da AII do empreendimento, entretanto, apresentando-se nas porções mais elevadas do terreno. Já a tipologia Aw (mais representativa na área de interesse) surge territorializada nas



porções centrais da área de interesse, estabelecendo-se ao longo dos vales encaixados, sobre os quais as drenagens do rio Paraíba do Sul se inserem.

Além do padrão de relevo local, pode-se citar ainda a própria interferência da proximidade/distância de determinada região em relação à existência de grandes volumes de água (como por exemplo, oceanos). Devido ao comportamento físico dos elementos constitutivos da paisagem, podem-se verificar diferentes fenômenos, como a maritimidade e a continentalidade. Enquanto o primeiro fenômeno (associada à presença de ambientes com grandes massas d'água) contribui para a elevação da umidade do ar e de índices pluviométricos, bem como de uma menor variação da temperatura, a segunda apresenta o efeito oposto. Ou seja, a própria localização torna-se fator fundamental para o entendimento climatológico de determinada região.

Além dos fatores de ordem estática (tais como, o padrão do relevo local, a latitude, entre outros) e que contribuem para a definição climática na região, torna-se importante mencionar fatores de ordem dinâmica, como por exemplo, os sistemas de circulação.

Destes, destaca-se a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) que se configura como um sistema de alta pressão que, quando próximo ao continente, contribui decisivamente para a diminuição dos índices pluviométricos a partir da sua influência na formação de nuvens locais, bem como da manutenção de temperaturas médias em níveis mais baixos.

## 9.6 - PARÂMETROS METEOROLÓGICOS ATUANTES (AII)

### 9.6.1 - Pressão Atmosférica

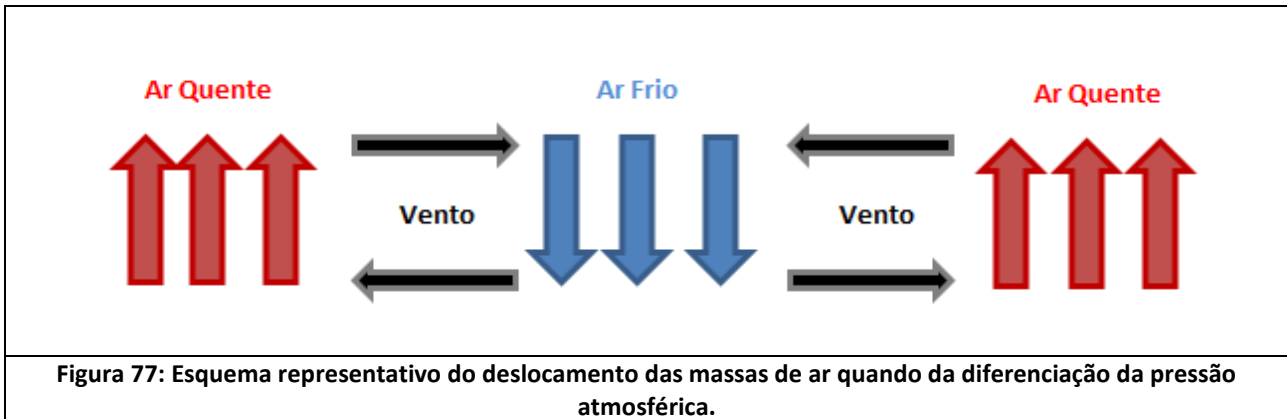
A pressão atmosférica apresenta-se como um elemento da dinâmica climática de uma região, sendo extremamente importante para o estabelecimento dos sistemas de circulação. Isto porque a pressão atmosférica é entendida como a força exercida pelo ar sobre a superfície terrestre, representando também a resultante do processo de choque entre múltiplas moléculas presentes na atmosfera. Determina, portanto, centros de baixa e alta pressão, o que por sua vez relacionam-se com a dinâmica dos ventos de determinada região.

A pressão atmosférica varia de acordo com inúmeros fatores. Um fator que contribui decisivamente para a variação da pressão atmosférica está relacionado à altitude. O parâmetro pressão atmosférica, quando confrontado com informações referentes à altimetria do local de medição apresenta valores inversamente proporcionais. Isto ocorre, pois na medida em que a altitude aumenta, o ar torna-se mais rarefeito, ou seja, o peso da coluna de ar sobre dada superfície tende a diminuir. Essa diminuição do peso da coluna de ar relaciona-se diretamente à menor pressão atmosférica.

Outro fator importante que influencia diretamente na pressão atmosférica refere-se a variações temporais. Tais variações são diretamente influenciadas pela força gravitacional exercida por corpos celestes (como o Sol e a Lua), contribuindo para oscilações diárias da pressão em determinado local, também conhecidas como "marés barométricas". Estas variações resultam na existência de dois valores máximos e mínimos relativos, o que por sua vez representa a dinamicidade imposta por este parâmetro climático.

Assim, a partir da variação de pressão atmosférica, pode-se compreender a variação horizontal e vertical dos sistemas atmosféricos (Figura 77). Durante os meses de verão, por exemplo, as maiores taxas de insolação contribuem para o maior aquecimento da superfície. Esse aquecimento, ao tornar o ar menos denso (mais leve) propicia o surgimento de movimentos ascendentes (baixa pressão), contribuindo para ventos convergentes em superfície e divergentes no nível superior da atmosfera. O fenômeno oposto ocorre durante

os meses de inverno, quando o ar é mais denso (menos leve) sugerindo áreas de alta pressão. Com isso, a convergência de ventos ocorre no nível superior da atmosfera e a divergência ocorre em superfície. Esta dinâmica, assim, apresenta-se enquanto sazonal.



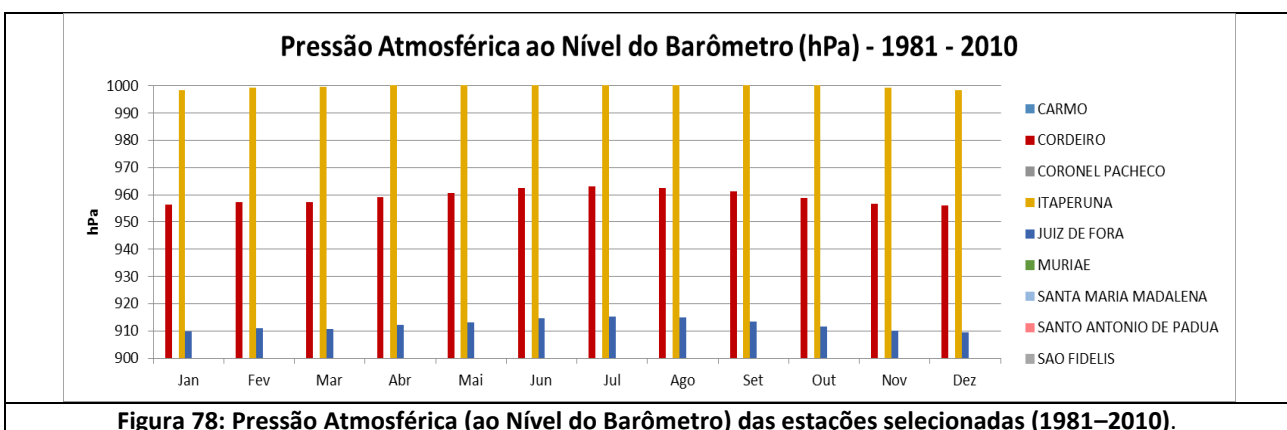
Quando da consulta dos dados do INMET para as Normais Climatológicas do referido parâmetro no intervalo de 1981-2010, verifica-se inicialmente a existência dos dados para apenas 03 (três) estações meteorológicas no entorno da área de interesse, sendo elas: Cordeiro, Itaperuna e Juiz de Fora.

Evidentemente, a partir da análise dos dados expostos no quadro e gráfico abaixo, pode-se perceber que a estação de Itaperuna apresenta valores relativamente mais altos quando comparados com as demais estações. Essa diferença está relacionada diretamente à localização topográfica da mesma, já que se estabelece a 123,59 metros de altitude, enquanto as estações de Cordeiro e Juiz de Fora se encontram a 505,92 e 939,96 metros de altitude, respectivamente.

**Quadro 22: Pressão Atmosférica (ao Nível do Barômetro - hPa) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cordeiro	956,4	957,4	957,2	959,1	960,6	962,3	963,2	962,5	961,1	958,7	956,8	956,1
Juiz de Fora	909,7	910,9	910,6	912,2	913,2	914,5	915,2	914,9	913,4	911,6	910	909,4
Itaperuna	998,5	999,4	999,7	1001,5	1003,4	1005,7	1006,4	1005,8	1003,9	1001,4	999,2	998,4

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



## 9.6.2 - Temperatura do Ar

Um parâmetro fundamental para o entendimento do comportamento climático de determinada região está relacionado à temperatura do ar, pois esse parâmetro representa uma resultante combinada da radiação solar de dada superfície, com outros fatores (climáticos ou não) que a influenciam, como por exemplo, a umidade ou a altitude. Reflete, portanto, o grau de aquecimento do ar a partir de múltiplas variáveis combinadas.

Neste sentido a temperatura do ar pode ser observada e analisada a partir de diferentes critérios que contribuem para o entendimento de seu comportamento ao longo de uma janela temporal. Pode-se, por exemplo, avaliar a temperatura a partir das temperaturas médias condensadas ao longo dos meses ou do ano, possibilitando um enquadramento climático em diferentes recortes de tempo e que, por sua vez, representam a influência de diferentes fenômenos sobre este parâmetro (como é o caso dos fenômenos astronômicos).

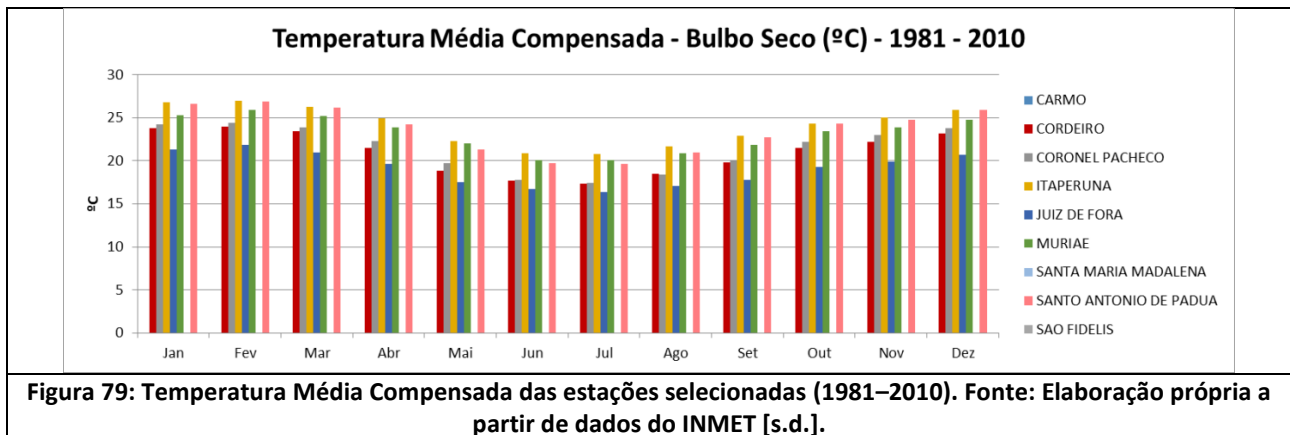
Além desta avaliação, que possibilita a observação da sazonalidade climática de dada região, pode-se ainda observar a temperatura do ar a partir de medições das mínimas e máximas temperaturas absolutas, possibilitando assim a identificação de amplitudes térmicas que se estabelecem ao longo de dado período de tempo. A seguir são abordadas as temperaturas médias compensadas, bem como as temperaturas máximas e mínimas das estações selecionadas no entorno do empreendimento.

De modo geral, quando da consulta dos dados do INMET para o período supracitado, as temperaturas médias compensadas das estações selecionadas (Quadro 23 e Figura 79) indicam uma variação anual entre 21,0°C (estação de Cordeiro) e 24,1°C (estação de Itaperuna). É curioso observar, a partir do Quadro 23, que as estações de Itaperuna, Muriaé e Santo Antônio de Pádua registram valores sempre superiores às demais estações quando da comparação mensal entre as mesmas, ao passo que as estações de Cordeiro e Juiz de Fora representam as menores temperaturas médias compensadas entre o intervalo estudado. Isto pode ser explicado pelo posicionamento latitudinal das primeiras em relação às demais, representando maior incidência de insolação, o que repercute diretamente na temperatura local. Além disso, verifica-se que os meses de maio, junho, julho e agosto se apresentam normalmente como os meses mais frios do ano, estabelecendo-se como tendência por todas as estações consultadas.

**Quadro 23: Temperatura Média Compensada (graus Celsius – °C) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	23,8	24,0	23,4	21,5	18,8	17,7	17,3	18,5	19,8	21,5	22,2	23,2
Coronel Pacheco	24,2	24,4	23,9	22,3	19,7	17,8	17,4	18,4	20,0	22,2	23,0	23,8
Itaperuna	26,8	27,0	26,3	24,9	22,3	20,9	20,8	21,7	22,9	24,3	25,0	25,9
Juiz de Fora	21,3	21,8	21,0	19,6	17,5	16,7	16,4	17,1	17,8	19,3	19,9	20,7
Muriaé	25,3	25,9	25,2	23,9	22,0	20,1	20,1	20,9	21,8	23,4	23,9	24,8
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	26,6	26,9	26,2	24,2	21,3	19,7	19,6	21,0	22,7	24,3	24,8	25,9
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]

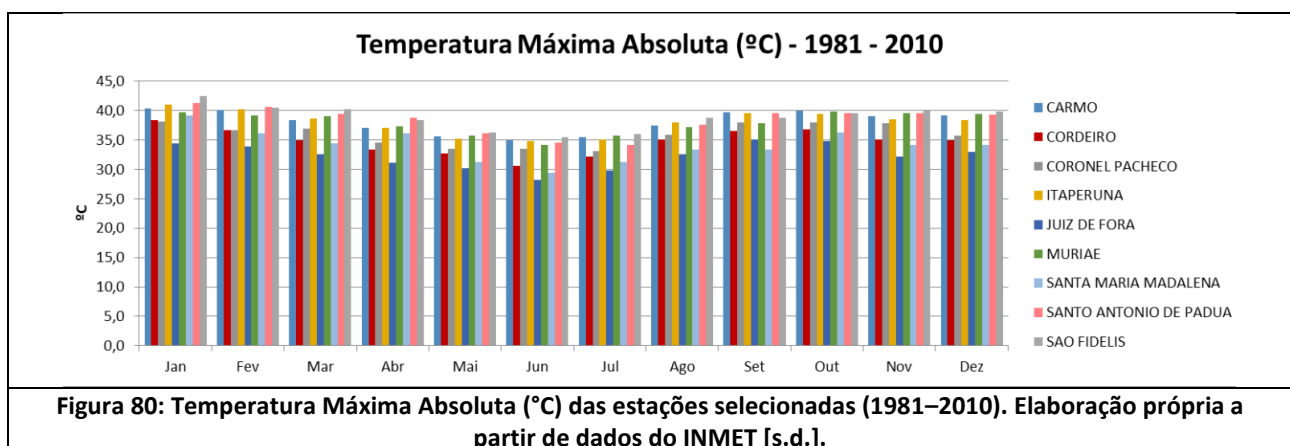


Quando da verificação das temperaturas máximas nas estações selecionadas (Quadro 24 e Figura 80), verifica-se que o mês de janeiro é aquele que apresenta no período analisado maiores médias, sendo as exceções a estação de Juiz de Fora (35,0 °C em setembro) e Muriaé (39,8 °C em outubro). Entretanto, de forma geral, verifica-se que a temperatura máxima absoluta oscilou entre 33,0 °C e 42,5 °C e nos meses associados ao verão (dezembro a fevereiro) e 28,2 °C e 38,0 °C nos meses de inverno (junho a agosto).

**Quadro 24: Temperatura Máxima Absoluta (graus Celsius – °C) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	40,4	40,1	38,3	37,1	35,6	34,9	35,5	37,5	39,7	40,0	39,0	39,2
Cordeiro	38,4	36,7	34,9	33,3	32,7	30,6	32,2	35,0	36,5	36,8	35,1	34,9
Coronel Pacheco	38,1	36,7	36,9	34,6	33,5	33,5	33,1	35,9	37,9	37,9	37,8	35,7
Itaperuna	41,0	40,2	38,6	37,0	35,2	34,8	35,0	38,0	39,5	39,4	38,5	38,4
Juiz de Fora	34,4	33,9	32,6	31,1	30,2	28,2	29,8	32,6	35,0	34,8	32,2	33,0
Muriaé	39,7	39,2	39,0	37,3	35,7	34,2	35,7	37,2	37,8	39,8	39,6	39,4
Santa Maria Madalena	39,1	36,1	34,4	36,1	31,2	29,4	31,2	33,4	33,3	36,2	34,1	34,2
Santo Antônio de Pádua	41,2	40,6	39,4	38,8	36,1	34,5	34,1	37,6	39,6	39,5	39,5	39,3
São Fidelis	42,5	40,5	40,2	38,4	36,2	35,5	36,0	38,8	38,8	39,5	40,0	39,8

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



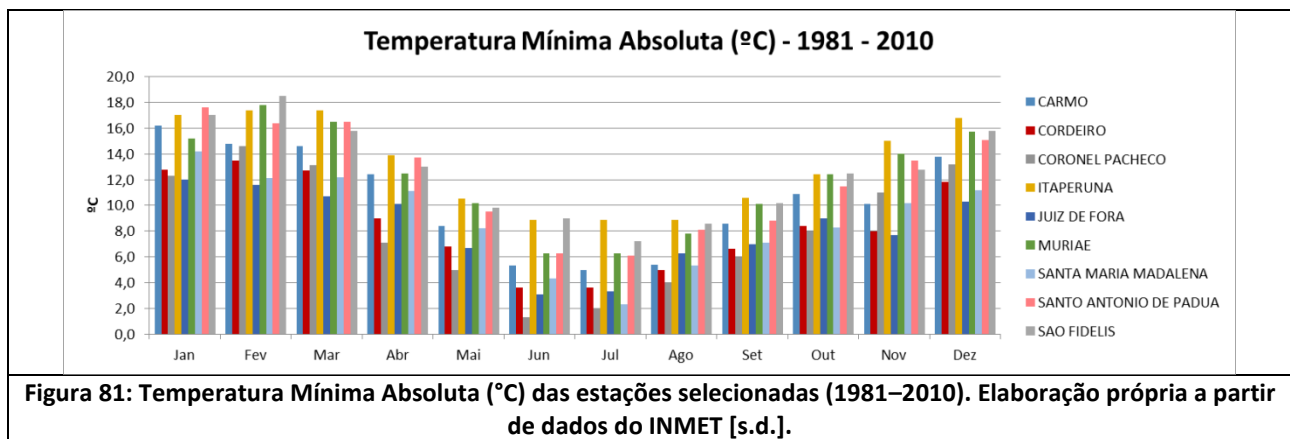
Por sua vez, as temperaturas mínimas absolutas (Quadro 25 e Figura 81) apresentaram oscilação entre 10,3°C e 18,5°C durante o verão, e 1,3°C e 9,0°C nos meses de inverno. De maneira geral, quando se verificam as médias das temperaturas mínimas absolutas anuais, as estações de Coronel Pacheco, Juiz de Fora e Santa Maria Madalena merecem destaque, ainda que por razões diferentes. As duas primeiras estão localizadas em porções mais interioranas quando em comparação com as demais. Santa Maria Madalena, por sua vez,

estabelece-se mais próxima ao litoral. No entanto, cabe salientar que a mesma se encontra em altitude elevada (620 metros), o que pode, por sua vez, justificar o rebaixamento da temperatura no local. Torna-se, ainda, importante que se destaque que a menor temperatura registrada das estações selecionadas se refere à estação de Coronel Pacheco (1,3 °C no mês de junho).

**Quadro 25: Temperatura Mínima Absoluta (°C) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	16,2	14,8	14,6	12,4	8,4	5,3	5,0	5,4	8,6	10,9	10,1	13,8
Cordeiro	12,8	13,5	12,7	9,0	6,8	3,6	3,6	5,0	6,6	8,4	8,0	11,8
Coronel Pacheco	12,3	14,6	13,1	7,1	5,0	1,3	2,0	4,0	6,0	8,0	11,0	13,2
Itaperuna	17,0	17,4	17,4	13,9	10,5	8,9	8,9	8,9	10,6	12,4	15,0	16,8
Juiz de Fora	12,0	11,6	10,7	10,1	6,7	3,1	3,3	6,3	7,0	9,0	7,7	10,3
Muriaé	15,2	17,8	16,5	12,5	10,2	6,3	6,3	7,8	10,1	12,4	14,0	15,7
Santa Maria Madalena	14,2	12,1	12,2	11,1	8,2	4,3	2,3	5,3	7,1	8,3	10,2	11,2
Santo Antônio de Pádua	17,6	16,4	16,5	13,7	9,5	6,3	6,1	8,1	8,8	11,5	13,5	15,1
São Fidelis	17,0	18,5	15,8	13,0	9,8	9,0	7,2	8,6	10,2	12,5	12,8	15,8

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



### 9.6.3 - Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar apresenta-se como um parâmetro importante e que exerce influências diretas sobre outros parâmetros climáticos, como por exemplo, a temperatura e os índices pluviométricos. A umidade relativa do ar é, por definição, a relação da quantidade de água existente no ar em relação ao chamado ponto de saturação - a quantidade máxima de água possível de estar presente no ar naquelas condições de temperatura e pressão. Estabelece-se enquanto parâmetro inversamente proporcional à evapotranspiração, estando condicionadas à múltiplos fatores físicos e climáticos como movimentos horizontais e verticais da massa de ar, processos de aquecimento e resfriamento do ar (a partir, por exemplo, da incidência de insolação), chuvas, entre outros.

A partir dos dados disponibilizados nas Normais Climatológicas (Quadro 26 e Figura 82), verifica-se certa variação quando da consulta das estações selecionadas. Observa-se inicialmente que a amplitude anual da umidade relativa do ar é da ordem de 13,4%, sendo o menor valor identificado para a estação de Itaperuna nos meses de agosto e setembro (70,6%) e o maior valor identificado para a estação de Juiz de Fora no mês de dezembro (84,0%). Além disso, verifica-se que os meses de agosto, setembro e outubro, notadamente, apresentam valores mais baixos quando comparados com os demais meses do ano.



Também chama a atenção o fato de que as estações de Itaperuna, Santo Antônio de Pádua e Muriaé (localizadas em latitudes menos elevadas, ou seja, mais próximas a linha do Equador), apresentam menores médias anuais de umidade relativa do ar (74,4%, 76,0% e 76,6% respectivamente). Já as estações que registram maiores médias anuais do parâmetro em questão referem-se à Cordeiro, Juiz de Fora e Coronel Pacheco, localizadas mais afastadas da linha do Equador e mais próximas do interior.

Apesar das diferenças existentes entre as estações, bem como de variações sazonais identificadas, observa-se no geral uma baixa variabilidade da umidade relativa do ar, não sendo observados valores críticos do parâmetro apontado (abaixo de 30%).

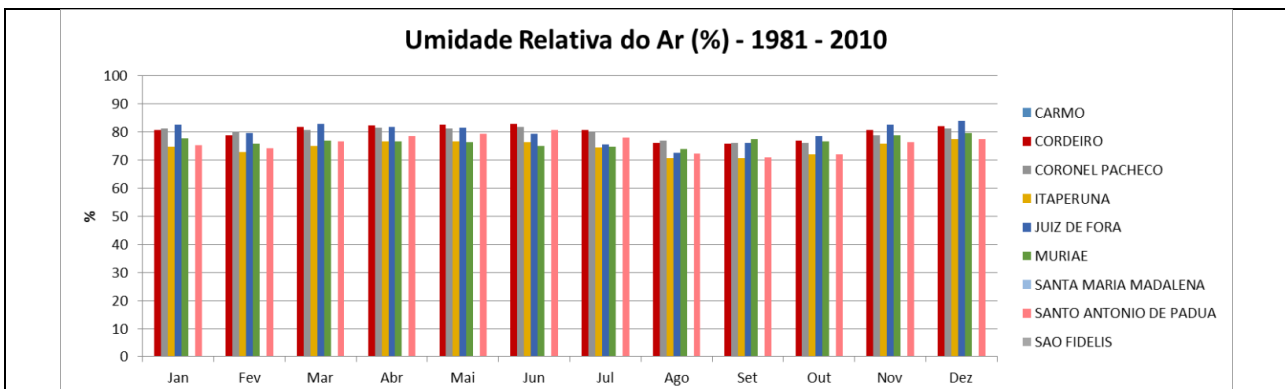
Este cenário pode ser parcialmente explicado pelo fenômeno da continentalidade. A variação da temperatura em áreas distantes do litoral é mais ampla devido ao fato de sua menor capacidade de retenção do calor. Esta maior variabilidade das temperaturas contribui para a diminuição da evaporação local e, conseqüentemente, da formação de nuvens na região. Entretanto, apesar da menor disponibilidade hídrica nas porções interioranas dos continentes (quando comparadas ao litoral), a existência de pacotes vegetacionais e a presença de corpos hídricos podem contribuir para o aumento de fluxos verticais de umidade, aumentando a presença de nuvens.

Apesar da ocorrência de tal fenômeno na região deve-se destacar (como já explicado anteriormente) a importância da dinâmica atmosférica local/regional para a contextualização da umidade relativa do ar na região. A presença de massas de ar úmidas que se instalam na região corroboram para a situação encontrada nas estações selecionadas.

**Quadro 26: Umidade Relativa do Ar (%) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	80,7	78,8	81,7	82,2	82,7	82,8	80,8	76,0	75,8	77,0	80,6	82,0
Coronel Pacheco	81,2	80,2	80,8	81,5	81,3	81,7	79,8	76,8	76,1	76,1	78,7	81,2
Itaperuna	74,6	72,7	74,9	76,6	76,7	76,3	74,5	70,6	70,6	72,0	75,7	77,5
Juiz de Fora	82,7	79,5	82,9	81,8	81,5	79,4	75,6	72,5	76,1	78,5	82,7	84,0
Muriaé	77,6	75,8	77,0	76,5	76,4	75,1	74,8	74,0	77,3	76,6	78,8	79,6
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	75,4	74,2	76,7	78,6	79,3	80,7	78,1	72,3	70,9	71,9	76,4	77,4
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.].



**Figura 82: Umidade Relativa do Ar (%) das estações selecionadas (1981–2010).Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].**

#### 9.6.4 - Evaporação e Evapotranspiração Total

Conforme indicado por VAREJÃO-SILVA (2005), tanto a evaporação quanto a evapotranspiração referem-se a processos que contribuem para transferência de vapor d'água da superfície para a atmosfera. Entretanto, segundo o autor:

*“O parâmetro evaporação é usado para designar a transferência de água para a atmosfera sobre a forma de vapor, decorrente, tanto da evaporação que se verifica em solo úmido sem vegetação, nos oceanos, lagos, rios e em outras superfícies hídricas naturais. O termo evapotranspiração é empregado para exprimir a transferência de vapor d'água para a atmosfera proveniente dos vegetais e dos animais” (VAREJÃO-SILVA, 2005, p.452).*

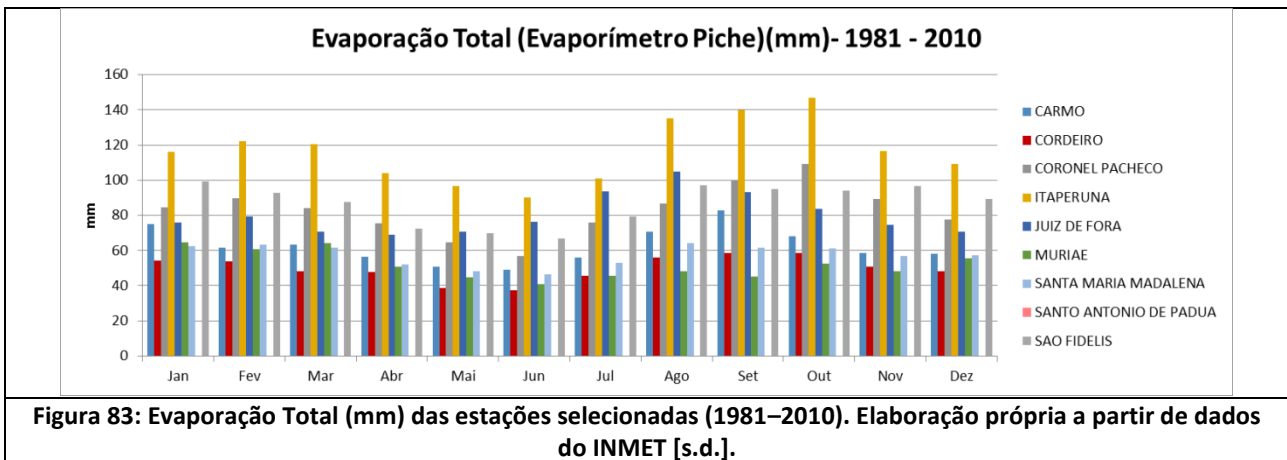
Nesse sentido, ambos os processos corroboram para uma maior presença de partículas de água na atmosfera. Portanto, ao se avaliar as taxas de evaporação e evapotranspiração de determinada região, pode-se relacionar tais valores diretamente com a Umidade Relativa do Ar, sendo inversamente proporcionais à mesma. Isto porque, quanto mais próximo do ponto de saturação da atmosfera, tão menor será a capacidade dos processos de evaporação e evapotranspiração se realizarem.

Assim, quando da análise dos dados das Normais Climatológicas nas estações selecionadas para o período supracitado (Quadro 27 e Figura 83), percebe-se de maneira geral que a Evaporação Total apresenta maiores valores nos meses de agosto, setembro e outubro, justamente quando a umidade relativa do ar apresenta valores mais baixos. Além disso, quando da análise gráfica dos dados referentes à evaporação total, observa-se que a estação de Itaperuna apresenta valores muito mais elevados por estar em áreas de relevo mais plano, bem como localizada em área de latitudes menos elevadas. A combinação destes dois fatores pode, portanto, contribuir para o entendimento dos resultados, já que a incidência direta de raios solares pode variar a partir dos mesmos.

**Quadro 27: Evaporação Total (mm) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	75	61,6	63,3	56,4	50,7	49,1	55,9	70,8	83	67,9	58,8	58,1
Cordeiro	54,2	53,7	48,1	47,8	38,8	37,5	45,6	56,2	58,6	58,4	50,9	48,1
Coronel Pacheco	84,4	89,7	84,1	75,4	64,7	56,8	75,8	86,8	100,3	109,4	89,3	77,7
Itaperuna	116,2	122,3	120,3	104,2	96,6	90,1	100,9	135,3	139,9	146,8	116,6	109,3
Juiz de Fora	75,7	79,5	70,6	69,1	70,9	76,5	93,8	105	93,2	83,8	74,4	70,6
Muriaé	64,8	60,9	64,2	50,8	44,8	40,7	45,4	48	45,1	52,4	48,1	55,4
Santa Maria Madalena	62,7	63,5	61,7	51,9	48,1	46,5	53	64,4	61,5	61,3	57	57,3
Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Fidelis	99,4	92,6	87,7	72,3	69,7	66,9	79,2	97	94,9	94,1	96,5	89,3

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]

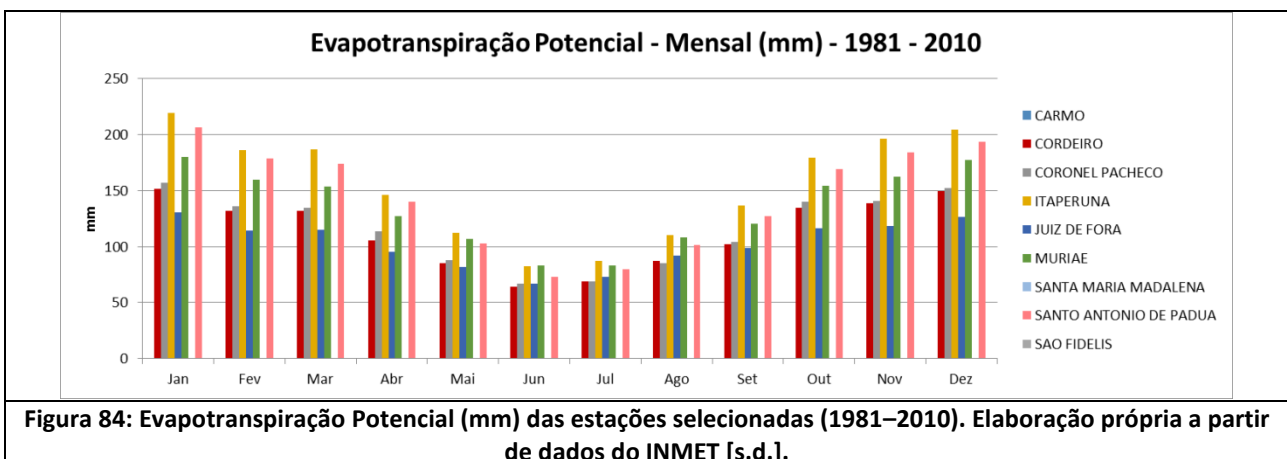


Quando se observa, por sua vez, os dados da evapotranspiração potencial (Quadro 28e Figura 84), determinadas variáveis apresentam-se enquanto centrais para a análise. Os diferentes padrões de uso e cobertura e a vegetação local, aliada a fatores climáticos (pluviosidade e temperatura, por exemplo) contribuem decisivamente para expressar a evapotranspiração total. Observa-se que as estações de Itaperuna, Muriaé e Santo Antônio de Pádua apresentam as maiores médias de evapotranspiração anuais (com 153,8 mm, 144,3 mm e 134,6 mm respectivamente). A posição latitudinal das mesmas, como já mencionado anteriormente, favorece a elevação dos valores. A estação de Juiz de Fora, por sua vez, apresenta os valores mais baixos anuais da evapotranspiração, justificado também pela sua localização em relevo acidentado, minimizando os impactos da evapotranspiração.

**Quadro 28: Evapotranspiração Potencial (mm) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	151,6	131,8	131,8	105,3	85,1	63,9	69,2	87	101,9	134,3	138,7	149,2
Coronel Pacheco	157	135,8	134,4	113,6	88,1	67,1	69	85,3	104,2	139,7	140,7	152
Itaperuna	219,4	185,8	186,9	146,1	112	82,2	87	110,5	136,4	179,3	196,2	204,1
Juiz de Fora	130,6	114,1	115	95,1	81,9	66,8	73,3	91,7	99	116,6	118,1	126,6
Muriaé	179,7	159,9	153,3	126,9	106,8	83,1	83,4	108	120,5	154,4	162,7	177
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	206,6	178,9	174,1	140,1	103,1	72,9	79,8	101,7	127,3	169,1	184	193,5
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



### 9.6.5 - Chuvas: Precipitação e Pluviometria

Como mencionado anteriormente no presente relatório, as precipitações pluviométricas estão relacionadas à ocorrência de diversos fenômenos atmosféricos que atingem a região ao longo de todo o ano, podendo se destacar as frentes-frias (mais acentuadas no inverno, mas que ocorrem ao longo de todo o ano), que contribuem decisivamente para a entrada de umidade e ventos quando da entrada do sistema frontal nas proximidades da área de interesse. Também merecem destaque outros fenômenos já discutidos, tais como as linhas de instabilidade e outras formações convectivas locais/regionais.

A partir dos dados das Normais Climatológicas do período 1981-2010 (Quadro 29 e Figura 85), verifica-se que a precipitação total acumulada varia entre 1.213 mm (estação de Itaperuna) e 1.624 mm (estação de Juiz de Fora), representando uma amplitude anual no entorno da área de influência da ordem de 411 mm anuais. Também, quando se observam as distribuições de chuvas mensais no intervalo estudado, verifica-se uma grande variação sazonal, com períodos de inverno e verão bem distintos entre si.

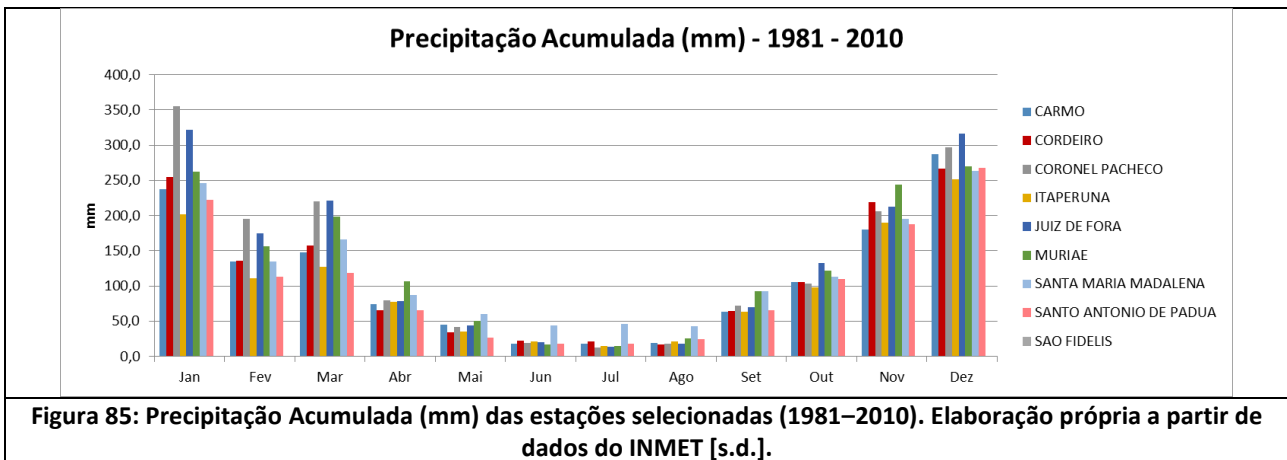
Nos meses de junho, julho e agosto (meses de inverno) observam-se baixos valores pluviométricos (com valores variando entre 12,6mm e 45,9mm). Já nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), apresentam valores mais elevados, variando entre 113,3mm (em Santo Antônio de Pádua) e 355,1mm (Coronel Pacheco). Entretanto, cabe observar certas particularidades quando da análise do quadro e do gráfico supracitado.

A primeira observação que pode ser feita refere-se às estações de Coronel Pacheco e Juiz de Fora, que apresentam valores bastante superiores às demais estações nos meses de verão, sendo inclusive as estações que apresentam maiores médias pluviométricas anuais (135,1 mm e 135,3 mm, respectivamente). Esse fato pode ser explicado parcialmente pela localização geográfica dos mesmos, já que estas estações se encontram localizadas em ambientes serranos, altamente influenciado pela umidade local, como já analisado. Por sua vez, como segunda observação, verificam-se baixos valores quando da consulta dos dados da estação Itaperuna, que apresenta valores médios de pluviosidade bem abaixo das demais estações climatológicas, com 187,7 mm por mês.

**Quadro 29: Precipitação Acumulada (mm) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	237,3	134,7	147,9	74,6	45,1	18,0	18,3	18,7	63,4	105,1	179,7	286,8
Cordeiro	254,5	135,4	157,9	65,5	33,7	22,5	21,5	17,1	64,6	106,0	219,3	266,9
Coronel Pacheco	355,1	195,1	220,6	79,4	42,2	19,5	12,6	17,6	72,3	103,7	206,1	296,4
Itaperuna	201,3	110,8	127,4	77,9	35,6	21,0	15,1	21,1	63,6	98,3	190,3	251,0
Juiz de Fora	322,1	174,7	221,1	78,6	44,2	20,6	14,1	18,5	69,9	132,1	212,1	316,0
Muriaé	262,5	156,3	198,5	106,1	50,4	17,1	14,8	25,7	92,7	122,1	243,8	269,6
Santa Maria Madalena	245,6	134,7	165,9	87,6	60,0	43,4	45,9	42,6	93,1	113,6	195,0	262,9
Santo Antônio de Pádua	222,8	113,2	118,4	65,9	26,6	18,2	18,2	25,0	65,8	109,4	187,7	267,6
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



A partir dos dados apresentados percebe-se que os volumes pluviométricos registrados ao longo da janela temporal analisada estão de acordo com o padrão climático observado na região, visto que se identificaram 03 tipologias de clima principais na área de interesse: Clima Tropical Equatorial (com inverno seco Aw), Clima Subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) e Clima Subtropical húmido com inverno seco e verão temperado (Cwb).

### 9.6.6 - Insolação

O parâmetro da insolação refere-se à medida de irradiação solar sofrida por uma superfície qualquer em dada unidade de tempo (estabelecida normalmente em horas). Esse parâmetro é resultante da combinação de diversos fatores que corroboram para a sua elevação ou diminuição, tais como o movimento aparente do sol (tornando, no hemisfério sul, dias mais longos durante o verão e dias mais curtos durante o inverno), a presença de nebulosidade (que contribui para a sensível diminuição das horas totais de insolação), bem como a presença de barreiras que podem dificultar a incidência solar em sua trajetória poente (como o relevo, edificações, entre outros).

Quando da observação os dados disponibilizados (Quadro 30 e Figura 86), percebe-se que apenas 04 (quatro) estações das 09 (nove) totais selecionadas, apresentam algum tipo de dado referente a este parâmetro. Entretanto, o que se pode observar é uma maior incidência solar ao longo dos meses na estação Itaperuna (com uma média de 2.292,9 horas de incidência solar anual), seguido por Coronel Pacheco (2.080,7), Cordeiro (1.997,4) e Juiz de Fora (1.821,0). Cabe salientar que as duas primeiras citadas se apresentam em locais mais próximos à linha do Equador, o que as garante maior iluminação devido ao movimento aparente do sol em relação às suas latitudes de existência.

Apesar das discrepâncias entre as estações contempladas, os padrões verificados são similares. Verifica-se uma acentuada diminuição dos valores registrados em todas as estações entre os meses de setembro, outubro e novembro. Este comportamento ao longo do ano, como mencionado anteriormente, correlaciona-se diretamente com a formação de nuvens neste período, ou seja, com as taxas de nebulosidade, que são maiores durante os meses de verão.

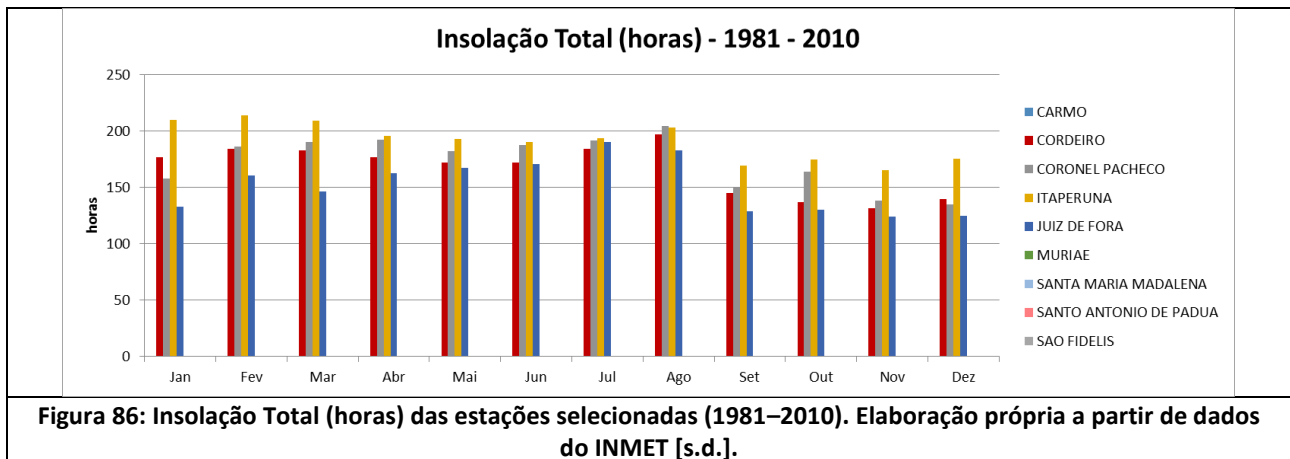
**Quadro 30: Insolação Total (horas) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	176,6	184,4	182,5	176,8	172,3	171,8	184,2	196,8	144,7	136,7	131,3	139,3
Coronel Pacheco	157,9	186,0	190,6	192,5	182,3	187,6	191,8	204,8	150,5	163,7	138,3	134,7
Itaperuna	210,0	214,1	209,2	195,4	192,8	190,5	193,9	202,8	169,0	174,7	165,0	175,5



Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Juiz de Fora	133,0	160,5	146,3	162,3	167,3	170,7	190,1	183,1	128,6	130,4	123,9	124,8
Muriaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



### 9.6.7 - Nebulosidade

A nebulosidade se apresenta enquanto um parâmetro climatológico que expressa o quanto da abóbada celeste se encontra coberta por nuvens. Esse parâmetro, por sua vez, apresenta profunda correlação com outras variáveis que definem o clima, tendo em vista que a nebulosidade pode contribuir para a diminuição das taxas de insolação (impactando assim na quantidade de energia recebida na superfície terrestre), no aumento dos índices pluviométricos, na minimização das taxas de evapotranspiração, entre outros. De acordo com o Branco (2014):

*“O céu é dividido em octas (ou décimas, dependendo da região) e, a partir do número de octas com cobertura total de nuvens, a nebulosidade é dividida em: a) céu limpo ou ensolarado: nenhum vestígio de nuvens (nenhuma octa encoberta); b) céu quase limpo: pelo menos uma octa está encoberta; c) céu pouco nublado: pelo menos duas octas encobertas; d) céu parcialmente nublado: pelo menos quatro octas (aproximadamente metade do céu) encobertas pelas nuvens; e) céu quase nublado: no mínimo seis octas encobertas; d) céu nublado: as oito octas estão totalmente encobertas pelas nuvens”.*

A partir da consulta dos dados disponibilizados (Quadro 31 e Figura 87) constatou-se que a nebulosidade no entorno da AII da UHE Itaocara I apresentou uma variação de 0,4 a 0,8 décimos. De modo geral, o que se observa a partir da consulta do quadro e figura supracitados, é que os meses associados ao inverno (junho, julho e agosto) apresentam valores mais baixos, significando menor cobertura de nuvens no céu. Isto se justifica devido ao fato de que esses meses, por serem mais frios, apresentam menores taxas de evaporação, suscitando em uma menor formação de nuvens e, conseqüentemente, menores índices pluviométricos.

Já no intervalo verificado de novembro/janeiro, verifica-se a ocorrência dos valores máximos de nebulosidade, variando entre 6 e 8 décimos. Estes valores corroboram com a maior formação de nuvens e conseqüente incremento dos valores pluviométricos neste período em todas as estações selecionadas.

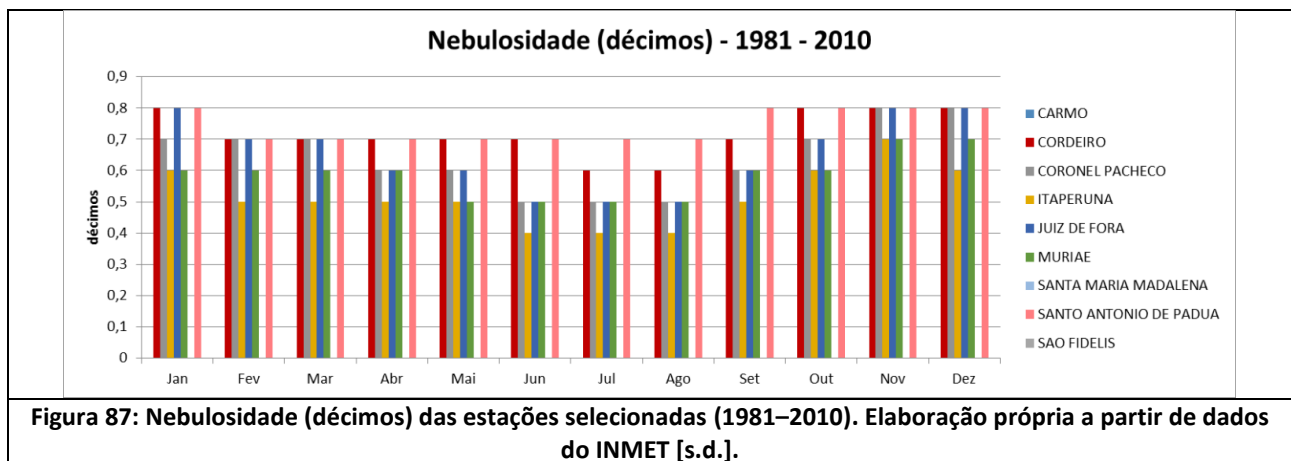
Apesar da relativa variabilidade em relação ao comportamento das estações durante os meses dos anos, é importante que se destaque que apenas a estação Itaperuna registrou o índice 0,4 (que se manteve estável

nos meses de junho, julho e agosto), o que por sua vez representa uma baixa nebulosidade. Esta informação corrobora com as elevadas taxas de insolação identificadas (e já discutidas) nesta estação.

**Quadro 31: Nebulosidade (décimos) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8
Coronel Pacheco	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
Itaperuna	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6
Juiz de Fora	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
Muriaé	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



### 9.6.8 - Ventos

Entre as variáveis que contribuem para que se possa caracterizar o regime de ventos de dada região, destacam-se a direção e a velocidade dos ventos. Isto porque ambas contribuem para o entendimento da dinâmica do sistema circulatório da atmosfera.

Quando se observa a dinâmica existente no litoral fluminense, observa-se a predominância de regimes que se estendem desde as porções litorâneas até os primeiros obstáculos físicos representados pelo ambiente escarpado da Serra do Mar. Esta dinâmica ocorre fundamentalmente devido à existência de diferentes capacidades caloríferas que possibilitam alterações significativas de parâmetros climatológicos (por exemplo, a temperatura), e que por sua vez, repercutem no comportamento do sistema de circulação atmosférico.

Entretanto, na medida em que essa barreira é vencida, devido a diferentes características físico-climáticas e bióticas, observam-se outros fenômenos nas porções do interior continental, como por exemplo, a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), um sistema de alta pressão atmosférica que se estabelece como um sistema de grande escala meteorológica e que favorece, quando próxima ao continente, a subsidência do ar, diminuindo a formação de chuvas. Percebe-se, portanto, que a dinâmica dos ventos pode apresentar impactos significativos para qualquer empreendimento, tendo em vista que eles contribuem decisivamente na formatação climática de uma região.

Assim, quando da consulta dos dados das Normais Climatológicas para o período de 1981–2010 a despeito do parâmetro ‘Intensidade do Vento’, verificou-se que apenas 02 (duas) estações meteorológicas das 09 (nove) inicialmente selecionadas, apresentavam dados da intensidade do vento: a estação Coronel Pacheco e a estação Juiz de Fora. Entretanto, para que se possa discutir a intensidade dos ventos em determinado local, faz-se necessário consultar, primeiramente, a chamada Escala de Beaufort. Esta escala classifica a intensidade dos ventos, apresentando os eventuais efeitos de cada uma das intensidades no mar e na terra, como pode ser visto no Quadro 32.

**Quadro 32: Critérios de classificação da intensidade do ventos pela Escala de Beaufort.**

Grau	Designação	Velocidade Limite (m/s)
0	Calmo	<1
1	Bafagem	1 – 2
2	Aragem	2 – 4
3	Fraco	4 – 6
4	Moderado	6 – 9
5	Fresco	9 – 11
6	Muito Fresco	11 – 14
7	Forte	14 – 17
8	Muito Forte	17 – 21
9	Duro	21 – 25
10	Muito Duro	25 – 29
11	Tempestuoso	29 – 33
12	Furacão	> 33

Fonte: INPE, 2012.

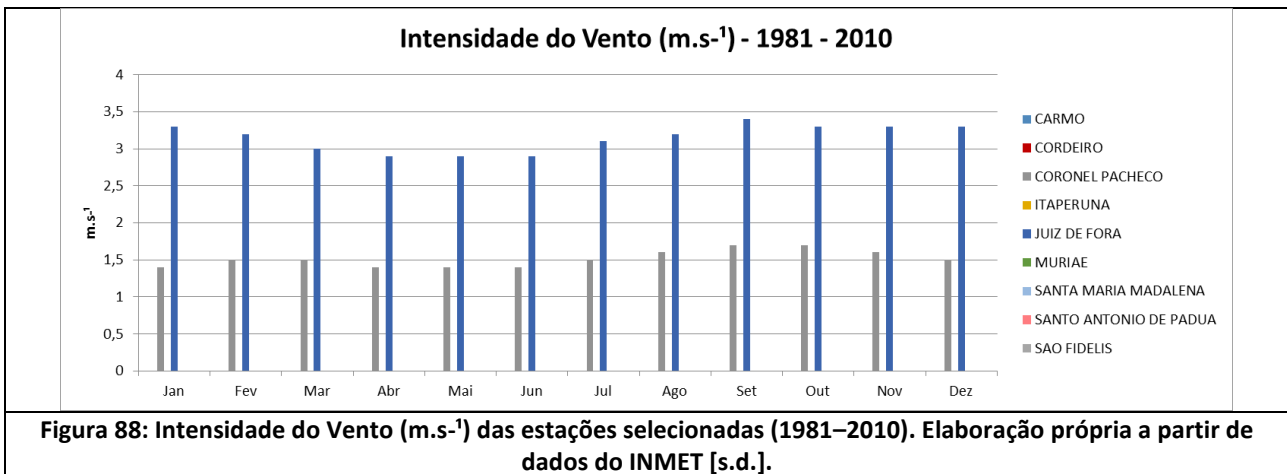
A partir das informações apresentadas no Quadro 33 e Figura 88, observa-se que apesar de ambas as estações estarem em latitudes e longitudes próximas uma da outra (localizada na porção oeste da AI do empreendimento), percebe-se certa discrepância em relação aos respectivos dados. Observa-se uma maior intensidade de ventos na estação de Juiz de Fora quando da comparação com os dados da estação de Coronel Pacheco. Na estação de Juiz de Fora, de acordo com a escala de Beaufort, os ventos podem ser caracterizados como ‘Aragem’ ao longo de todo o ano, ao passo em que na estação de Coronel Pacheco, os ventos podem ser caracterizados como ‘Bafagem’.

Vários motivos podem estar relacionados à diferença da intensidade verificada em ambas as estações. A variação altimétrica (a estação de Juiz de Fora se localiza a 939,96 metros de altitude, enquanto a estação de Coronel Pacheco se encontra a 435 metros), a morfologia do terreno e a presença de outros elementos (como vegetação, por exemplo) podem significar alterações a despeito das intensidades do ar.

**Quadro 33: Intensidade do Vento (m.s<sup>-1</sup>) das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coronel Pacheco	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,5
Itaperuna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juiz de Fora	3,3	3,2	3,0	2,9	2,9	2,9	3,1	3,2	3,4	3,3	3,3	3,3
Muriaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]



Apesar de ter se verificado que a intensidade dos ventos na região é relativamente baixa, torna-se importante verificar os padrões predominantes referentes à direção dos ventos. Diferentemente do que ocorreu na análise do parâmetro ‘Intensidade do Vento’, quando se verificam as informações disponibilizadas pelo INMET sobre as Normais Climatológicas entre 1981 e 2010, observam-se informações de 04 (quatro) estações climatológicas sobre o parâmetro “Direção Predominante do Vento”, sendo elas: Cordeiro, Coronel Pacheco, Itaperuna e Juiz de Fora.

Entretanto, como esperado, tendo por base o Quadro 34, verifica-se que em grande parte do tempo, a direção predominante dos ventos varia entre Calma (quando não há diferenças de pressão entre as zonas de massas de ar, ocasionando em pouco ou nulo deslocamento dos ventos) e Nordeste (NE). Enquanto em grande parte do primeiro semestre dos anos observa-se uma situação de Calmaria (sendo a estação de Juiz de Fora a exceção), ao longo do segundo semestre verifica-se na estação de Coronel Pacheco, uma maior representatividade da direção Nordeste, ainda que em Cordeiro e Itaperuna, a situação ao longo de todo o ano seja de calmaria.

**Quadro 34: Direção predominante dos ventos das estações selecionadas (1981–2010).**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordeiro	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla
Coronel Pacheco	Cla	NE	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	NE	NE	NE	NE	NE
Itaperuna	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla	Cla
Juiz de Fora	NE	NE	NE	NE	NE	N	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Muriaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Fidelis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*Cla = Calma

Fonte: Adaptado de INMET [s.d.]

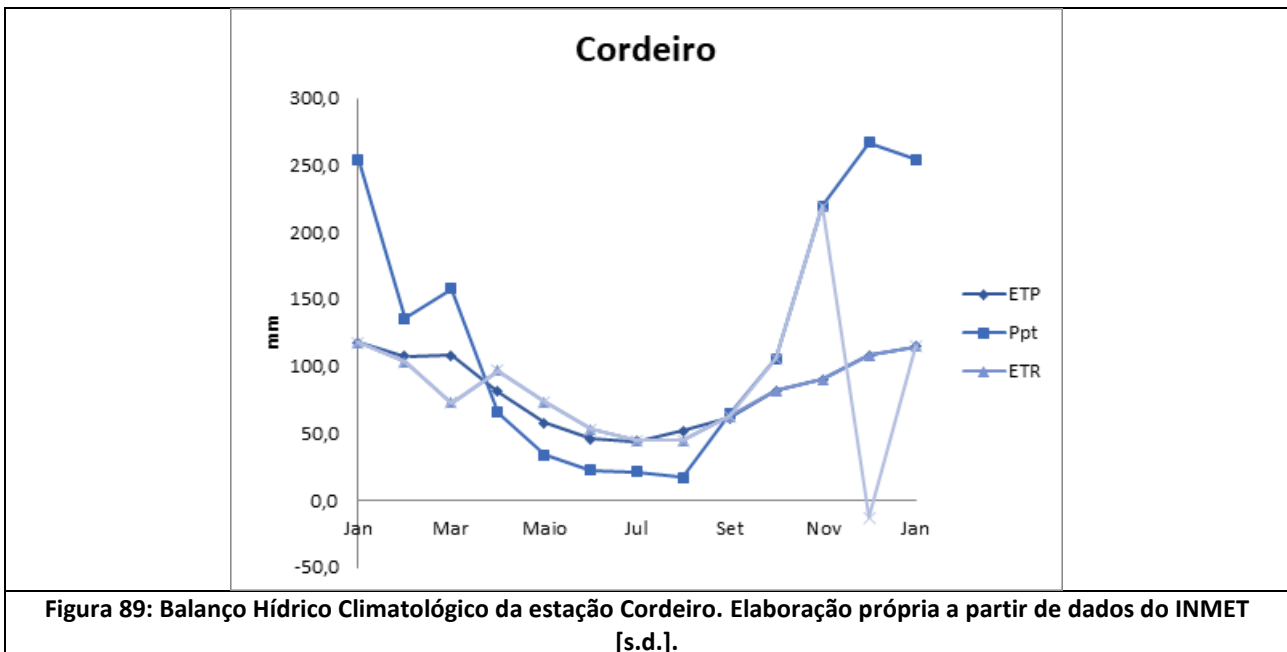
### 9.6.9 - Balanço Hídrico Climatológico

As informações para caracterização do balanço hídrico da área de estudo seguiram os parâmetros estabelecidos por Thornthwaite & Matter (1955), que estima o armazenamento de água disponível sistema por meio de modelos que relacionam a quantidade de entrada e saída de água. Para tanto, foram utilizadas as estações do INMET do presente estudo que apresentam dados disponíveis associados à temperatura e precipitação.

Os dados foram tratados e gerados gráficos dos balanços hídrico climatológico para cada estação, sendo elas: Cordeiro, Coronel Pacheco, Itaperuna, Juiz de Fora, Muriaé e Santo Antônio de Pádua. O intervalo de dados utilizados nos gráficos, foi o mesmo utilizado para outros parâmetros climatológicos (entre 1981 e 2010).

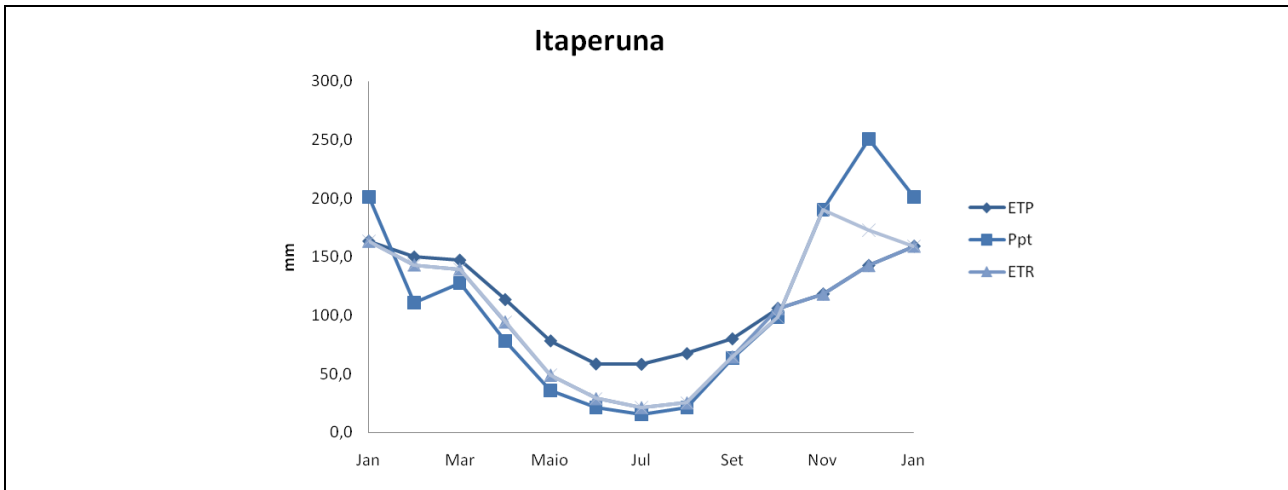
Ainda nos gráficos, são apresentados os eixos e valores referentes à evapotranspiração (ETP), precipitação (Ppt) e evapotranspiração real (ETR). De acordo com a quantidade de cada variável ao longo do ano, pode-se atribuir a característica do balanço hídrico de cada mês ou estação do ano, podendo estar em situação de déficit, reposição, excedente ou retirada. A situação de déficit ocorre quando a evapotranspiração é maior que a precipitação, e a situação excedente ocorre quando a precipitação é maior que a evapotranspiração.

A estação Cordeiro apresenta balanço hídrico climatológico excedente para os meses das estações úmidas - janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro - e situação em déficit e retirada de água do sistema nos meses das estações secas - abril, maio, junho, julho e agosto (Figura 89). Apesar da diminuição da média de precipitação no mês de fevereiro, o sistema ainda mantém excedente de água.



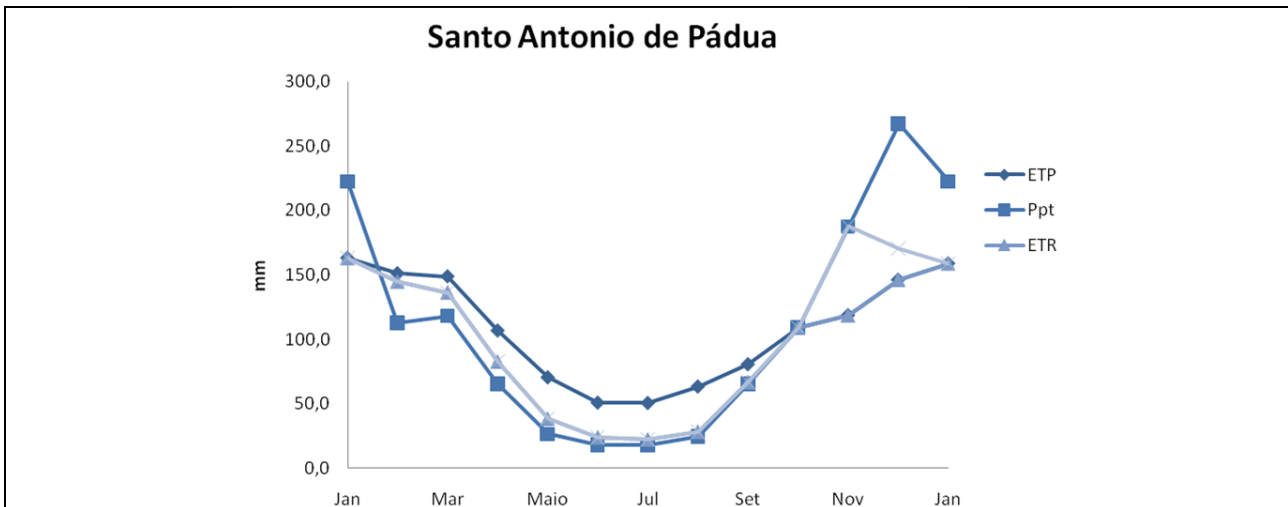
A estação Itaperuna apresenta balanço climatológico semelhante à estação Cordeiro, apresentando excedente durante as estações mais chuvosas - janeiro, novembro e dezembro - e déficit durante os meses das estações mais secas - abril, maio, junho, julho, agosto e setembro. Contudo, pode-se perceber que os meses de fevereiro e março, também apresentam déficit hídrico no sistema, devido à baixa precipitação e elevada evapotranspiração (Figura 90).





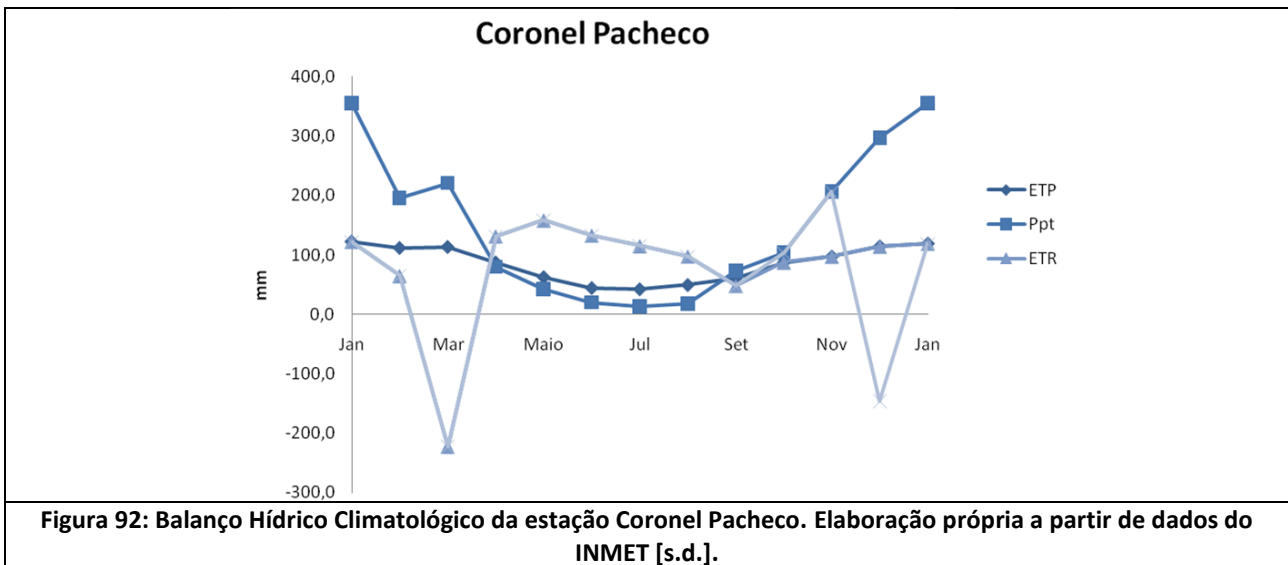
**Figura 90: Balanço Hídrico Climatológico da estação Itaperuna. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].**

Os dados apresentados no gráfico da estação de Santo Antônio de Pádua são semelhantes aos encontrados na estação de Itaperuna. Este comportamento hídrico semelhante pode estar associado à proximidade entre as localidades e pelas características climáticas da região (Figura 91).

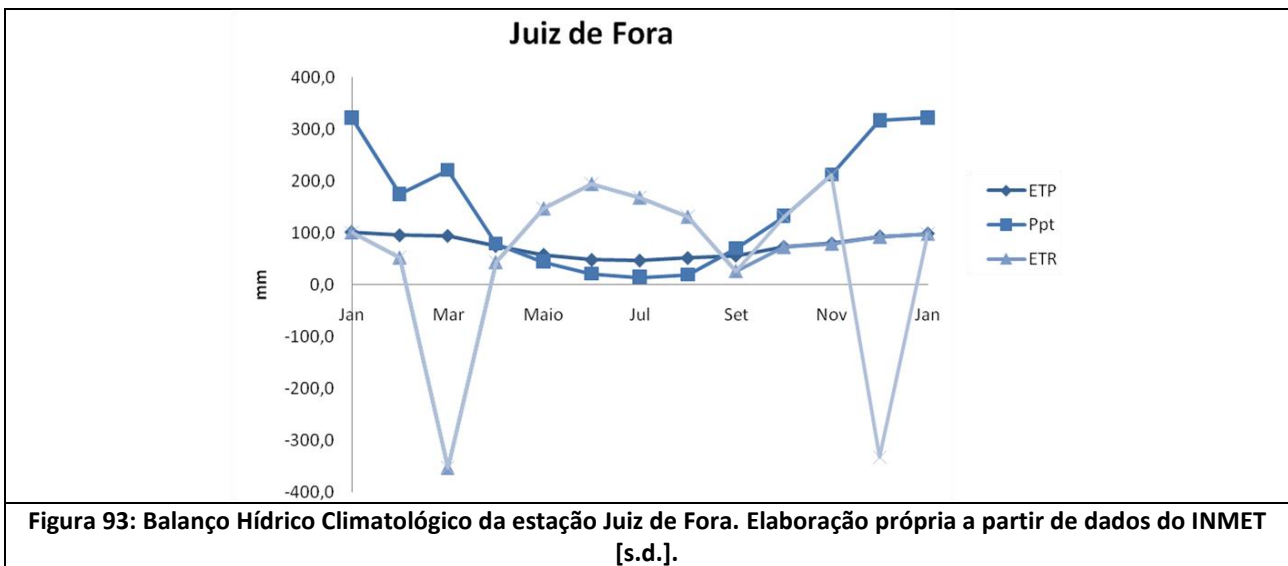


**Figura 91: Balanço Hídrico Climatológico da estação Santo Antônio de Pádua. Elaboração própria a partir de dados do INMET [s.d.].**

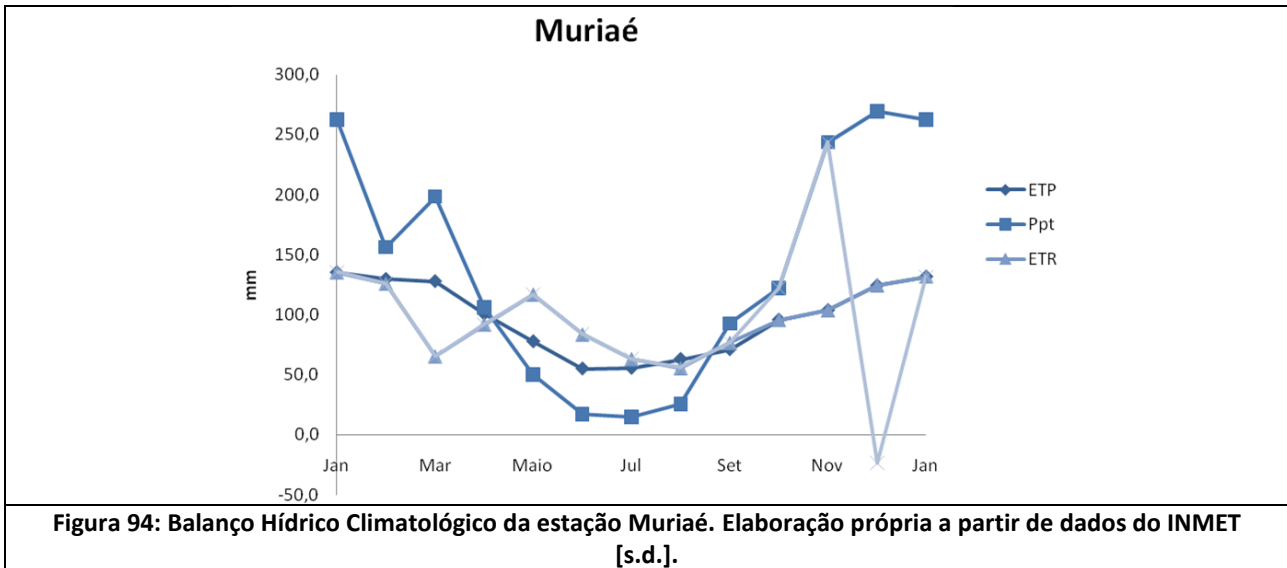
O balanço hídrico climatológico da estação Coronel Pacheco apresenta excedente de água no sistema nos meses janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, e déficit nos meses de julho e agosto. Durante os meses de abril, maio e julho, o balanço caracteriza-se por retirada, enquanto no mês de setembro e outubro por reposição (Figura 92).



A estação de Juiz de Fora apresenta excedente de água no sistema durante os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, e déficit nos meses de julho e agosto. Durante os meses de maio e junho, a estiagem promove a retirada da água do sistema, enquanto que nos meses de setembro e outubro, com o acréscimo da precipitação, ocorre a reposição da água (Figura 93).



Os dados apresentados pela estação Muriaé demonstram quantidade de água excedente entre os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, e déficit durante os meses de maio, junho, julho e agosto. Durante os meses de setembro e outubro ocorre a reposição da água no sistema (Figura 94).



## 9.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da discussão realizada tomando-se por base os conceitos climáticos, bem como os parâmetros avaliados para a área do empreendimento, verifica-se certa homogeneidade do clima local. A localização e distribuição das estações pluviométricas adotadas corroboram para a construção de um cenário que vai ao encontro dos padrões climáticos regionais observados na região, em especial o Clima Tropical Equatorial (com inverno seco - Aw) e o Clima Subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa).

Apesar da existência de pequenas diferenças paramétricas quando da avaliação das estações, há de se levar em consideração dimensões da paisagem que contribuem para o estabelecimento de alterações particularizadas na região. Assim, a topografia, a disposição da estação quanto à sua localização (mais ou menos interiorana), a presença (ou ausência) de corpos hídricos e de áreas verdes pode influenciar na análise de cada uma das estações. Ainda assim, observa-se que o comportamento dos índices verificados ao longo do período apresentam certa homogeneidade quando comparados entre si.

## 10 - RECURSOS HÍDRICOS

### 10.1 - INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo a caracterização de meio físico da Área de Abrangência Regional (AAR), Área de Influência Indireta (AII) e da Área de Influência Direta (AID) da UHE Itaipava I, juntamente com a complementação por mapas temáticos.

Nesse sentido, serão apresentadas informações sobre os recursos hídricos e a caracterização da bacia do rio Paraíba do Sul, os usos consuntivos e não consuntivos da água, sobre a qualidade da água e o balanço hídrico regional/local. Também são discutidos aspectos referentes às captações existentes e o potencial poluidor, bem como aspectos a despeito da hidrogeologia e águas subterrâneas locais. Ainda, são apresentados os estudos hidrossedimentológicos elaborados considerando a dinâmica de transporte de sedimentos na bacia do rio Paraíba do Sul, com a finalidade de realizar o diagnóstico e o prognóstico da Área de Influência Direta (AID), considerando a condição atual e futura, após a implantação da UHE Itaipava I.

A discussão e caracterização pautada nos recursos hídricos regionais/locais, além de fazer parte deste estudo, é justificada pela necessidade de se avaliarem oportunidades e ameaças existentes, e que apresentam algum tipo de impacto (seja ele positivo ou negativo) para a implementação do empreendimento em análise.

Cabe destacar, ainda, que o modo de vida nos aspectos socioeconômicos da região está intrincada com a hidrografia, sobretudo quando considerando o rio Paraíba do Sul. Ou seja, os recursos hídricos não só interferem, mas chegam a definir diversos aspectos da dinâmica socioeconômica da região, com destaque da população das Áreas de Influência Direta (AID). Portanto, o *Volume IV – Diagnóstico Meio Socioeconômico* apresenta-se em interface com este capítulo.

Por fim, o *Volume I – Dados Gerais* deste estudo também apresenta informações relevantes sobre a bacia hidrográfica e sua organização, e por isso também possui interface com o presente capítulo.

## 10.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

A realização do diagnóstico dos recursos hídricos das áreas de influência da UHE Itaipava I passou pela obtenção e consulta de dados secundários, fundamentalmente, aqueles atrelados ao Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e a Agência Nacional de Águas (ANA). Além da consulta nestas organizações, também foram realizadas consultas bibliográficas de referência pra contribuir para a discussão e avaliação dos resultados encontrados.

Neste sentido, além da caracterização e contextualização geográfica da bacia do rio Paraíba do Sul, ao qual a área de interesse do presente relatório encontra-se relacionada, foram discutidos aspectos referentes aos diferentes usos consuntivos e não consuntivos, explorando-se ainda aspectos relacionados à qualidade da água. Além disso, e tendo-se por base as informações disponibilizadas pela CEIVAP através do portal SIGA WEB ([s.d]), tornou-se possível avaliar o balanço hídrico associado às áreas de atuação dos Comitês de Bacia relacionados ao rio Paraíba do Sul, bem como avaliar informações complementares associados à estruturas de saneamento existentes atualmente neste recorte. Essas últimas complementadas com informações do Censo 2010 (IBGE, 2010), que possibilitou a elaboração de um diagnóstico referente ao esgotamento sanitário domiciliar da bacia do rio Paraíba do Sul.

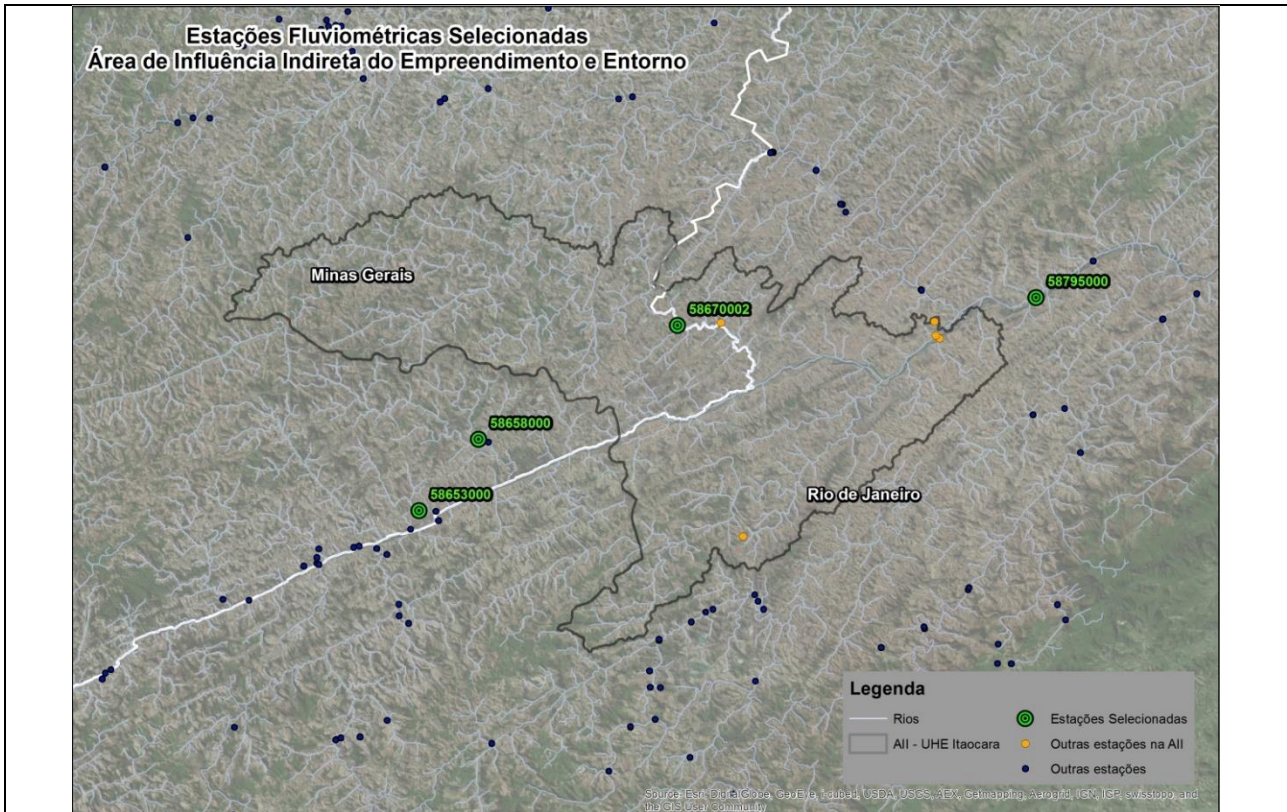
Já para o levantamento do regime fluvial e pluvial na AII do empreendimento e seu entorno, utilizaram-se os dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (2018) que estão relacionadas à Rede Hidrometeorológica Nacional. Verificou-se assim que, atualmente, a bacia do rio Paraíba do Sul conta com 1.165 estações fluviométricas ou pluviométricas em operação, sendo que na Área de Influência Indireta (AII), identificaram-se um total de 07 (sete) estações fluviométricas ou pluviométricas.

Entretanto, quando da consulta dos dados baseados em séries históricas, identificaram-se apenas 01 (uma) estação fluviométrica detentora de informações, sendo que esta encontra-se no rio Pirapitinga. Assim, com o intuito de se traçar um cenário das vazões nas porções à jusante e a montante das contribuições principais da bacia, optou-se pela utilização de três outras estações fora da AII. Neste sentido, a seguir, apresentam-se as informações de cada uma delas, bem como as suas localizações espaciais.

**Quadro 35: Estações fluviométricas na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaocara I e entorno.**

Código da Estação	Nome da Estação	Responsável	Localização <sup>4</sup>		Intervalo dos Dados
			E	N	
58653000	UHE ILHA DOS POMBOS (CANAL DE FUGA)	LIGHT	748241	7583531	01/01/2003–01/06/2004
58658000	VOLTA GRANDE	ANA	754421	7590881	01/07/1962–01/09/2018
58670002	FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	ANA	775006	7602666	01/06/1960–01/09/2018
58795000	TRÊS IRMÃOS	ANA	812097	7605559	01/08/1930–01/08/2018

Fonte: ANA, 2018.



**Figura 95: Localização das estações fluviométricas em relação à Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaocara I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.**

Da mesma maneira, a pesquisa referente às estações pluviométricas resultou na existência de duas estações pluviométricas na AII do empreendimento, sendo que apenas em uma delas (Estação Fazenda da Barra – Pirapetinga), verificou-se a existência de informações acerca das chuvas. Desta maneira, seguindo a metodologia para seleção das estações fluviométricas, selecionaram-se estações pluviométricas a jusante e a montante da AII. Assim, apresentam-se as informações das estações selecionadas, bem como das suas localizações espaciais.

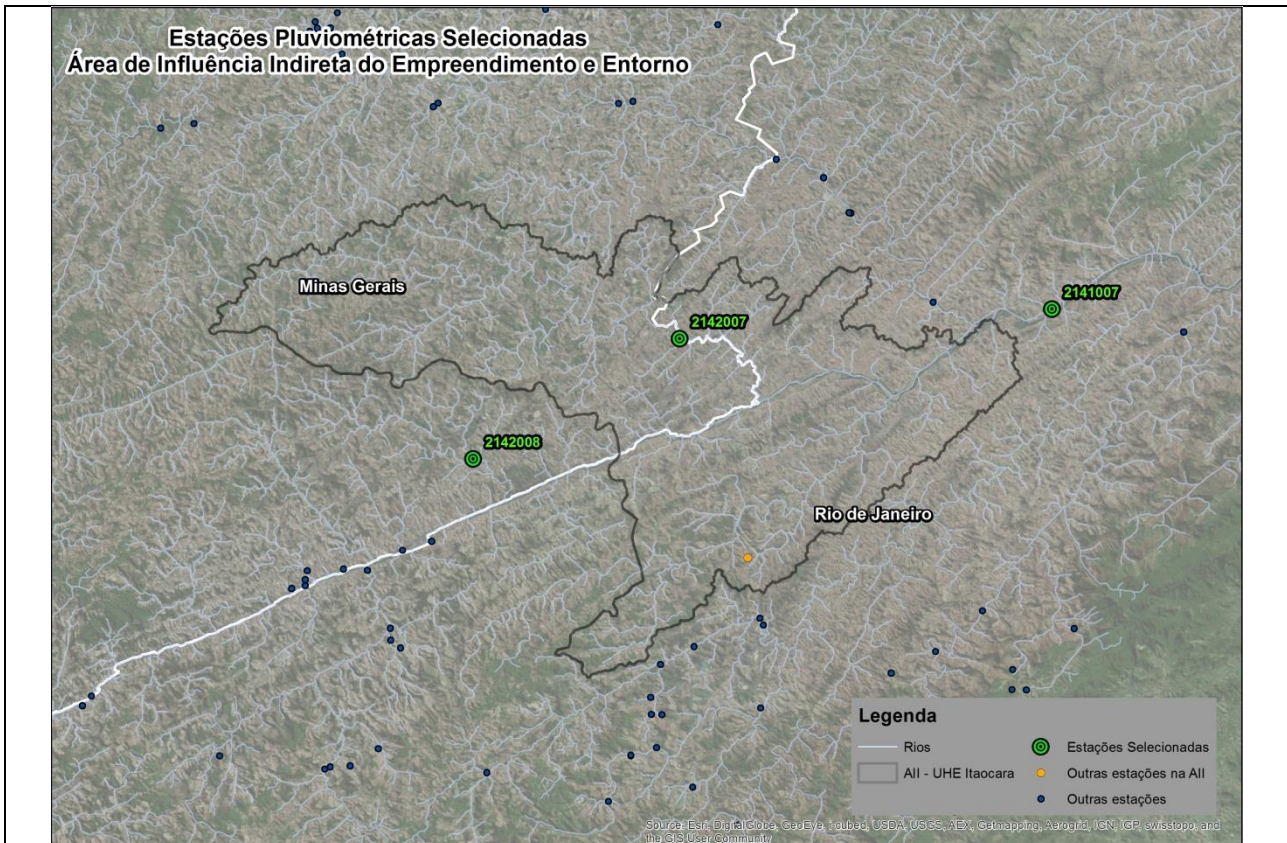
<sup>4</sup> Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.



**Quadro 36: Estações pluviométricas na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaocara I e entorno.**

Código da Estação	Nome da Estação	Responsável	Localização <sup>5</sup>		Intervalo dos Dados
			E	N	
2141007	TRÊS IRMÃOS)	ANA	812099	7605621	01/03/1943–01/11/2018
2142007	FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	ANA	775006	7602666	01/09/1960–01/11/2018
2142008	VOLTA GRANDE	ANA	754418	7590696	01/07/1962–01/11/2018

Fonte: ANA, 2018.



**Figura 96: Localização das estações pluviométricas em relação à Área de Influência Indireta (AII) da UHE Itaocara I. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.**

Em relação à qualidade da água, e tendo-se por base as estações da Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água (RNQA – ANA, 2015), identificaram-se estações inseridas dentro da Área de Influência Indireta do empreendimento, bem como, estações a montante e a jusante desta área, relacionadas ao rio Paraíba do Sul e seus afluentes. Essas estações, entretanto, são provenientes de diferentes órgãos e institutos, o que gera incomparabilidade de dados (já que, segundo a ANA, cada região utiliza diferentes critérios e parâmetros para análise da qualidade). Entretanto, a RNQA se apresenta como um dos principais braços do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA), sendo instrumento fundamental para a padronização dos dados coletados (centralizados na Agência Nacional de Águas).

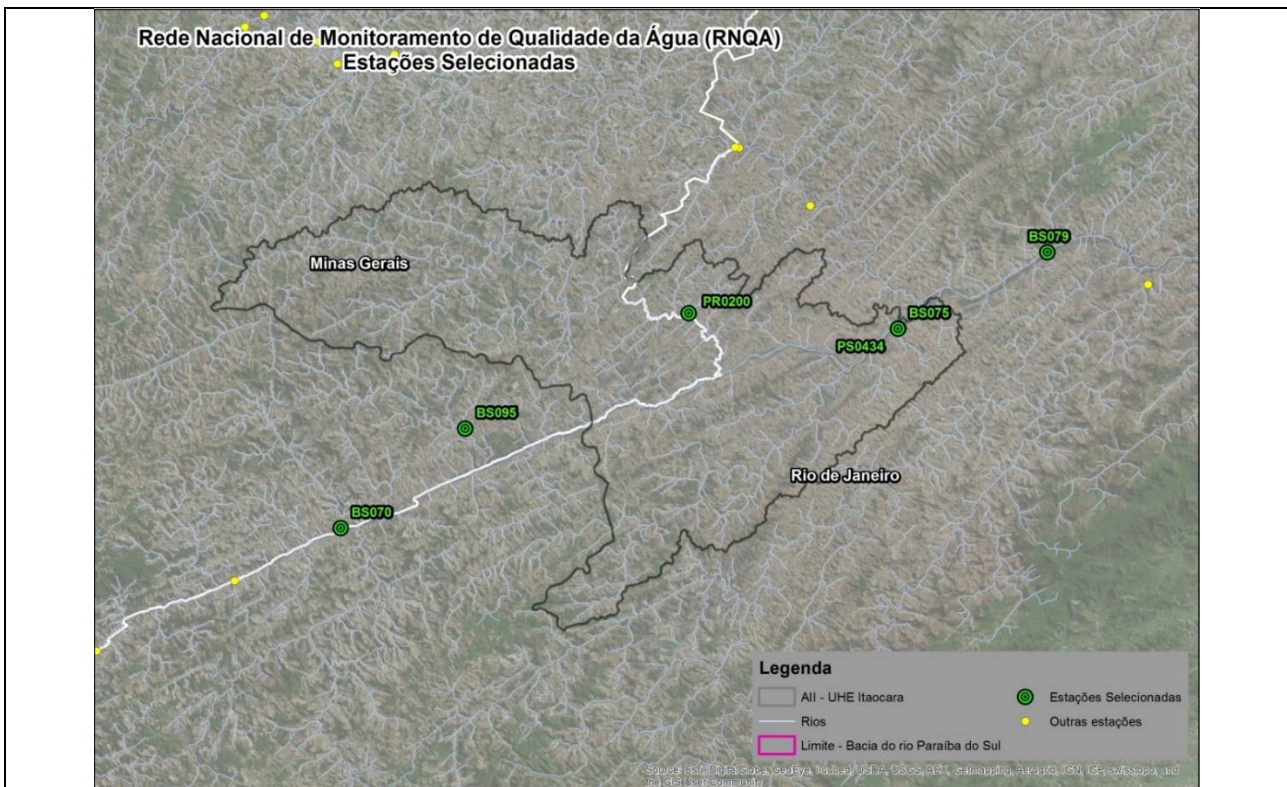
<sup>5</sup>Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.

Assim sendo, as seguintes estações foram selecionadas para a discussão referente a qualidade da água na AII do empreendimento em estudo (Quadro 37). A seguir, as mesmas estações foram espacializadas com o intuito de evidenciar a distribuição das estações existentes dentro e nas proximidades da AII (Figura 97).

**Quadro 37: Estações selecionadas na AII e proximidades – Qualidade da Água.**

Código da Estação	UF	Entidade Responsável	Corpos D'água	Localização <sup>6</sup>	
				E	N
PR0200	RJ	INEA	Rio Pirapetinga	779362	7602897
PS0434	RJ	INEA	Rio Paraíba do Sul	801893	7601252
BS070	MG	IGAM	Rio Paraíba do Sul	741997	7579885
BS075	MG	IGAM	Rio Paraíba do Sul	801855	7601229
BS079	MG	IGAM	Rio Paraíba do Sul	817902	7609417
BS095	MG	IGAM	Rio Angu	755381	7590539

Fonte: ANA, 2015.



**Figura 97: Estações selecionadas da Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água<sup>7</sup> (RNQA). Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018 e AGEVAP, 2015.**

É importante se destacar que, para os dados referentes aos usos consuntivos e não consuntivos, utilizaram-se os dados provenientes da Plataforma SIGA Web da CEIVAP. Esses dados, entretanto, nas discussões literárias consultadas, encontravam-se articulados com os limites de atuação dos Comitês de Bacia, limites estes que se apresentam de maneira um pouco mais abrangentes do que os limites correlacionados aos divisores topográficos que delimitam a bacia do rio Paraíba do Sul. Assim optou-se por, para esta discussão

<sup>6</sup> Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.

<sup>7</sup> A estação PS0434 e a estação BS075, apesar de apresentarem coordenadas distintas, são muito próximas entre si. Desta maneira, na Figura 97, ambas estão representadas pelo mesmo ponto devido a escala de análise.



em particular, representar os dados com os dois limites em questão<sup>8</sup>, favorecendo o entendimento das informações disponibilizadas.

### 10.3 - CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Tendo por base a Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003, que estabelece a divisão do país em diferentes Regiões Hidrográficas (RH)<sup>9</sup> observa-se a existência de 12 (doze) RHs no país. De acordo com a Resolução, a Região Hidrográfica Atlântico Sudeste é:

*“Constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho Sudeste, estando limitada ao norte pela bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná e ao sul pela bacia hidrográfica do rio Ribeira, inclusive”.*

Assim, observa-se que geograficamente a bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se inserida nesta região. A seguir, apresenta-se um esquema identificando as diferentes Regiões Hidrográficas do país, conforme apresentado na Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003.



### 10.4 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E SUA REDE HIDROGRÁFICA

A bacia do rio Paraíba do Sul, localizada na Região Sudeste do país (estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro), apresenta uma área drenante da ordem de 55.972 km<sup>2</sup>. Conforme apresentado pelo Plano de

<sup>8</sup> Os limites da bacia do rio Paraíba do Sul e os limites de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica atuantes na região.

<sup>9</sup> Esta Resolução tem como um dos objetivos estabelecer uma organização territorial baseada na bacia hidrográfica como unidade de planejamento dos recursos hídricos.

Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul (CEIVAP, 2006), o rio Paraíba do Sul é formado a partir do encontro das águas dos rios Paraíba e Paraitinga, tendo seu comprimento total (adotando-se a nascente do Paraitinga) em mais de 1.110 km de extensão. A bacia, de acordo com o documento 'Bacia do Rio Paraíba do Sul: Livro da Bacia' (CEIVAP, 2001), apresenta:

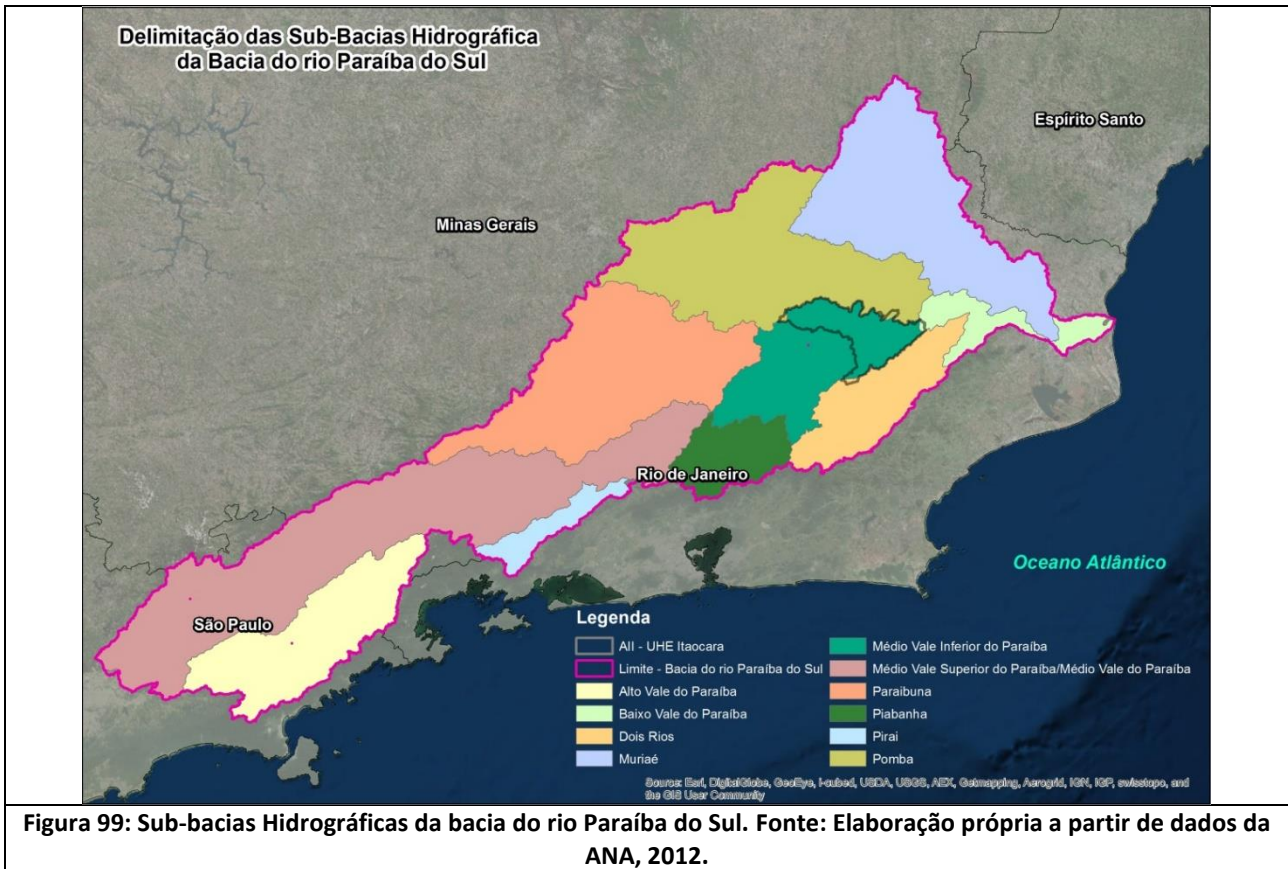
*“Forma alongada, com comprimento cerca de três vezes maior que a largura máxima, e distribui-se na direção leste-oeste entre as serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se em uma das poucas regiões do país de relevo muito acidentado, de colinoso a montanhoso, chegando a mais de 2.000m nos pontos mais elevados, onde se destaca o Pico das Agulhas Negras no maciço do Itatiaia, ponto culminante da bacia, a 2.787m de altitude.”*

Devido às suas características físicas (geomorfologia, topografia, geologia, entre outros), o rio Paraíba do Sul pode ser dividida em 4 trechos principais, sendo eles: o Curso superior, o Curso médio superior, o Curso médio inferior e o curso inferior (CEIVAP, 2001).

O trecho relacionado ao Curso Superior (estabelecido desde sua nascente até a cidade de Guararema, em São Paulo) apresenta uma extensão de aproximadamente 317 km com uma declividade média de 4,9 m/km, o que representa maiores amplitudes topográficas nesta região (CEIVAP, 2001). Já o Curso médio superior, cujo a extensão é de 208 km, apresenta uma modificação abrupta na paisagem de acordo com o documento. Isto porque *“nesse trecho, o rio é bastante sinuoso e meandrado, percorrendo terrenos sedimentares de grandes várzeas”* (CEIVAP, 2001, p.23). Consequentemente, por se apresentar enquanto um trecho mais rebaixado (quando comparado ao Curso superior), apresenta uma declividade média de apenas 0,19 m/km.

Por sua vez, o documento apresenta que o Curso médio inferior se estabelece entre Cachoeira Paulista (SP) e o município de São Fidélis (RJ) ao longo de 480 km de extensão e declividade média de 1,0 m/km. Por fim, o Curso inferior se estabelece desde a cidade de São Fidélis (RJ) até a foz, apresentando 95 km de extensão e declividade média de 0,22 m/km (CEIVAP, 2001, p.23).

A seguir, apresenta-se a delimitação das principais sub-bacias hidrográficas na área da bacia do rio Paraíba do Sul.



#### 10.4.1 - Afluentes Principais

Em relação aos seus afluentes principais, conforme apresentado pelo documento ‘*Bacia do Rio Paraíba do Sul: Livro da Bacia*’ (CEIVAP, 2001), os principais afluentes do rio Paraíba do Sul são, pela margem esquerda, os rios Jaguari, Paraibuna, Pirapetinga, Pomba e Muriaé e, pela margem direita, Bananal, Pirai, Piabanha e Dois Rios (Figura 100). A seguir podem-se elencar as características dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul (Quadro 38).

**Quadro 38: Características gerais dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul.**

Margem	Afluente	Comprimento (km)*	Declividade média (em graus)*
Esquerda	Jaguari	74,6	3,12
	Paraibuna	157,6	4,1
	Pirapetinga	200,8	4,19
	Pomba	280,2	3,5
	Muriaé	247,1	2,56
Direita	Bananal	44,2	95,7
	Pirai	97,7	5,04
	Piabanha	72,1	2,67
	Dois Rios	33,3	2,70

\*Informações baseadas a partir do arquivo “*Balanço Hídrico Quantitativo – 2018 – Prognóstico Q95 – Cenário Tendencial (COHIDRO)*”, disponibilizado via Sistemas de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (SIGA-Web) e o cruzamento com as informações do Modelo Digital de Elevação disponibilizadas pelo TOPODATA (INPE) (AGEVAP,2015).





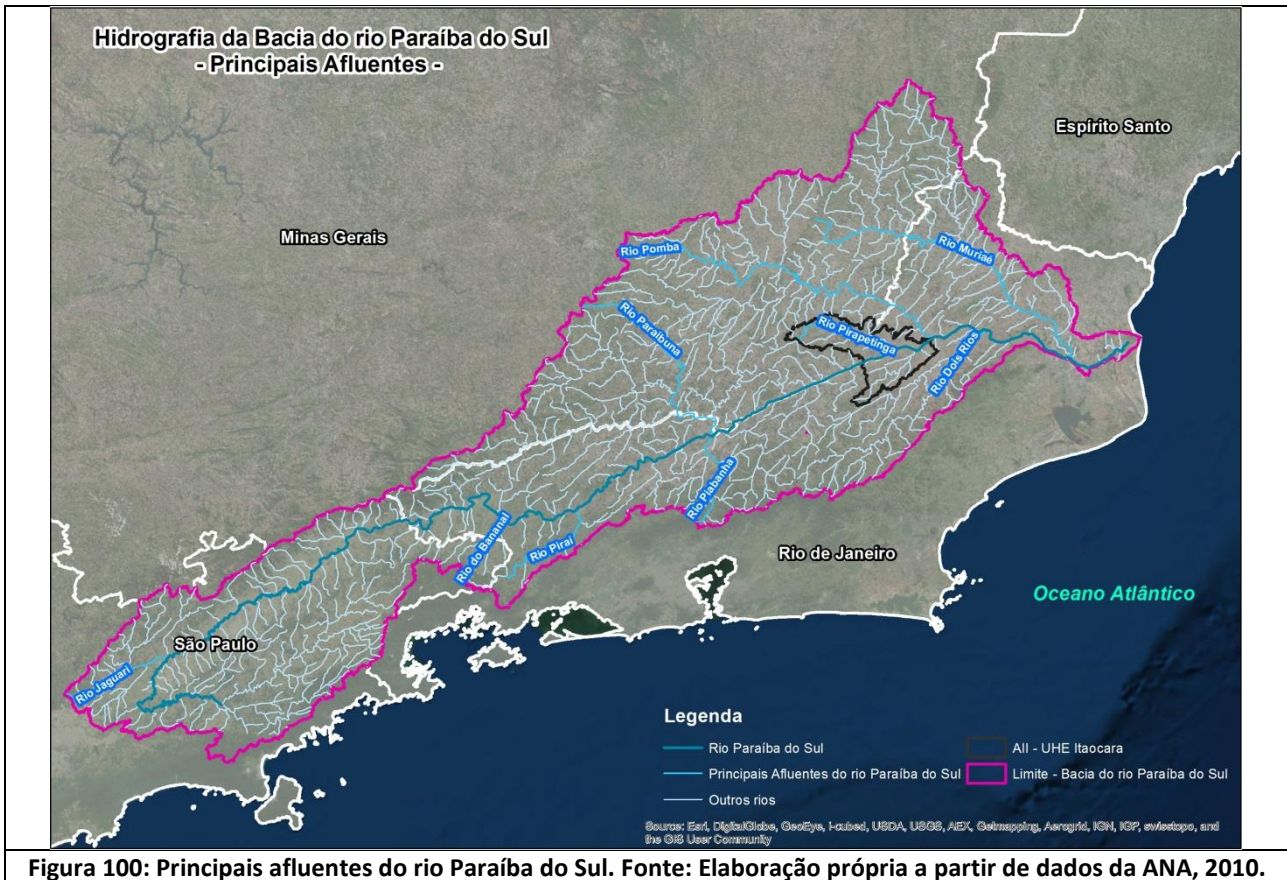


Figura 100: Principais afluentes do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2010.

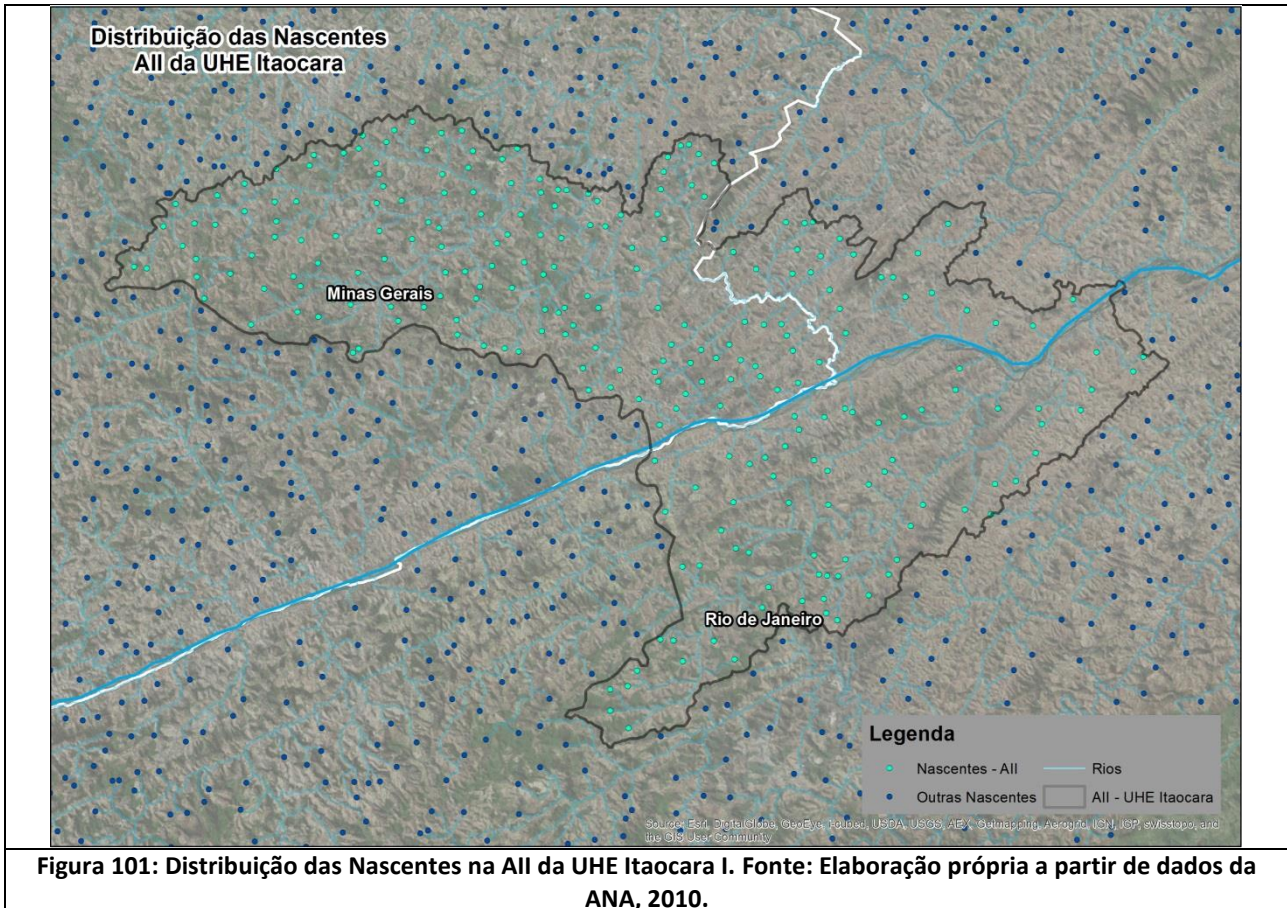
#### 10.4.2 - Distribuição das Nascentes

Outro fator interessante e que contribui para que se perceba a complexidade hídrica da bacia do rio Paraíba do Sul refere-se à distribuição das nascentes. Tendo-se por base a malha hidrográfica da bacia o rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2015), tornou-se possível o levantamento do número de nascentes por cada uma das sub-bacias. Em valores absolutos, chama a atenção a bacia do Médio Vale Superior do Paraíba/Médio Vale do Paraíba, que apresentam um total de 1.858 nascentes ao longo de suas porções territoriais. Merecem destaque, ainda, a Bacia do rio Muriaé (1.258) e a Bacia do rio Paraíbauna (1.160). Já a bacia do Baixo Vale do Paraíba apresenta apenas 175 nascentes (Quadro 39).

Quadro 39: Nascentes e densidade de nascentes por sub-bacia da Bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Nº de Nascentes	Densidade das Nascentes por Sub-bacia
Alto Vale do Paraíba	5.064,76	795	0,16
Médio Vale Superior do Paraíba/Médio Vale do Paraíba	13.343,57	1.858	0,14
Médio Vale Inferior do Paraíba	4.317,22	683	0,16
Baixo Vale do Paraíba	1.508,34	175	0,12
Rio Dois Rios	3.169,51	450	0,14
Rio Muriaé	8.191,13	1.258	0,15
Rio Paraíbauna	8.546,71	1.160	0,14
Rio Piabanha	2.059,47	222	0,11
Rio Pirai	1.096,2	145	0,13
Rio Pomba	8.576,35	1.695	0,20

Entretanto, como as bacias possuem dimensões diferenciadas, optou-se também pelo levantamento da densidade de nascentes em cada uma das sub-bacias existentes. Assim, e tendo-se por base o quadro supracitado, observa-se que a bacia do rio Pomba é aquela que apresenta a maior densidade de nascentes por km<sup>2</sup> entre todas as sub-bacias. As demais, orbitam com valores heterogêneos, variando entre 0,13 e 0,16, sendo a exceção a bacia do rio Paraibuna, que conta com um valor relativamente inferior às demais (0,11). Na All do empreendimento, por sua vez, identificaram-se a existência de 369 nascentes. Estas nascentes podem ser visualizadas a partir da Figura 101.



#### 10.4.3 - Regime Fluvial da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Quando se avaliam os regimes fluviais da bacia, torna-se importante verificar a vazão média de longo termo, que por sua vez está relacionada com a disponibilidade hídrica superficial. Assim, esses valores representam uma relação direta entre a vazão média existente da bacia e a área de drenagem. Esta relação é importante pois entende-se que quanto maior a bacia, tão maior tende a ser a vazão encontrada na mesma. A adoção da vazão média de longo termo contribui, portanto, para possíveis equiparações entre as mesmas.

Conforme apontado nos estudos dos impactos de novas transposições de vazões na bacia do Rio Paraíba do Sul a partir do relatório 'Avaliação dos Impactos de Novas Transposições de Vazão no rio Paraíba do Sul – Estudos Hidrológicos' (AGEVAP, 2013), verifica-se que a disponibilidade hídrica média da bacia é da ordem de 13,5 L/s.km<sup>2</sup>. Entretanto, esse valor apresenta grandes variações ao longo da bacia devido a múltiplas características físico-climáticas que corroboram para tal variação. Neste sentido, a partir das informações apresentadas pelo documento supracitado, observa-se que essas vazões encontram valores máximos na



bacia do rio Piabanha (26,6 L/s.km<sup>2</sup>) e valores mínimos no Médio Vale do Paraíba (8,15 L/s.km<sup>2</sup>), conforme pode ser observado no quadro a seguir.

**Quadro 40: Vazões com permanência de 95% no tempo e vazões médias de longo período**

Sub-bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Vazão Específica (L/s/km <sup>2</sup> )	
		QMLT (m <sup>3</sup> /s)	QMLT (l/s.km <sup>2</sup> )
Alto Vale do Paraíba	4.272	16,5	7,75
Médio Vale Superior do Paraíba	9.093	17,1	6,43
Médio Vale do Paraíba	4.965	8,15	2,7
Médio Vale Inferior do Paraíba	4.335	18,7	7,50
Baixo Vale do Paraíba	2.174	13,5	5,45
Rio Dois Rios	3.150	13,8	5,05
Rio Muriaé	8.177	12,4	3,11
Rio Paraibuna	8.574	21,4	9,53
Rio Piabanha	2.061	26,6	9,08
Rio Piraí	1.126	22,3	7,81
Rio Pomba	8.585	15,4	5,86

Fonte: AGEVAP, 2013.

#### 10.4.3.1 - Regime Fluvial e Pluvial na All e entorno

Conforme exposto no item referente aos aspectos metodológicos, a seleção das estações de monitoramento na All do empreendimento (e seu entrono), corroboram para um entendimento mais particularizado do regime fluvial e pluvial encontrado na área de interesse.

Assim, quando se observam os dados históricos (Quadro 41), verifica-se que a estação Volta Grande apresenta os valores de menor vazão das 04 (quatro) estações selecionadas. Isto porque esta estação relaciona-se diretamente com o rio Angu, rio este que é tributário do rio Paraíba do Sul. Apesar de a vazão média ser, entre 1962 e 2018, da ordem de 5,28 m<sup>3</sup>/s, a máxima já atingiu 463,07 m<sup>3</sup>/s no ano de 2007.

Outra estação que apresenta características similares é a estação da Fazenda da Barra, no rio Pirapetinga. Também tributário do rio Paraíba do Sul, a vazão média entre os anos de 1960 e 2018 é da ordem dos 7,11 m<sup>3</sup>/s, apresentando uma vazão máxima média no intervalo de tempo supracitado de 23,20 m<sup>3</sup>/s. Ambas as estações, apesar dos volumes considerados baixos para a bacia, são importantes para a dinâmica hídrica do próprio rio Paraíba do Sul.

Pode-se ainda verificar o papel regulador de vazão das barragens existentes ao longo do próprio rio Paraíba do Sul. A estação UHE Ilha dos Pombos demonstra que a vazão média encontrada entre os anos de 2003 e 2004 são equivalentes às vazões médias mínimas e as vazões médias máximas encontradas nesta porção da área da influência. Apesar deste sistema regulador de vazão, quando se observam os dados da série histórica da estação Três Irmãos, percebe-se que a vazão média encontrada entre os anos de 1930 e 2018 é da ordem de 603,72 m<sup>3</sup>/s. Apesar destes valores, verifica-se que no passado (1931, 1943 e 1947) foram verificadas médias da ordem de 2.452,6 m<sup>3</sup>/s, o que representa o grande volume de águas aportado neste recorte do Paraíba do Sul.

**Quadro 41: Vazões Mínimas, Médias e Máximas das estações fluviométricas selecionadas.**

Nome da Estação	Vazão Média Mínima(m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média Máxima (m <sup>3</sup> /s)
UHE ILHA DOS POMBOS	105,11	105,77	106,72
VOLTA GRANDE	3,00	5,28	19,40
FAZENDA DA BARRA	3,83	7,11	23,20
TRÊS IRMÃOS	395,52	603,72	1.014,34

Fonte: ANA , 2018.

Em relação aos dados pluviométricos, a partir dos dados apresentados no Quadro 42, observa-se, de maneira geral, certa heterogeneidade dos valores encontrados. Apesar disto, é importante que se destaque que a estação Fazenda da Barra (Pirapetinga) apresenta valores ligeiramente maiores das demais estações em todos os parâmetros analisados. Esses valores contribuem diretamente para que se perceba a importância das chuvas nas recargas hídricas do rio Pirapetinga, que por sua vez deságua no rio Paraíba do Sul. Merece destaque que, nesta estação, identificam-se maiores números médios de dias de chuva, o que corrobora para a ocorrência de uma maior pluviosidade total média nesta estação.

**Quadro 42: Pluviosidade Máxima Média, Total Média e número de dias de chuva das estações pluviométricas selecionadas.**

Nome da Estação	Pluviosidade Máxima Média(mm)	Pluviosidade Total Média(mm)	Nº médio de dias de chuva
TRÊS IRMÃOS	30,16	90,23	8,07
FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	32,62	101,82	8,47
VOLTA GRANDE	31,59	99,86	7,86

Fonte: ANA, 2018.

#### 10.4.3.2 - Regime Fluvial Sazonal na All e entorno

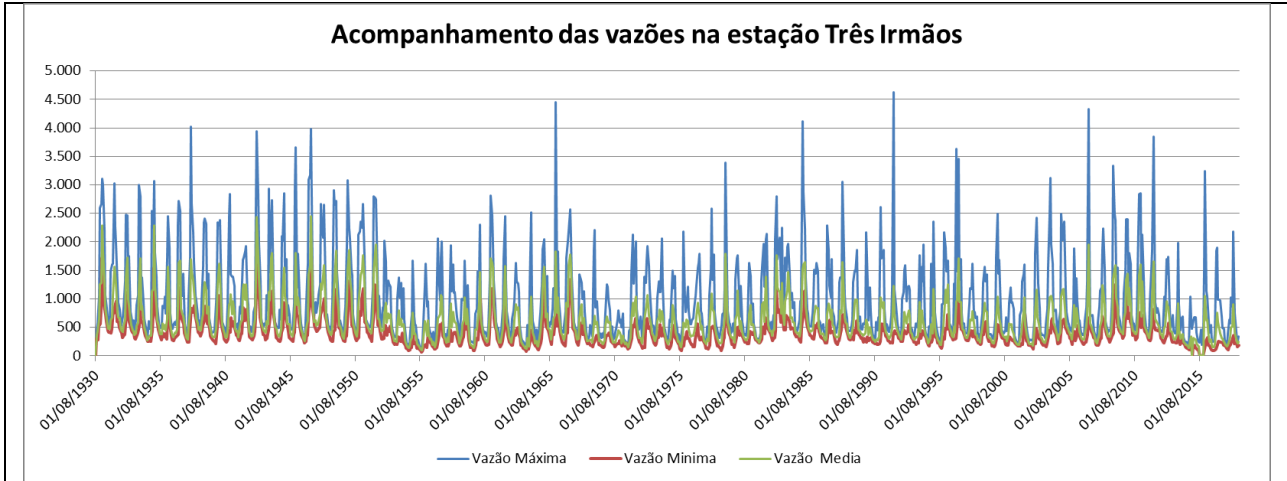
Apesar das vazões máximas, mínimas e médias apresentadas no item anterior, torna-se interessante observar o comportamento das mesmas ao longo do tempo. A variação sazonal, por sua vez, está associada a uma série de condicionantes, sejam eles de ordem antrópica ou não, que corroboram para a oscilação de cenários. A identificação destes padrões estão diretamente correlacionadas à gestão hídrica. Isto porque, podem influenciar diretamente sobre as outorgas concedidas ao longo do tempo. Assim, a partir da adoção das estações fluviométricas selecionadas (ANA,2018), foram elaborados gráficos representativos das vazões máximas, médias e mínimas no intervalo associado a cada uma das estações<sup>10</sup>.

Verifica-se que a estação Três Irmãos apresenta valores muito mais elevados, como já mencionado anteriormente, devido à sua localização (rio Paraíba do Sul), enquanto as demais apresentam valores bem mais baixos, pois se apresentam como estações alocadas em rios afluentes. Apesar da observação de picos referentes à vazões máximas identificadas nos períodos analisados, quando se verificam os valores referentes as vazões médias, observa-se que os cenários tendem a ser muito mais homogêneos ao longo das diferentes linhas temporais em todas as estações.

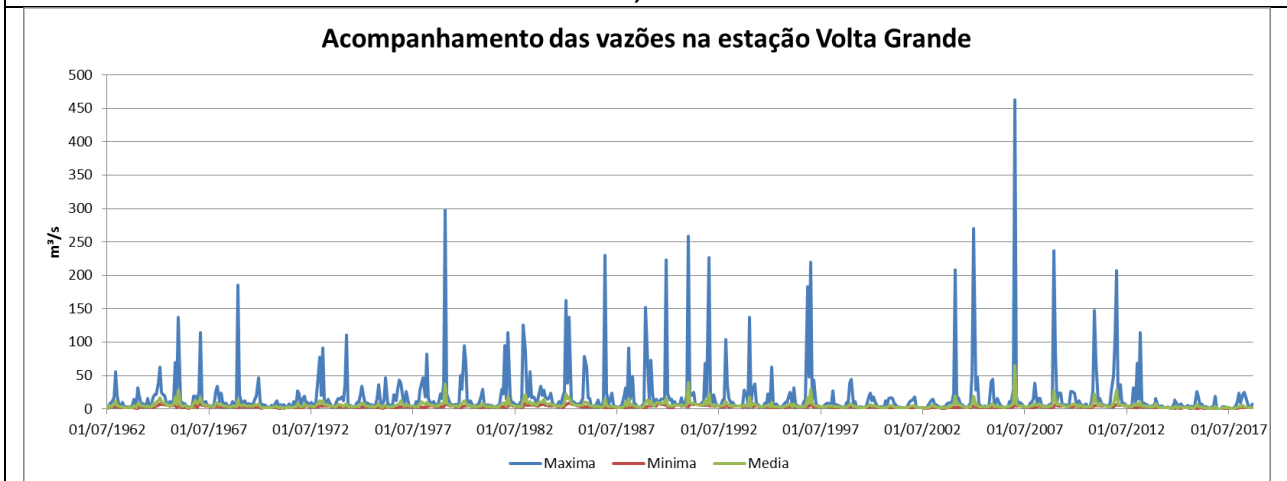
Cabe, entretanto, salientar para a estação Três Irmãos, que a vazão média entre as décadas de 30 e 50 do século XX, apresentaram valores geralmente maiores quando da comparação dos anos subsequentes. Já na

<sup>10</sup> A estação da UHE ILHA DOS POMBOS não foi considerada para a elaboração dos gráficos devido a janela temporal dos dados existentes sobre a mesma.

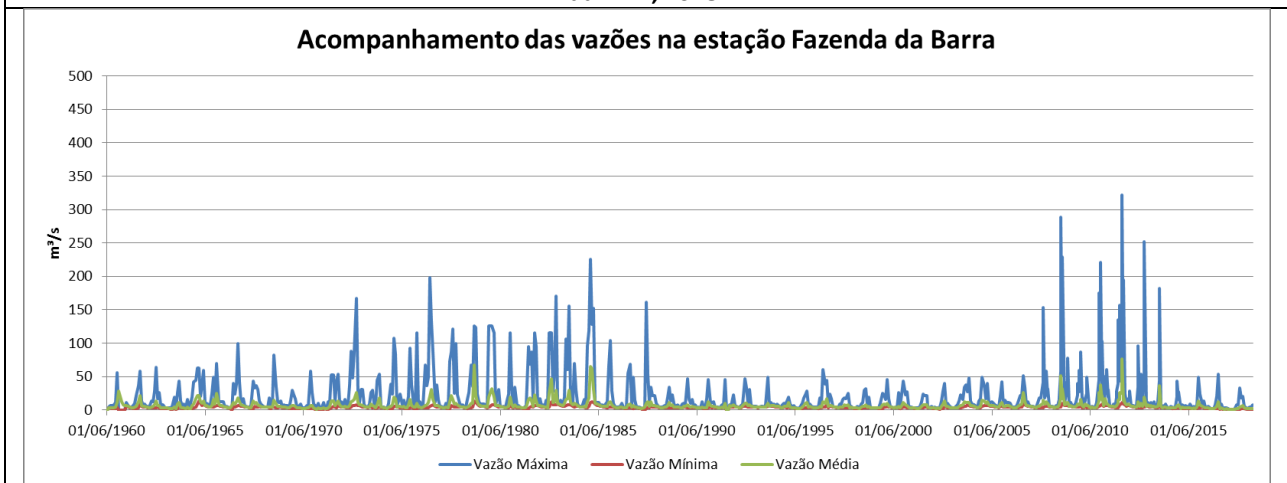
estação Fazenda da Barra, chamam a atenção os períodos relacionados ao intervalo de tempo entre os anos de 1977 e 1985 (aproximadamente) e entre os anos de 2004 e 2012.



**Figura 102: Acompanhamento das vazões na estação Três Irmãos.**Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018.



**Figura 103: Acompanhamento das vazões na estação Volta Grande.**Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018.



**Figura 104: Acompanhamento das vazões na estação Fazenda da Barra.** Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA, 2018.



#### 10.4.4 - Estudos Hidrológicos

##### 10.4.4.1 - Vazões Médias Mensais Naturais e Artificiais

Os dados para obtenção das séries de vazões médias mensais das usinas que compõe o Sistema Elétrico Brasileiro foram tidos com base no disponibilizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro (ONS) em março de 2016, com extensão das séries até dezembro de 2014.

A reconstituição da série de vazões médias mensais naturais e, no caso da UHE Itaipava I, também as artificiais, foram disponibilizadas em março de 2016, com mesma extensão das séries até dezembro de 2014.

Estas séries serão utilizadas na continuidade dos estudos, haja visto a consistência dos estudos contratados pelo ONS, sua representatividade das condições hidrológicas e interferências humanas e sua aceitação pela ANEEL no âmbito da aprovação deste projeto.

As vazões características médias máximas e mínimas mensais referentes às séries de vazões médias mensais naturais e artificiais são apresentadas nos quadros abaixo.

**Quadro 43: Vazões médias mensais naturais – Mínimos, médios e máximos. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
MIN	412	286	383	415	263	244	220	183	186	167	262	287	287
MED	1.131	1.133	1.064	775	548	459	387	331	336	399	542	816	660
MAX	2.161	2.396	2.708	1.267	821	1.431	785	560	1.049	1.003	1.089	1.513	1.126

**Quadro 44: Vazões médias mensais artificiais – Mínimos, médios e máximos. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
MIN	262	190	255	282	178	163	147	123	119	107	173	190	194
MED	935	939	870	590	388	323	269	228	232	275	388	632	506
MAX	1.946	2.181	2.493	1.069	633	1.244	607	394	863	818	899	1.298	937

##### 10.4.4.2 - Vazões Máximas

Foi realizada a análise estatística das vazões máximas dentro de diferentes cenários. Após avaliação dos estudos estatísticos desenvolvidos, adotou-se os valores de vazões máximas estimadas para o período de dados exclusivamente do posto Anta entre os anos de 1931 a 1969, por representarem as condições naturais do rio no trecho, sem a operação de reservatórios a montante, neste que é o posto fluviométrico mais próximo do sítio da UHE Itaipava I e com maior histórico de dados, seguindo a metodologia proposta pela ANA. Os resultados são apresentados no quadro abaixo.

**Quadro 45: Vazões máximas consideradas para a UHE Itaipava I. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

Tempo de Retorno (anos)	Instantânea (m <sup>3</sup> /s)
2	2.495
5	3.392
10	3.986
25	4.736
50	5.293
100	5.846
1.000	7.671
10.000	9.493

O resultado da vazão de projeto do vertedouro foi muito próximo daquele apresentado no Edital do Leilão da UHE Itaipava I ( $Q=9.530 \text{ m}^3/\text{s}$ ), o qual foi aprovado pela Resolução ANA n. 1404 de 26 de novembro de 2013. Desta forma será mantida a vazão de projeto de  $9.530 \text{ m}^3/\text{s}$ , conforme definição da ANEEL.

#### 10.4.4.3 - Vazões Máximas de Estiagem

Os estudos de vazões máximas de estiagem consideraram, dentre outros aspectos, as vazões observadas entre os meses de maio a outubro, calculando as vazões máximas instantâneas por meio de critérios técnicos. Foram utilizados os dados do posto fluviométrico Anta para o período entre 1931 e 1969. Os resultados são apresentados no quadro abaixo.

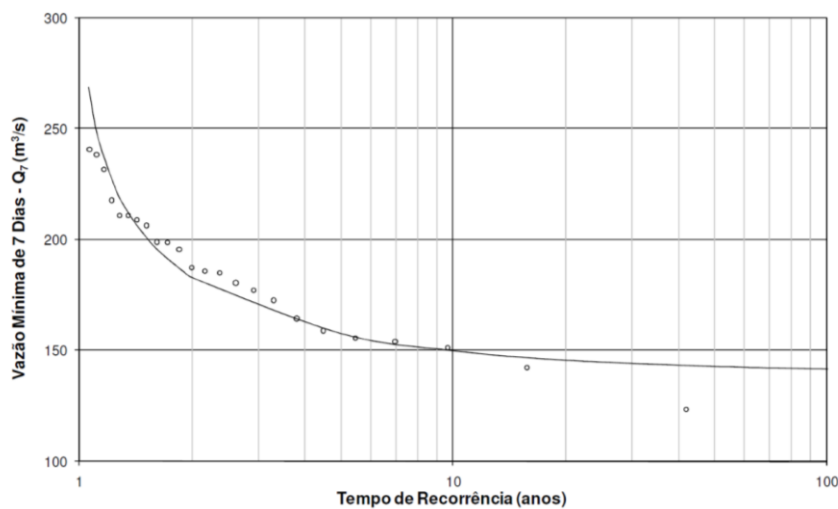
**Quadro 46: Vazões máximas de estiagem consideradas para a UHE Itaipava I. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

Tempo de Retorno (anos)	Máxima Diária ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Instantânea
2	568	634
5	760	849
10	887	990
15	959	1.070
20	1.009	1.126
25	1.047	1.169
50	1.166	1.302
100	1.284	1.434

#### 10.4.4.4 - Vazões Mínimas

Para determinação das vazões mínimas, especialmente aquelas correspondentes a média de sete dias consecutivos e 10 anos de retorno ( $Q_{7,10}$ ) do aproveitamento, o projeto básico da VLB Engenharia (2016) referenciou o exposto no projeto básico anterior (SPEC, 2014).

Feito o processamento de dados necessário para estimar as vazões mínimas com sete dias de duração ( $Q_7$ ), relacionando-a em função do tempo de recorrência, obteve-se o gráfico abaixo, o qual apresenta o valor da  $Q_{7,10}$  de  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Figura 105: Frequência de vazões médias de sete dias no Rio Paraíba do Sul no local da UHE Itaipava I. Fonte: SPEC, 2014, apud VLB Engenharia, 2016.**

## 10.5 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO AO RESERVATÓRIO

### 10.5.1 - Área de Drenagem e Perímetro

A área de drenagem corresponde à projeção em um plano horizontal da superfície contida entre os divisores topográficos de uma bacia, sendo um dado fundamental para caracterização do potencial de um empreendimento hidrelétrico, pois traduz a capacidade de captação de água. Já o perímetro, este representa o comprimento total do contorno da bacia.

O quadro abaixo apresenta os valores da área de drenagem e do perímetro obtidos para o barramento.

**Quadro 47: Área de Drenagem e Perímetro. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Perímetro (km)	1.548,60

### 10.5.2 - Índice de Conformação

O índice de conformação superficial ou fator de forma é um parâmetro determinado pela relação entre a área de uma bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso d'água desde a seção de referência até a cabeceira mais distante, no divisor de águas, sendo que sua expressão é indicada abaixo:

$$Kf = \frac{AD}{L^2}$$

Onde:

Kf – Índice de conformação ou fator de forma (adimensional)

AD – Área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>)

L – Comprimento do curso d'água principal (km)

O índice de conformação relaciona a forma da bacia com um retângulo e, quanto maior o seu valor, maior a potencialidade de ocorrência de picos de enchentes elevados, sob a perspectiva de que se a bacia for estreita e longa, menor será a chance de um evento de chuva intensa cobrir toda a área em questão.

O quadro abaixo apresenta os valores obtidos para o índice de conformação da bacia correspondente ao eixo do local do aproveitamento, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção.

**Quadro 48: Índice de conformação da bacia correspondente ao eixo do local do aproveitamento e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Comprimento do curso d'água principal (km)	787,00
Índice de Conformação (Kf)	0,05

O valor do índice de conformação obtido para a UHE Itaipava I é considerado baixo. Isso significa que, não contando com a interferência de outros fatores, há menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão, se comparada com uma área de mesmo tamanho, mas com maior fator de forma, e, conseqüentemente, um menor tempo de resposta a essa chuva, resultando em menor tendência de cheias elevadas.

### 10.5.3 - Índice de Compacidade

A relação do perímetro de uma bacia hidrográfica e a circunferência do círculo de área igual à da respectiva bacia constitui o índice de compacidade. Desde que outros fatores não interfiram, valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados, sendo que a proximidade do valor 1 indica bacia circular e, conseqüentemente, maior potencialidade de ocorrência de picos elevados de cheias, uma vez que em uma bacia hipotética circular, os escoamentos de um grande número de afluentes alcançariam ao mesmo tempo o exutório.

Para uma bacia qualquer, chamando de P o seu perímetro e C a circunferência do círculo de área igual à da bacia, tem-se que:

$$Kc = 0,28 * P \sqrt{AD}$$

Onde:

Kc – Índice de Compacidade (adimensional)

P – Perímetro da bacia (km)

AD – área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>)

O quadro abaixo apresenta os valores obtidos para o índice de compacidade, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção. O valor obtido traduz um intervalo de tempo comparativamente elevado para que todos os afluentes possam contribuir com a vazão no exutório da bacia da UHE Itaipava I, resultando em um local pouco sujeito a enchentes.

**Quadro 49: Índice de compacidade e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Perímetro (km)	1.548,60
Kc	2,36

### 10.5.4 - Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas, porque apresenta relação inversa com a extensão do escoamento superficial. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

$$Dd = LtAD$$

Onde:

Dd – Densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>)

Lt – Comprimento total dos cursos d'água da bacia (km)

AD – Área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>)

Embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

O quadro abaixo apresenta o valor da densidade de drenagem, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção. O valor do índice de densidade de drenagem resultante é baixo, assim indicando certo grau de represamento. Conseqüentemente pode-se esperar uma resposta não muito rápida aos eventos de cheia.

**Quadro 50: Densidade de drenagem e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Comprimento total dos cursos d'água (km)	6.581,00
Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,20

#### 10.5.5 - Extensão Média do Escoamento Superficial

Esta característica representa a extensão média que uma gota de água percorreria até encontrar a calha mais próxima. Considerando que a área de drenagem possa ser representada de maneira retangular, o comprimento total dos cursos d'água representariam o lado L deste quadrado. A extensão média é calculada pela seguinte fórmula:

$$l = AD4Lt$$

Sendo:

AD – Área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>)

Lt – Comprimento total dos cursos d'água da bacia (km)

l – Extensão média do escoamento superficial (km)

O quadro abaixo apresenta o valor da extensão média do escoamento, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção. O valor de 1,28 obtido confirma a baixa densidade de drenagem, uma vez que os dois fatores são inversamente proporcionais.

**Quadro 51: Extensão Média do Escoamento e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Comprimento total dos cursos d'água (km)	6.581,00
l – Extensão média do escoamento superficial (km)	1,28

#### 10.5.6 - Declividade

A declividade, de forma genérica, é determinada a partir do perfil longitudinal, o qual é estabelecido em função das distâncias horizontais percorridas entre cada cota marcada no mapa topográfico, sendo que a média é obtida dividindo-se o desnível entre a nascente e a foz pela extensão total do curso d'água principal, conforme indicado na fórmula abaixo.

$$D = HL$$

Onde:

D – Declividade (m/m);

H – Desnível (m);

L – Comprimento do curso d'água principal no trecho (km).

A diferença de nível traduz a energia potencial disponível para o escoamento, fazendo com que a velocidade do escoamento de um rio dependa da declividade dos canais fluviais. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas de enchentes.

O quadro abaixo apresenta o valor da declividade para o trecho de interesse do rio Paraíba do Sul, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção.



**Quadro 52: Declividade para o trecho de interesse do rio Paraíba do Sul e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Desnível entre nascente e ponto da barragem (m)	1.513,85
Comprimento do curso d'água principal (km)	787,00
D (m/m)	0,002

### 10.5.7 - Tempo de Concentração

Segundo o "U.S. Bureau of Reclamation", tempo de concentração ( $t_c$ ) é o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na secção de saída. Para o cálculo do tempo de concentração da bacia envoltória do empreendimento utilizou-se a fórmula do *Soil Conservation Service*:

$$t_c = 0,95 * (L^3 H)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  – Tempo de concentração (h);

H – Desnível (m);

L – Comprimento do curso d'água principal no trecho (km).

O quadro abaixo apresenta o valor do tempo de concentração, bem como o valor dos parâmetros utilizados para a sua obtenção. O valor obtido encontra-se em conformidade com os demais parâmetros fisiográficos já apresentados anteriormente, e indica que a bacia apresenta, em média, cerca de 125 horas para chegar à contribuição máxima.

**Quadro 53: Tempo de concentração e parâmetros de cálculo. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Desnível entre nascente e ponto da barragem (m)	1.513,85
Comprimento do curso d'água principal (km)	787,00
$t_c$ (h)	125,38

### 10.5.8 - Resumo das Características Fisiográficas da Bacia

Conclui-se que a bacia da UHE Itaipava I está menos propensa a uma rápida resposta para cheias de pico, com uma densidade de drenagem pobre e conseqüente elevada extensão de escoamento superficial. O quadro abaixo apresenta o resumo das características fisiográficas da bacia com os valores obtidos para o barramento da UHE Itaipava I.

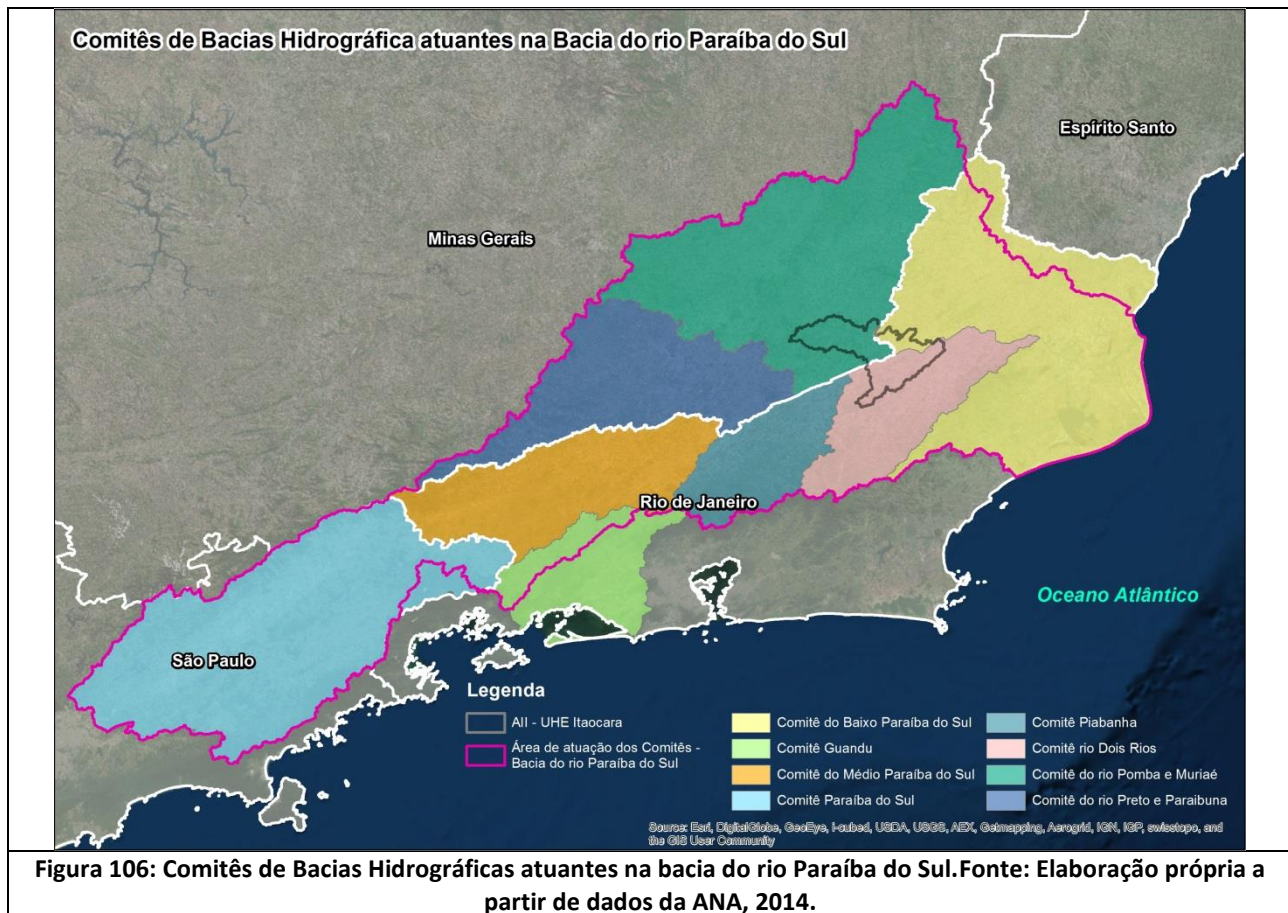
**Quadro 54: Características fisiográficas da bacia de contribuição da UHE Itaipava I. Fonte: VLB Engenharia, 2016.**

PARÂMETRO	VALOR
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	33.680,00
Perímetro (km)	1.548,60
Comprimento do curso d'água principal (km)	787,00
Comprimento total dos cursos d'água (km)	6.581,00
Desnível entre nascente e ponto da barragem (m)	1.513,85
Fator de Forma – Kf	0,05
Índice de Compacidade – Kc	2,36
Densidade de Drenagem - Dd (km/km <sup>2</sup> )	0,20
Extensão Média de Escoamento – I (km)	1,28
Declividade – D (m/m)	0,002
Tempo de Concentração – $t_c$ (h)	125,38

## 10.6 - COMITÊS DE BACIA ATUANTES NA REGIÃO

A bacia do Rio Paraíba do Sul, devido a sua localização geográfica (que abrangem diferentes estados brasileiros, sendo eles Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo), atualmente é dividida pelos Comitês de Bacia atuantes na região, sendo eles:

- Comitê Paraíba do Sul (SP)
- Comitê do rio Preto e Paraibuna (MG)
- Comitê Guandu (RJ)
- Comitê do rio Pomba e Muriaé (MG)
- Comitê do Médio Paraíba do Sul (RJ)
- Comitê Piabanha (RJ)
- Comitê rio Dois Rios (RJ)
- Comitê do Baixo Paraíba do Sul (RJ)



O Comitê Paraíba do Sul (CBH-PS), que se refere à porção da bacia do rio Paraíba do Sul localizada no estado de São Paulo, apresenta um área de atuação da ordem de aproximadamente 14.444 km<sup>2</sup>, tendo em seu território como rios principais os rios Paraibuna, Paraitinga, Jaguari, Una, Buquira/Ferrão, Embaú/Piquete, Bocaina e Pitangueiras/Itagaçaba (CBH-PS, [s.d.]).

No estado de Minas Gerais pode-se destacar na área da bacia do rio Paraíba do Sul, a atuação de dois CBH. O Comitê do Rio Preto e Paraíba possui uma área de atuação da ordem de 7.199 km<sup>2</sup> e possui como rios principais dentro de seu território o rio Preto e Paraíba, além do rio do Peixe, do rio Vermelho, do rio Bananal e do rio do Cágado. Já o Comitê do rio Pomba e Muriaé possui uma área de atuação de 13.521 km<sup>2</sup> tendo como rios principais, os seguintes: rio Pomba, rio Muriaé, rio Angu, rio Pirapetinga, rio Piau, rio do Pinho, rio Novo, rio Paraopeba, Ribeirão Ubá, rio dos Bagres, rio Pardo, rio Gavião e rio Glória.

Por fim, no estado do Rio de Janeiro, identificam-se a atuação de 5 Comitês de Bacias Hidrográficas diferentes. O Comitê de Bacia do Médio Paraíba do Sul, localizado nas porções centrais da bacia em análise, apresenta uma área de aproximadamente 6.427 km<sup>2</sup>. Alguns de seus principais rios são: o rio das Flores, o rio Piabinha e o rio Pirai. Também merece destaque o CBH Piabanha, localizado também na porção central da bacia do rio Paraíba do Sul e detentor de uma área de atuação de 3.465 km<sup>2</sup> e seus principais rios são o próprio rio Piabanha, o rio São Francisco, o rio Paqueta e o rio Calçado.

O Comitê rio Dois Rios, localizado nas porções mais a jusante da bacia do rio Paraíba do Sul, apresenta uma área de contribuição da ordem de 4.473 km<sup>2</sup>. É formada por rios como o rio Negro, o rio do Colégio, o ribeirão das Areias e o rio Grande. Já na porção mais a leste, região associada à área do estuário do rio Paraíba do Sul, observa-se a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul. Este comitê atua sob uma área de 13.499 km<sup>2</sup>. Nesta, estão presentes importantes rios locais/regionais como o rio Carangola, o rio do Imbé, o rio Macabu, o rio Muriaé, o córrego da Onça, o rio Pomba, o rio Preto e o rio Uraí.

Por fim, deve-se destacar o CBH do rio Guandu. Entretanto, este comitê não está relacionado exclusivamente aos limites da bacia do Rio Paraíba do Sul, já que parte do mesmo abrange trechos de rios que derivam suas águas diretamente para o Oceano Atlântico via Baía de Sepetiba (AGEVAP, 2018). Apesar de atuar em uma área da ordem de 3.713 km<sup>2</sup>, na bacia do rio Paraíba do Sul esta área de atuação é de apenas 1.016 km<sup>2</sup>. Nesta área estão presentes os rios do Braço, Guandu e Pirai.

Apesar das informações apresentadas, torna-se importante também contextualizar a área da atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas na Área de Influência Indireta do empreendimento. Neste sentido, ao observarmos a Figura 106, verifica-se que a AII da UHE Itaocara I está inserida nas áreas de três Comitês, sendo eles: o Comitê do rio Pomba e Muriaé, do Comitê rio Dois Rios e do Comitê do Baixo Paraíba do Sul

## 10.7 - USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA NA BACIA

A bacia do rio Paraíba do Sul é conhecida como uma das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras. Tal fato deve-se fundamentalmente à sua localização geográfica que abrange três dos mais povoados estados brasileiros (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais). Além disso, está inserida em uma área com elevado desenvolvimento industrial. Estes fatores, por sua vez, causam diversos problemas relacionados à disponibilidade hídrica, uma vez que se verificam grandes demandas de abastecimento de água para diversos usos.

Conforme apresentado pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das bacias afluentes (CEIVAP, 2014), observa-se a distribuição dos usos pelas áreas de atuação dos diferentes Comitês de Bacia atuantes na região (Quadro 55).

Verifica-se a centralidade de três usos principais, sendo eles: a Irrigação (que detém 41% das demandas totais da bacia), o abastecimento humano urbano (com 25,7%) e o industrial (com 25%). Entretanto, tais demandas não se estabelecem de maneira homogênea por toda a bacia, apresentando para diferentes unidades de planejamento/comitês, valores bastante variáveis. Um exemplo claro pode ser verificado diante da

centralidade que as áreas associadas ao CBH Paraíba do Sul e o CBH Médio Paraíba do Sul exercem sobre as demandas industriais. Juntos representam 59,2% de toda a demanda industrial da bacia em análise.

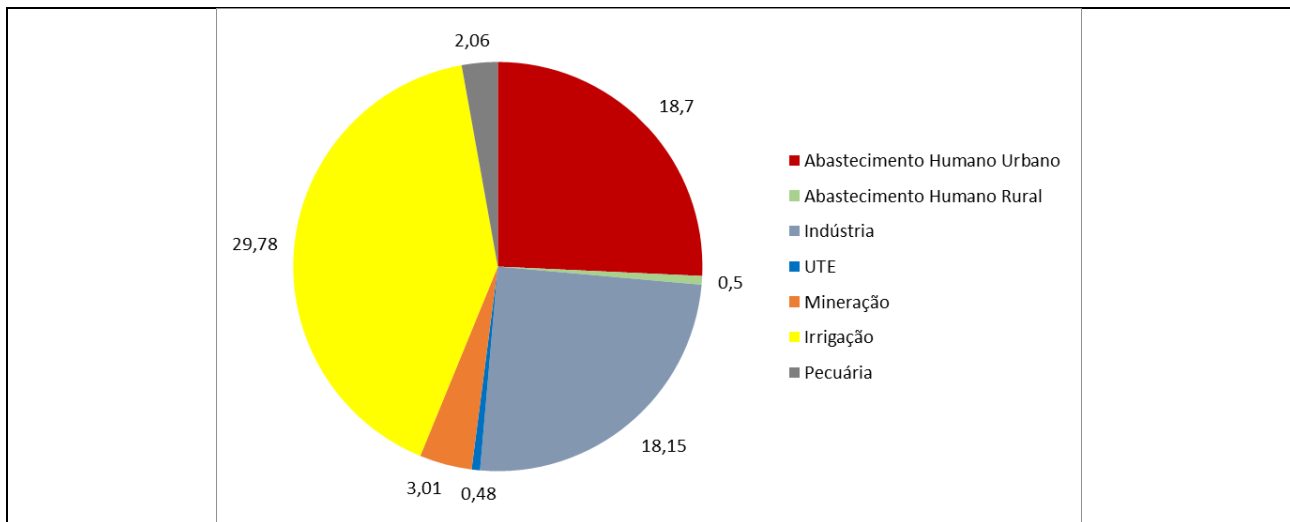
**Quadro 55: Demandas Hídricas (m<sup>3</sup>/s) por unidades de planejamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e tipologia de usuário.**

Unidades de planejamento / Comitê	Abastecimento Humano		Indústria	UTE	Mineração	Irrigação	Pecuária	Total
	Urbano	Rural						
CBH – Paraíba do Sul (SP)	8,64	0,12	5,13	0,14	1,72	4,46	0,40	20,61
CBH Médio Paraíba do Sul	2,51	0,04	7,21	0,14	0,12	0,69	0,21	10,93
CBH Guandu	0,33	0,01	0,24	-	0,01	0,02	0,03	0,65
CBH Preto Paraibuna	1,72	0,03	1,01	0,05	0,19	0,48	0,18	3,66
CBH Piabanha	1,38	0,05	0,59	0,00	0,03	6,37	0,08	8,50
CBH rio Pomba e Muriaé - COMPÉ*	1,66	0,11	1,50	0,10	0,23	3,01	0,50	7,10
CBH Rio Dois Rios*	0,70	0,05	0,44	-	0,21	3,47	0,17	5,03
CBH Baixo Paraíba do Sul*	1,77	0,10	2,03	0,04	0,51	11,27	0,49	16,20
<b>Total</b>	<b>18,70</b>	<b>0,50</b>	<b>18,15</b>	<b>0,48</b>	<b>3,01</b>	<b>29,78</b>	<b>2,06</b>	<b>72,67</b>

\*Comitês atuantes na Área de Influência Indireta da UHE Itaipava I.

Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das bacias afluentes (CEIVAP, 2014).

A seguir, apresenta-se na Figura 107, a distribuição das demandas hídricas por tipologia de usuário na bacia do rio Paraíba do Sul.



**Figura 107: Demandas Hídricas (m<sup>3</sup>/s) por tipologia de usuário na Bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEIVAP, 2014.**

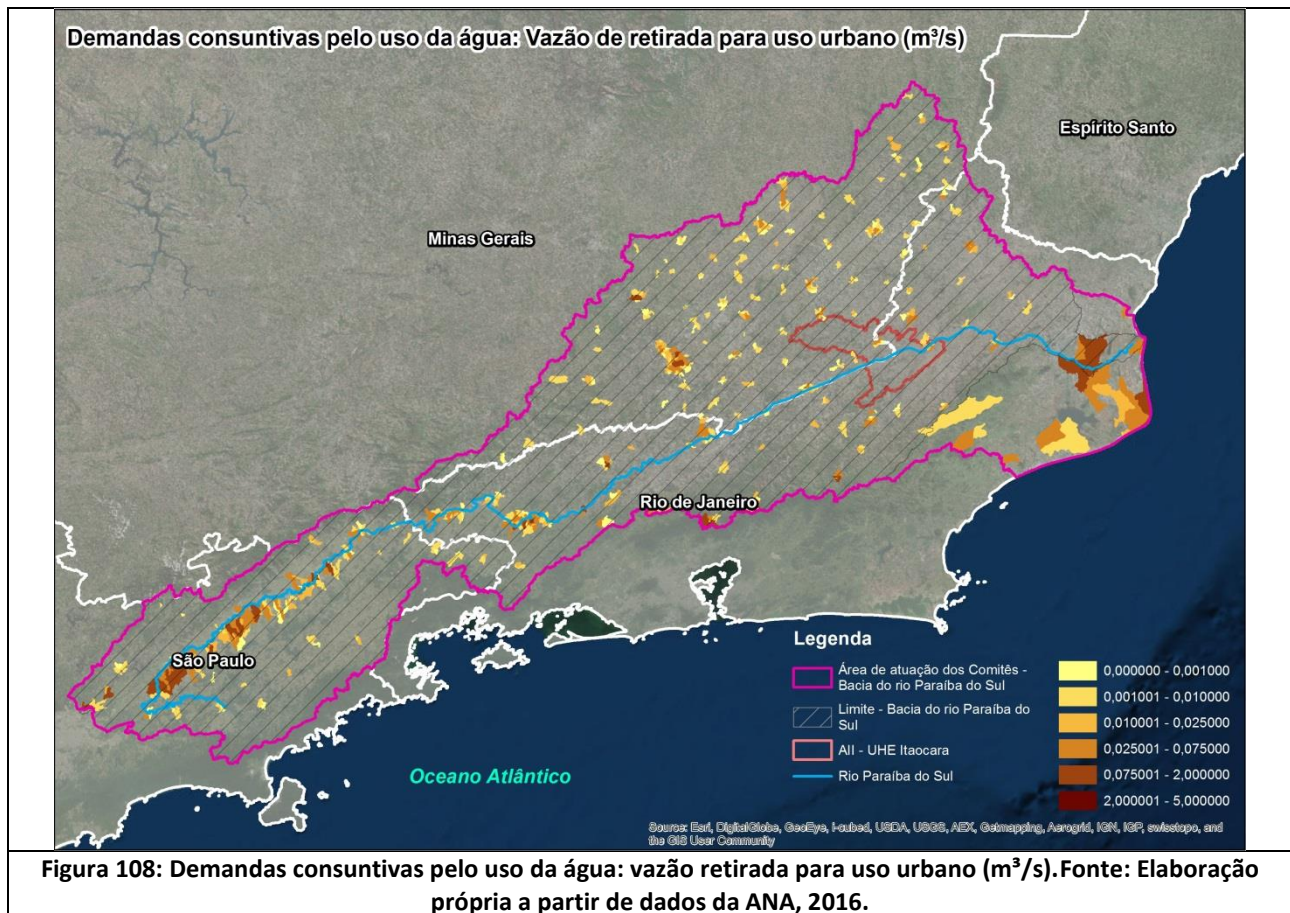
### 10.7.1 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Abastecimento Humano (Urbano e Rural)

Como exposto, múltiplos são os usos da água associados à bacia do rio Paraíba do Sul. Entretanto, como também já mencionado, a bacia se estabelece em uma área bastante povoada por estar inserida em estados populosos: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. No item anterior, pôde-se verificar a importância das demandas existentes na bacia para o abastecimento humano, em especial, urbano.



Neste sentido, quando da espacialização das demandas para o abastecimento humano por microbacias, observa-se claramente a maior preponderância nas áreas de atuação dos Comitês Paraíba do Sul (localizado nas porções superiores e a montante da bacia), do CBH Médio Paraíba do Sul e do CBH Baixo Paraíba do Sul. Além disso, as demandas são bem distribuídas na bacia seguindo a orientação do rio Paraíba do Sul, tendo em vista que as maiores aglomerações urbanas se estabelecem justamente ao longo deste.

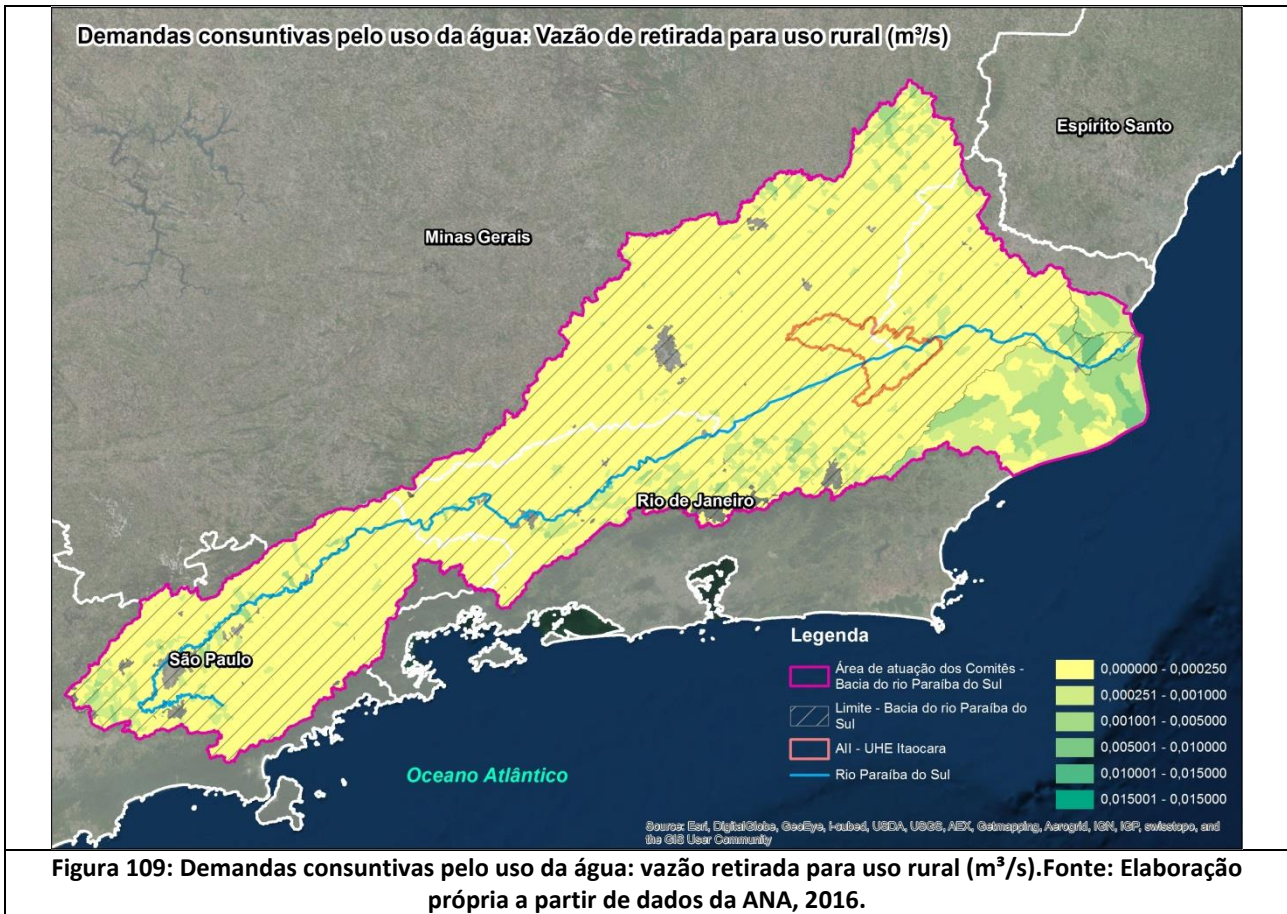
Quando da observação dos dados disponibilizados pelo SIGA-CEIVAP, na Área de Influência Indireta da UHE Itaocara I, verifica-se para o ano de 2013<sup>11</sup> que a demanda hídrica urbana foi da ordem de 0,09 m<sup>3</sup>/s. A seguir pode-se observar a distribuição desta tipologia de demanda na bacia como um todo (Figura 108).



Já as demandas hídricas para abastecimento humano rural, devido às baixas densidades populacionais destas áreas, observa-se uma redução abrupta dos dados apresentados. Além disso, verifica-se uma maior homogeneidade ao longo de toda a bacia do rio Paraíba do Sul, sendo a CBH Paraíba do Sul (na sua porção paulista), a CBH Compé e a CBH Baixo Paraíba do Sul aquelas com dados mais representativos (0,12 e 0,11 e 0,10 m<sup>3</sup>/s, respectivamente). Já em relação à AII do empreendimento em estudo, a demanda hídrica rural é da ordem de 0,021 m<sup>3</sup>/s (adotando-se como ano base o ano de 2013). A seguir pode-se observar a distribuição desta tipologia de demanda na bacia como um todo (Figura 109).

<sup>11</sup> De acordo com os metadados dos dados geográficos disponibilizados no SIGA-CEIVAP, a demanda humana considerou dados da estimativa populacional do IBGE com o ano base sendo 2013.





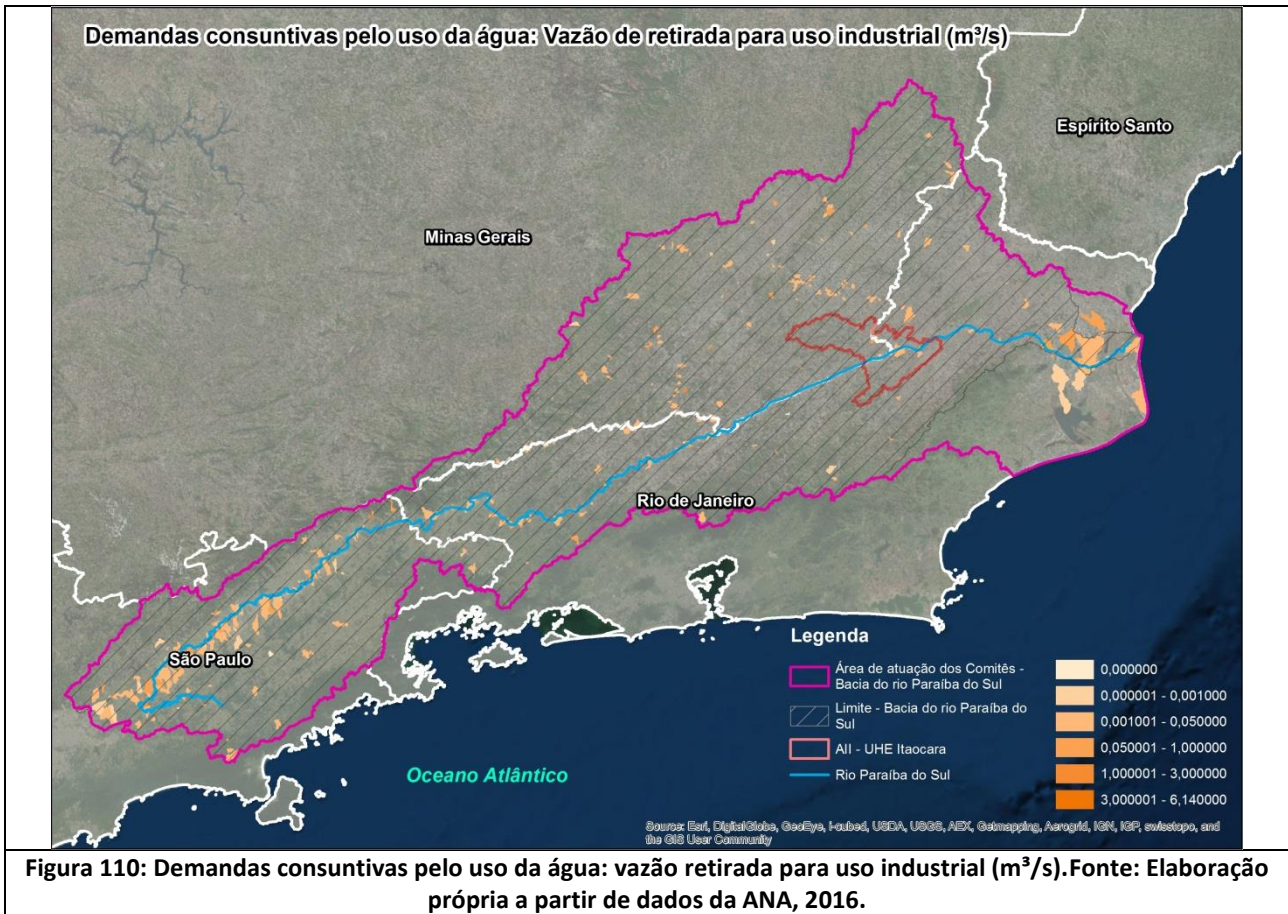
### 10.7.2 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Indústria

Como mencionado anteriormente, a indústria representa um grande consumidor regional devido, fundamentalmente, ao poderio econômico dos estados onde a mesma se insere. Apesar desta situação, observa-se certa heterogeneidade quando da consulta dos dados de demanda hídrica da indústria por CBH.

O que se verifica a partir do quadro anteriormente apresentado, é que a CBH Paraíba do Sul (em sua porção paulista), juntamente com a CBH do Médio Paraíba do Sul, representam 68% da demanda desta tipologia de usuários consumidores na bacia, estando ambas relacionadas a ambientes mais a montante. Enquanto isso, a CBH do Médio Paraíba do Sul demanda 7,21 m³/s e a CBH Paraíba do Sul (SP) demanda 5,13 m³/s<sup>12</sup>. Na AII da UHE Itaocara I, por sua vez, esta demanda é da ordem de 0,14 m³/s.

Os dados especializados referentes às demandas consuntivas pelo uso da água para uso industrial podem ser visualizados a partir da Figura 110.

<sup>12</sup>De acordo com os metadados dos dados geográficos disponibilizados no SIGA-CEIVAP, para o uso industrial, foram usadas as outorgas de uso dos recursos hídricos estaduais e federais até julho de 2014.



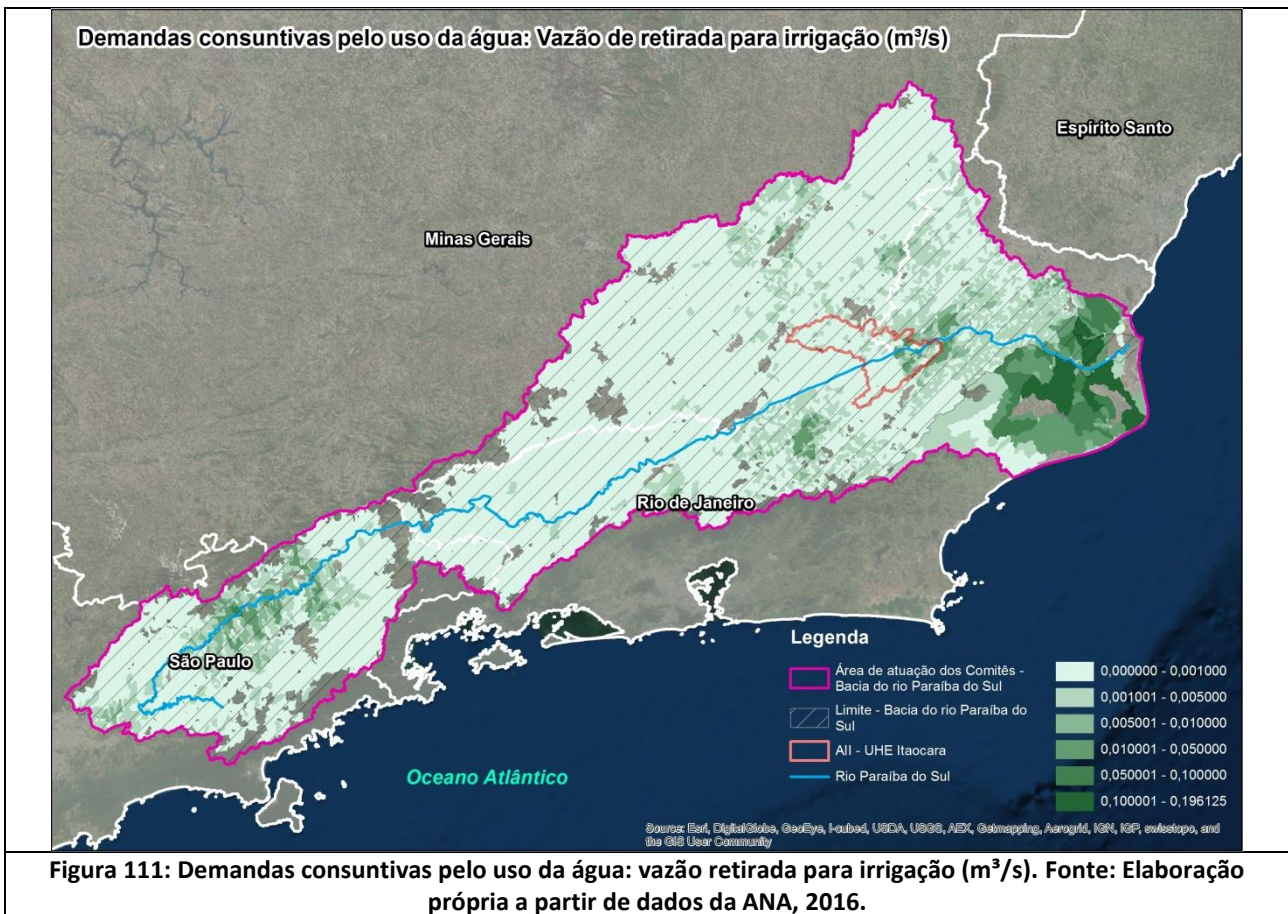
### 10.7.3 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Irrigação

O predomínio rural da paisagem na bacia do rio Paraíba do Sul promove, ao longo de seus domínios, usos associados a práticas que necessitam da irrigação para se sustentarem. Neste sentido, a região apresenta elevados valores no que tange a demanda hídrica para fins de irrigação, ora associado à agricultura, ora a pecuária.

Quando da visualização dos dados disponibilizados pelo CEIVAP (2014), verifica-se que esta atividade apresenta grande participação na demanda hídrica na área da bacia, com 41% do total. Entretanto, as áreas do CBH Paraíba do Sul (com 4,46 m³/s) e do CBH do Baixo Paraíba do Sul (11,27 m³/s) são aqueles que apresentam maior representatividade em relação a este tipo de uso, localizando-se em opostos geográficos (a primeira associada a porção no extremo oeste, no estado de São Paulo, e a segunda no extremo leste, no estado do Rio de Janeiro).

Na All do empreendimento verifica-se que a vazão média atrelada à demanda hídrica para usos associados à irrigação é da ordem de 0,45 m³/s, o que se configura como o uso mais importante dentre todos os demais na área de interesse do projeto. Na figura a seguir é possível identificar esta concentração das áreas dos CBH em relação às demais (Figura 111).



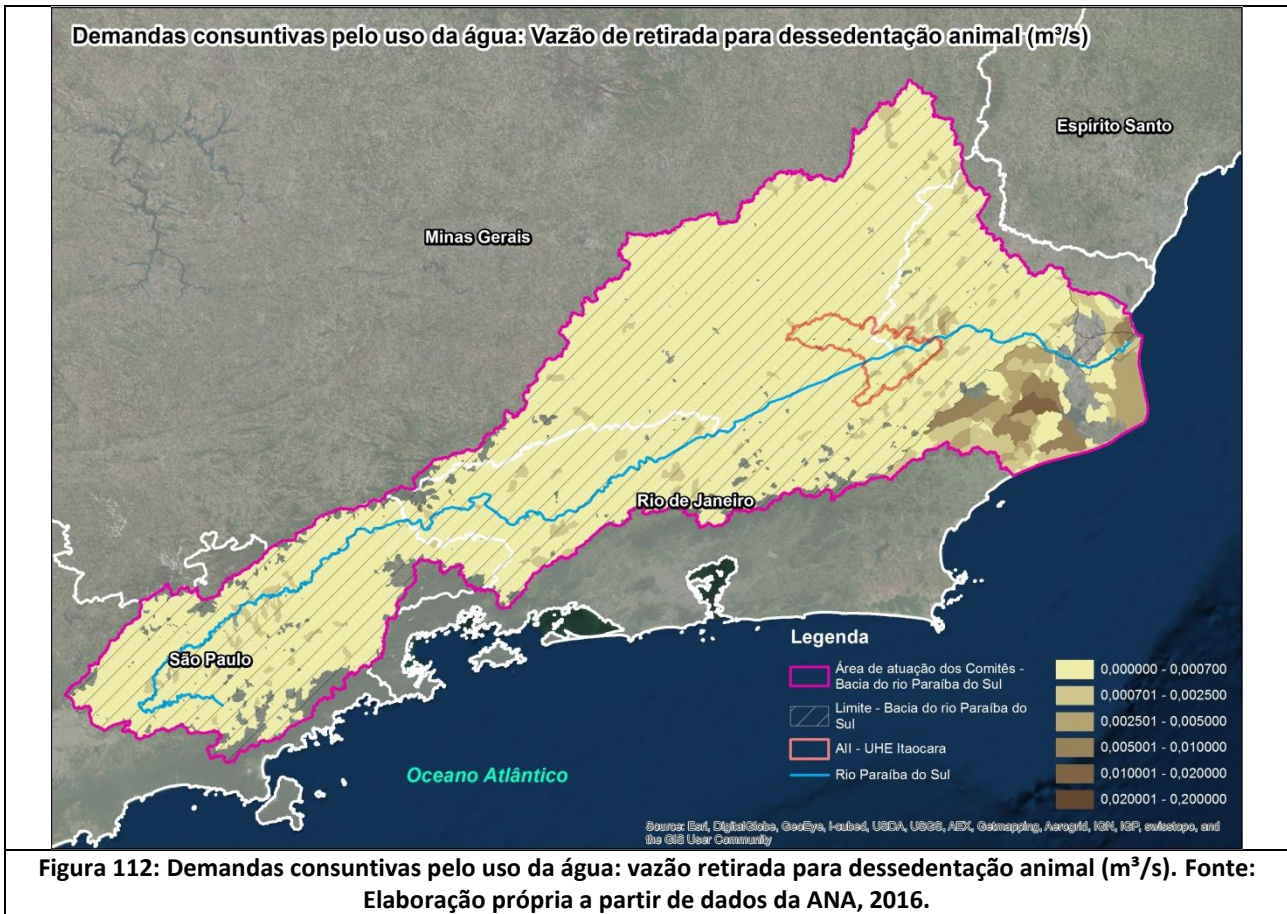


#### 10.7.4 - Usos da Água – Usos Consuntivos – Pecuária (Dessedentação Animal)

Em relação aos usos da água para atendimento das atividades pecuárias (dessedentação animal) verifica-se uma pequena expressividade quando da comparação desta com demais usos citados até o momento na bacia. Essa tipologia de demanda é responsável por 2,06 m³/s do total (2,8%). Quando se analisam os dados entre as áreas dos CBH atuantes na bacia, verifica-se maior representatividade dos números nas áreas das CBH Compé (0,5 m³/s), seguido pelo CBH Baixo Paraíba do Sul (0,49 m³/s) e CBH Paraíba do Sul (0,40 m³/s).

Chama atenção, no entanto, a baixa demanda hídrica desta tipologia na área da CBH Guandu, que apresenta valores da ordem de 0,3 m³/s. Por sua vez, na All da UHE Itaipava I a demanda hídrica para o uso em discussão é da ordem de 0,10 m³/s.

A seguir, pode-se visualizar a distribuição espacial do uso da água voltado para pecuária (dessedentação animal) a partir da Figura 112.



## 10.8 - USOS NÃO CONSUNTIVOS DA ÁGUA NA BACIA

Apesar dos usos apontados anteriormente, devem-se discutir outros usos dados a água que impactam no sistema hídrico local/regional, ainda que se estabelecendo enquanto usos não consuntivos.

### 10.8.1 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Energia Elétrica

Um dos principais usos não consuntivos da bacia do rio Paraíba do Sul refere-se à geração de energia elétrica a partir da existência de uma série de barramentos e usinas estabelecidas ao longo dos cursos d'água da região.

Conforme apresentado pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul (CEIVAP, 2006), no ano de 2006 eram apontadas 148 Usinas Hidrelétricas na bacia do rio Paraíba do Sul/Complexo Hidrelétrico de Lajes, sendo que destas 21 se encontravam em operação (Quadro 56).

**Quadro 56: Principais Usinas Hidrelétricas na Bacia do Paraíba do Sul e no Complexo Hidrelétrico de Lajes.**

Localização		Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Estágio	Concessionária
Bacia	Rio				
Do Peixe/Paraibuna/P.Sul	Sta. Bárbara	Privilégio	7,43	Inventário	Furnas
Grande/Dois Rios	Santo Antônio	Hans	0,11	Operação	CFLCL
	Bengala	Catete	1,62	"	CFLCL
	Negro	Chave do Vaz	0,7	Operação	CERJ
Guandu	Rib. das Lajes	Nilo Peçanha	380	Operação	Light

Localização		Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Estágio	Concessionária	
Bacia	Rio					
Muriaé/P.Sul	Rib. Bom Sucesso	Santa Cecília	0,42	Operação	CFLCL	
	Preto	Preto 4	1,2	"	CFLCL	
	Preto	Preto 1	9	Inventário	"	
	Glória	Cachoeira Esaú	7	"	"	
Novo/Pomba/ P.Sul	Carangola	Carangola	15	Projeto Básico	ELETRO RIVER	
	Piau	Piau	18	Operação	CEMIG	
Paraíba do Sul	Paraitinga	Paraitinga	11	Remanescente	CESP	
	Piabanha	Cedro	14,5	Inventário	"	
	Paraibuna	Santa Fé	30	"	"	
	Piabanha	Piabanha	8,6	"	"	
	Piabanha	Moura Brasil	19,8	Inventário	Furnas	
	Paraibuna	Marmelos 1-2	4	"	CEMIG	
	Paraibuna	Sobragi	60	Operação	Cia. Paraíba de Metais	
	Preto	Zelinda	16,39	Inventário	Furnas	
	Paraibuna	Monte Serrat	25	Projeto Básico	Valesul Alumínio S.A.	
	Paraibuna	Caldeirão	25	"	ELETOBRAS	
	Pomba	Monte Cristo	33	"	CFLCL	
	Pomba	Cataguases	27	Inventário	CFLCL	
	Grande/Dois Rios	Riograndina	6,8	Inventário	Valesul Alumínio S.A.	
	Grande/Dois Rios	Santo Antônio	7,2	Inventário	ELETOBRAS	
	Paraíba do Sul	São Fidélis	123	Inventário	Furnas	
	Muriaé	Miguel Ferreira	0,7	"	CFLCL	
	Muriaé	Patrocínio do Muriaé	11	Inventário	Furnas	
	Muriaé	Itaperuna	8,4	Inventário	Furnas	
	Calo	Calo	1,6	Inventário	ANEEL	
Paraibuna/P.Sul	S. Pedro	Ferreira Guimarães	4,41	Operação	"	
	Do Peixe	Tabuão	3	Inventário	Furnas	
	Do Peixe	Cotegipe	40	"	"	
	"	Fumaça	10	Viabilidade	Furnas	
	Preto	Santa Rosa 1	47,3	Inventário	Furnas	
	Cágado	Sarandira	7,51	Inventário	Furnas	
	Cágado	Sarandira	7,51	Inventário	Furnas	
Piabanha/P.Sul	Preto 2	Providência	29,7	"	"	
	Preto 2	Morro Grande (Areal)	20	Operação	CERJ	
	Fagundes	Ponte Fagundes	7,7	Inventário	Furnas	
Piraí	Do Braço	Lídice	3,5	"	"	
	Xopotó	Xopotó	15	Inventário	Furnas	
Pomba/P.Sul	Novo	Laje	17,8	Inventário	Hidrelétrica São Pedro Ltda.	
	Novo	Maurício	2,2	Operação	CFLCL	
Preto/Muriaé/ P.Sul	Fumaça	Coronel Domiciano	1,84	Operação	"	
Preto/Paraibuna/P.Sul	Preto/Paraibuna/P.Sul	Santana	Mato Limpo	8	"	CFLCL
	Paraibuna	Paraibuna	22	"	"	
	Paraibuna	Paraibuna/Paraitinga1	86	Operação	"	
	Paraíba do Sul	Santa Branca1	58	"	Light	
	Jaguari	Jaguari 1	28	"	CESP	
	"	Rio Jaguari	5	Remanescente	"	
	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	272	"	"	
	Una	Una	5	"	"	
	Saca Trapo	Isabel	3,2	Operação	Eletropaulo	
	Piagui	Sodré	0,6	"	"	
	Bravo	Bocaina	0,9	"	"	
	Paraíba do Sul	Funil	222	"	Furnas	
"	Coronel Fagundes	4,8	Operação	CERJ		



Localização		Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Estágio	Concessionária
Bacia	Rio				
	Paraibuna	São Firmino	10,3	"	"
	"	Joasal	8	"	"
	"	Paciência	4	"	"
	"	Vista Alegre	3,5	"	"
	"	Poço da Pedra	11,54	"	"
	"	Picada2	50	Projeto Básico	Cia.Paraibuna de Metais
	Paraibuna	Cabuí	18	Inventário	ELETOBRAS
	"	Barbosa	34,37	"	"
	"	Ponte	2,4	"	SIIF do Brasil Ltda.
	"	Capela	2	"	"
	"	Mello	10	Operação	Valesul Alumínio S.A.
	"	Resende	3	Projeto Básico	SIIF do Brasil Ltda.
	"	Bonfante	19	"	"
	"	Mar de Espanha	14,82	"	"
	"	São Jerônimo	26,98	"	"
	"	Santa Fé	67	"	"
	Paraíba do Sul	Anta	13	Projeto Básico	Furnas
	"	Simplicio	324,8	"	"
	"	Ilha dos Pombos	188	Operação	Light
	"	Itacara	195	Viabilidade	"
	Pomba	Ituerê	12	Inventário	CFLCL
	"	Ituerê	4,04	Operação	Furnas
	"	Bom Sucesso	10	Inventário	CFLCL
	"	Ponte I	24	Projeto Básico	"
	"	Palestina II	13	Projeto Básico	"
	"	Barra dos Carrapatos	8	Inventário	"
	"	Barra dos Carrapatos	8	Inventário	CFLCL
	"	Triunfo I	23	Projeto Básico	"
	Pinho	Ana Maria	1,2	"	"
	"	Guary	4,8	"	"
	"	Araci	18	"	"
	"	Nova Maurício	32,1	"	Furnas
	"	Barra do Braúna	39	Viabilidade	"
	"	Paraoquena	13,7	Inventário	Furnas
	"	Aperibé	7,2	"	"
	Tanque Grande/Dois Rios	Rio Tanque	68	Remanescente	CEMIG
	"	Novo Xavier	3	Inventário	ELETOBRAS
	"	Xavier	3,14	Operação	Furnas
	"	Santa Rosa II	30	Viabilidade	Furnas
	"	Sossego	11,3	Inventário	ELETOBRAS
	"	Fazenda Barra	13,1	"	Furnas
	"	Faz Cachoeira	13,5	"	"
	"	Saudade	11,7	"	ELETOBRAS
	"	Pimentel	7,4	"	"
	"	Euclidelândia	1,2	"	"
	"	Preto 3	0,5	"	"
	"	Preto 2	1	"	"
	"	Bicuiba	2,5	"	"
	"	S. Francisco do Glória	9,5	"	"
	"	Santa Cruz	9,8	"	"
	"	Glória	14,5	Operação	Valesul Alumínio S.A
	"	Cachoeira Encoberta	24	Projeto Básico	CFLCL
	"	Comendador Venâncio	5	"	"
	"	São Lourenço	5,9	Inventário	"
	"	Tombos	12	Projeto Básico	CERJ

Localização		Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Estágio	Concessionária
Bacia	Rio				
	"	Tombos	2,8	Operação	"
	"	Paraíso	7,2	"	"
	Paraíba do Sul	Chalé	19	"	ANEEL
	"	Lavrinhas	29	"	"
	"	Queluz	28,8	"	"
	Areias	Pouso Alegre	4,6	"	"
	Preto	Providência	5	"	"
	"	Poço Fundo	12	"	"
	Fagundes	Secretário	3,7	"	"
	Peixe	Água Fria	3	"	"
	Santa Bárbara	Monte Verde	4,6	"	"
	"	Santa Bárbara	4,6	"	"
	Paquequer	Conde D'Eu	9,6	"	"
	"	Batatal	3,3	"	"
	Aventureiro	Aventureiro	3	"	"
	Angu	Boa Vista	2,8	"	"
	"	Barrilha	2,3	"	"
	"	Foz do Angu	6	"	"
	Pomba	Bela Vista	10	"	"
	"	Estiva	8	"	"
	"	Cachoeira Alegre	11,6	"	"
	"	Baltazar	17,6	"	"
	Paraíba do Sul	Barra do Pomba	70	"	"
	"	Cambuci	50	"	"
	"	Malta	26,4	"	"
	Glória	São Pedro	5,8	"	"
	"	Mariano	5,1	"	"
	Muriaé	Aré	13	"	"
	"	São Joaquim	11	"	"
	"	Italva	8,8	"	"
	"	Braço	13,7	"	"
	"	Fazenda Santana	12	"	"
	"	Fontes Nova	132	Operação	"
	"	Lajes	60	Viabilidade	"
	"	Pereira Passos	100	Operação	"
	"	Paracambi	30	Projeto Básico	"

Fonte: Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico (SIPO/ELETOBRAS), Banco de dados da ANEEL, PDEE (2000-2009) e PDEE (2006-2015), apud CEIVAP, 2006.

Apesar dos dados referentes às usinas em operações indicadas no quadro anterior apresentarem um potencial hidráulico instalado da ordem de 994 MW, de acordo com o Plano decenal de expansão da energia elétrica (PDEE 2006-2015), o potencial hidrelétrico instalado na bacia do rio Paraíba do Sul era de 800 MW, enquanto que na bacia do rio Guandu era de 612 MW. Já em relação ao potencial termelétrico, a capacidade instalada era da ordem de 421 (na bacia do rio Paraíba do Sul) e 1.126 MW (na bacia do rio Guandu) para as duas bacias supracitadas. Além disso, se estabelece no PDEE 2006-2015 a ampliação da geração da energia elétrica em ambas as bacias, conforme pode ser visualizado a partir do Quadro 57.

**Quadro 57: Potencial Hidrelétrico e termoeletrico instalado e previsto nas bacias do rio Paraíba do Sul e Guandu.**

Potencial e Capacidade	Nível do Planejamento	Potencial Hidrelétrico (MW)	
		Paraíba do Sul	Guandu
Potencial Hidrelétrico	Instalado	800	612
	Previsto de 2006-2015	552	30
	Capacidade instalada até 2015	1.352	642
Capacidade Instalada e Planejada em Termoeletricidade	Instalado	421	1.126
	Previsto de 2006-2015	-	1.554*
	Capacidade instalada até 2015	421	2.620

\*Incluindo a UTE Sepetiba, a ser instalada em Itaguaí.

Fonte: AGEVAP, 2006.

### 10.8.2 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Turismo

De acordo com o Relatório Técnico da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2011) e Totti (2008) a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul não apresenta ainda grande expressividade para o uso da água ligada a atividades turísticas na região, tendo em vista que se verifica certa prioridade do uso voltado para atividades como geração de energia elétrica, abastecimento humano e uso industrial.

Apesar da pouca expressividade das atividades turísticas ligadas à água na região, atualmente, de acordo com o portal do CEIVAP ([s.d.]), o uso recreativo das águas está correlacionado principalmente com as porções serranas da bacia. Isto porque, de acordo com o Comitê, a prática da canoagem se estabelece em regiões mais escarpadas, propícias para o surgimento de cachoeiras. Conforme exposto no sítio da internet do Comitê (CEIVAP, s/d):

*“Na bacia do Paraibuna (MG-RJ), principalmente nos municípios situados na sub-bacia do rio Preto, as cachoeiras constituem o principal atrativo turístico. Uma nova modalidade de esporte, o rafting, vem sendo praticada no rio Paraibuna, entre o município de Levy Gasparian (RJ) e a confluência com o rio Paraíba do Sul, no município de Três Rios (RJ).”*

### 10.8.3 - Usos da Água – Usos Não Consuntivos – Navegabilidade

Apesar da importância da bacia do rio Paraíba do Sul, segundo o “Relatório Técnico – Bacia do Rio Paraíba do Sul – Subsídios às ações de melhoria da gestão 2011” (AGEVAP, 2011), não se verifica uma tradição da navegação no local. Assim, de acordo com o documento:

*“O rio Paraíba do Sul não apresenta boas condições de navegabilidade. Atualmente, somente o trecho inferior e o médio superior do rio são navegáveis. Historicamente, o rio Paraíba do Sul não registra forte tradição em transporte fluvial. Diante da construção da ferrovia e da Rodovia Presidente Dutra, que corre paralela ao rio, o transporte hidroviário e a navegação foram colocados em segundo plano.”*

O mesmo relatório apresenta, no entanto, algumas características nos trechos que detalham um pouco mais o potencial da atividade na região. Sendo assim, no quadro a seguir, pode-se visualizar algumas características e extensões de trechos potencialmente navegáveis.

**Quadro 58: Trechos potencialmente navegáveis na bacia do rio Paraíba do Sul**

Trecho	Característica
Da foz do rio Paraíba do Sul até São Fidélis	90 km de extensão e profundidade mínima de 2,80m em 90% do ano
Cachoeira Paulista a Caçapava	130 km de extensão, sendo navegável apenas na época de cheias (dezembro a abril)
Rio Muriaé – da foz até Cachoeira Machado	46 km de extensão e profundidade mínima de 2 m em 90% do ano
Rio Pomba – da foz até Santo Antônio de Pádua	15 km de extensão e profundidade mínima de 0,80 m em 90% do ano
Rio Paraibuna – de Juiz de Fora até Benfica	30 km de extensão, sendo navegável apenas na época de cheias (dezembro a abril)
Trecho Médio Superior – de Cachoeira Paulista a Guararema	280 km de extensão, com a navegação se restringindo fundamentalmente à embarcações turísticas

Fonte: AGEVAP, 2011.

É interessante que se destaque que tanto a porção associada à AII e a AID do empreendimento em estudo, não contemplam estas áreas potencialmente navegáveis. Entretanto, há de se salientar a existência na AID de um ponto de travessia por balsa entre as margens do rio Paraíba do Sul, que é apenas navegável quando o mesmo apresenta situação de cheia (“Balsa do Tico”, Localização: 21°44'30.82"S | 42°19'7.04"O).

## 10.9 - QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul é influenciada diretamente por múltiplos usos que se estabelecem ao longo da mesma, como já apresentado anteriormente. Entretanto, a observação da qualidade da água local apresenta-se como importante para que se verifiquem consequências (físicas e químicas) diretas sobre os corpos e cursos d’água a despeito dos diferentes usos definidos sobre os mesmos.

No *Volume III – Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico* do presente Estudo de Impacto Ambiental, são apresentadas informações detalhadas sobre os ecossistemas aquáticos e a qualidade da água na região de estudo, incluindo dados primários de campanha de levantamento de dados ocorrida em março de 2019, e portanto agrega informações ao abaixo exposto.

Adotando-se por base o Relatório da Situação da Bacia do Paraíba do Sul para o ano de 2018 (AGEVAP, 2018), tornou-se possível estabelecer o Índice de Qualidade das Águas (IQA) dos últimos três anos levantados para as estações de interesse:

*“As águas classificadas como “Ótima”, “Boa” e “Razoável” são apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público. Já as classificadas como “Ruim” ou “Péssima” não devem ser diretamente consumidas, pois são impróprias para o tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.”*

Neste sentido, a partir dos dados relacionados aos Índices de Qualidade da Água para os anos de 2016, 2017 e 2018 (Quadro 59), o que se percebe é um grande predomínio das águas estabelecidas como “Razoáveis”. Apesar da existência (em 2016) de uma avaliação considerada ruim para a estação alocada no rio Pirapetinga, verifica-se que o dado levantado é muito próximo da faixa de classificação “Razoável”, podendo o mesmo ser dito da estação PS0434, que apresenta uma classificação para o ano de 2017 um pouco acima da faixa limítrofe entra a classificação “Razoável” e “Boa”.

**Quadro 59: Qualidade da Água nas estações selecionadas na AII e proximidades em 2016, 2017 e 2018.**

Código da Estação	UF	Corpos D'água	IQA - 2016	IQA - 2017	IQA – jul/2018
PR0200	RJ	Rio Pirapetinga	49,1	-	68,0
PS0434	RJ	Rio Paraíba do Sul	67,5	72,0	64,0
BS070	MG	Rio Paraíba do Sul	62,8	64,0	60,0
BS075	MG	Rio Paraíba do Sul	69,2	68,0	67,0
BS079	MG	Rio Paraíba do Sul	63,6	63,6	63,4
BS095	MG	Rio Angu	59,9	55,5	56,2

**LEGENDA:**

Faixas de IQA MG/RJ	Ótima 91 - 100	Boa 71 - 90	Razoável 51 - 70	Ruim 26 - 50	Péssima 0 – 25
------------------------	-------------------	----------------	---------------------	-----------------	-------------------

Fonte: Adaptado de Relatório da Situação da Bacia do Paraíba do Sul para o ano de 2018 (AGEVAP, 2018).

Como já informado anteriormente, esta situação possui relações profundas com o contexto demográfico/produtivo da região, já que a mesma apresenta, além de um grande número de povoados que contribuem para os lançamentos de rejeitos nos corpos d'água, também um número expressivo de empresas/indústrias, atraídas pela centralidade econômica regional.

Quando da verificação dos dados disponibilizados pela ANA (Indicadores de Qualidade de Água – 2001 a 2016) para as referidas estações, pôde-se realizar o levantamento das médias das variáveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total e Turbidez para o ano de 2016<sup>13</sup> (Quadro 60).

Assim, em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L), variável que condiciona a quantidade de oxigênio necessário no ambiente para a total depuração da matéria orgânica presente no corpo d'água, observa-se que a estação PR0200 (associado ao rio Pirapetinga) apresenta valores bem superiores aos demais encontrados, enquanto as demais estações associadas ao rio Paraíba do Sul apresentam valores similares, variando apenas 0,01 mg/L na estação BS095. Esta situação aponta para a maior deterioração do rio Pirapetinga frente ao próprio rio Paraíba do Sul. É importante destacar ainda que a estação BS095, para o ano de 2016 (rio Angu) apresentou os mesmos valores da maioria. É importante que se destaque que os valores encontrados e apresentados no quadro a seguir atendem os parâmetros para enquadramento dos mesmos enquanto Classe 2.

Já em relação ao Oxigênio Dissolvido (OD), refere-se à quantidade de oxigênio presente na água, sendo um fator importante para indicar a existência de vida aquática no curso/corpo d'água analisado. Os valores médios para o ano de 2016 das estações selecionadas apontam que a estação PS0434, no Rio de Janeiro, é aquela com dados mais elevados, com 8,07 mg/L. Verifica-se ainda, que as estações relacionadas ao rio Paraíba do Sul no trecho analisado apresentam valores próximos, variando entre 7,66 mg/L e 7,96 mg/L. Uma vez mais, chama a atenção os valores inferiores encontrados na estação PR0200, no rio Pirapetinga – 6,8 mg/L. É importante que se destaque que os valores encontrados e apresentados no quadro a seguir atendem os parâmetros para enquadramento dos mesmos enquanto Classe 2.

O fósforo total, quando em elevadas concentrações na água, contribui para a ocorrência de um fenômeno intitulado eutrofização. Esse processo, caracterizado pelo crescimento descontrolado de algas nos corpos e cursos d'água devido à alta de matéria orgânica, compromete a biota local devido à diminuição do oxigênio disponível na água. Conforme apontado pela Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005, o fósforo

<sup>13</sup>Último ano de apresentação dos dados disponibilizados.



total em rios doces de classe 2 (referentes àqueles destinados ao consumo humano após tratamento convencional, bem como à proteção de comunidades aquáticas e recreação, entre outros usos) devem apresentar “até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos e até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico” (BRASIL, 2005, p. 11). Assim, observa-se que todas as estações selecionadas apresentam valores que se enquadram para potencial abastecimento humano, após o devido tratamento.

A turbidez da água, por fim, relaciona-se à quantidade de luz capaz de penetrar da água, tendo correlação direta com os sólidos dissolvidos nesta mesma água. Conforme apontado pela Resolução Conama n. 357/2005, para os rios de águas doce classe 2 tolera-se até a presença de 100 UNT<sup>14</sup>. É interessante notar que todas as estações estão contempladas por este limite, atendendo até mesmo as especificações paramétricas dos rios de Classe 1, como pode ser visto a partir do quadro abaixo.

**Quadro 60: Indicadores de Qualidade de Água de 2016 nas estações selecionadas.**

Código da Estação	UF	Corpo D'água	Parâmetro de Qualidade da Água*			
			Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)
PR0200	RJ	Rio Pirapetinga	4,80	6,80	0,12	26,95
PS0434	RJ	Rio Paraíba do Sul	2,00	8,07	0,06	31,26
BS070	MG	Rio Paraíba do Sul	2,00	7,66	0,05	12,34
BS075	MG	Rio Paraíba do Sul	2,00	7,96	0,05	13,12
BS079	MG	Rio Paraíba do Sul	2,01	7,88	0,04	10,53
BS095	MG	Rio Angu	2,00	7,68	0,04	24,72

\* Valores médios dos parâmetros para o ano de 2016.

Fonte: ANA, 2018.

**Quadro 61: Especificação das classes de enquadramento dos rios de Água Doce de acordo com a Resolução Conama n. 357/2005.**

Classes corpo d'água	Parâmetro de Qualidade da Água*			
	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Turbidez (UNT)
Classe 1	Até 3,0	Maior que 6,0	-	Até 40
Classe 2	Até 5,0	Maior que 5,0	Até 0,030 (Ambientes Lênticos)	Até 100 UNIT
			Até 0,050 (Ambientes Intermediários)	
Classe 3	Até 10,0	Maior que 4,0	-	Até 100
Classe 4	-	Maior que 2,0	-	-

\* Valores máximos dos parâmetros de acordo com a Resolução Conama n. 357/2005.

Assim, em síntese, percebe-se que o rio Pirapetinga apresenta valores piores quando da comparação com as demais estações, principalmente em relação à demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido, apresentando ainda valores um pouco mais elevados de fósforo total. Estes dados justificam a diferenciação dos resultados ruins encontrados para esta estação quando da verificação dos dados referentes ao Índice de Qualidades das Águas, expostos nos quadros acima. Entretanto, como fora já mencionado anteriormente, os

<sup>14</sup> Unidades Nefelométricas de Turbidez

padrões de DBO, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total e Turbidez estão inseridos dentro do enquadramento de rios Classe 2.

### 10.9.1 - Ocorrências de Acidentes e Qualidade da Água

A ocorrência de acidentes de múltiplas naturezas (sejam elas de causas antrópicas ou naturais) apresenta-se como fator que contribui para a deterioração ambiental com consequências graves para os cursos d'água de determinada região.

Neste sentido, o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Plano Integrado de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes (CEIVAP, 2014) apresenta um levantamento, considerando a janela temporal 2000 – 2013 (dados identificados, disponíveis do CEIVAP), dos principais acidentes que geraram impactos ambientais na bacia do rio Paraíba do Sul e proximidades. Assim, a seguir, pode ser visualizada no Quadro 62, o resumo dos principais acidentes de médio/alto impacto na bacia do rio Paraíba do Sul entre os anos de 2000 e 2013.

**Quadro 62: Acidentes de médio/alto impacto entre os anos de 2000 e 2013 na bacia do rio Paraíba do Sul.**

Tipologia do Acidente	Responsável	Período de Ocorrência	Curso D'água Afetado	Descrição
Indústria	Indústria Cataguazes de Papel	2003	Rio Pomba / Rio Paraíba do Sul	Vazamento de rejeitos – aprox. 1.2 bilhão de litros de lixívia negra, produto altamente tóxico
		2006/2007	Rio Pomba / Rio Paraíba do Sul	Ocorrência de acidentes de menores proporções associadas à mesma empresa promotora
	SERVATIS S.A	2008	Rio Pirapetinga/ Rio Paraíba do Sul	Vazamento de 8 mil litros de Endosulfan, ocasionado por uma falha em um dique de contenção
	CSN Mineração	2009	Rio Paraíba do Sul	Vazamento de óleo de uma das tubulações da empresa para o rio Paraíba do Sul
		2010	Rio Paraíba do Sul	Vazamento de aprox. 2 milhões de litros de resíduos no rio Paraíba do Sul, colocando em risco o abastecimento de água no estado do RJ
		2011	Rio Paraíba do Sul e córrego afluente	Vazamento de resíduos químicos em aterros Classe na região de Volta Redonda/RJ
Mineração	Mineradora Rio Pomba	2006	Rio Muriaé	Rompimento de barragem de rejeitos com lançamento de 130 milhões de litros de efluentes de uma mineradora de bauxita
		2007	Rio Pomba	Rompimento de barragem de rejeitos com lançamento de 400 milhões de litros de efluentes
Outros (Transporte Rodoviário e Ferroviário)	Volton Transportes Ltda.	2001	Rio Pirapetinga	Tombamento de carreta na BR-116 com subsequente vazamento de ácido acético glacial no rio Pirapetinga
	Não identificado	2007	Proximidades do rio Guandu	Derramamento de óleo diesel na rede de drenagem da UTE Barbosa Lima Sobrinho e seus lagos artificiais
	Transfuturo	2010	Rio Paraíba do Sul	Acidente rodoviário na Via Dutra (altura de Barra Mansa/RJ) com derramamento no rio de pelo menos 20.000 L de óleo mineral/vegetal, não tóxico, provocando a suspensão da captação de água para as estações de tratamento de Volta Redonda, Pinheiral e Barra do Pirai (RJ).
	Não identificado	2016	Córrego Água Branca e Rio Paraíba do Sul	Acidente rodoviário na Via Dutra (altura de Itatiaia/RJ) com derramamento no rio de pelo menos 15.000 L de óleo residual, provocando a suspensão preventiva em Pinheiral/RJ

Fonte: Adaptado de CEIVAP, 2014; O GLOBO, 2010; UOL.COM, 2011; O GLOBO, 2016.

Além destes, podem-se ainda citar acidentes mais antigos como aqueles apontados por Araújo (2009, apud, CEIVAP, 2014, p.325), como:

*“1977 – Rompimento do dique de contenção da lagoa da Companhia Paraibuna de Metais em Juiz de Fora/MG, contaminando os Rios Paraibuna e Paraíba do Sul com metais pesados;  
1982 – Vazamento da Cia. Paraibuna de Metais, com o rompimento de um dique de contenção de rejeitos no Rio Paraibuna, que carregou resíduos de metais pesados (cromo e cádmio) e outras substâncias tóxicas, contaminando o Rio Paraíba do Sul desde a confluência com o Paraibuna até a foz;  
1984 – Acidente rodoviário em que um caminhão despejou 30 mil litros de ácido sulfúrico no Rio Piabanha;  
1988 – Vazamento de óleo ascarel diluído em 3000 litros de água utilizada para apagar o incêndio de transformadores na Thyssen Fundições;  
1989 – Acidente com um caminhão tanque de metanol que despejou o produto no rio, na altura de Barra do Pirai;” (ARAÚJO, 2009, apud, CEIVAP, 2014, p.325).*

Observa-se, portanto, que grande parte dos acidentes identificados na região estão relacionados com atividades humanas e, que entre os anos de 2013 e 2019, não ocorreram acidentes de impacto significativo com contaminação do rio Paraíba do Sul. O fato da bacia do rio Paraíba do Sul se estabelecer em uma área com grande desenvolvimento industrial, aliado ao fato da existência de vias importantes que ligam os três estados supracitados, contribui sobremaneira para o aumento do risco de ocorrência de acidentes que podem impactar significativamente os cursos d’água da região, além de potencializar a poluição do solo e dos lençóis freáticos locais.

## 10.10 - BALANÇO HÍDRICO

Além dos dados apresentados anteriormente, torna-se importante apresentar os dados relacionados ao balanço hídrico na bacia do rio Paraíba do Sul. Para tal, serão apresentadas informações que se baseiam na análise de indicadores de qualidade, bem como indicadores de disponibilidade hídrica.

Assim, conforme apresentado pela CEIVAP ([s.d.]), o Índice de Disponibilidade Hídrica<sup>15</sup> (IUD) obtém-se a partir da divisão da demanda da água pela disponibilidade hídrica existente no início do trecho estudado (sendo ainda considerados trechos a montante do trecho em estudo).

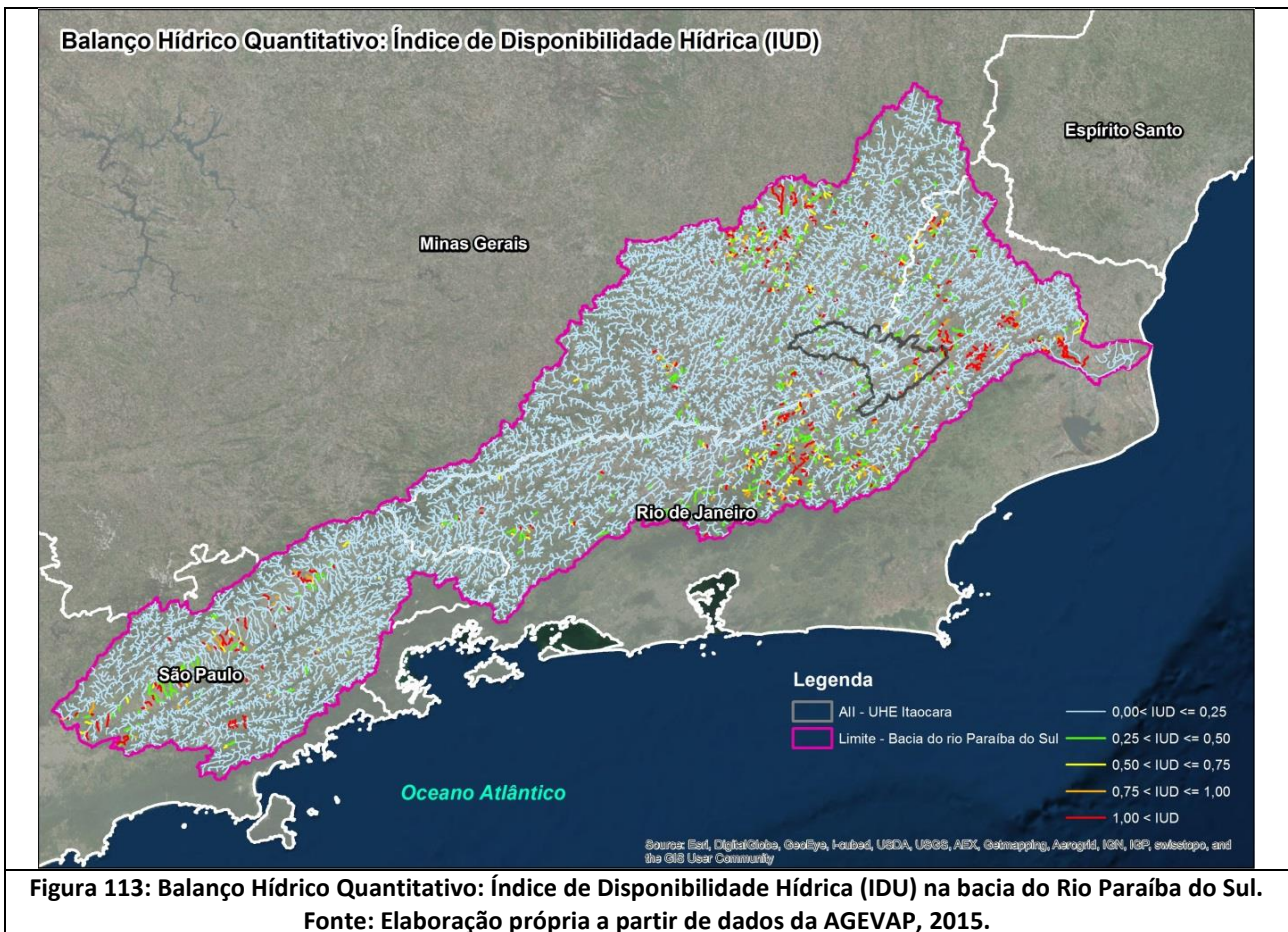
O IUD apresenta os locais onde há maior demanda do que disponibilidade hídrica, causando assim um potencial colapso do sistema hídrico. Assim, quanto maior for o valor obtido pela equação, tão maior será o estresse hídrico local. Nas situações em que se observa o valor da IUD superior a 01 (um), por exemplo, configuram-se situações de demanda reprimida, ou seja, há maior consumo do que oferta. Sendo assim, tornam-se necessárias a adoção de múltiplas ações (estruturais ou não) que permitam a reversão da situação.

Quando da utilização dos dados disponibilizados pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Plano Integrado de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes (CEIVAP, 2014), em uma primeira vista, verifica-se que a grande maioria dos rios da Bacia do Rio Paraíba do Sul apresenta uma situação de maior disponibilidade hídrica frente às demandas locais.

Entretanto, podem-se observar várias localidades - em especial aquelas relacionadas às sub-bacias do Baixo Val do Paraíba, do rio Piabanha e do rio Pomba - nas quais se verificam vários rios sob estresse hídrico (Figura 113).

---

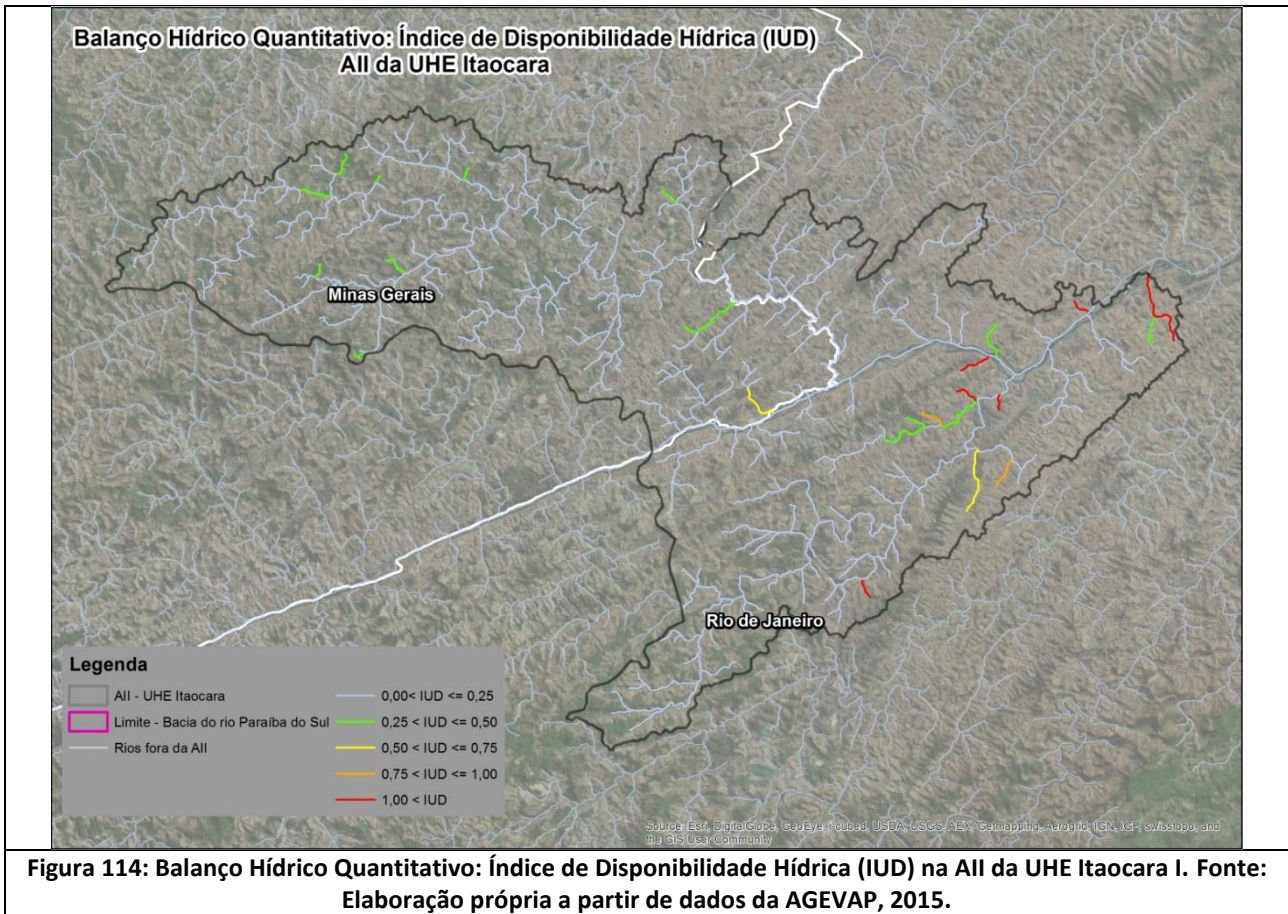
<sup>15</sup> Também conhecido como Índice de Utilização da Disponibilidade.



Na Área de Influência da UHE Itaipava I, apesar de grande predomínio dos rios com excelente disponibilidade hídrica, salienta-se a existência de alguns cursos d'água que não se encontram em boas condições. A partir da figura a seguir (Figura 114) percebe-se que a grande parte dos mesmos se encontra na porção mais a jusante da AII. Os rios que se encontram sob estresse hídrico, de acordo com os dados disponibilizados pela CEIVAP (2014), na AII do empreendimento em estudo são: córrego da Cachoeira, Valão dos Castros, córrego da Bolívia, córregos dos Namorados e córrego Tapete<sup>16</sup>. É importante se destacar que a soma da vazão (Q95) de todos os cursos d'água supracitados na AII é da ordem de 0,1 m<sup>3</sup>/s.

<sup>16</sup>Além destes, outros dois cursos d'água identificados sob estresse hídrico não apresentam toponímia.



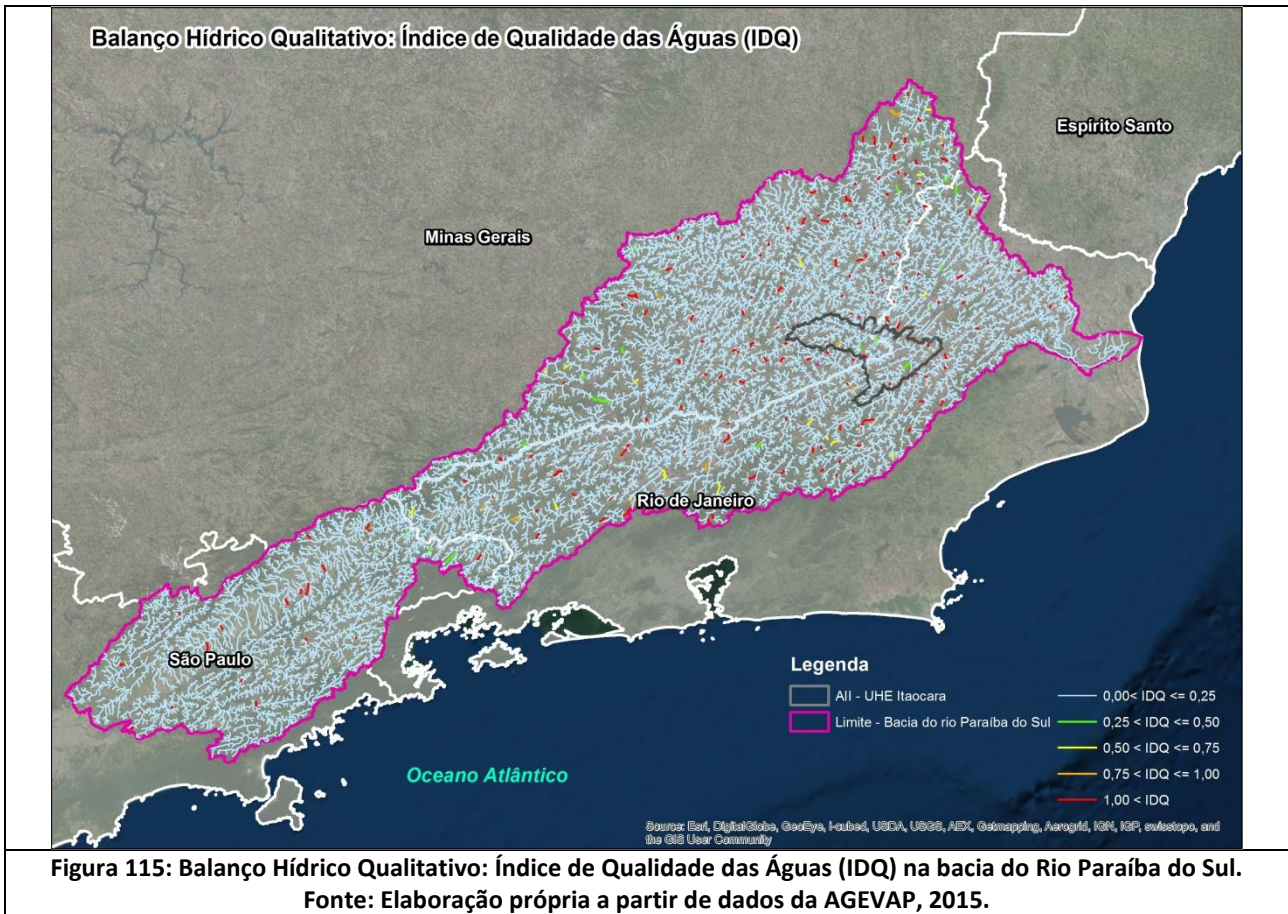


Além do IUD, a partir da existência das vazões necessárias para a diluição de cargas dos efluentes provenientes dos esgotos, pode-se estabelecer o Balanco Qualitativo através do Índice da Qualidade das Águas (IDQ), identificando assim os cursos d'água que apresentam disponibilidade suficiente para diluir tais efluentes. O IDQ obtém-se a partir da vazão necessária para diluir a matéria orgânica (DBO) lançada no rio pela disponibilidade hídrica em cada um dos trechos.

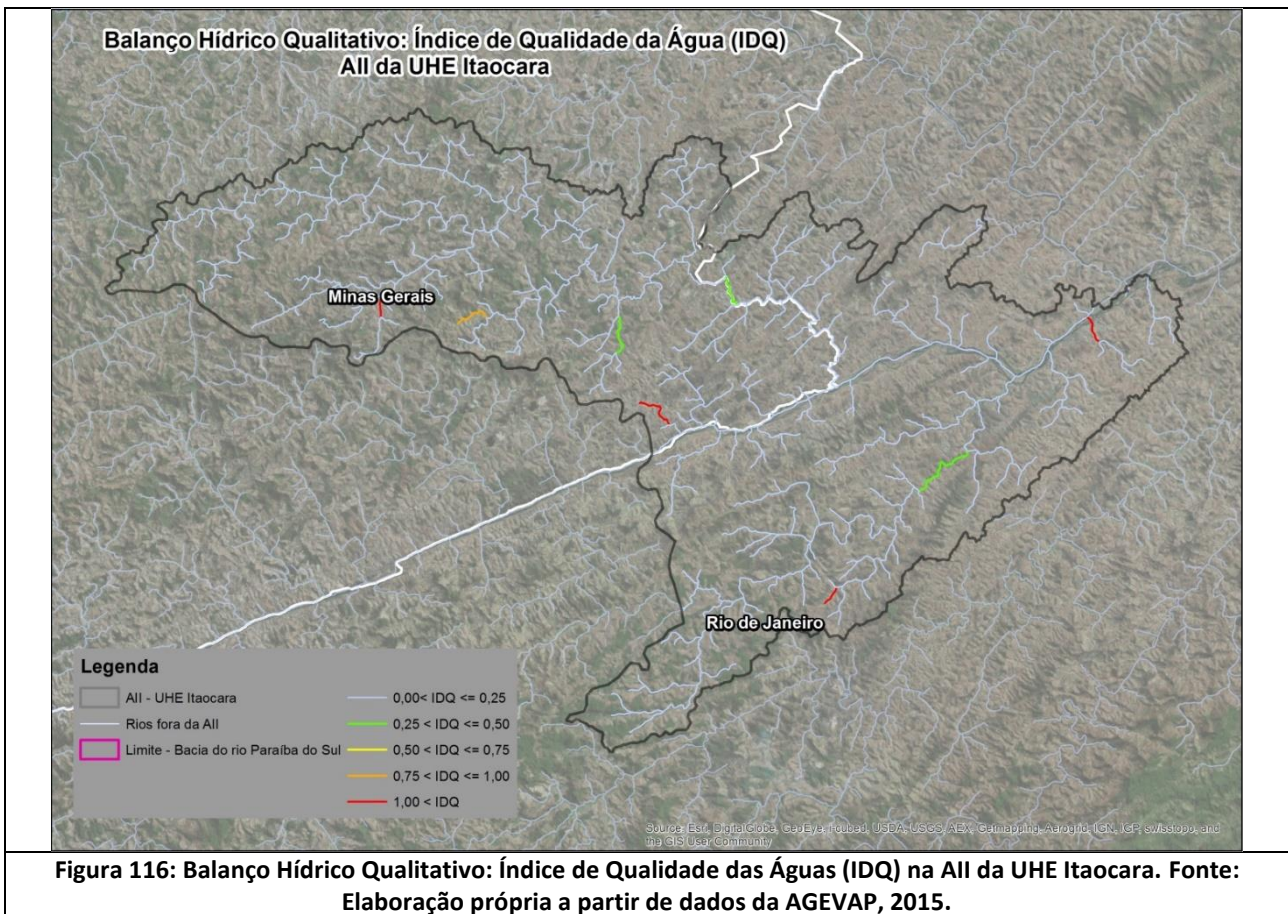
Assim como mencionado anteriormente, quanto mais próximo de 01 (um) o valor encontrado resultante desta equação for, tão pior é o cenário encontrado. Quando da ocorrência de valores superiores a este número, o rio não apresenta a capacidade de dissolução da matéria orgânica, apontando para um maior potencial poluidor.

A partir da utilização dos dados disponibilizados pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Plano Integrado de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes (CEIVAP, 2014), verifica-se que a distribuição da criticidade dos cursos d'água é bem mais homogênea por toda a bacia. Ainda assim, torna-se importante destacar que a expressiva maioria dos cursos d'água apresenta excelente qualidade em relação à capacidade de dissolubilidade da matéria orgânica na água (Figura 115).





Em relação à All, verificam-se 04 (quatro) cursos d'água que se encontram em estado crítico quando associados ao seu potencial de dissolubilidade da matéria orgânica, sendo eles: o córrego Boa Sorte, córrego Cachoeira, córrego dos Caités, córrego dos Pregos e córrego Pedra Aguda (Figura 116). Estes cursos d'água totalizam uma vazão (q95) da ordem de 0,22 m<sup>3</sup>/s.



Conforme apresentado ao longo do diagnóstico da situação referente ao Balanço Hídrico da bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2014), a partir dos dados analisados identifica-se a necessidade de algumas ações que contribuam para o equilíbrio da disponibilidade hídrica local, já que se identificaram múltiplos cursos d'água com demanda reprimida, ou seja, um consumo demandado maior que a disponibilidade em si.

Já em relação ao IDQ, há a obrigatoriedade na melhoria das condições referentes ao saneamento na região, tendo em vista que tanto na bacia, quanto na porção exclusiva da All da UHE Itaipava I, identificaram-se cursos d'água que não realizam a depuração do material esgotado e lançado sobre os mesmos.

Torna-se interessante, assim, verificar o quadro a seguir, que apresenta um resumo das disponibilidades e demandas hídricas, apontando as potencialidades, fragilidades e diagnósticos por Unidade de Planejamento/Comitê de Bacia Hidrográfica na bacia do rio Paraíba do Sul.

**Quadro 63: Análise de Resultados dos Estudos de Disponibilidades e Demandas Hídricas - Balanço Hídrico Quantitativo.**

Unidades de planejamento	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Vazão específica média (l/s.km <sup>2</sup> )	Demandas (m <sup>3</sup> /s)		Vazões mínimas remanescentes de entrega (m <sup>3</sup> /s)	Potencialidades	Fragilidades	Situação diagnosticada
			Total	Preponderantes				
CBH – Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	Jaguari =27,7 Paraibuna=23,6 Paraitinga=15,1 Paraíba do sul=17,0	20,61	Abastecimento humano = 8,75 Indústria = 5,14 Irrigação = 4,46	Rio Paraíba do Sul = 158,30	Grande produtor e armazenador de água	Dependente de regularização dos reservatórios de Paraibuna, Santa Branca e Jaguari	Estresse hídrico em regiões densamente povoadas, com concentração de indústrias e irrigação
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	9,0 a 18,0	10,93	Abastecimento humano = 7,21 Indústria = 2,55 Transposição = 119,00	Vazão remanescente do rio paraíba = 63,00 transposição = 119,00	Produz água suficiente para suas demandas	Alteração das regras de operação com redução de vazão regularizada	Déficit hídrico para atendimento ao trecho Barra do Pirai / três rios
Comitê Guandu (Sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	Receptor da transmissão	0,65	Abastecimento humano = 0,33 Indústria = 0,24	Receptor da transposição de 119,00 m <sup>3</sup> /s	Reduzidas (pequena produção de água)	Dependente total da transposição do paraíba do sul / guandu	Preocupação com os riscos de desabastecimento de 10.000.000 de pessoas
Comitê Piabanha	3.459,19	22,0	8,50	Abastecimento humano = 6,37 Indústria = 1,44 Irrigação = 0,59	Rio Piabanha = 9,05 Rio Calçado = 0,78 Rio Paquequer = 3,01	Bom produtor de água; entrega ao rio Paraíba mais do que consome	Forte pressão aos recursos hídricos da bacia ( irrigação intensiva)	Déficit hídrico em parte da bacia (rios Preto, Paquequer e São Francisco)
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	Paraibuna = 22,0 Preto = 29,0	3,66	Abastecimento humano = 1,72 Indústria = 1,01 Irrigação = 0,48	Rio Paraibuna = 73,07	Grande produtor e pequeno consumidor de água (recompõe o rio paraíba do sul)	Pressão aos recursos hídricos na região de juiz de fora	Superávit hídrico (grande reserva hídrica)
Compé (mg)*	13.537,26	Carangola = 16,0 muriáé = 20,0 pomba = 23,0	7,10	Abastecimento humano = 3,01 Indústria = 1,77 Irrigação = 1,50	Rio Carangola = 4,79 Rio Muriáé = 9,99 Rio Pomba = 39,78 Rio Pirapetinga = 3,79 Rio Angu = 2,58	Grande produtor e pequeno consumidor de água (reforça o rio Paraíba do Sul)	Pressão aos recursos hídricos, advinda de irrigação (rios Paraopeba e dos Bagres)	Superávit hídrico (grande reserva hídrica)
CBH - Rio dois Rios*	4.462,38	Grande = 26 Dois rios = 14	5,03	Abastecimento humano = 3,47 Indústria = 0,75 Irrigação = 0,44	Rio Dois Rios = 15,14 Rio do Colégio = 0,81	Bom produtor de água; entrega ao rio Paraíba o triplo da vazão consumida	Pressão aos recursos hídricos, advinda de irrigação	Superávit hídrico em geral, com situações de estresse hídrico nos afluentes(irrigação)



Unidades de planejamento	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Vazão específica média (l/s.km <sup>2</sup> )	Demandas (m <sup>3</sup> /s)		Vazões mínimas remanescentes de entrega (m <sup>3</sup> /s)	Potencialidades	Fragilidades	Situação diagnosticada
			Total	Preponderantes				
CBH - Baixo Paraíba do Sul*	11.509,60	15,0	16,20	Abastecimento humano = 11,27 Indústria = 2,03 Irrigação = 1,86	Rio Paraíba do Sul na ponte de campos = 252,00	Receptor de grandes reservas hídricas (rios Pomba e Muriaé)	Pressão aos recursos hídricos, advinda de irrigação	Diminuição de vazão no rio Paraíba do Sul, provocando assoreamento e dificuldades para captação de água
TOTAL	61.545,39	-	72,67	-	-	-	-	-

\*Comitês atuantes na Área de Influência Indireta da UHE Itaipava I.

Fonte: AGEVAP, 2014.

### 10.10.1 - Modelagem Hídrica para Diferentes Tempos de Recorrência

Apesar do entendimento do balanço hídrico associado a bacia do rio Paraíba do Sul, torna-se importante identificar como uma gama de processos potencializados pelas atividades humanas (como, desmatamento, despejo irregular de resíduos sólidos e efluentes domésticos/industriais, remoção da cobertura vegetal, entre outros) corrobora para impactos diretos sobre a dinâmica hídrica local/regional.

Segundo o sítio da internet dos 'Estudos Auxiliares para a Gestão do Risco de Inundações da Bacia do Paraíba do Sul', tais processos tem corroborado para a ocorrência de múltiplos impactos em diferentes trechos da bacia. De acordo com informações apresentadas ANA ([s.d]), na porção paulista da bacia, devido aos controles operacionais existentes associados aos múltiplos reservatórios locais (como os reservatórios de Paraibuna/Pirapitinga, por exemplo), os eventos de cheia são minimizados. Entretanto, nas porções mais baixas da bacia (sub-bacia dos afluentes Pomba e Muriaé), observam-se inundações de caráter regional, incidindo diretamente sobre as cidades de Campos, Cardoso Moreira, Italva, Itaperuna, Natividade, Laje do Muriaé, Patrocínio do Muriaé, Mirai, Porciúncula, Tombos, Cataguases, Cardoso de Pádua e Carangola (ANA [s.d]). Nas porções fluminenses, entretanto, se verificam porções inundáveis associados a áreas urbanas e indústrias nos município de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Pirai.

Assim, e tendo por base o documento 'Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, R05 – Relatório de estudos e modelagem de cheias, previsão de vazões e estudos relacionados – Tomo I – Volume 1' do Projeto 'Estudos para Concepção de um Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul e de um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba e Investigações de Campo Correlatas' (ANA, 2011), tornou-se possível avaliar o comportamento da modelagem de cheias associados aos cursos d'água da Bacia do rio Paraíba do Sul. O estudo, a partir da adoção de diferentes tempos de recorrência (2, 10,25, 50, 100 e 500 anos) demonstra as principais áreas afetadas na bacia. A seguir, são apresentados os resultados e áreas vinculadas à Área de Influência Indireta do empreendimento da UHE Itaocara I.

Observa-se, a partir dos dados apresentados que, apesar do tempo de recorrência impactar de maneira bastante proeminente nas áreas da bacia do rio Paraíba do Sul como um todo, tal fato não se observa dentro dos limites da AII do empreendimento, havendo uma variação de 6,01 km<sup>2</sup> entre os eventos com 2 anos e 500 anos de recorrência, o que contribui diretamente para que se identifique certa estabilidade da região quando de acontecimentos que favoreçam a ampliação do potencial de inundações local.

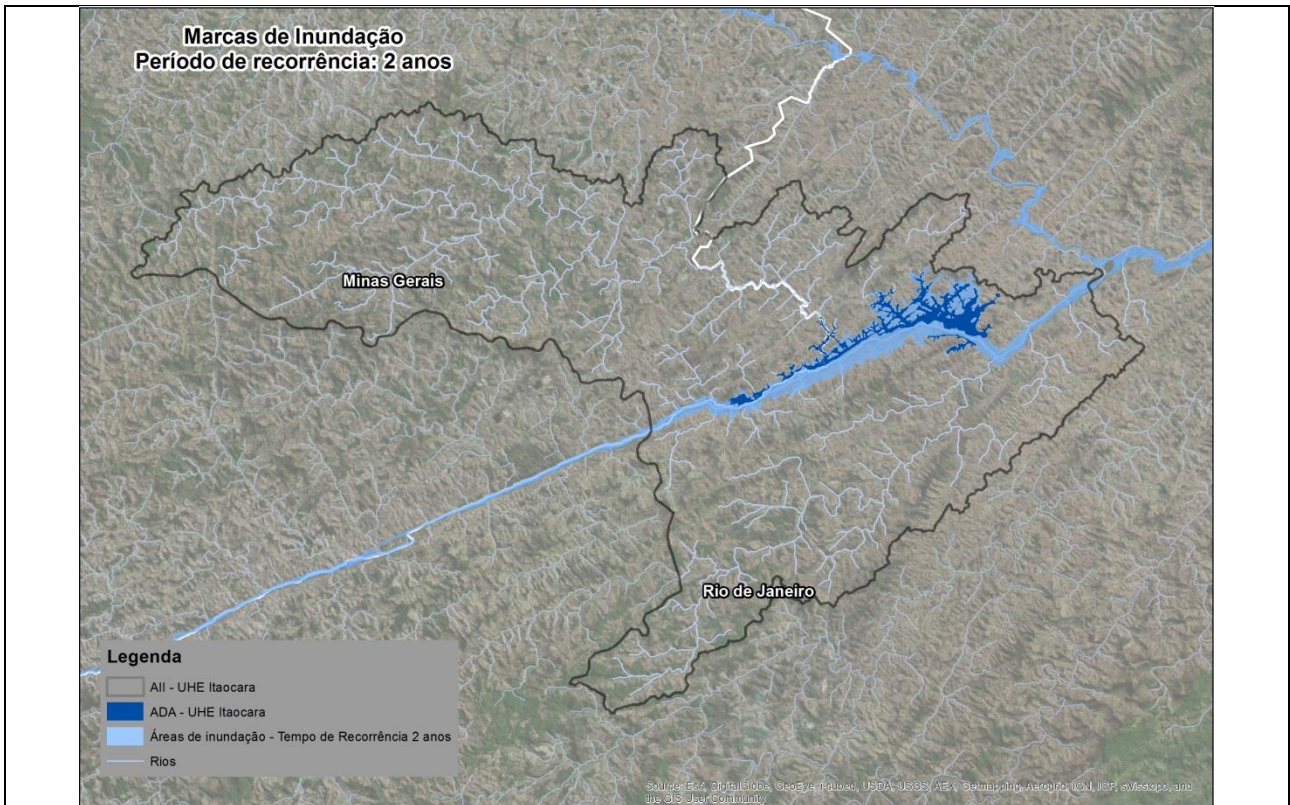
**Quadro 64: Áreas potencialmente inundáveis em diferentes tempos de recorrência na bacia do rio Paraíba do Sul e na AII da UHE Itaocara I.**

Tempo de Recorrência	Área Total na Bacia (km <sup>2</sup> )	Área Total na AII(km <sup>2</sup> )
2	536,82	72,56
10	871,62	76,18
25	1.239,20	77,20
50	1.600,28	77,69
100	1.765,67	77,95
500	2.096,64	78,57

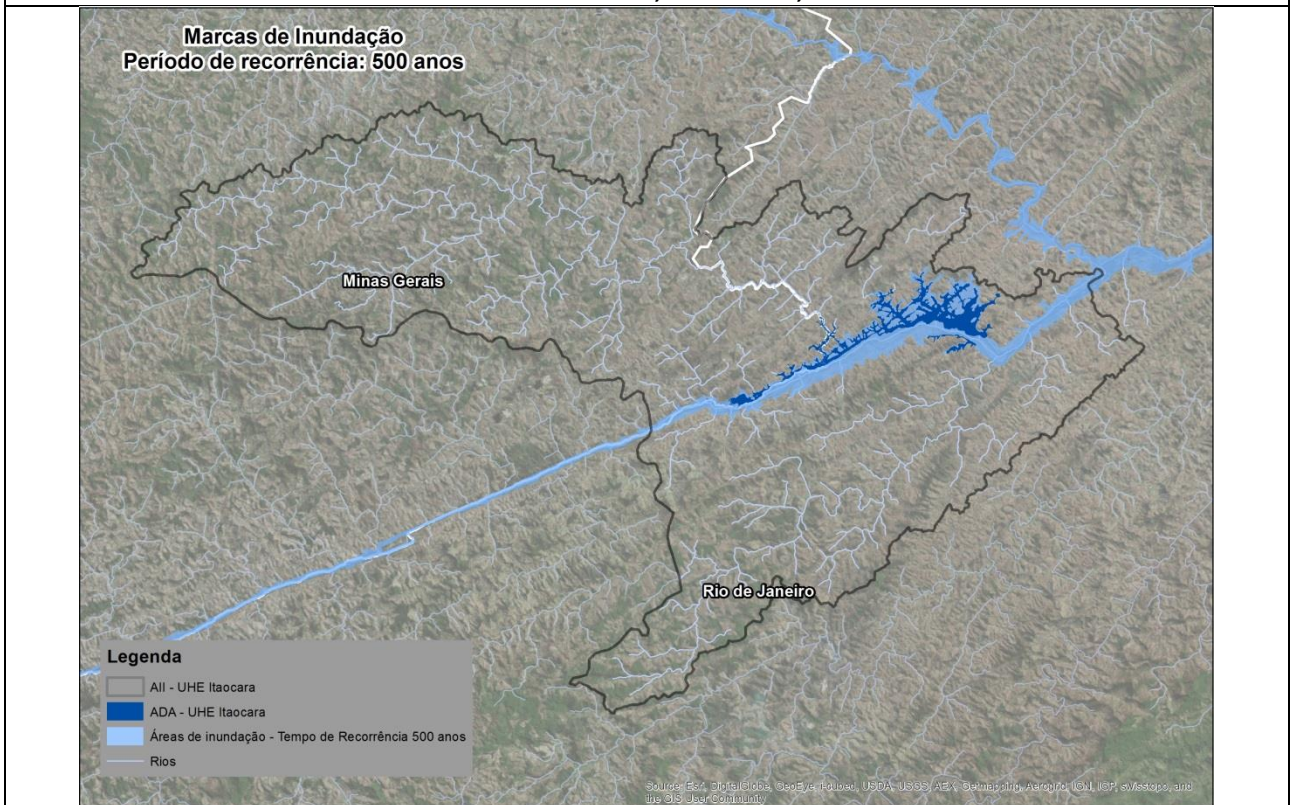
Fonte: ANA, 2011.

A seguir (Figura 117 e Figura 118) pode ser visualizado para a AII do empreendimento em questão, as áreas potencialmente atingidas para a recorrência de 2 e 500 anos.





**Figura 117: Marcas de Inundação para um período de recorrência de 2 anos. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e ANA, 2011.**



**Figura 118: Marcas de Inundação para um período de recorrência de 500 anos. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e ANA, 2011.**

## 10.11 - CORPOS HÍDRICOS E ILHAS FLUVIAIS

Outro fator importante para o entendimento da dinâmica hídrica de determinada região refere-se aos corpos e massas d'água que compõe a paisagem. Isto porque tais elementos (como lagoas, lagos, reservatórios, entre outros) também contribuem para a recarga de água no solo, fontes de abastecimento de água para humanos e dessedentação de animais, irrigação, potencial para geração de energia elétrica etc. Neste sentido, torna-se importante identificar na bacia do Paraíba do Sul como se dá a distribuição e ocorrência destes elementos.

Isto foi possível a partir dos dados disponibilizados pela Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala de 1:250.000 (IBGE, 2017). Foram consideradas enquanto massas d'água os Lagos/Lagoas, Lagunas e Represas/Açude<sup>17</sup>. Foram encontrados ao todo na bacia em questão 108 diferentes massas d'água, sendo que grande parte destas se referem à lagos/lagoas, ocupando uma área total de 231,98 km<sup>2</sup> na bacia, como pode ser visualizado no Quadro 65. Vale salientar ainda que, apesar de pouco numerosas, há grande representatividade das represas/açudes na região, já que além de contribuir para o abastecimento das populações, muitas destas represas apresentam-se atreladas ao setor energético, sendo as mais representativas: a Represa do rio Paraibuna (130,43 km<sup>2</sup>), a Represa do rio Jaguari (39,16 km<sup>2</sup>) e a Represa do Funil (25,66 km<sup>2</sup>).

**Quadro 65: Tipologias de massas d'água encontradas na bacia do rio Paraíba do Sul.**

Tipologia das Massas D'água	Número de Massas D'água	Área Total (km <sup>2</sup> )
Lago/Lagoa	89	231,98
Laguna	5	13,17
Represa/Açude	14	231,42

Fonte: IBGE, 2007.

É interessante, entretanto, notar que a ocorrência destes corpos d'água se estabelece em diferentes compartimentos do relevo, o que pode sugerir uma natureza diferenciada em relação à como os mesmos são formados. Quando da observação de Quadro 66, percebe-se que a maior concentração destes corpos consolida-se nas porções mais a jusante da bacia. No entanto, pode-se verificar ainda a ocorrência de várias massas d'água ao longo das porções mais elevadas. Estas, por sua vez, na maioria das vezes estão relacionadas à reservatórios ou represas artificiais, visando o abastecimento humano ou ainda para aproveitamento energético.

Quando da consulta da existência destas tipologias de massas d'água dentro da AII do empreendimento em análise, não se encontraram quaisquer resultados. A seguir (Quadro 66), estão apresentadas as massas d'água, bem como suas tipologias, áreas e coordenadas geográficas.

**Quadro 66: Massas D'água identificadas na bacia do rio Paraíba do Sul.**

ID	Nome	Tipologia da Massa D'água	Área (km <sup>2</sup> )	Localização <sup>18</sup>	
				E	E
1	*	Represa/Açude	2,08	800740	7569659
2	REPRESA SANTA BRANCA	Represa/Açude	18,65	418513	7417782
3	REPRESA DOS MATOS	Represa/Açude	0,17	477106	7468383
4	REPRESA DO MACABU	Represa/Açude	2,04	798205	7546631

<sup>17</sup>Devido a consulta de dois planos de informação existentes na base disponibilizada do IBGE, verificaram-se as múltiplas tipologias de massas d'água consideradas pelos arquivos, optando-se pela remoção das massas d'água associadas à rios.

<sup>18</sup> Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.



ID	Nome	Tipologia da Massa D'água	Área (km²)	Localização <sup>18</sup>	
				E	E
5	LAGOA DE CARAPEUS	Laguna	3,40	849725	7537261
6	LAGOA PAULISTA	Laguna	0,30	856673	7537612
7	LAGOA PRETA	Laguna	2,39	874510	7544332
8	REPRESA DO RIO PARAIBUNA	Represa/Açude	0,55	450248	7421772
9	REPRESA DO RIO JAGUARI	Represa/Açude	39,16	388147	7433763
10	REPRESA JOAO PENIDO	Represa/Açude	2,97	666312	7603743
11	REPRESA DO PIAU	Represa/Açude	0,16	665064	7622647
12	REPRESA DO RIO PARAIBUNA	Represa/Açude	130,43	445620	7408383
13	REPRESA DO RIO PARAIBUNA	Represa/Açude	3,85	462527	7404785
14	LAGOA DO JACARÉ	Laguna	6,65	881190	7570587
15	LAGO DO IQUIPARI	Laguna	0,43	911348	7584935
16	Lagoa Feia		188,97	876698	7561558
17	REPRESA DO FUNIL	Represa/Açude	25,66	539779	7506225
18	Represa do Pinho	Represa/Açude	2,55	657457	7626551
19	REPRESA MAURICIO	Represa/Açude	2,22	720547	7623030
20	*	Lago/Lagoa	0,27	874401	7601365
21	*	Lago/Lagoa	0,15	881119	7590921
22	*	Lago/Lagoa	0,06	871849	7602806
23	*	Lago/Lagoa	0,08	880381	7582863
24	*	Lago/Lagoa	0,17	875763	7601832
25	*	Represa/Açude	0,95	752856	7668582
26	*	Lago/Lagoa	0,07	874744	7585004
27	*	Lago/Lagoa	0,15	895227	7596194
28	*	Lago/Lagoa	0,09	859245	7605824
29	*	Lago/Lagoa	0,53	876550	7567504
30	*	Lago/Lagoa	0,09	417962	7444405
31	*	Lago/Lagoa	0,29	428607	7449307
32	*	Lago/Lagoa	1,16	868080	7549677
33	*	Lago/Lagoa	0,06	428830	7447556
34	*	Lago/Lagoa	0,06	440594	7392723
35	*	Lago/Lagoa	0,13	901448	7567230
36	*	Lago/Lagoa	1,01	873870	7570129
37	*	Lago/Lagoa	0,10	811818	7644143
38	*	Lago/Lagoa	0,26	423526	7443820
39	*	Lago/Lagoa	0,13	756223	7565733
40	*	Lago/Lagoa	1,09	877371	7600212
41	*	Lago/Lagoa	0,10	877109	7596554
42	Lagoa do Piripiri	Lago/Lagoa	0,35	865878	7540930
43	*	Lago/Lagoa	0,07	879463	7595699
44	*	Lago/Lagoa	0,21	871500	7542375
45	*	Lago/Lagoa	0,43	861783	7539604
46	*	Lago/Lagoa	0,07	424061	7444949
47	*	Lago/Lagoa	0,33	885118	7593141
48	Lagoa do Pires	Lago/Lagoa	1,75	873268	7542852
49	*	Lago/Lagoa	0,08	392304	7439783
50	*	Lago/Lagoa	0,61	876726	7601095
51	*	Lago/Lagoa	0,35	737416	7577050
52	*	Lago/Lagoa	0,59	909596	7563998
53	*	Lago/Lagoa	0,63	429000	7448602
54	*	Lago/Lagoa	0,26	875089	7601514
55	Lagoa do Bonde	Lago/Lagoa	0,66	891417	7595763
56	*	Lago/Lagoa	0,66	864437	7540471
57	Lagoa das Pedras	Lago/Lagoa	2,66	879775	7598171

ID	Nome	Tipologia da Massa D'água	Área (km²)	Localização <sup>18</sup>	
				E	E
58	*	Lago/Lagoa	0,06	405610	7436831
59	*	Lago/Lagoa	0,08	863718	7540136
60	*	Lago/Lagoa	0,16	435014	7456055
61	*	Lago/Lagoa	0,08	907019	7569294
62	*	Lago/Lagoa	0,35	877402	7549313
63	*	Lago/Lagoa	0,21	429555	7450892
64	*	Lago/Lagoa	0,08	860852	7616264
65	*	Lago/Lagoa	0,09	420769	7443531
66	*	Lago/Lagoa	0,09	856467	7586493
67	*	Lago/Lagoa	0,26	909869	7562999
68	*	Lago/Lagoa	0,27	398976	7425824
69	*	Lago/Lagoa	0,37	424776	7445497
70	Lagoa de Ubatuba	Lago/Lagoa	1,38	879491	7544299
71	Lagoa do Piripiri	Lago/Lagoa	0,20	866619	7541106
72	*	Lago/Lagoa	0,12	878352	7596464
73	*	Lago/Lagoa	0,10	828571	7653500
74	*	Lago/Lagoa	0,53	867103	7550411
75	*	Lago/Lagoa	0,29	878342	7593156
76	Lagoa Sao Gregorio	Lago/Lagoa	1,01	890133	7600241
77	*	Lago/Lagoa	0,35	898275	7612215
78	*	Lago/Lagoa	0,12	873395	7604538
79	*	Lago/Lagoa	0,19	869716	7550459
80	*	Lago/Lagoa	0,20	860244	7538990
81	Lagoa do Piripiri	Lago/Lagoa	0,94	867747	7541414
82	*	Lago/Lagoa	0,10	764981	7566791
83	*	Lago/Lagoa	0,10	872577	7604049
84	*	Lago/Lagoa	0,10	403300	7433243
85	Lagoa Arisco	Lago/Lagoa	0,58	894207	7595719
86	*	Lago/Lagoa	0,30	878813	7601152
87	*	Lago/Lagoa	0,26	879507	7593917
88	*	Lago/Lagoa	1,15	871567	7550997
89	Lagoa Casa Velha	Lago/Lagoa	0,23	877007	7543701
90	*	Lago/Lagoa	1,37	869813	7541980
91	*	Lago/Lagoa	0,10	372864	7426924
92	*	Lago/Lagoa	0,08	375214	7419221
93	Lagoa da Ribeira	Lago/Lagoa	1,88	864152	7548745
94	*	Lago/Lagoa	0,09	686780	7619515
95	*	Lago/Lagoa	1,01	660861	7537109
96	*	Lago/Lagoa	0,11	431333	7453202
97	*	Lago/Lagoa	0,21	882879	7591720
98	*	Lago/Lagoa	0,59	877747	7597397
99	*	Lago/Lagoa	0,08	856171	7588049
100	*	Lago/Lagoa	0,96	871347	7570185
101	*	Lago/Lagoa	0,41	425705	7446110
102	Lagoa Limpa	Lago/Lagoa	1,35	876527	7603329
103	Lagoa das Pedras	Lago/Lagoa	0,23	899098	7612689
104	Lagoa do Funil	Lago/Lagoa	0,25	896638	7610812
105	*	Lago/Lagoa	2,03	909400	7559802
106	*	Lago/Lagoa	0,07	458976	7460737
107	Lagoa Salgada	Lago/Lagoa	3,73	912161	7571757
108	*	Lago/Lagoa	2,38	689692	7558473

\*Referem-se à massas d'água que não apresentam toponímia na base de dados disponibilizada.

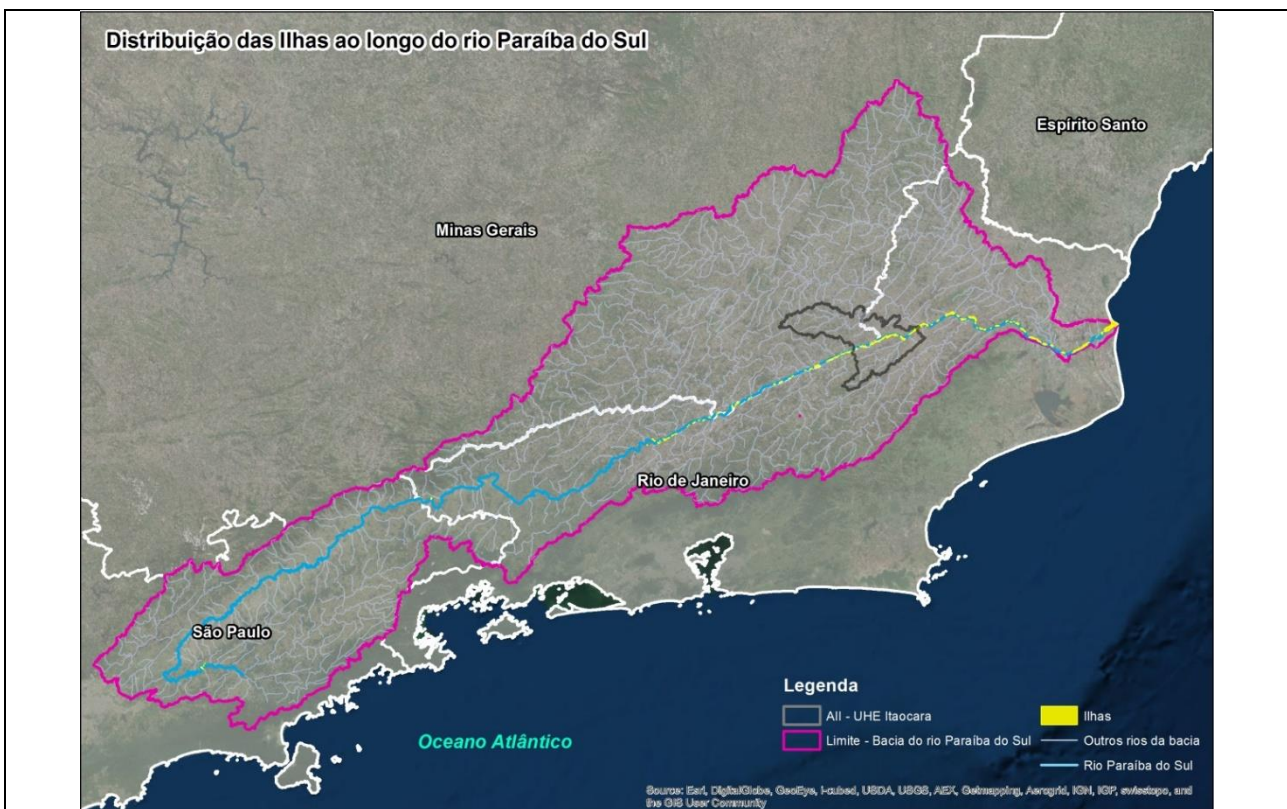
Fonte: IBGE, 2007.

Em relação às ilhas, utilizaram-se os dados disponibilizados pela Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala de 1:250.000 (IBGE, 2017). Identificaram-se um total de 194 ilhas na bacia do Rio Paraíba do Sul, estando grande parte delas relacionadas a 03 (três) rios principais: o rio Paraíba do Sul, o rio Pombo e o rio Muriaé. Entretanto, destas, 112 estão diretamente correlacionadas ao rio Paraíba do Sul ou aos reservatórios associados com o rio, coexistindo ilhas fluviais, lacustres e mistas. A seguir, pode-se visualizar no Quadro 67 as ilhas relacionadas diretamente ao rio Paraíba do Sul, bem como a distribuição das ilhas ao longo do mesmo na Figura 119.

**Quadro 67: Tipologias de ilhas encontradas no rio Paraíba do Sul.**

Tipologia das Ilhas	Número de Ilhas	Área Total (km <sup>2</sup> )
Fluvial	105	55,29
Lacustre	5	1,19
Mista	2	5,49

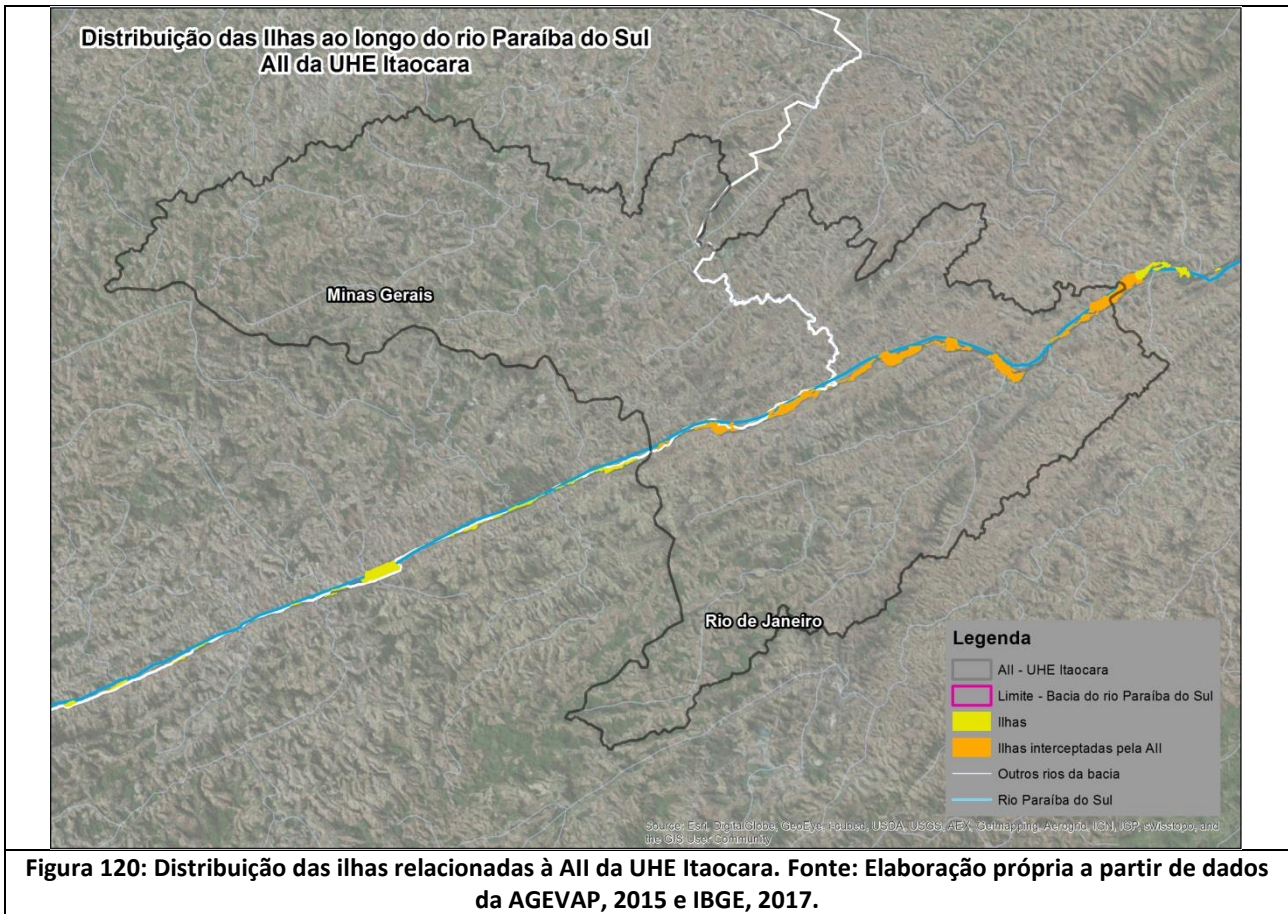
Fonte: IBGE, 2007.



**Figura 119: Distribuição das ilhas ao longo do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AGEVAP, 2015 e IBGE, 2017.**

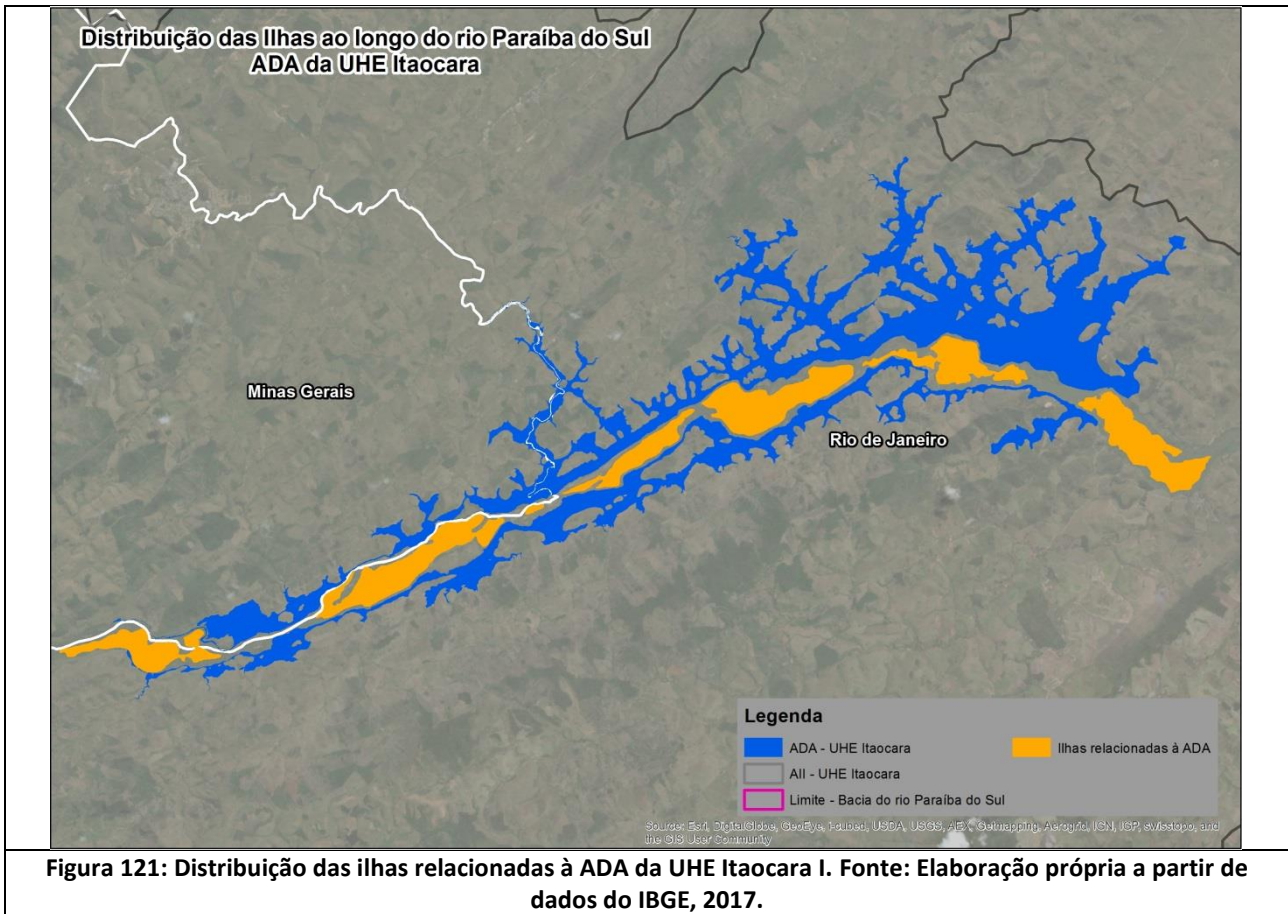
Apesar do número levantado anteriormente, quando se verificam as ilhas interceptadas pela AII da UHE Itaocara I observa-se um total de 11 ilhas, todas sendo caracterizadas enquanto fluviais. Além disso, a soma das áreas das mesmas atinge 14,27 km<sup>2</sup>, sendo que 12,69 km<sup>2</sup> dentro das demarcações territoriais da AII. A diferença entre os valores deve-se ao fato de que algumas ilhas se possuem parte do seu território continuado para fora da AII do empreendimento. A representação destas ilhas pode ser observado a partir da Figura 120.





Por sua vez, quando da comparação e verificação das Ilhas referentes à Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, apesar de verificarem-se o cruzamento espacial de apenas 2 (duas) ilhas, observa-se, a partir da Figura 121, a existência de um total de 7 (sete) ilhas relacionadas com a ADA do empreendimento<sup>19</sup>.

<sup>19</sup>Esta diferença pode estar diretamente relacionada à escala dos dados utilizados para a análise, o que repercute e incide diretamente no confrontamento espacial dos dados analisados.



A seguir, estão apresentadas no Quadro 68 as informações de todas as ilhas associadas ao rio Paraíba do Sul, bem como à AII da UHE Itaocara I, sendo ainda apresentadas as tipologias das mesmas, suas áreas e coordenadas geográficas.

**Quadro 68: Nome, tipologia, área e localização das ilhas fluviais identificadas no rio Paraíba do Sul.**

ID	Nome da Ilha	Tipologia da Ilha	Áreas (km <sup>2</sup> )	Localização <sup>20</sup>		Encontra-se na AII	Encontra-se na ADA
				E	E		
1		Fluvial	0,07	856352	7606419	-	-
2		Fluvial	0,09	678033	7549162	-	-
3		Fluvial	0,16	694739	7556524	-	-
4		Fluvial	0,06	877090	7593803	-	-
5	Ilha do Costa	Fluvial	0,37	840419	7602140	-	-
6	Ilha Mangueiral	Fluvial	0,26	725490	7572351	-	-
7	Ilha do Gumercindo	Fluvial	1,36	822389	7611071	-	-
8		Fluvial	0,07	825992	7609769	-	-
9	Ilha Grande	Fluvial	0,63	846980	7604178	-	-
10		Fluvial	0,07	762140	7588523	-	-
11	Ilha do Governo	Fluvial	0,52	808838	7604664	-	-
12	Ilha Hidelfonso	Fluvial	0,30	729055	7573734	-	-
13		Fluvial	0,11	757461	7586346	-	-
14		Fluvial	0,10	745009	7580511	-	-

<sup>20</sup> Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.

ID	Nome da Ilha	Tipologia da Ilha	Áreas (km <sup>2</sup> )	Localização <sup>20</sup>		Encontra-se na AII	Encontra-se na ADA
				E	E		
15		Fluvial	0,92	909906	7603471	-	-
16		Lacustre	0,68	412662	7417557	-	-
17		Fluvial	0,45	869689	7595990	-	-
18	Ilha do Romão	Fluvial	0,78	823220	7611292	-	-
19		Fluvial	0,32	755682	7585579	-	-
20		Fluvial	0,05	782332	7596031	Sim	Sim
21		Fluvial	0,33	838132	7602600	-	-
22		Fluvial	0,90	800591	7600569	Sim	-
23		Fluvial	0,06	678819	7550012	-	-
24		Fluvial	0,21	819284	7610251	-	-
25		Fluvial	0,74	766247	7590044	-	-
26		Fluvial	0,91	784584	7597200	Sim	Sim
27	Ilha Grande	Fluvial	2,13	834684	7608309	-	-
28		Fluvial	0,17	896273	7593906	-	-
29		Fluvial	0,08	893213	7591820	-	-
30		Fluvial	0,12	870811	7595448	-	-
31		Fluvial	0,33	873236	7594438	-	-
32	Ilha dos Pombos	Fluvial	2,11	748741	7582248	-	-
33		Fluvial	0,19	838928	7602530	-	-
34		Fluvial	0,22	769862	7591724	Sim	-
35		Fluvial	0,06	864785	7597897	-	-
36		Fluvial	0,09	857562	7605614	-	-
37		Fluvial	0,21	686642	7552678	-	-
38	Ilha do Coelho	Fluvial	2,13	779606	7594799	Sim	Sim
39		Fluvial	0,09	684285	7552636	-	-
40		Lacustre	0,20	537814	7509627	-	-
41		Fluvial	1,32	791453	7599187	Sim	Sim
42		Fluvial	0,33	906212	7602410	-	-
43		Fluvial	0,60	659363	7541919	-	-
44		Fluvial	1,23	820426	7610354	-	-
45		Fluvial	0,35	889024	7589894	-	-
46	Ilha do Morro	Fluvial	1,26	773976	7593000	Sim	Sim
47		Fluvial	0,08	662920	7541201	-	-
48		Fluvial	1,52	895227	7593759	-	-
49		Fluvial	0,09	742390	7579818	-	-
50		Fluvial	0,16	869169	7596794	-	-
51		Fluvial	0,84	883365	7589574	-	-
52		Fluvial	0,06	814795	7607298	-	-
53		Fluvial	0,06	655829	7539128	-	-
54		Fluvial	0,25	907048	7601460	-	-
55		Fluvial	2,14	787502	7598381	Sim	Sim
56		Fluvial	0,14	763152	7588966	-	-
57		Fluvial	0,11	733727	7575650	-	-
58		Lacustre	0,07	414299	7419874	-	-
59		Fluvial	0,11	893874	7592491	-	-
60		Fluvial	0,14	908631	7603946	-	-
61		Fluvial	0,07	711502	7564661	-	-
62	Ilha da Pureza	Fluvial	0,38	825693	7609566	-	-
63		Fluvial	0,08	843652	7602871	-	-
64		Fluvial	0,76	873098	7594110	-	-
65		Lacustre	0,16	538065	7510164	-	-
66		Fluvial	0,54	860555	7602485	-	-
67		Fluvial	0,12	835288	7606700	-	-
68		Fluvial	0,29	662041	7540282	-	-



ID	Nome da Ilha	Tipologia da Ilha	Áreas (km <sup>2</sup> )	Localização <sup>20</sup>		Encontra-se na AII	Encontra-se na ADA
				E	E		
69		Fluvial	0,64	877089	7593287	-	-
70		Mista	0,10	911613	7603839	-	-
71		Fluvial	0,18	897246	7595170	-	-
72		Fluvial	0,23	669742	7544393	-	-
73		Fluvial	0,11	735270	7576672	-	-
74		Fluvial	1,24	806390	7604829	-	-
75		Fluvial	0,07	811417	7604826	-	-
76		Fluvial	0,14	894472	7592601	-	-
77		Fluvial	0,07	868128	7597001	-	-
78		Fluvial	1,99	795528	7597424	Sim	Sim
79		Fluvial	0,73	904456	7600183	-	-
80		Fluvial	0,16	835214	7605662	-	-
81	Ilha do Graca	Fluvial	4,71	907732	7602618	-	-
82		Fluvial	0,24	829650	7607721	-	-
83		Fluvial	0,16	693948	7555864	-	-
84		Fluvial	0,43	702484	7560148	-	-
85		Fluvial	0,08	836223	7603108	-	-
86		Fluvial	0,55	892528	7591800	-	-
87		Fluvial	0,09	712720	7565339	-	-
88		Fluvial	0,38	828337	7607861	-	-
89		Fluvial	0,07	754176	7585000	-	-
90		Fluvial	0,29	852427	7606669	-	-
91		Fluvial	0,99	890641	7591073	-	-
92		Fluvial	0,42	759460	7587269	-	-
93	Ilha Santo Antonio	Fluvial	0,06	901431	7598107	-	-
94		Fluvial	0,88	705044	7561681	-	-
95		Fluvial	0,25	854616	7606238	-	-
96		Fluvial	0,13	745590	7580929	-	-
97		Fluvial	1,41	866418	7597632	-	-
98		Lacustre	0,09	413560	7418785	-	-
99		Fluvial	0,30	858443	7605464	-	-
100	Ilha do Malta	Fluvial	1,06	832528	7608824	-	-
101		Fluvial	0,53	827914	7607547	-	-
102		Fluvial	0,23	814768	7606961	-	-
103		Fluvial	0,06	858586	7604837	-	-
104		Fluvial	0,42	861848	7601640	-	-
105	Ilha do Lima	Mista	5,39	910735	7605435	-	-
106	Ilha do Santíssimo	Fluvial	1,47	802726	7602238	Sim	-
107	Ilha Barra do Pomba	Fluvial	1,87	804498	7603644	Sim	-
108		Fluvial	0,48	681542	7551304	-	-
109		Fluvial	0,80	665443	7542069	-	-
110		Fluvial	0,23	667275	7542813	-	-
111		Fluvial	0,17	671543	7545259	-	-
112		Fluvial	0,16	689974	7554124	-	-
Total			61,97				

Fonte: IBGE, 2017.

Adicionalmente, cabe destacar as ações de levantamento da UHE Itaocara S.A. sobre as ilhas do rio Paraíba do Sul no trecho presentes na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento. Considerando todas as ilhas, ilhotas e afloramentos de rocha, totalizam-se 657 (ou 267,7 ha) ocorrências de ilhas/ilhotas menores de até 16 hectares sem ocupação, somadas com 121 ilhas (703,7 ha) que possuem ocupação considerada irregular, uma vez que tratam-se de terras da união por comporem o trecho fluvial de curso d'água de jurisdição Federal. Ao todo, são 971,44 hectares em 778 de ilhas/ilhotas/afloramentos rochosos mapeadas.

## 10.12 - POTENCIAL POLUIDOR

Dentre atividades destacadas como fontes poluidoras dentro da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, cabe destacar, em consonância com todo o exposto no *Volume IV – Diagnóstico do Meio Socioeconômico*, que as atividades rurais realizadas na região de influência direta da UHE Itaipava I apresentam atividades voltadas preponderantemente para agropecuária de base familiar, para subsistência ou comercialização local, e sendo boa parte realizada em planícies de inundação - áreas naturalmente férteis. Com isso, a escala de utilização de químicos na região perdem potencialidade quando comparado aos demais aspectos que estão abaixo relacionados.

### 10.12.1 - Cadastros de Usuários de Recursos Hídricos

Um importante elemento que concerne à caracterização dos recursos hídricos locais refere-se ao levantamento de usuários cadastrados de determinado recorte. Esse cadastro possibilita o entendimento das necessidades de consumo e contribui para o estabelecimento de uma caracterização dos usos dados à água. Neste sentido, pôde-se realizar tal levantamento a partir dos dados disponibilizados pelo Cadastro Nacional de Usuários e Recursos Hídricos (CENARH), disponibilizado para a bacia de interesse a partir do portal do CEIVAP ([s.d.]), referente ao ano de 2018.

A partir da compilação dos dados apresentados do estado de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo<sup>21</sup> pode-se constatar grande participação dos usuários relacionados ao saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário, por exemplo), bem como ao uso industrial. Ambos correspondem a aproximadamente 49,7% do total de usuários cadastrados ao longo da bacia. Estes dados apresentados sugerem que tais atividades contribuam decisivamente para a alteração das águas associadas ao Paraíba do Sul.

**Quadro 69: Usuários Cadastrados na Bacia do rio Paraíba do Sul (2018).**

Tipologia de Cadastro	Número Absoluto	Número Relativo (%)
Alternativo	285	5,0%
Criação Animal*	438	7,7%
Hidrelétrica	25	0,4%
Industrial	1.155	20,3%
Irrigação	608	10,7%
Mineração	115	2,0%
Obras Hidráulicas	57	1,0%
Outras	1.039	18,3%
Público	35	0,6%
Reservatório	2	0,0%
Rural	63	1,1%
Saneamento**	1.675	29,4%
Sem Informação	164	2,9%
Serviços	21	0,4%
Termoelétrica	7	0,1%

\*Contempla o setor de Aquicultura

\*\*Contempla o setor de abastecimento público e esgotamento sanitário

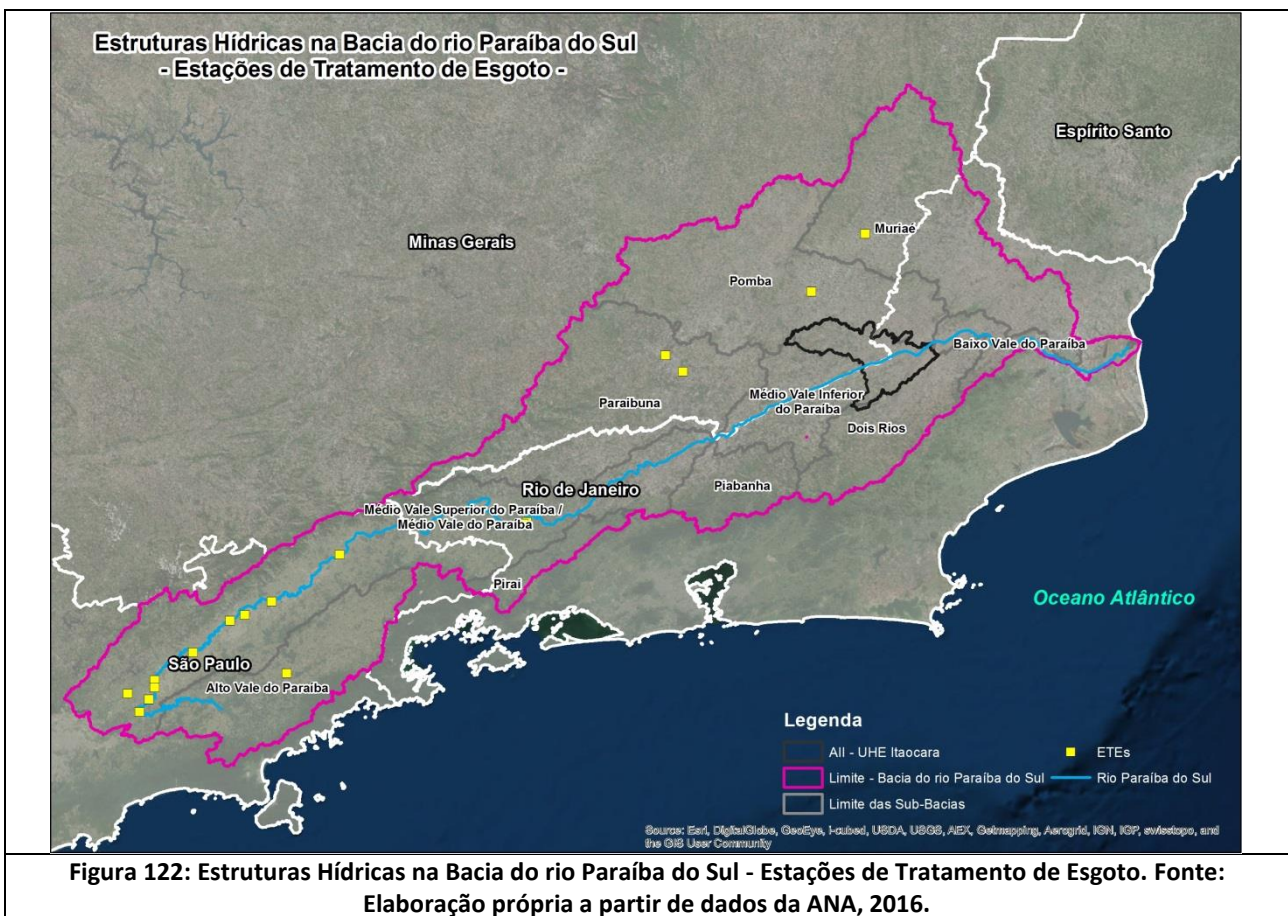
**Fonte: Adaptado do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CENARH), apud CEIVAP ([s.d.]).**

<sup>21</sup>Adaptações das informações tiveram de ser realizadas devido à diferentes componentes apresentados em cada um dos quadros. Além disso, as tipologias de cadastro foram aglutinadas com o intuito de facilitar a interpretação das informações disponibilizadas.



### 10.12.2 - Esgotamento Sanitário Domiciliar

Em relação às estruturas sanitárias presentes na bacia em análise, torna-se importante destacar o papel desempenhado pelas estações de tratamento existentes e distribuídas em toda a área da bacia do Paraíba do Sul. Assim, quando da consulta às informações referentes às Estações de Tratamento de Esgoto (disponibilizados através do Portal SIGA Web [CEIVAP], apresentando os dados do Programa de Despoluição das Bacias [ANA] para o ano de 2016), observa-se certa heterogeneidade das mesmas ao longo do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, o que corrobora para uma potencial diferenciação da qualidade da água local/regional. Chama atenção a elevada concentração de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) na porção paulista da bacia (associada ao CBH Paraíba do Sul), enquanto em outras porções, verificam-se estruturas mais rarefeitas no espaço geográfico (Figura 122).



A partir do Quadro 70, podem-se observar as informações das Estações de Tratamento de Esgotos por sub-bacia hidrográfica, sendo também apresentado o corpo receptor e o prestador de serviço vinculado a cada ETE.

**Quadro 70: Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na bacia do Rio Paraíba do Sul.**

Sub-bacia	ETEs por Sub-bacia	Nome	Corpo Receptor	Prestador do Serviço	
Alto Vale do Paraíba	1	ETE São Luiz do Paraitinga	Rio Paraitinga	SABESP	
Baixo Vale do Paraíba	-	-	-	-	
Dois Rios	-	-	-	-	
Médio Vale Inferior do Paraíba	-	-	-	-	
Médio Vale Superior do Paraíba / Médio Vale do Paraíba	13	ETE Meia Lua	Rio Paraíba do Sul	SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí	
		ETE Bandeira Branca			
		ETE Central			
		ETE Moreira César			
		ETE Araretama	Rio Una	SABESP	
		ETE Lavapés	Sem Informação		
		ETE Cachoeira Paulista	Rio Paraíba do Sul		
		ETE Guararema			
		ETE Parateí			
		ETE Taubaté-Tremembé			
		ETE Pararangaba			
ETE Aterrado	Rio Paraíba do Sul	SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda			
ETE Correios					
Muriaé	2	ETE José Cirilo/São Joaquim	Rio Muriaé		DEMSUR - Muriaé
		ETE Dornelas			
Paraibuna	2	ETE União Industrial	Rio Paraibuna	CESAMA	
		ETE Barbosa Lage		CESAMA – Juiz de Fora	
Piabanha	-	-	-	-	
Pirai	-	-	-	-	
Pomba	1	ETE Cataguases	Rio Pomba	COPASA	

Fonte: IBGE, 2010.

Porém, a inexistência de estruturas sanitárias pode corroborar decisivamente para a deterioração da qualidade da água em determinada bacia. Neste sentido, quando da consulta dos dados censitários disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE, 2010) para o ano de 2010 (Quadro 71), pode-se verificar que dos 1.921.619 domicílios associados à bacia do rio Paraíba do Sul, 16,6% apresentam estruturas inadequadas para o correto transporte e tratamento dos efluentes gerados, o que por sua vez é agravado pela inexistência de Estações de Tratamento de Esgoto na All do empreendimento. A seguir, apresenta-se um quadro resumo com os valores quantitativos das estruturas inadequadas de saneamento apontadas conforme o Censo 2010.

**Quadro 71: Estruturas inadequadas de esgotamento sanitário domiciliar na bacia do rio Paraíba do Sul – 2010.**

Total de Domicílios	Via fossa rudimentar		Via vala		Via rio, lago ou mar		Via outro escoadouro	
	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo
1.921.619	128.274	6,68%	56.689	2,95%	125.728	6,54%	8.562	0,45%

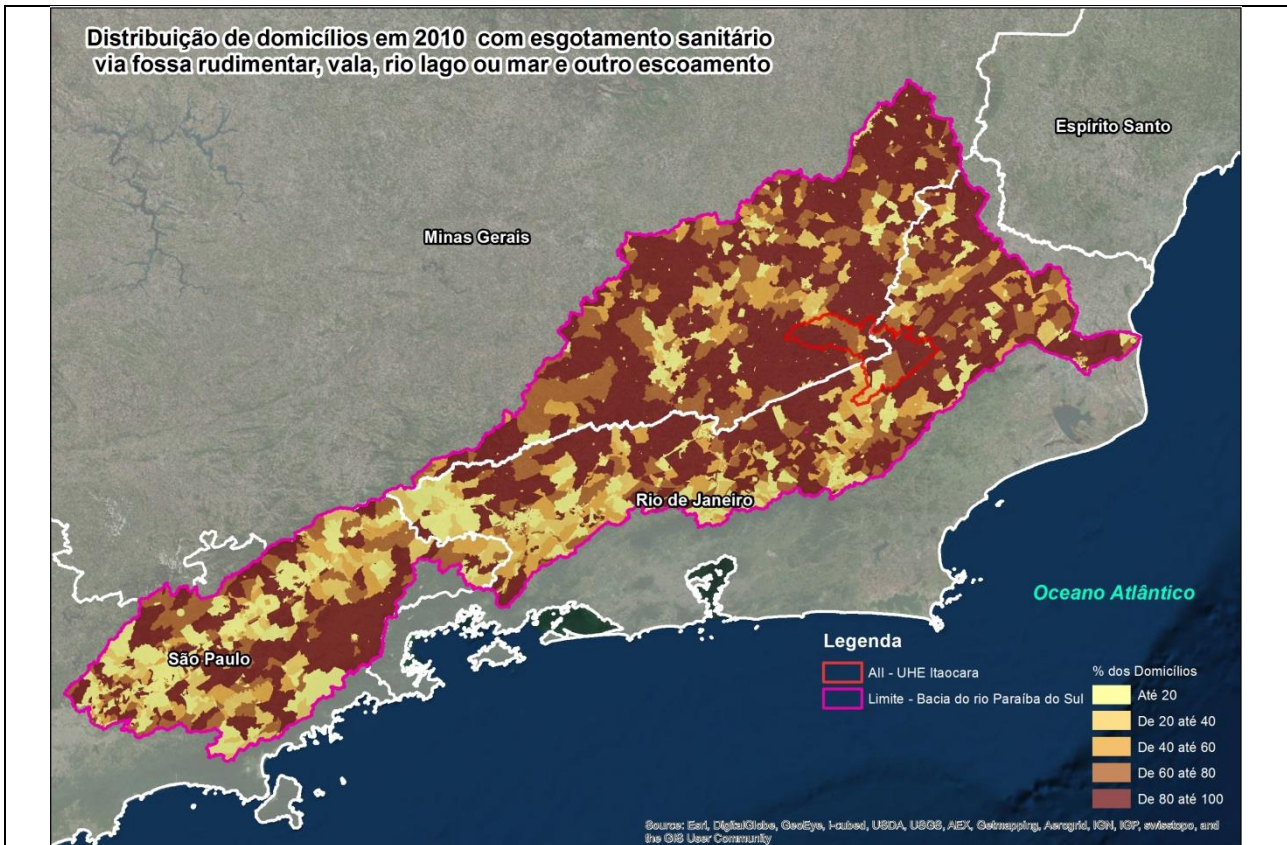
Fonte: IBGE, 2010.

Quando da espacialização destes dados, observa-se que grande parte da bacia apresenta porções concentradas de estruturas inadequadas de saneamento (Figura 123). Em relação à All, por sua vez, observa-se que a porção oeste e a porção leste da área de interesse apresentam uma maior concentração de estruturas inadequadas de saneamento. Apesar da porção norte e sul da All apresentarem situações de melhores, observam-se situações críticas ao longo de quase toda a sua área (Figura 123). É interessante ainda verificar que os padrões identificados na All do empreendimento apresentam pouca variação quando da comparação com o cenário encontrado na bacia. Entretanto salienta-se uma elevada ocorrência de efluentes lançados via vala e via rio lago, ou mar na All.

**Quadro 72: Estruturas inadequadas de esgotamento sanitário domiciliar na All – 2010.**

Total de Domicílios	Via fossa rudimentar		Via vala		Via rio, lago ou mar		Via outro escoadouro	
	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo	Nº Absoluto	Nº Relativo
16767	1313	7,83%	3057	18,23%	1548	9,22%	116	0,69%

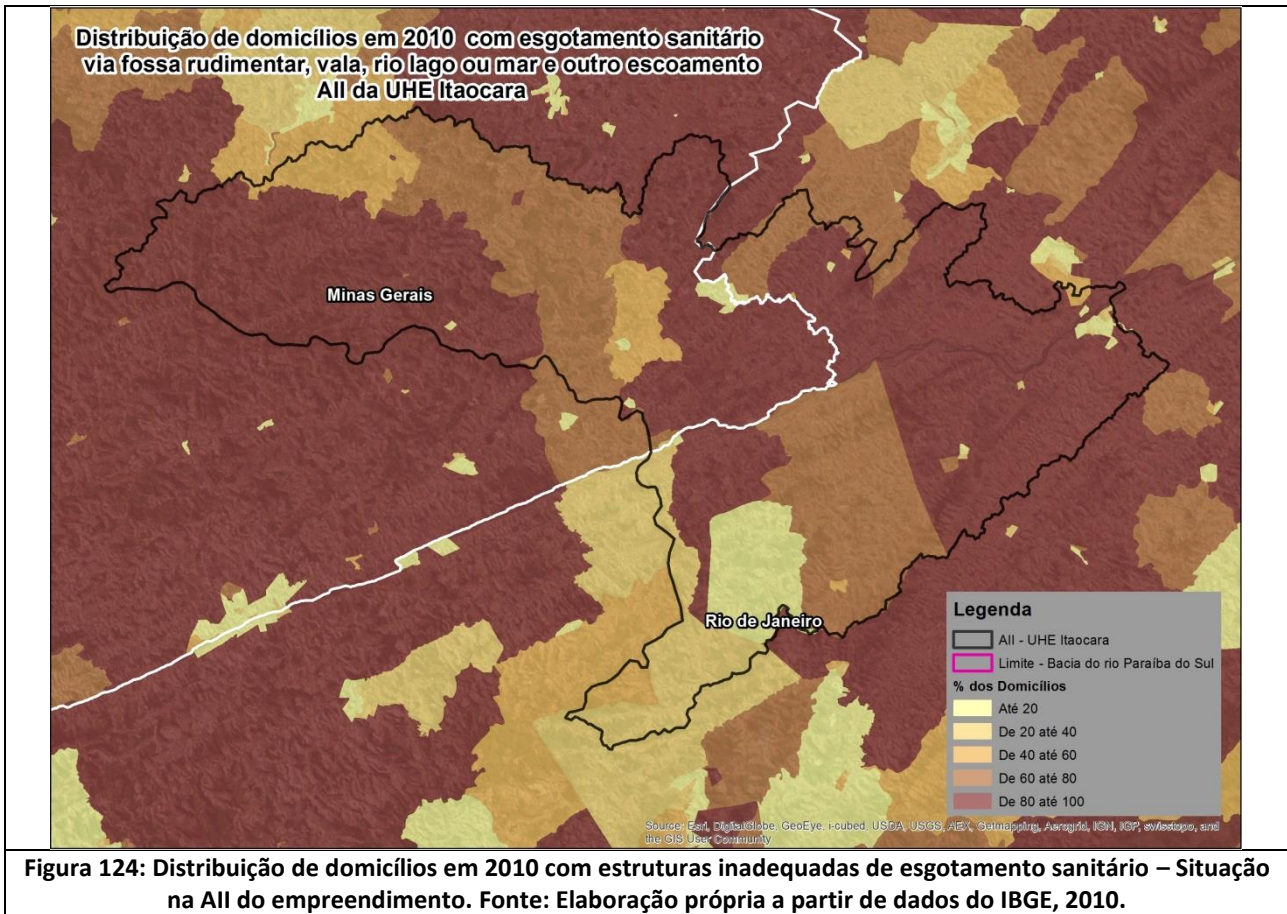
Fonte: IBGE, 2010.



**Figura 123: Distribuição de domicílios em 2010 com estruturas inadequadas de esgotamento sanitário.**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, 2010.





### 10.12.3 - Atividades Minerárias

Outro fator que merece destaque na região, apesar de terem sido verificados apenas 115 cadastros associados a tal atividade, refere-se à atividade minerária. Paralelamente ao apresentado no item 5 - *INTERFERÊNCIAS*, atualmente, de acordo com as informações disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (através da Plataforma Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE) são identificados 6.388 processos minerários na área da bacia do rio Paraíba do Sul, sendo que destes, 612 encontram-se na fase de concessão de lavra, 466 encontram-se na fase de licenciamento e em 11 já se verificam registros de extração.

Apesar disto, salienta-se que 49% do total de processos minerários estão relacionados à autorização de pesquisa, não se estabelecendo em curto prazo como um fator decisivo para o aumento do potencial poluidor na região. Tais informações podem ser visualizadas no Quadro 73. Além disto, deve-se registrar que a porção paulista e mineira da bacia do Paraíba do Sul, bem como o norte fluminense apresentam-se como as áreas mais ativas referentes à existência de processos minerários em curso (conforme anteriormente apresentado na Figura 50).

Apesar de indicar a não exploração, esta situação pode, em curto prazo, culminar em um importante fator para a alteração da qualidade da água na região, tendo em vista o potencial aumento do lançamento de efluentes nos cursos d'água, bem como ao aumento de processos erosivos que, por sua vez, podem resultar na alteração da turbidez da água neste trecho.

**Quadro 73: Processos Minerários na bacia do rio Paraíba do Sul e na Área de Influência da UHE Itaipava I.**

Tipologia de Cadastro*	Processos Minerários – Bacia do Rio Paraíba do Sul	Processos Minerários – AII UHE Itaipava I	Processos Minerários – ADA UHE Itaipava I
Autorização de Pesquisa	3.122	99	8
Concessão de Lavra	612	12	-
Dado não cadastrado	3	-	-
Disponibilidade	252	7	-
Licenciamento	466	13	2
Registro de Extração	11	1	-
Requerimento de Lavra	654	27	-
Requerimento de Lavra Garimpeira	15	3	-
Requerimento de Licenciamento	418	11	2
Requerimento de Pesquisa	812	18	2
Requerimento de Registro de Extração	21	1	-
Sem informação	2	1	1

Fonte: SIGMINE, 2019.

### 10.13 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Um fator importante ao se observar as demandas hídricas é o levantamento e entendimento das outorgas concedidas para os múltiplos usos de uma determinada bacia. A autorização da prática de captação de água, por exemplo, contribui para que se possa assegurar o controle da distribuição e acessibilidade à água, respeitando aspectos quantitativos e qualitativos para tal.

Desta maneira, quando se acessam os dados referentes às outorgas de pontos de captação entre os anos de 2001 e 2018 (ANA, 2019<sup>22</sup>), verifica-se na bacia do rio Paraíba do Sul certa preponderância de outorgas concedidas às Indústrias (289, representando 25% do total), seguidas pelas outorgas minerárias associadas a extração de areia e cascalho em leito de rio (270, representando 23,4% do total) e do abastecimento público (244, representando 21,1% do total)<sup>23</sup>.

Essa distribuição representa a preponderância das atividades industriais e minerárias na área da bacia, bem como a importância da mesma frente ao acesso público das águas. Quando da análise dos dados da AII, o que se verifica é a manutenção da análise, tendo a indústria e a mineração maior representatividade na região. Entretanto, a irrigação passa a se apresentar como a terceira atividade mais preponderante quando da análise das demandas hídricas na AII. Os dados podem ser visualizados no Quadro 74 e na Figura 125, a seguir.

**Quadro 74: Demandas Hídricas (m<sup>3</sup>/s) por tipologia de usuário.**

Finalidade	Bacia Paraíba do Sul (2001/2018)		AII UHE Itaipava I (2001/2018)	
	Outorgas (un)	Outorgas (%)	Outorgas (un)	Outorgas (%)
Abastecimento Público	244	21,1%	3	9,7%
Aquicultura em Tanque Escavado	4	0,3%	0	0,0%
Consumo Humano	17	1,5%	0	0,0%
Criação Animal	23	2,0%	0	0,0%
Indústria	289	25,0%	11	35,5%
Irrigação	171	14,8%	6	19,4%

<sup>22</sup> Obtidos junto ao Portal SIGAweb da CEIVAP.

<sup>23</sup> O percentual apontado refere-se ao número de outorgas, não estando a análise correlacionada à vazão total das mesmas.



Finalidade	Bacia Paraíba do Sul (2001/2018)		All UHE Itacara I (2001/2018)	
	Outorgas (un)	Outorgas (%)	Outorgas (un)	Outorgas (%)
Mineração-Extração de Areia/Cascalho em Leito de Rio	270	23,4%	8	25,8%
Mineração-Outros Processos Extrativos	25	2,2%	1	3,2%
Obras Hidráulicas	30	2,6%	1	3,2%
Outras / Sem identificação	76	6,6%	1	3,2%
Termoelétrica	7	0,6%	0	0,0%
<b>Total</b>	<b>1.156</b>	<b>-</b>	<b>31</b>	<b>-</b>

Fonte: ANA, 2019.

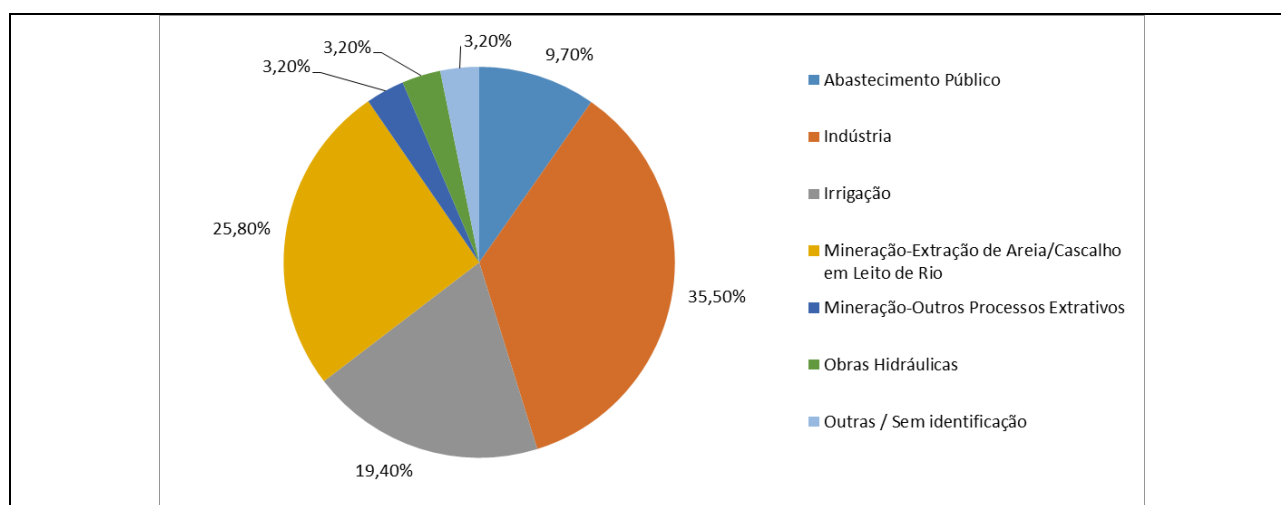


Figura 125: Demandas Hídricas (m<sup>3</sup>/s) por tipologia de usuário na All da UHE Itacara I. Fonte: ANA, 2019.

A partir dos dados apresentados acima, torna-se importante relacionar os mesmos aos cursos d'água existentes na bacia em estudo. O que se verifica na bacia do Paraíba do Sul é que das 1.156 captações existentes, 515 (ou seja, 44,6% destas) estão associadas ao rio Paraíba do Sul, sendo o segundo curso d'água com maior número de outorgas o rio Pomba, com 158 captações outorgadas (13,7% do total).

Na All da UHE Itacara I a situação não é diferente, tendo em vista que o rio Paraíba do Sul responde a 16 captações outorgadas (51,6% do total contido na All), sendo o rio Pomba o segundo com 4 captações (12,9% do total). A seguir, o Quadro 75 apresenta o quantitativo de todas as captações outorgadas levantadas pela ANA entre os anos de 2001 e 2018, enquanto na Figura 126 pode-se verificar a distribuição espacial das mesmas na Bacia do rio Paraíba do Sul e na respectiva All da UHE Itacara I.

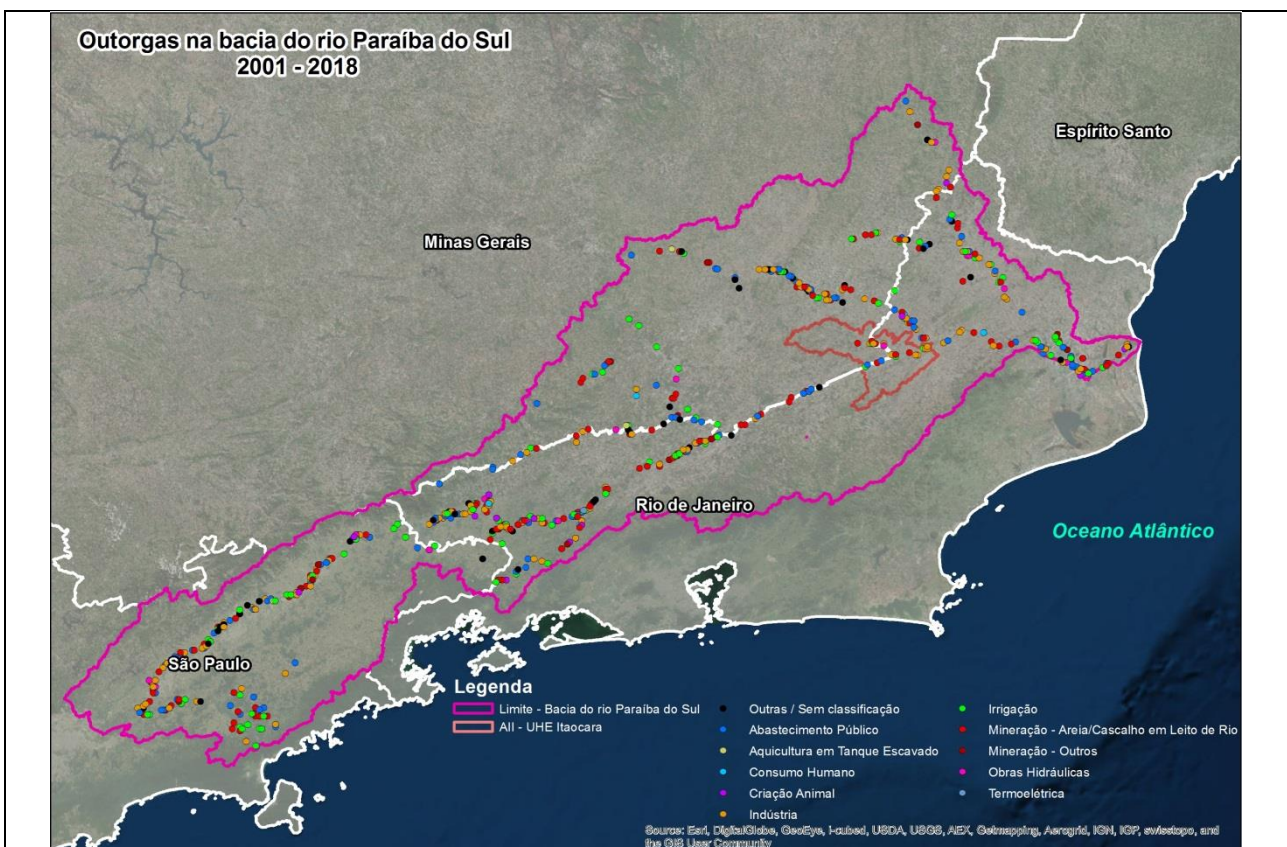
Quadro 75: Captações outorgadas na Bacia do rio Paraíba do Sul e na All da UHE Itacara I.

Corpo Hídrico	Outorgas – Bacia Paraíba do Sul (2001/2018)		Outorgas – All UHE Itacara (2001/2018)	
	Unitário	(%)	Unitário	(%)
Brejo do Retiro e Brejo do Bonde	3	0,3%	-	-
Canal da Barrinha	8	0,7%	-	-
Canal do Degredo	1	0,1%	-	-
Córrego Barra Alegre	1	0,1%	-	-
Córrego Bom Sucesso	1	0,1%	-	-
Córrego Braúna	1	0,1%	-	-
Córrego Cachoeira	2	0,2%	-	-
Córrego Caracol	1	0,1%	-	-

Corpo Hídrico	Outorgas – Bacia Paraíba do Sul (2001/2018)		Outorgas – All UHE Itaocara (2001/2018)	
	Unitário	(%)	Unitário	(%)
Córrego do Tanque	1	0,1%	-	-
Córrego dos Barbosas	1	0,1%	-	-
Córrego dos Caités	3	0,3%	-	-
Córrego dos Quintinos	3	0,3%	-	-
Córrego Figueira	3	0,3%	-	-
Córrego Pasto do Meio	1	0,1%	-	-
Córrego Pombal	7	0,6%	-	-
Córrego Reserva	1	0,1%	-	-
Córrego Revolta	1	0,1%	-	-
Córrego Rola-Mão	3	0,3%	-	-
Córrego Santa Bárbara	1	0,1%	-	-
Córrego Santa Marta	1	0,1%	-	-
Córrego São Bento	3	0,3%	-	-
Córrego Sobradinho	1	0,1%	-	-
PCH Ivan Botelho III	3	0,3%	-	-
Represa Chapéu d'Uvas	3	0,3%	-	-
Reservatório Santana	5	0,4%	-	-
Riacho do Roncador	1	0,1%	-	-
Ribeirão da Divisa ou da Cachoeira	1	0,1%	-	-
Ribeirão da Prata	1	0,1%	-	-
Ribeirão das Pedras ou Mandu	1	0,1%	-	-
Ribeirão do Barreiro	1	0,1%	-	-
Ribeirão do Pertinho	4	0,3%	-	-
Ribeirão dos Monos	1	0,1%	-	-
Ribeirão dos Pinheiros	3	0,3%	-	-
Ribeirão Ipiranga	1	0,1%	-	-
Ribeirão Lontra	1	0,1%	-	-
Ribeirão Pirapitingui	5	0,4%	2	6,5%
Ribeirão Vermelho	1	0,1%	-	-
Ribeirão Yungue	1	0,1%	-	-
Rio Carangola	34	2,9%	1	3,2%
Rio Carioca ou Antinha	1	0,1%	-	-
Rio da Barra do Rio Novo	1	0,1%	-	-
Rio das Flores	1	0,1%	-	-
Rio do Bananal	17	1,5%	-	-
Rio do Barreiro de Baixo	2	0,2%	-	-
Rio do Braço	5	0,4%	1	3,2%
Rio do Peixe	13	1,1%	-	-
Rio Muriaé	97	8,4%	2	6,5%
Rio Paraíba do Sul	515	44,6%	16	51,6%
Rio Paraibuna	32	2,8%	1	3,2%
Rio Paraitinga	11	1,0%	-	-
Rio Pau Fincado	3	0,3%	-	-
Rio Piabanha	1	0,1%	-	-
Rio Pirai	20	1,7%	1	3,2%
Rio Pirapetinga	23	2,0%	1	3,2%
Rio Pomba	158	13,7%	4	12,9%
Rio Preto	36	3,1%	1	3,2%
Rio São Domingos	2	0,2%	-	-
Rio São Fernando	1	0,1%	-	-
Sem Toponímia	28	2,4%	1	3,2%
UHE Barra do Braúna	3	0,3%	-	-

Corpo Hídrico	Outorgas – Bacia Paraíba do Sul (2001/2018)		Outorgas – AII UHE Itaocara (2001/2018)	
	Unitário	(%)	Unitário	(%)
UHE Funil	1	0,1%	-	-
UHE Ilha dos Pombos	7	0,6%	-	-
UHE Paraibuna	7	0,6%	-	-
UHE Santa Branca	4	0,3%	-	-
UHE Santa Cecília (Elevatória)	6	0,5%	-	-
Valão da Boa-Fortuna	1	0,1%	-	-
Valão do Cedro	1	0,1%	-	-
Valão dos Castros	3	0,3%	-	-

Fonte: ANA, 2019.



**Figura 126: Captações outorgadas na Bacia do rio Paraíba do Sul e da AII da UHE Itaocara entre 2001 e 2018.**  
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ANA, 2019.

## 10.14 - HIDROGEOLOGIA E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Outra questão importante para o entendimento e caracterização dos recursos hídricos de determinada região refere-se às águas subterrâneas existentes em determinado recorte. Isto porque os aquíferos se apresentam como unidades importantes do entendimento hidrológico, estabelecendo-se enquanto importantes reservas de água para diferenciados fins (abastecimento humano e industrial). Além disso, apresentam-se enquanto reguladores fundamentais dos cursos d'água superficiais, tendo em vista seu papel na recarga dos sistemas hídricos. Entende-se por aquífero como sendo:

*“Um reservatório subterrâneo de água, caracterizado por camadas ou formações geológicas suficientemente permeáveis, capazes de armazenar e transmitir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos.” (IRITANI e EZAKI, 2008, p.19).*

Esses aquíferos, por sua vez, apresentam diferentes características associadas à sua natureza, bem como a litologia, porosidade, alimentação e profundidade. Neste sentido, a partir dos dados da ANA (2013), verificou-se que na bacia do rio Paraíba do Sul existem 7 diferentes sistemas aquíferos, sendo eles: Aquífero Barreiras, Aquífero Fraturado Centro-Sul, Aquífero Litorâneo Nordeste-Sudeste; Aquífero Resende, Aquífero São Paulo, Aquífero Taubaté e Aquífero Volta Redonda.

**Quadro 76: Distribuição das áreas dos Aquíferos na bacia do rio Paraíba do Sul.**

Sistema Aquífero	Área do Aquífero na bacia do rio Paraíba do Sul (km <sup>2</sup> )	Área do Aquífero na bacia do rio Paraíba do Sul (percentual)
Sistema Barreiras	255,70	0,46%
Sistema Fraturado Centro Sul	52.533,95	93,99%
Sistema Litorâneo Nordeste-Sudeste	449,06	0,80%
Sistema Resende	252,33	0,45%
Sistema São Paulo	11,01	0,02%
Sistema Taubaté	2.376,27	4,25%
Sistema Volta Redonda	16,30	0,03%

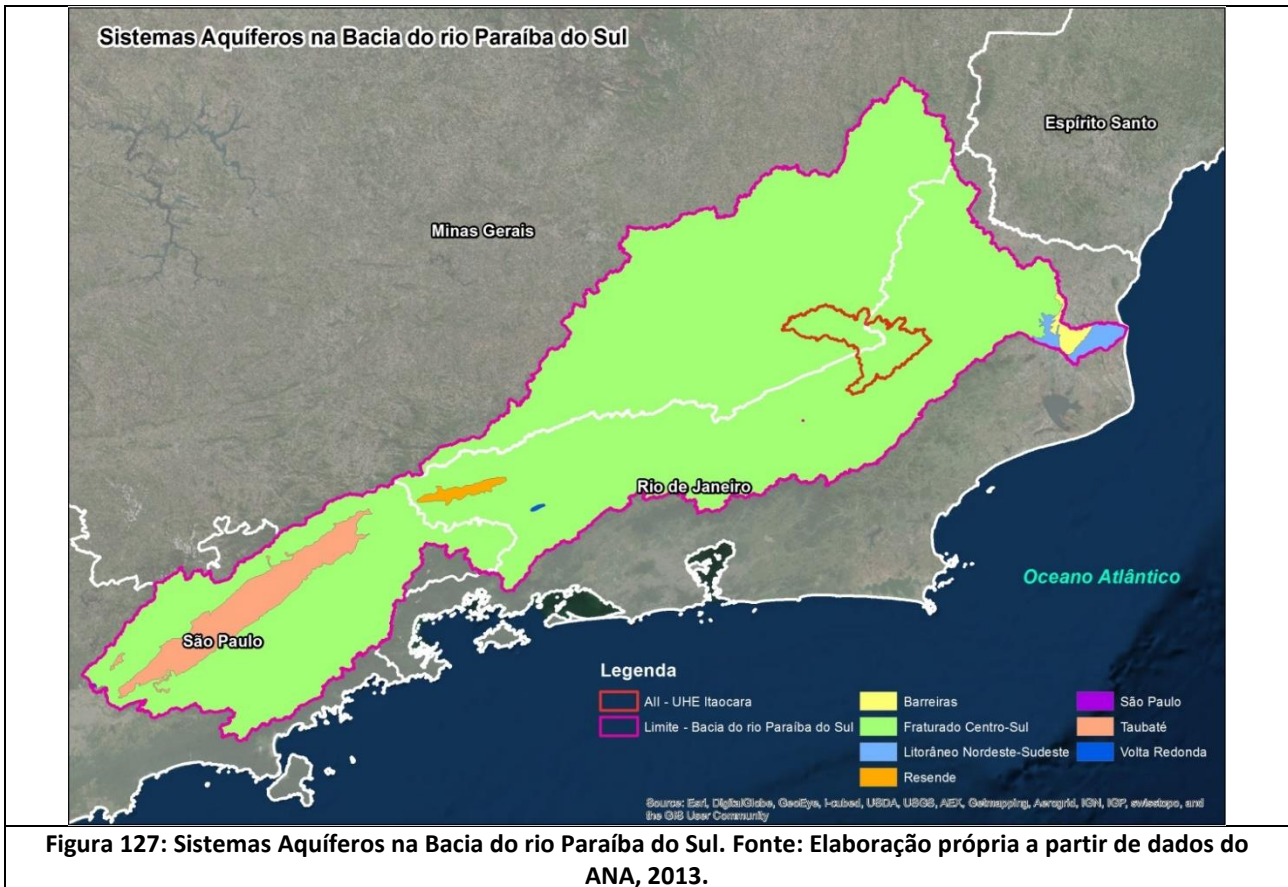
Fonte: ANA, 2013.

Não foram identificadas Unidades de Conservação (UC) na AII da UHE Itaipava I. Como exceção, em sinergia com o próprio empreendimento, foram criadas no município de Aperibé as UCs Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal Serra da Bolívia e o Monumento Natural Serra da Bolívia. Existe, ainda, a intenção de criação de outra UC no estado de Minas Gerais.

A APA Serra da Bolívia confronta seus limites parcialmente com as margens do reservatório a ser criado pela UHE Itaipava I (ver Caderno de Mapas, mapa *BPI\_IOA\_EIA\_MAPAS\_MB\_UC\_ZA*), e certamente receberá influência da alteração da dinâmica do lençol freático. Mas deve-se destacar que a UC foi criada em função da usina, portanto as interferências esperadas, quais sejam, serão devidamente acompanhadas pelo empreendedor e municipalidade.

A seguir, na Figura 127, pode-se observar a espacialização destes sistemas ao longo da bacia, destacando que a AII do empreendimento da UHE Itaipava I está completamente sob o Aquífero Fraturado Centro-Sul.





**Figura 127: Sistemas Aquíferos na Bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ANA, 2013.**

### 10.14.1 - Caracterização dos Sistemas Aquíferos

#### 10.14.1.1 - Sistema Barreiras

O Sistema Barreiras, localiza-se na porção mais a jusante da bacia do rio Paraíba do Sul (bacia de Campos), constituindo de um sistema aquífero poroso e de origem sedimentar. De acordo com Barreto et al (2000), constitui-se de sedimentos terciário, sendo eles, fundamentalmente, “argilas lateríticas e areias com óxido de ferro”. É ainda importante se destacar que o aquífero é pouco produtivo, apresentando “vazões máximas da ordem de  $2 \text{ m}^3/\text{h}$  e capacidade específica média de  $0,33 \text{ m}^3/\text{h/m}$ ” (BARRETO ET AL, 2000, p.17). Além disso, devido às características sedimentológicas no sistema, observa-se que as águas associadas ao mesmo são normalmente ferruginosas, o que corroboram para certa deterioração da qualidade da mesma.

#### 10.14.1.2 - Sistema Fraturado Centro-Sul (Cristalino)

O Sistema Fraturado Centro-Sul, também conhecido como Cristalino é um sistema que, na bacia do rio Paraíba do Sul, atua nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Por estar associado a um ambiente cristalino, se relaciona diretamente com outros sistemas aquíferos sedimentares que se depositam sobre ele. Apresenta, de acordo com Iritani e Ezaki (2008), uma litologia relacionada a rochas de origem ígnea e metamórfica, sendo caracterizada ainda pela presença de fraturas que contribuem para a própria recarga do aquífero.

Entretanto, a partir da tipologia da porosidade fissural, pode-se dividir tal sistema em duas unidades principais: o Aquífero Pré-Cambriano e o Aquífero Pré-Cambriano Cárstico. A primeira unidade é caracterizada pela existência de fraturas na rocha, enquanto a segunda se estabelece a partir de processos

de intemperismo atrelado à “*dissolução dos minerais carbonáticos das rochas calcárias*” (Iritani e Ezaki (2008, p.33). Estes processos, contribuem, portanto para diferentes características das disponibilidades e qualidades da água na região. Segundo as autoras, no Aquífero Pré-Cambriano, a “*produtividade é baixa e bastante variável, estando condicionada à presença de fraturas abertas. A vazão média dos poços é em torno de 5 m<sup>3</sup>/h (...), mas é comum encontrar poços próximos com vazões muito diferentes devido à variação no número, tipo, abertura e conexão das fraturas.*” (IRITANI e EZAKI, 2008, p.33).

Já em relação ao Aquífero Pré-Cambriano Cárstico, as autoras apresentam a existência de poucas informações no que diz respeito a produtividade devido ao baixo número de poços associados à esta unidade. Entretanto, apontam, baseadas em estudos de Fernandes et al (2005) que apesar da produtividade variável, estimam-se vazões entre 7 e 100m<sup>3</sup>/h por poço.

De acordo com as autoras supracitadas, a água do Aquífero Cristalino é considerada boa para o consumo humano, porém, as mesmas alertam para os usos estabelecidos regionalmente. A elevada taxa de ocupação humana, bem como a presença de indústrias ao longo do Vale do Paraíba, denota um contínuo estado de atenção do potencial poluidor local/regional, tendo em vista que parte destes aquíferos são utilizados de maneira complementar para o abastecimento da população e para o uso industrial. Em relação à água da unidade Pré-Cambriana Cárstica, as autoras atentam para o fato do aumento do potencial poluidor nestas porções do território, tendo em vista a elevada velocidade que as águas possuem nesta unidade, o que por sua vez, pode contribuir para um espraiamento de cargas poluidoras de maneira mais rápida, dificultando ações de emergência e contingência.

#### **10.14.1.3 - Sistema Litorâneo Nordeste/Sudeste**

O aquífero litorâneo nordeste/sudeste se localiza na porção mais a jusante da bacia do rio Paraíba do Sul. Constitui-se, fundamentalmente, de materiais sedimentares (principalmente areias e sedimentos finos) que se estabelecem sobre o cristalino. Apresentam espessura aproximada de 30 m (SÃO PAULO, 2005).

#### **10.14.1.4 - Sistema Taubaté**

Localizado no estado de São Paulo, o Aquífero Taubaté se estabelece entre ambientes serranos (Serra do Mar e Serra da Mantiqueira) apresentando, desta forma, um alinhamento nordeste/sudeste, como pôde ser visualizado na Figura 127. De acordo com Iritani e Ezaki (2008) apresenta-se enquanto um aquífero de natureza sedimentar, sendo composto fundamentalmente por materiais arenosos e argilosos. De acordo as autoras, estes materiais acabam por:

*“Uma característica marcante deste aquífero é a intercalação entre as diversas camadas de sedimentos arenosos e argilosos, promovendo uma grande variabilidade litológica em subsuperfície. As camadas mais arenosas, predominantes na parte basal do aquífero, foram depositadas em ambiente fluvial e ocorrem, predominantemente, nas regiões sudoeste, entre Jacareí e São José dos Campos, e nordeste, entre Guaratinguetá e Lorena. Nestas porções, o aquífero possui boa produtividade, abastecendo cidades como Jacareí, São José dos Campos, Caçapava e Lorena, e as vazões sustentáveis recomendadas chegam até 120 m<sup>3</sup>/h por poço (Mancuso & Monteiro 2005 in DAEE/IG/IPT/CPRM 2005). A porção mais argilosa foi formada em ambiente lacustre e ocorre, predominantemente, na porção central do aquífero, entre as cidades de Taubaté a Pindamonhangaba. Nesta região, a produtividade do aquífero é baixa e as vazões recomendadas não ultrapassam 10 m<sup>3</sup>/h por poço (Mancuso & Monteiro 2005 in DAEE/IG/IPT/CPRM 2005).”*

Ainda de acordo com as autoras, verifica-se certa variabilidade da profundidade do aquífero. Isto é devido, principalmente, à morfologia no terreno de sua ocorrência, aumentando nas porções mais encaixadas do terreno.

#### **10.14.1.5 - Sistema Resende**

O Sistema Resende (também conhecido por Aquífero Multicamadas Resende) estabelece-se fundamentalmente na bacia sedimentar de Resende. Devido a sua localização e contexto geomorfológico, é constituída de sedimentos terciários e quaternários (variáveis em relação às Unidades Geológicas sobre os quais ocorrem), apresentando intercalação entre os sedimentos.

De acordo com Barreto et al (2000, p.17), apresenta-se como “*aquíferos confinados a semiconfinados, com espessuras variando de 8 até 220m, fortemente afetados por falhamentos normais e fraturas. Existem vários poços captando este sistema, sendo a sua maioria destinados ao uso nas indústrias da região*”. Ainda segundo o autor, apoiado nas análises de Castro (2000), a permeabilidade do aquífero varia entre 0,27 m/dia à 3,5m/dia.

Sobre a qualidade da água, Barreto et al (2000) apresenta que, apesar de ser considerada boa, de maneira geral, podem ser ferruginosas variando de acordo com a profundidade e local da captação. Além disso, salienta que os valores dos sólidos totais dissolvidos variam entre 90 e 400 mg/L.

#### **10.14.1.6 - Sistema Volta Redonda**

O sistema Volta Redonda apresenta-se enquanto um aquífero relativamente pequeno e está associado diretamente à bacia sedimentar de Volta Redonda. De acordo com Barreto et al (2000) é composto por sedimentos (argilas e areias) intercaladas depositadas sobre o embasamento cristalino. Ainda de acordo com o autor:

*“Os aquíferos são livres a semi-confinados, com espessuras entre 10 e 30m, baixa produtividade, menor que 1m<sup>3</sup> /h. Os poços localizados nesta área, normalmente ultrapassam os sedimentos, tendo captações mistas, aquífero sedimentar/fissural, ou captando unicamente o sistema aquífero fissural subjacente.”(BARRETO ET AL, 2000, p. 18).*

Em relação à qualidade da água, a mesma é considerada regular, sendo detectada a presença de ferro nas mesmas (BARRETO ET AL, 2000).

#### **10.14.1.7 - Sistema São Paulo**

Assim como Sistema Taubaté, o Aquífero São Paulo se apresenta enquanto um aquífero de origem sedimentar, que se estabelece entre a Serra do Mar e a Serra da Cantareira. Apresenta-se enquanto um sistema relativamente pequeno, com sedimentos argilosos e arenosos intercalados e que se estabelecem predominantemente em um ambiente fluvial (IRITANI e EZAKI, 2008).

### **10.14.2 - Disponibilidade Hídrica dos Sistemas Aquíferos**

A disponibilidade hídrica apresenta-se enquanto importante fator analítico da potencialidade de exploração dos mananciais de dada região. Representa, portanto, a capacidade de fornecimento de água a partir de limites de exploração definidos. Assim, de acordo com o documento “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil” elaborado pela ANA (2013) e quando da observação do quadro abaixo apresentado, percebe-se a importância associada ao Aquífero Fraturado Centro-Sul, que apresenta uma recarga potencial de 336 m<sup>3</sup>/s

de água infiltradas no lençol freático. O Aquífero Barreiras (outro aquífero partícipe dentro da bacia do rio Paraíba do Sul, listado pelo documento), por sua vez, possui uma Reserva Potencial Direta (RPD) da ordem de 21 m<sup>3</sup>/s. Além disso, deve-se mencionar que o Aquífero Fraturado Centro-Sul apresenta, uma Reserva Potencial Explotável (RPE), ou seja, a reserva que não apresenta um comprometimento a reserva total existente no aquífero, da ordem de 134 m<sup>3</sup>/s, o que representa grande potencial de exploração sem comprometimento do mesmo. Além disso, cabe observar que o Aquífero Fraturado Centro-sul corresponde a 88,5% da área aflorante na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, demonstrando a centralidade deste aquífero na região.

É importante que se destaque que, apesar das discussões realizadas, não foram encontradas informações específicas referentes aos diferentes usos de água subterrâneas.

**Quadro 77: Reserva potencial explotável das áreas de exposição dos principais aquíferos da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste<sup>24</sup>.**

Região Hidrográfica	Área da RH (km <sup>2</sup> )	Principais Aquíferos na Região Hidrográfica	Área Aflorante na RH		Área Aflorante na RH/ Área Aflorante Total (%)	Precipitação Média Total Anual (mm)	Coeficiente de Infiltração - CI (%)	Recarga Potencial Direta - RPD (m <sup>3</sup> /s)	Coeficiente de Sustentabilidade - CS	Reserva Potencial Explotável - RPE (m <sup>3</sup> /s)
			(km <sup>2</sup> )	(%)						
Atlântico Sudeste	214.629	Barreiras	5.638	2,6%	3%	1.201	10	21	0,2	4
		Faturado Centro-Sul	189.897	88,5%	17%	1.396	4	336	0,4	134

\*Comitês atuantes na Área de Influência Indireta da UHE Itaocara I.

Fonte: AGEVAP, 2014.

<sup>24</sup> Não foram contemplados no documento quaisquer outros aquíferos na bacia do rio Paraíba do Sul.



### 10.14.3 - Poços e Poços Rimas (Piezômetros)

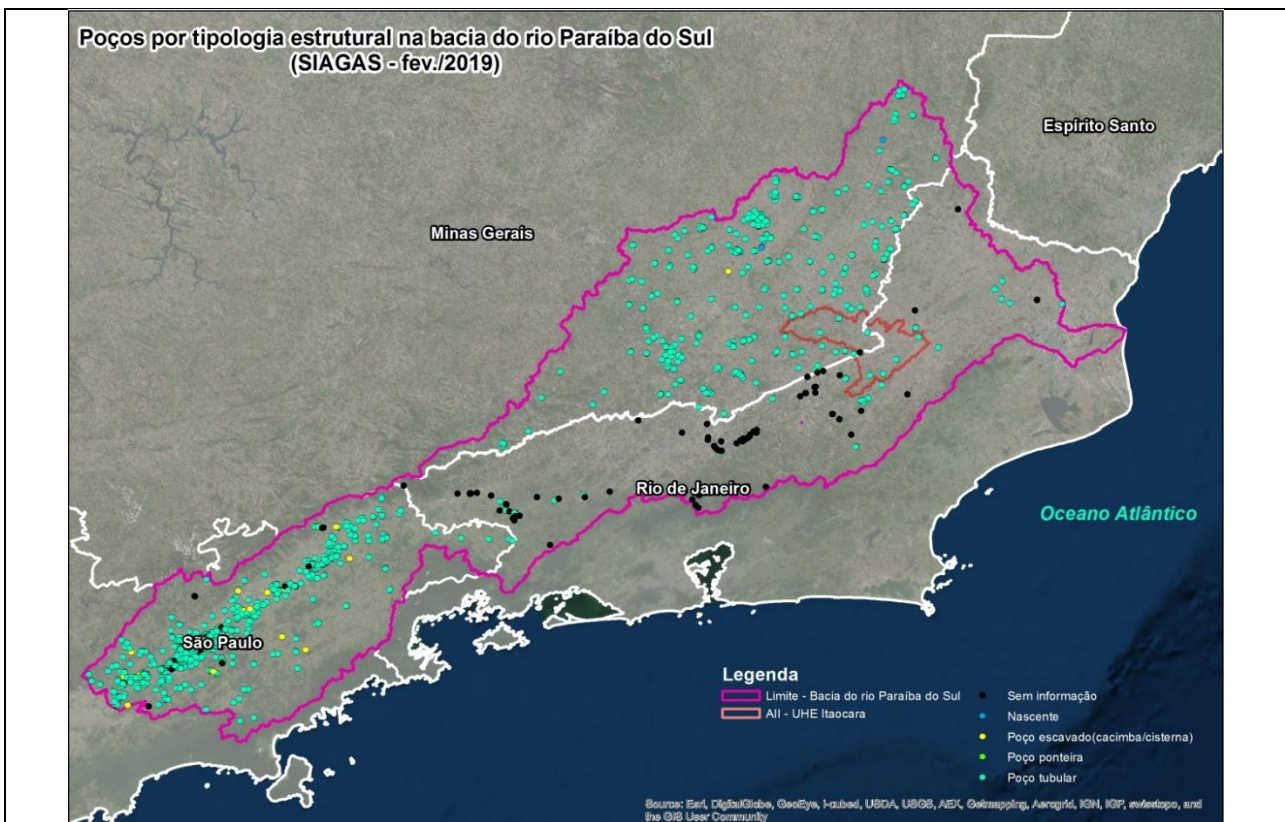
Tendo-se por base a consulta dos dados disponibilizados pelo SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas) apresentado pela CPRM, tornou-se possível realizar o levantamento de 1.744 poços ao longo de toda a bacia. Destaca-se, entretanto, que a maioria deles se concentra na porção paulista da bacia (que conta com um total de 1.112 poços). No estado de Minas Gerais, por sua vez, são encontrados 475 poços, enquanto na porção fluminense identificam-se apenas 157 poços. A distribuição espacial dos mesmos pode ser visualizada a partir da Figura 128.

Além disso, quando se verificam as tipologias das estruturas apresentadas na bacia do rio Paraíba do Sul, observa-se que apesar de existirem 1.535 poços tubulares, também são identificados na região outras tipologias, conforme apresentado no Quadro 78. O mesmo quadro ainda apresenta que na Área de Influência Indireta do empreendimento são identificados 13 poços, sendo que 12 associados à estruturas tubulares. Já na ADA do empreendimento não se verificaram quaisquer poços a partir da base de dados consultada.

**Quadro 78: Distribuição das áreas dos Aquíferos na bacia do rio Paraíba do Sul.**

Tipologias de Poços	Quantidade de Poços na bacia do rio Paraíba do Sul	Quantidade de Poços na AII	Quantidade de Poços na ADA
Poço tubular	1.535	12	-
Poço Ponteira	1	-	-
Poço escavado (cacimba/cisterna)	59	-	-
Nascente	4	-	-
Sem informação	145	1	-

Fonte: CPRM, 2019.



**Figura 128: Poços na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CPRM, 2019.**

A seguir podem ser visualizadas as informações disponibilizadas a despeito da natureza de cada poço identificado, bem como o nível estático e dinâmico dos mesmos, além da vazão de estabilização.

**Quadro 79: Informações dos poços identificados e apresentados pelo SIAGAS (CPRM) em Janeiro/2019 na AII do empreendimento.**

UF	Localidade	Natureza	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão Estabilização (m³/s)	Localização (Coordenada E – Lat/Long)	Localização (Coordenada N – Lat/Long)
MG	ABAIBA	Poço tubular	4.4	47.26	5.36	-42,50	-21,59
MG	PIRAPETINGA	Poço tubular	2.51	66.48	10.26	-42,35	-21,65
MG	PIRAPETINGA	Poço tubular	2.5	58.2	6.58	-42,35	-21,65
MG	PIRAPETINGA	Poço tubular	-	-	-	-42,35	-21,65
MG	ABAIBA	Poço tubular	3.56	95.63	3.27	-42,49	-21,59
MG	PROVIDENCIA	Poço tubular	2.75	94.7	2.7	-42,59	-21,66
RJ	FAZ DA PEDRA SANTA-LARANJAIS/ITAOCARA	Poço tubular	27	64	1.21	-42,20	-21,78
RJ	CANTAGALO	Poço tubular	1.6	35	4.5	-42,26	-21,85
RJ	FAZ. SAO CLEMENTE	Poço tubular	3	68	1.89	-42,33	-21,86
RJ	CANTAGALO	Poço tubular	0.1	30	10	-42,38	-21,75
RJ	BOA SORTE-CANTAGALO	Poço tubular	1.5	53	6	-42,26	-21,85
RJ	ITAOCARA	Poço tubular	5.8	16.52	7.6	-42,08	-21,67
RJ	SAÚDE	-	-	-	-	-42,38	-21,75

Fonte: CPRM, 2019.

Em relação aos Piezômetros, consultou-se a base do SIAGAS em relação aos Poços RIMAS, que referem-se aqueles poços utilizados enquanto estruturas integrantes do Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, cujo objetivo principal repousa “na identificação de impactos às águas subterrâneas em decorrência da exploração ou das formas de uso e ocupação dos terrenos, a estimativa da disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo, dentre outras informações” (CPRM, [s.d.]). No entanto, a partir da consulta dos dados disponibilizados pela plataforma do SIAGAS, não encontraram identificação de poços integrados ao RIMAS na região de interesse.

## 10.15 - HIDROSSEDIMENTOLOGIA

Os estudos de diagnóstico hidrossedimentológico foram desenvolvidos com base nos dados disponíveis na bacia e nas características geomorfológicas, definidoras das regiões produtoras de sedimentos e dos trechos fluviais típicos de transporte e de deposição, focando na morfogênese do delta do rio Paraíba do Sul. Além disso, para o trecho de interesse foram caracterizadas a taxa de sedimentos em trânsito, bem como as principais propriedades deste material.

### 10.15.1 - Dados Básicos

O tema deste item foi desenvolvido com base, principalmente, em estudos anteriores elaborados ao longo de etapas distintas do desenvolvimento do projeto da UHE Itaocara I. De uma maneira geral, o conteúdo dos documentos mencionados representa uma evolução natural dos estudos hidrossedimentológicos elaborados para o empreendimento, tendo sido compilados para compor a caracterização da área de interesse.

Além dos estudos anteriores foram usados os dados resultantes do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Itaocara, colocado em prática entre os anos de 2011 e 2016, quando foram realizadas as atividades de: (i) instalação, reinstalação, nivelamento e manutenção de lances de régua

linimétricas; (ii) medições de descargas líquida e sólida; (iii) análise laboratorial de amostras de sedimentos; e (iv) levantamento de seções topobatimétricas.

### 10.15.2 - Considerações Sobre Equilíbrio Morfodinâmico

As bacias hidrográficas apresentam um desenvolvimento entre as cabeceiras e a foz, no que tange aos aspectos geomorfológicos, tal como mostrado, sob a forma de um croqui, na Figura 129.

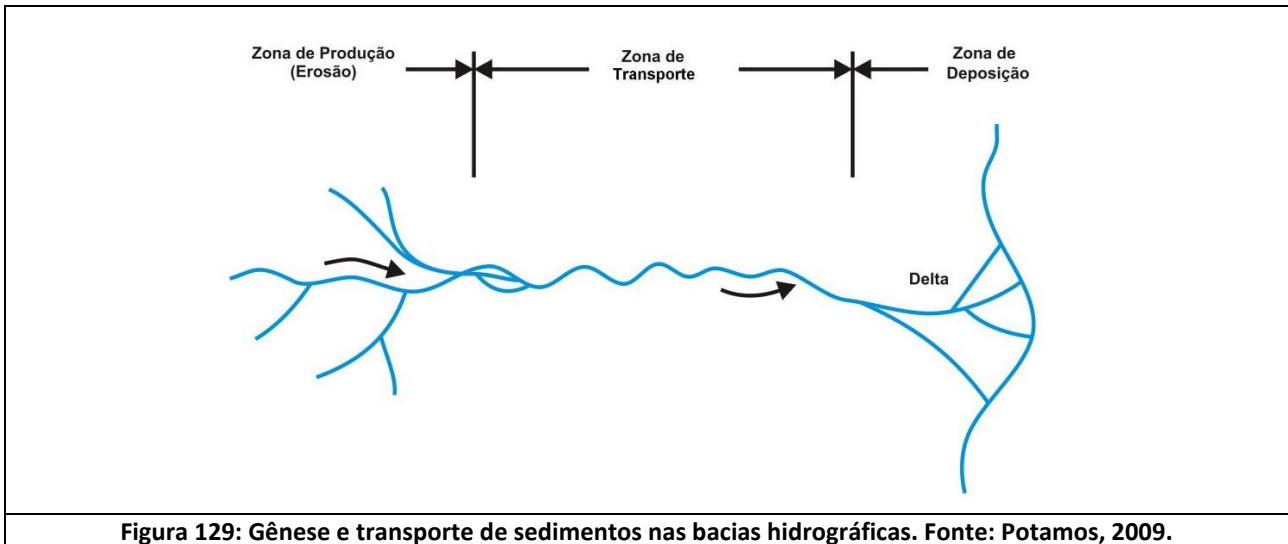


Figura 129: Gênese e transporte de sedimentos nas bacias hidrográficas. Fonte: Potamos, 2009.

As cabeceiras dos cursos de água apresentam topografia mais íngreme e, assim, maior potencial de produção de sedimentos, sendo denominadas de Zona de Produção ou Erosão. O entalhe dos cursos de água é bastante condicionado pelos contornos geológicos, com a rede de drenagem orientada segundo falhas e estruturas de macroescala. O uso inadequado do solo nas partes altas da bacia pode intensificar o processo natural de geração de sedimentos (intemperismo natural), que é controlado pelas condições climáticas, tipos de solos e cobertura vegetal.

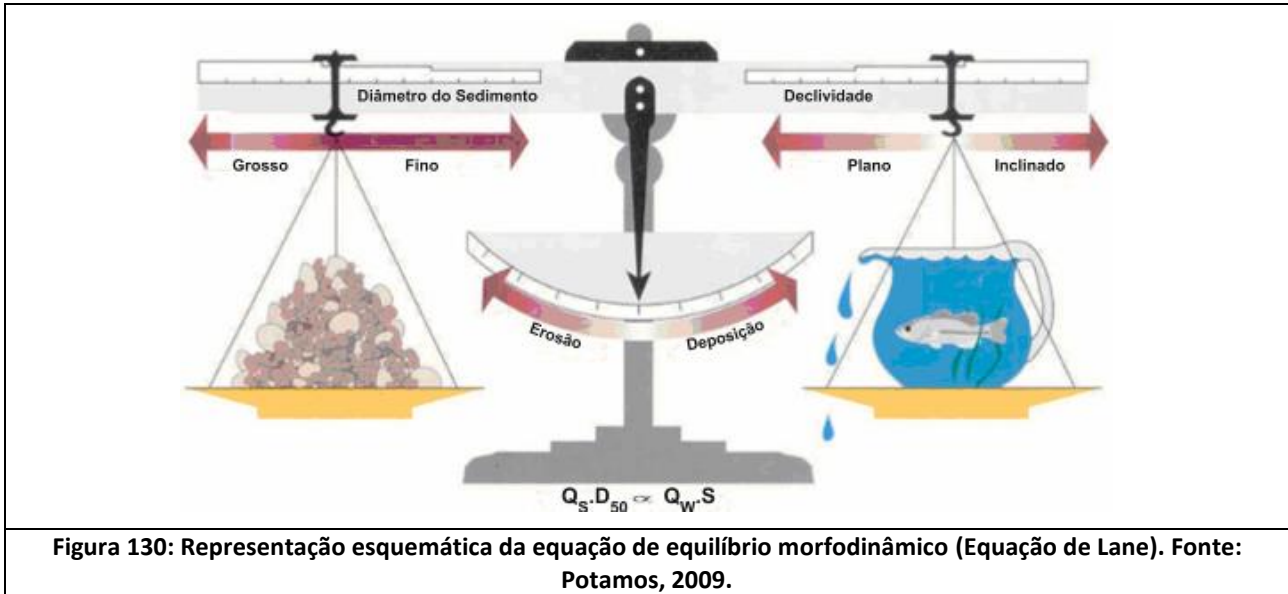
Onde as declividades ficam reduzidas (Zona de Transporte), nota-se menor potencial erosivo, mas alta capacidade de transporte dos sedimentos gerados nas cabeceiras. Nesta porção da bacia ocorrem alguns depósitos aluviais e tendências de formação de meandros. Os cursos de água inseridos nesse trecho apresentam condições de equilíbrio morfodinâmico, essencialmente balanceado pelos volumes de sedimentos que aportam e saem dos trechos fluviais.

Já nas proximidades da foz, as declividades ficam bastante reduzidas (Zona de Deposição), criando as regiões onde são formados os deltas e os pântanos. A morfologia dessa zona fica totalmente influenciada pelas condições de contorno de jusante, sendo bastante dinâmica e podendo apresentar mudanças na geometria dos canais em curtos espaços de tempo.

Por conta das características morfogenéticas descritas, a produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica não aumenta na mesma proporção que aumenta a magnitude da área de drenagem, ou seja, de montante para jusante. No sentido do perfil longitudinal do curso de água ocorre uma redução na taxa produção de sedimentos específica.

Em trecho fluvial de canais entalhados em planícies aluviais, ocorre uma interação permanente entre as descargas sólida e líquida, contrabalançando-se em equilíbrio por meio da declividade do álveo e da graduação

do diâmetro mediano do material transportado no leito, conforme está esquematicamente mostrado na Figura 130. Haverá erosão ou assoreamento do leito, sempre que uma das grandezas envolvidas passar por alteração brusca. Na condição de desequilíbrio, o curso de água tende a retomar o equilíbrio, por meio de nova condição morfodinâmica, aonde as demais variáveis irão se alterar.



O equilíbrio ocorre por conta do balanço e da conservação de massas, indicando que o volume de sedimentos que aporta à seção de montante de um trecho fluvial tende a se igualar com o volume que sai no extremo de jusante, para as condições médias de longo termo. Esse equilíbrio é entendido como aquele no qual a geometria da calha (seção transversal) não se altera por fenômenos de erosão e deposição, visto que o curso de água atingiu uma condição de capacidade de transportar toda a carga de sedimentos gerada na bacia hidrográfica.

A implantação de uma barragem pode alterar o equilíbrio morfodinâmico em função dos efeitos de remanso induzidos pela formação do reservatório. Assim, é bem provável que haja deposição de sedimentos a montante, principalmente na faixa de granulometria mais grossa, formando depósitos de assoreamento que avançam de forma progressiva das cabeceiras do reservatório em direção ao corpo da barragem. Em contrapartida, a jusante do barramento, devido à redução do volume de sedimento disponível para ser transportado, deverá se estabelecer um cenário de erosão do leito, formando uma calha menor mais sinuosa do que a original. O tempo gasto para a retomada da condição de equilíbrio depende do tamanho do reservatório.

A bacia do rio Paraíba do Sul possui diversas obras hidráulicas implantadas ao longo do curso de água principal com potencial para alterar tanto a dinâmica de regime hidrológico, com a regularização de vazões de estiagem e derivações com transposição de bacias, quanto o transporte de sedimentos e a dinâmica de migração do leito fluvial, por meio da retenção nos reservatórios existentes e de obras de retificações e estabilização de margens. Todas essas interferências, em algum grau, alteram as condições de equilíbrio morfodinâmico, principalmente nos aspectos relacionados ao regime sedimentológico.

### 10.15.3 - Fatores Intervenientes na Geração de Sedimentos

As contribuições à bacia do rio Paraíba do Sul iniciam-se na serra da Bocaina, com desenvolvimento do talvegue principal em direção a sudoeste até a cidade de Guararema/SP. Nesse ponto a Serra do Mar, que segue de sudeste para noroeste, desvia o curso do Paraíba do Sul direcionando-o, juntamente com a serra da Mantiqueira, para nordeste. Todo esse trecho, que se estende por quase 200 km, possui talvegue pouco sinuoso e encostas bastante íngremes, com elevado potencial de geração de sedimentos.

Após esse trecho de elevada inclinação, o rio Paraíba do Sul segue por uma porção de aproximadamente 170 km com talvegue de baixa declividade, mas encostas ainda íngremes, até as proximidades da cidade de Cruzeiro/SP. Esse trecho caracteriza-se pela elevada densidade urbana e, conseqüentemente, elevado potencial de geração de sedimentos.

A partir da cidade de Cruzeiro/SP, nota-se uma mudança na morfologia da calha do rio Paraíba do Sul, que passa a possuir um talvegue pouco sinuoso, apresentando elevada declividade até o reservatório da UHE Funil, quando então eleva seu grau de sinuosidade devido à redução da declividade, no entanto, não suficiente para torná-lo meândrico, ponto no qual a bacia inicia sua porção média.

A partir da cidade de Barra do Piraí/RJ, o rio Paraíba do Sul, ainda em sua porção média, entalha-se em um forte controle geológico estrutural, encaixando-se a calha menor diretamente sobre o nível de base regional, sem evidência de depósitos aluviais significativos.

A partir da cidade de São Fidélis/RJ, até onde se observavam apenas formações rochosas no leito do rio Paraíba do Sul, nota-se a ocorrência de significativos depósitos de areia no leito do rio. Essa característica estende-se até a foz, tendo em conta a redução da declividade do leito a partir dessa cidade.

Isso posto, o curso principal do rio Paraíba do Sul pode ser delimitado, em conformidade com as quebras de relevo do perfil longitudinal, da seguinte forma: a Zona de Produção corresponde ao trecho superior da bacia, até o eixo da UHE Funil; a Zona de Transporte compreendendo todo o estirão de jusante, até a altura da cidade de São Fidélis/RJ; e onde ocorre a última soleira rochosa de controle geológico estrutural na bacia e iniciam os depósitos do Quaternário, começa a Zona de Deposição.

### 10.15.4 - Produção de Sedimentos

#### 10.15.4.1 - Considerações Regionais

Em termos qualitativos, a bacia do rio Paraíba do Sul apresenta um potencial de geração de sedimentos relativamente elevado, em função das características geológicas, de relevo e dos fatores de uso e ocupação do solo. Particularmente, as bacias dos afluentes da margem esquerda (rios Paraíba, Pomba e Muriaé) apresentam domínios de rochas granitóides com quartzo, em encostas íngremes, bastante favoráveis à geração de sedimentos arenosos.

Em contrapartida, o rio Paraíba do Sul tem seu regime hidrossedimentológico alterado por diversos reservatórios implantados em sua bacia hidrográfica. Além disso, sua bacia hidrográfica apresenta nível de antropização elevado e características geomorfológicas distintas. Dessa maneira, uma caracterização quantitativa do transporte de sedimentos sob uma ótica regional é uma tarefa complexa, as vezes não apresentando continuidade de massas nos trechos fluviais nos curtos intervalos de tempo abrangidos pelas séries de monitoramento disponíveis. Todavia, essa caracterização é considerada importante por permitir a visualização dos volumes de sedimentos associados e do comportamento geral da dinâmica dos sedimentos.



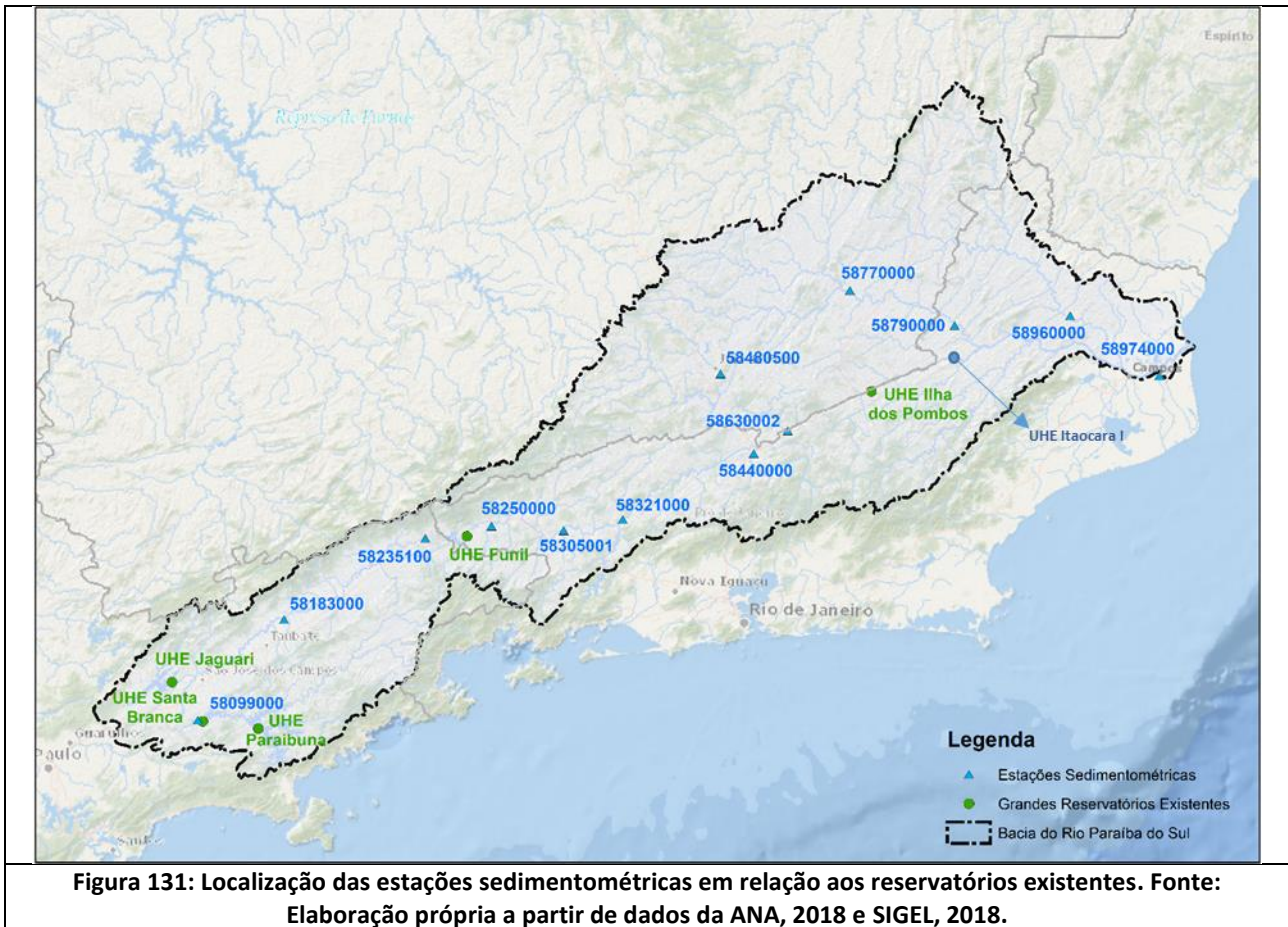
Ressalvadas as incoerências que podem ser provocadas pela utilização de período de dados distintos, para permitir a referida caracterização, foram selecionadas todas as estações sedimentométricas da bacia com quantidade de dados suficiente para análise, e para as quais foi determinada a Produção Específica de Sedimentos (PES), valendo-se dos dados de concentração de sedimentos em suspensão e de vazão simultaneamente medida. A descarga sólida de arraste foi considerada igual a 50% da descarga sólida em suspensão (Eletrobrás, 1992)<sup>25</sup>. O Quadro 80 apresenta as estações selecionadas, cuja localização é indicada na Figura 131 com seus respectivos dados de produção específica de sedimento.

**Quadro 80: Produção específica de sedimentos nas estações sedimentométricas disponíveis na bacia do rio Paraíba do Sul.**

Código da Estação	Nome da Estação	Rio	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Produção Específica de Sedimentos (PES) (t/km <sup>2</sup> .ano)
58099000	Santa Branca	Paraibuna (Paulista)	4.935	18,1
58183000	Pindamonhangaba	Paraíba do Sul	9.576	32,9
58235100	Queluz	Paraíba do Sul	12.749	50,1
58250000	Resende	Paraíba do Sul	13.882	23,4
58305001	Volta Redonda	Paraíba do Sul	15.980	32,8
58321000	Barra do Pirai	Paraíba do Sul	17.639	42,0
58480500	Juiz de Fora	Paraibuna (Mineiro)	981	95,9
58440000	Moura Brasil	Piabanha	2.049	127,0
58630002	Anta	Paraíba do Sul	30.579	81,1
58770000	Cataguases	Pomba	5.858	55,4
58790002	Santo Antônio de Pádua	Pomba	8.245	25,4
58960000	Cardoso Moreira	Muriaé	7.283	45,4
58974000	Campos-Ponte Municipal	Paraíba do Sul	55.500	45,3

Fonte: Adaptado de Potamos, 2009.

<sup>25</sup> A publicação “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros” (Eletrobrás, 1992) indica que os afluentes mineiros da margem esquerda do rio Paraíba do Sul foram enquadrados na Classe 2, na qual a relação entre a descarga sólida de arraste ( $Q_{SA}$ ) e a descarga sólida em suspensão ( $Q_{SS}$ ) está entre 1,0 e 0,5. Para efeito deste trabalho adotou-se o limite inferior desse intervalo. Essa relação foi generalizada para toda a bacia do rio Paraíba do Sul.



Na cabeceira da bacia do rio Paraíba do Sul, a montante da estação hidrométrica Queluz, existem três grandes reservatórios, com alto potencial de eficiência de retenção de sedimentos. Este fato é indicado a jusante dos reservatórios da UHE Paraibuna e UHE Santa Branca, na estação hidrométrica Santa Branca, cuja PES é de apenas 18,1 t/km<sup>2</sup>.ano, valor este bem inferior à produção média de outras bacias com esse mesmo porte e onde não há reservatórios implantados.

Após a confluência com o rio Parateí, represado pela UHE Jaguari, na estação de Pindamonhangaba, a PES se eleva para 32,9 t/km<sup>2</sup>.ano, pois há um incremento de área de drenagem sem influência de reservatórios. O trecho entre Pindamonhangaba/SP e Queluz/SP possui alta densidade urbana, fato que eleva a PES para 50,1 t/km<sup>2</sup>.ano. No sentido de jusante, o aumento da produção de sedimentos pode ser notado pelo comportamento anômalo da curva de produção específica, que não segue a tendência de redução esperada.

Entre as estações hidrométricas Queluz e Resende, o reservatório da UHE Funil, que possui alta eficiência de retenção de sedimentos, exerce um importante papel reduzindo pela metade a PES.

Entre as estações hidrométricas Resende e Volta Redonda, há um incremento de PES, atingindo o valor médio de 32,8 t/km<sup>2</sup>.ano, respectivamente. Isso ocorre em razão do aumento na área de drenagem sem a influência de um grande reservatório. Pouco a montante da estação hidrométrica Barra do Pirai, a Elevatória de Santa Cecília retira em média uma vazão de 140 m<sup>3</sup>/s do rio Paraíba do Sul (quase 60% da vazão média de longo termo). Essa supressão de vazão faz com que o incremento de produção de sedimentos entre Volta Redonda e Barra do Pirai não siga a normalidade esperada, pois a PES se eleva para 42,0 t/km<sup>2</sup>.ano.

Entre as estações hidrométricas Barra do Pirai e Anta, afluem ao rio Paraíba do Sul dois importantes tributários: o rio Paraíba (mineiro) e rio Piabanha. Apesar destes afluentes possuírem reservatórios com elevada capacidade potencial de retenção de sedimentos, a área abarcada por eles é relativamente pequena, fato que contribui em menor escala na alteração da dinâmica de produção e transporte de sedimentos da bacia do Paraíba do Sul. Desta maneira, há um substancial incremento de PES, atingindo 81,1 t/km<sup>2</sup>.ano.

A ausência de depósitos de sedimentos nas cabeceiras do reservatório da UHE Ilha dos Pombos (construída na década de 1920, com baixo potencial de retenção de sedimentos, dados que o arranjo geral que facilita o fluxo de sedimentos para jusante), sugere que o trecho entre a estação hidrométrica Anta e o local da futura UHE Itaipava I esteja em equilíbrio e que a componente de descarga em suspensão deve prevalecer sobre a descarga por arraste.

A jusante deste local deságuam os dois maiores afluentes do rio Paraíba do Sul: rios Pomba e Muriaé. Também neste trecho ocorre a transição do médio curso do rio Paraíba do Sul para o baixo curso, na altura da cidade de São Fidélis/RJ, iniciando uma franca zona de deposição.

Tendo em vista a hipótese de que a jusante da estação hidrométrica Anta prevalece a componente da descarga sólida em suspensão, supõe-se que os sedimentos de fundo que atualmente modelam a morfologia do baixo curso do rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de São Fidélis, assim como o balanço hidrossedimentológico na região da foz, sejam provenientes, em sua maioria, das bacias dos rios Pomba e Muriaé.

#### 10.15.4.2 - **Dados Locais**

Para caracterizar o aporte de sedimentos ao local de implantação da UHE Itaipava I foram usados os dados das estações hidrométricas ou sedimentométricas listadas no Quadro 81 e cuja localização em relação ao local de implantação do empreendimento está apresentada na Figura 132.

**Quadro 81: Estações sedimentométricas selecionadas para caracterização da área de interesse.**

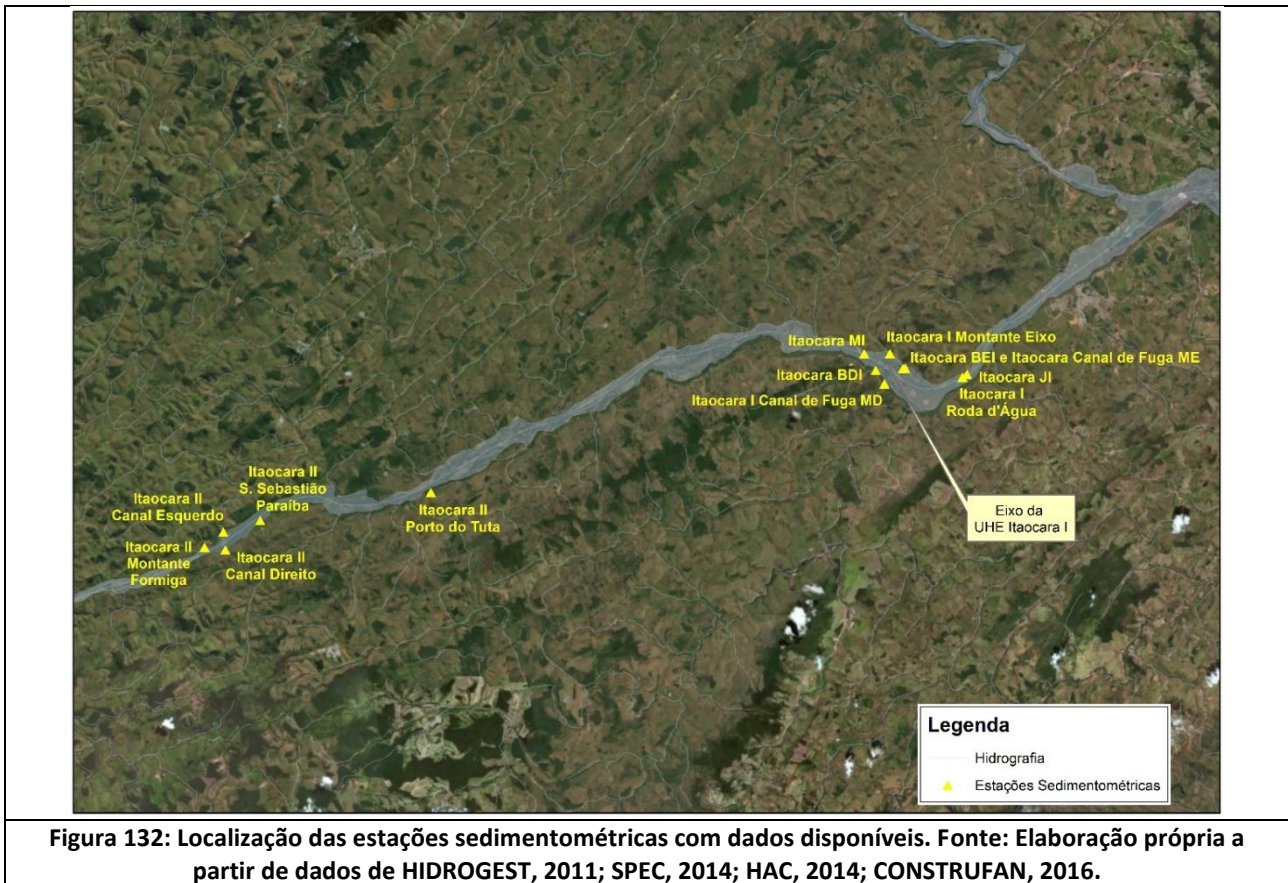
Estação	Responsável	Operadoras	Localização <sup>26</sup>	
			E	N
ITAOCARA JUSANTE	LIGTH	LIGTH	- <sup>27</sup>	-
ITAOCARA II MONTANTE FORMIGA	Consórcio UHE Itaipava	COHIDRO	768897	7591350
ITAOCARA II CANAL DIREITO	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	769684	7591248
ITAOCARA II CANAL ESQUERDO	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	769608	7591923
ITAOCARA II S.SEBASTIÃO PARAÍBA	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	771006	7592360
ITAOCARA II PORTO DO TUTA	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST / HAC	777489	7593426
ITAOCARA I MONTANTE EIXO	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	794921	7598682
ITAOCARA I CANAL DE FUGA ME	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	795505	7598136
ITAOCARA I CANAL DE FUGA MD	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST	794710	7597541
ITAOCARA I RODA D'ÁGUA	Consórcio UHE Itaipava	HIDROGEST / HAC	797851	7597902
ITAOCARA MI	Consórcio UHE Itaipava	CONSTRUFAN	793944	7598675
ITAOCARA JI	Consórcio UHE Itaipava	CONSTRUFAN	797682	7597791
ITAOCARA BEI	Consórcio UHE Itaipava	CONSTRUFAN	795416	7598111
ITAOCARA BDI	Consórcio UHE Itaipava	CONSTRUFAN	794385	7598048

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de HIDROGEST, 2011; SPEC, 2014; HAC, 2014; CONSTRUFAN, 2016.

<sup>26</sup> Os dados se encontram na Projeção UTM (Fuso 23 S) – DATUM SIRGAS 2000.

<sup>27</sup> Informação não disponível.





Os dados da estação sedimentométrica do rio Paraíba do Sul em Itacara Jusante foram obtidos junto à LIGTH quando da realização dos estudos de Projeto Básico, desenvolvidos pela SPEC, em 2014 (*Anexo I. Relatório Final de Projeto Básico*). Para complementar a informação, ainda no âmbito dos referidos estudos de Projeto Básico, foram realizadas, pela COHIDRO, sete campanhas de medição de descarga sólida na estação sedimentométrica do rio Paraíba do Sul em Itacara II Montante Formiga.

Adicionalmente, no âmbito do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Itacara I, colocado em prática entre os anos de 2011 e 2016, foram realizadas campanhas de medição de descargas líquidas e sólidas na região de implantação do barramento e a montante do futuro reservatório do empreendimento.

Para as atividades de monitoramento executadas foram contratadas as empresas Hidrogest<sup>28</sup>, HAC<sup>29</sup> e Construfam<sup>30</sup>. Os locais de medição, apresentados anteriormente no mapa da Figura 132, variaram levemente de acordo com a empresa executora, mas, de maneira geral, podem ser agrupados em montante do reservatório, eixo e canal de fuga.

<sup>28</sup> HIDROGEST Engenharia e Consultoria – Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Saneamento Ltda ME, CNPJ: 06.977.051/0001-54, com sede na Rua Amethysta, 255 – Prado, Belo Horizonte/ MG.

<sup>29</sup> HAC Estudos Ambientais Ltda ME, CNPJ: 13.175.928/0001-59, com sede na Rua Hélio Stanciola, 110 - Clélia Bernardes, Viçosa - MG, 36570-000.

<sup>30</sup> CONSTRUFAM Engenharia e Empreendimentos Ltda EPP, CNPJ: 81.707.465/0001-89, com sede na Rua Nicarágua, n.73, Bairro Bacacheri – Curitiba – PR CEP 82.510-170.

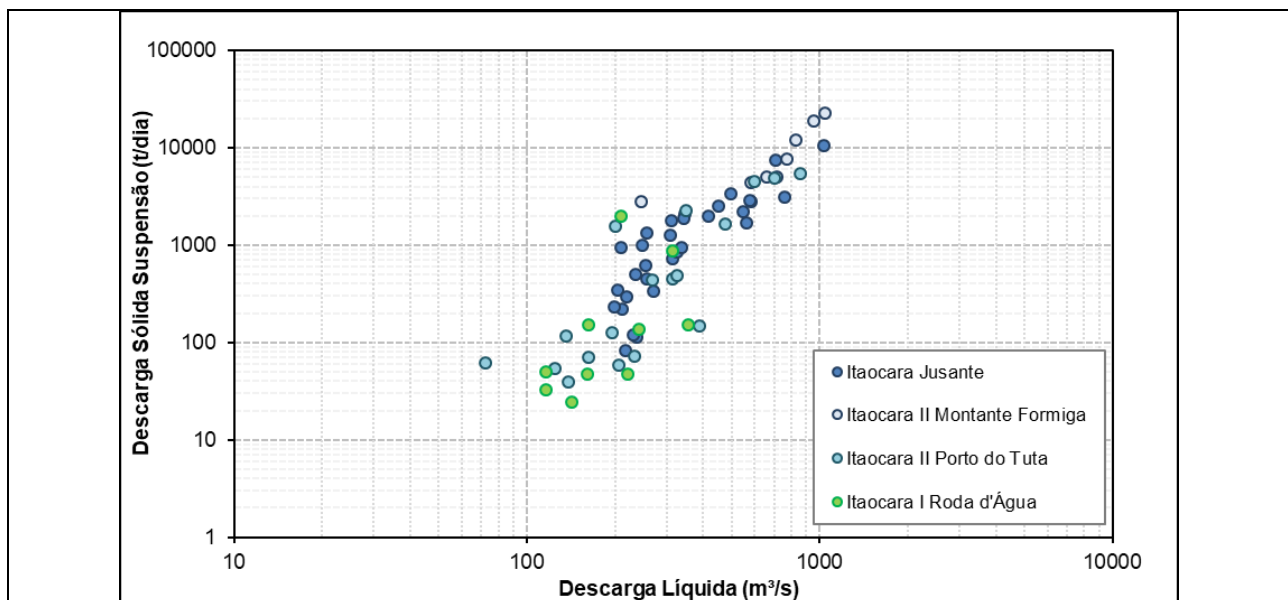
### 10.15.4.3 - Descarga Sólida

Valendo-se dos registros de vazão medida e concentração de sedimentos em suspensão medidos e disponibilizados para as estações citadas no item anterior, foram calculadas as descargas sólidas em suspensão ( $D_{SS}$ ).

Tendo em vista que a aplicação do método de Colby (CARVALHO, 2008) para cálculo das descargas sólidas totais ( $D_{ST}$ ) resultou em uma relação entre a descarga sólida de arraste ( $D_{SA} = D_{ST} - D_{SS}$ ) e a descarga sólida em suspensão ( $D_{SS}$ ) muito alta ( $D_{SA}/D_{SS} = 0,61$ ) e não condizente com as características hidrossedimentológicas descritas anteriormente, optou-se por determinar as descargas sólidas totais ( $D_{ST}$ ) como uma porcentagem das descargas sólidas em suspensão. Foi necessário adotar essa premissa, visto que não há dados de sedimento de fundo ou transportado sob a forma de arraste no local, principalmente em virtude de dificuldades de execução das campanhas ou impeditivos técnicos.

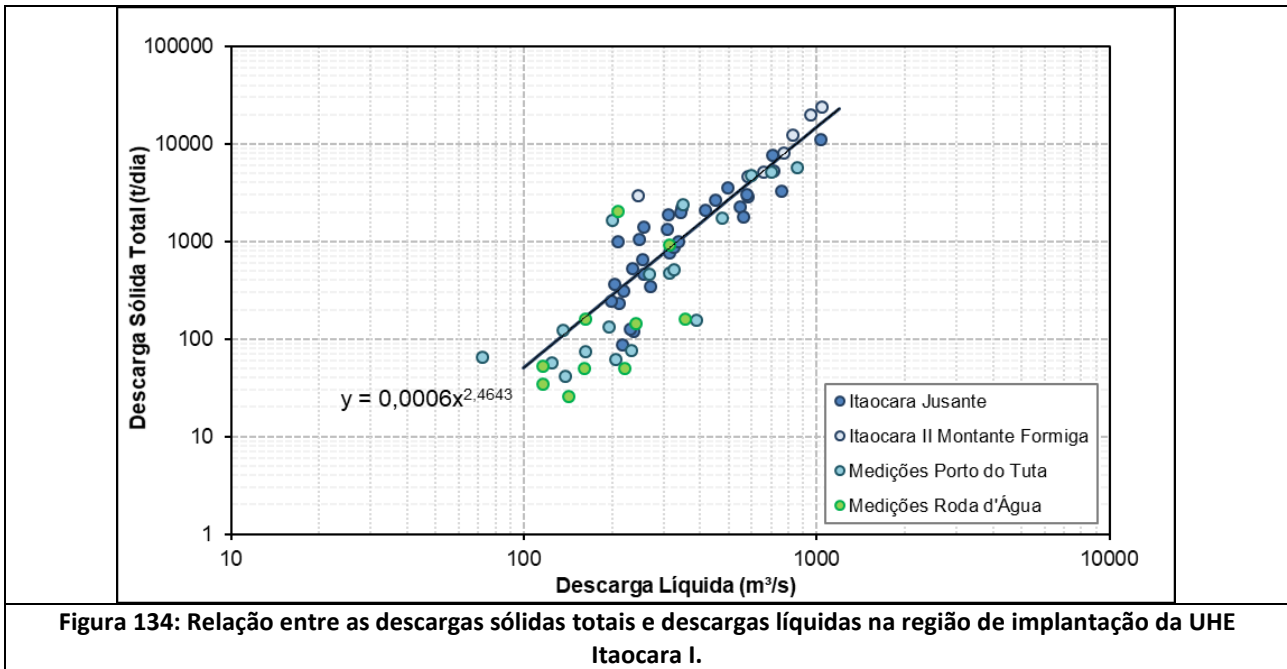
A parcela de sedimento de arraste adotada no projeto básico (SPEC, 2014) foi de 5%, critério adotado em função do fato de que a descarga de sedimentos de arraste esperada no trecho de interesse do rio Paraíba do Sul é de pequena magnitude devido à retenção proporcionada pelos grandes reservatórios localizados a montante. Essa característica é evidenciada pela ausência de delta de sedimentos no reservatório da UHE Ilha dos Pombos e de bancos de areia nos afloramentos rochosos no leito do rio Paraíba do Sul, discutidos anteriormente.

Os resultados obtidos para as descargas sólidas em suspensão ( $D_{SS}$ ) e as descargas sólidas totais ( $D_{ST}$ ) são mostrados, respectivamente, na Figura 133 e Figura 134.



**Figura 133: Relação entre as descargas sólidas em suspensão e descargas líquidas na região de implantação da UHE Itaipava I.**





A análise dos dados apresentados mostra que é possível atribuir uma única tendência para a linha de ajuste das medições de campo, conforme indicado na Figura 134. Esse comportamento reflete o equilíbrio esperado para o trecho fluvial de interesse. Além disso, permite a utilização de uma gama de dados maior para dar robustez à estimativa da descarga sólida total no local do empreendimento.

Aplicando-se a equação da curva-chave de sedimento à série de vazões médias mensais estimada para o local da UHE Itaipava I, tem-se os valores de descarga sólida total características apresentadas no Quadro 82 e o total médio anual de 3.222.193 t/ano.

**Quadro 82: Descargas sólidas mensais mínima, média e máxima (t/mês).**

MÊS	Mínima	Média	Máxima
JAN	51.680	748.736	3.069.041
FEV	18.987	709.018	3.575.010
MAR	43.173	683.794	5.351.630
ABR	50.915	269.930	796.805
MAI	17.098	113.788	282.645
JUN	13.755	78.414	1.075.525
JUL	11.012	48.965	253.077
AGO	6.995	32.629	110.101
SET	7.046	37.612	500.356
OUT	5.583	56.722	462.944
NOV	16.392	116.051	549.935
DEZ	21.386	326.535	1.274.954

De acordo com a classificação das bacias quanto à produção de sedimentos apresentada no Quadro 83 e o valor de Produção Específica de Sedimentos (PES) estimado para a seção correspondente ao eixo da usina (95,7 t/km<sup>2</sup>.ano), pode-se dizer que o rio Paraíba do Sul, até o eixo do aproveitamento em análise, apresenta moderada taxa de produção de sedimentos.

**Quadro 83: Classificação dos valores de produção de sedimentos.**

Tolerância	Produção de Sedimentos (t/km <sup>2</sup> .ano)
ALTA	> 175
MODERADA	70 a 175
BAIXA	< 35,0

Fonte: ANEEL, 2000.

#### 10.15.5 - Granulometria do Material em Suspensão e de Fundo/Arraste

Para caracterizar a curva granulométrica do material em suspensão foram utilizados os valores médios referentes às medições da estação sedimentométrica do rio Paraíba do Sul em Anta (58630002), cujos dados estão apresentados no Quadro 84.

**Quadro 84: Distribuição granulométrica dos sedimentos em suspensão no rio Paraíba do Sul em Anta (58630002).**

MATERIAL	DIÂMETRO (mm)	PORCENTAGEM PASSANTE (%)
Areia média	de 0,250 a 0,500	100
Areia fina	de 0,125 a 0,250	99
Areia muito fina	de 0,063 a 0,125	99
Silte grosso	de 0,031 a 0,063	97
Silte médio	de 0,016 a 0,031	94
Silte fino	de 0,008 a 0,016	85
Silte muito fino	de 0,004 a 0,008	60
Argila grossa	de 0,002 a 0,004	35
Argila média	de 0,001 a 0,002	0

Fonte: POTAMOS, 2010.

Para representar a curva granulométrica do material de fundo/arraste, foram selecionadas as curvas granulométricas compostas pela média ponderada das curvas granulométricas determinadas nas campanhas realizadas nas estações sedimentométricas do rio Paraíba do Sul em Itaipava II Porto do Tuta e em Itaipava I Roda d'Água, cujos valores estão apresentados nos gráficos da Figura 135 e da Figura 136, respectivamente. O Quadro 85 apresenta as curvas médias para cada uma das estações cujos dados estão disponíveis.

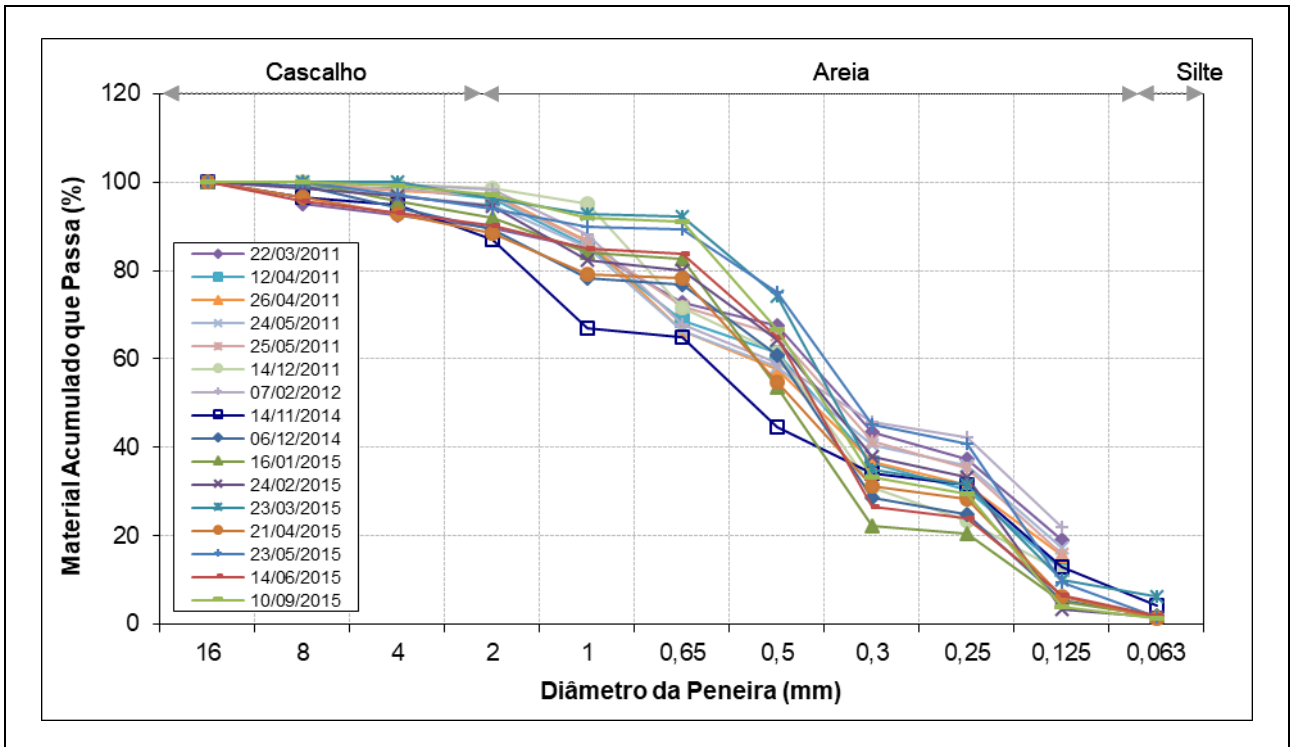


Figura 135: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaocara II Porto do Tuta. Fonte: Elaboração própria a partir de dados HIDROGEST, 2012 e HAC, 2015.

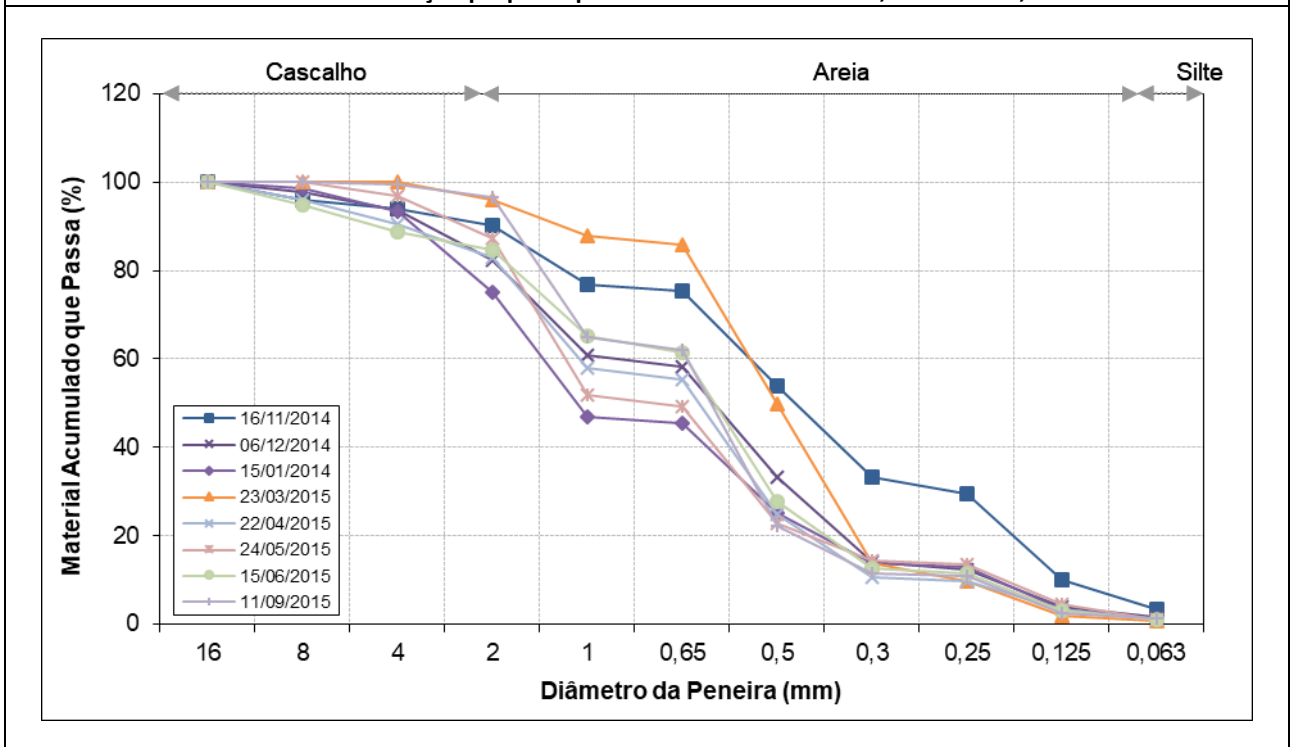


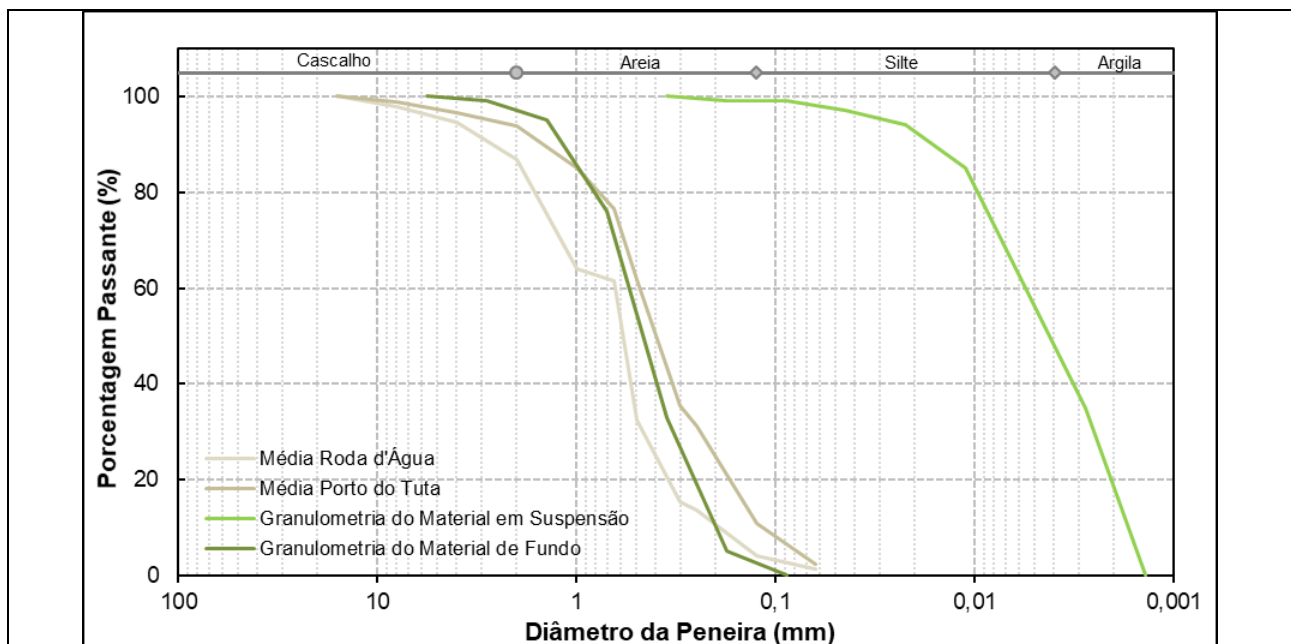
Figura 136: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaocara I Roda d'Água. Fonte: Elaboração própria a partir de dados HAC, 2015.

**Quadro 85: Distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraíba do Sul em Itaocara II Porto do Tuta e em Itaocara I Roda d'Água.**

MATERIAL	DIÂMETRO (mm)	PORCENTAGEM PASSANTE (%)	
		Porto do Tuta	Roda d'Água
Cascalho médio	de 16 a 9,52	100,0	100,0
Cascalho fino	de 9,52 a 4	98,8	97,8
Cascalho muito fino	de 4 a 2	96,7	94,6
Areia muito grossa	de 2 a 1	93,8	86,9
Areia muito grossa a grossa	de 1 a 0,65	85,2	64,1
Areia grossa	de 0,65 a 0,5	76,5	61,6
Areia grossa a média	de 0,5 a 0,3	61,9	32,4
Areia média	de 0,3 a 0,25	35,5	15,4
Areia fina	de 0,25 a 0,125	31,2	13,7
Areia muito fina	de 0,125 a 0,063	11,0	4,0
Silte	< 0,063	2,4	1,4

Fonte: Elaboração própria a partir de dados HIDROGEST, 2012 e HAC, 2015.

Por fim, cabe mencionar que durante os estudos de projeto básico também foi determinada uma curva granulométrica para caracterizar o sedimento do trecho fluvial de interesse. Segundo informações do referido documento (SPEC, 2014), os dados que subsidiaram a obtenção da citada curva foram obtidos junto à LIGTH (em Itaocara Jusante) e por meio das campanhas realizadas pela COHIDRO (Itaocara II Montante Formiga). A Figura 137 apresenta a consolidação da distribuição granulométrica em suspensão e de fundo característica do trecho fluvial de interesse.



**Figura 137: Distribuição granulométrica dos sedimentos de suspensão e de fundo no rio Paraíba do Sul no trecho fluvial de interesse. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de HAC, 2015.**

## 11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 11.1 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNIA, ESPELEOLOGIA, PALEONTOLOGIA E SISMOLOGIA

AB'SÁBER, A. N. O domínio dos “mares de morros” no Brasil. Geomorfologia, São Paulo, n. 2, p. 1-9, 1966.

Almeida F.F.M. de, Hasui Y., Brito-Neves B.B de, Fuck R. A. Brazilian Structural Provinces: an introduction. Earth-Sci. Rev., 17:1-29, 1981.

AULER, A.; RUBBIOLI E.; BRANDI, R., 2001 (org.). As Grandes Cavernas do Brasil. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 228 p.

AULER, Augusto; PILÓ, Luís Beethoven. Geospeleologia. In: CARVALHO, Sonia Carlos (Org.). Curso de espeleologia e licenciamento ambiental. 3. ed. Brasília/DF: CECAV, 2011. p. 25-44.

AULER, Augusto; ZOGBI, Leda. Espeleologia: noções básicas. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005.

Barbosa A.L.M. & Grossi-Sad J.H.G. Geoquímica e Petrologia dos Charnockitos e Rochas Afins do Complexo Juiz de Fora. RJ/MG. Belo Horizonte, SBG/MG, Boletim 3, p.75-84, 1983c.

Barbosa A.L.M. & Grossi-Sad J.H.G. Petrografia dos Charnockitos e Rochas Afins ao Longo da Divisa RJ/MG. Belo Horizonte, SBG/MG, Boletim 3, p.63-74, 1983b.

Barbosa A.L.M. & Grossi-Sad J.H.G. Reinterpretação das Séries Juiz de Fora e Paraíba, em Minas Gerais e no Rio de Janeiro. Belo Horizonte, SBG/MG, Boletim 3, p. 1-15, 1983a.

Bichuette, M. E. & Trajano, E. A new cave species of Rhamdia (Siluriformes: Heptapteridae) from Serra do Ramalho, northeastern Brazil, with notes on ecology and behavior. Neotropical Ichthyology, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 587-595. 2005.

Bichuette, M. E. & Trajano, E. Ituglanismambai, a new subterranean catfish from a karst area of Central Brazil, rio Tocantins basin (Siluriformes: Trichomycteridae). Neotropical Ichthyology, v. 6, p. 9-15. 2008.

Carvalho, I.S. Paleontologia. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 861p, 2014.

Facuri, F.A. Estudo Cinemático e Dinâmico da Parte Emersa da Bacia Meso-Cenozoica de Almada. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 112 p. 2003.

Folha SF.23 Pirapetinga: Projeto Sul de Minas – Etapa 1. Escala 1:100.000. Belo Horizonte, Minas Gerais. Pedrosa-Soares et al., 2003.

Ford, D. C.; Williams, P. W. Karst hydrogeology and geomorphology. London: J. Wiley. 601 p., 2007.

Gilbert, J.; Danielopol, D. L.; Stanford, J. A. Groundwater ecology. New York: Academic. 571 p., 1994.

Guidicini, G. & Nieble, C.M. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. São Paulo: Editora da USP, 216 p, 1984.



Heilbron, M., Tupinambá, M, Valeriano, C.M., Armstrong, R., Eirado Silva, L.G., Melo, R.S., Simonetti, A., Pedrosa Soares, A.C., Machado, N. The Serra da Bolívia complex: The record of a new Neoproterozoic arc-related unit at Ribeira belt. *Precambrian Research* 238 (2013) 158– 175.

Heilbron, M., Eirado, L.G., Almeida, J. Mapa geológico e recursos minerais do estado do Rio de Janeiro. Belo Horizonte: CPRM, Escala 1:400.000, 2016.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo / IPT. São Paulo, SP: Manual de geotecnia. Taludes e Rodovias- Orientação para diagnóstico e soluções para os seus problemas. DER SP, 1991.

Jansen, D.C; Cavalcanti, L. F. Lamblém, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. *Revista Brasileira de Espeleologia*, Brasília, 2012, v. 2, n.1.

Jesus, A.P. Caracterização geológica, geomorfológica e geotécnica de um corpo de dunas na cidade de Natal-RN. CCET/PPGG/UFRN, Natal, Dissertação de mestrado, 227 p, 2002.

Karmann, I. 1994. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto Vale do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo. 241p. Tese de Doutorado Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

Karmann, I.; Sánchez, L. E., 1979. Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas do Brasil. *Espeleo-Tema* 13: 105-167p.

Karmann, I. 2000. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA W., TOLEDO M.C.M., FAIRCHILD T.R. & TATOLI F. (Orgs.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de textos, p. 113-138.

Monteiro, R. C.; Ribeiro, L. F. B., 2001. Espeleogênese de Cavernas Areníticas: Algumas considerações aplicadas à província espeleológica da Serra de Itaqueri, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletín Informativo de la Comisión de Geospeleología. Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe- FEALC*.

Oliveira, I.P.M. Barramentos naturais no vale do Rio Peruaçu: consequências ecológicas e ambientais de eventos pretéritos e futuros. Dissertação de mestrado. Lavras, MG. 110f. 2008b.

Oliveira, J. B. *Pedologia aplicada*. 3ª Ed. Piracicaba. FEALQ. 562p. 2008a.

Palmer, A. N. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, New York, v. 103, n. 1, p. 1-21, 1991.

Piló, L. B. Caracterização regional do Vale do Rio Peruaçu. *O Carste*, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 22-29, 1997a.

Piló, L. B. Geomorfologia cárstica. In: *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 88-102, 2000.

Piló, L. B. Rochas carbonáticas e relevos cársticos em Minas Gerais. *O Carste*, Belo Horizonte, v. 9, n. 3, p. 72-78, 1997b.

Pinheiro, M.R. & Queiroz Neto, J.P. Neotectônica e evolução do relevo da região da Serra de São Pedro e do baixo Piracicaba / Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, p. 593-613, 2015.

Riccomini, C., Sant'Anna, L.G. & Ferrari, A.L. 2004. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A, Carneiro, C.D.R. & Brito-Neves, B.B. (Eds.), *Geologia do continente*

Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida., Editora Beca, São Paulo, pp. 383–405, 2004.

ROSS, J.L.S. (1992) O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia. n. 6, p. 17-29.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia Aplicada aos EIA`s-RIMA`s. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 3ª ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

Santana, M.S., Silva, F.A. & Bento, D.M. Diagnóstico ambiental preliminar do patrimônio espeleológico do município de Paripiranga/BA. ANAIS do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia Barreiras-BA, 11-14 de julho de 2013 – Sociedade Brasileira de Espeleologia. 2013.

Silva, S.E.L., Pinto, R.W.P. & Freitas, M.M. A Influência Dos Condicionantes Lito-Estruturais Na Evolução Da Rede De Drenagem Da Bacia Do Rio Negro, RJ. XI SINAGEO. Maringá/PR - 15 a 21 De Setembro, 2016.

Silva, T.P. & Mello, C.L. Reativações neotectônicas na zona de cisalhamento do rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil), Geol. Usp. Série Científica, 11(1):95-111, 2011.

Trajano, E.; Sánchez. L.E. Brésil. Encyclopaedia Biospeologica. C. D. uberthie, V.Moulis, Societé de Biospéologie. 1: 527-540p. 1994.

Trajano, E. Subterranean Fishes of the World [Book Review]. Serie documents - Laboratoiresouterraindu C.N.R.S, v. 4, p. 119-120. 2006.

Tupinambá, M., Heilbron, M., Duarte, B.P., Nogueira, J.R., Valladares, C., Almeida, J.C.H., Eirado-Silva, L.G.E., Medeiros, S.R., Almeida, C.G., Miranda, A., Ragatky, C.D., Mendes, J.C. & Ludka, I. Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: Estado da Arte e Conexões com a Faixa Araçuaí. Geonomos, 15:67 – 79, 2007.

Tupinambá, M., Silva, L. G. & Heilbron, M. O Gráben de Itaocara, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. In: IX Simposio Nacional de estudos tectônicos/III Internationalsymposiumontectonics, Buzios. Boletim de resumos. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia. pp. 305-306, 2003.

Wiegand, J., Fey, M., Haus, N., 2004. Geochemical and hydrochemical investigation on the genesis of sandstone and quartzite karst of the Chapada Diamantina and the Iron Quadrangle (Brazil). ZEITSCHRIFT-DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT: 61-90 p.

#### 11.1.1 - Sites

<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Espeleologia%3A-o-estudo-das-cavernas-1278.html> (acessado em 11/01/2019 as 14:30)

<http://www.mma.gov.br/port/conama/processo.cfm?processo=02000.001001/2005-10> (acessado em 12/01/2019 as 14:35)

<http://www.icmbio.gov.br/cecav/> (acessado em 13/01/2019 as 11:47)

<http://www.planalto.gov.br/> (acessado em 14/01/2019 as 12:35)

<http://www.icmbio.gov.br/cecav/orientacoes-e-procedimentos/termo-de-referencia.html> (acessado em 18/01/2019 as 17:40)

<http://www.cavernas.org.br/cnc/> (acessado em 22/01/2019 as 15:30)

<https://g1.globo.com/natureza/noticia/brasil-tem-sim-terremotos-e-ha-na-historia-registro-ate-de-tremores-com-pequenos-tsunamis.ghtml> (acessado em 24/01/2019 as 16:45)

<https://jornal.usp.br/tv-usp/usp-atualiza-mapa-de-risco-de-tremores-de-terra-no-brasil/> (acessado em 24/01/2019 as 18:30)

[http://www.rsbr.gov.br/catalogo\\_sb.html](http://www.rsbr.gov.br/catalogo_sb.html) (acessado em 25 e 26/02/2019)

<http://obsis.unb.br/portalsis/?pg=seism> (acessado em 26 até 31/01/2019)

<http://www.uhetelespires.com.br/site/wp-content/uploads/2011/08/P-06-Programa-de-Monitoramento-da-Sismicidade.pdf> (acessado em 31/01/2019 as 13:12)

<http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2003/CAC00640003.pdf> (acessado em 31/01/2019 as 14:57)

## 11.2 - PEDOLOGIA

CPRM. Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Rio de Janeiro. CD-ROM. 2001.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 2v. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 35; SUDENE-DRN. Série Recursos de Solos, 17). Acompanha 1 mapa color. escala 1:1.000.000. 1984.

EMBRAPA. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: Boletim de Pesquisa da EMBRAPA, Documento 11, 67p. 1988.

EMBRAPA. Levantamento Exploratório-Reconhecimento dos Solos do Estado do Maranhão. 1ª. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 964p. 1986.

EMBRAPA. Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: Boletim de Pesquisa da EMBRAPA, Documento 1, 101p. 1995.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Serviço de Produção de Informação. 2013.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais. 2010.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA,S.B. (Org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos; Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 149 - 210. 2007.

IBGE. Manual Técnico de Pedologia. 2ª Edição. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2007. 316p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

SANTOS, L.J.C.; CASTRO, S.S.; GRIMALDI, M. O Comportamento Físico-Hídrico de Coberturas com Latossolos e Argissolos e suas Relações com o Desenvolvimento dos Processos Erosivos Lineares na Região de Bauru (SP).2001.

SANTOS, R. D; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G. Manual de Descrição e Coleta do Solo no Campo. 5ª ed. Revista e ampliada. Visçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2005.

### 11.3 - RECURSOS MINERÁRIOS

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAL. **Cadastro nacional processos minerários**. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br>. Consultado em 08 de fevereiro de 2019.

JORNAL DA BAND. 2017. **Mineração irregular castiga o Paraíba do Sul**. 03/10/2017. Jornal da Band. Disponível em: <<https://noticias.band.uol.com.br/jornaldaband/videos/ultimos-videos/16325384/mineracao-irregular-castiga-o-paraiba-do-sul.html>>. Aceso em: mai/19.

O GLOBO. 2011. **Secretaria do Ambiente fecha garimpo ilegal no Paraíba do Sul**. 29/06/2011. Jornal O Globo. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/secretaria-do-ambiente-fecha-garimpo-ilegal-no-paraiba-do-sul-2755892>>. Aceso em: mai/19.

GLOBO.COM. 2018. **Material usado na extração ilegal de ouro é apreendido no Rio Paraíba do Sul, em Santo Antônio de Pádua, no RJ**. 23/02/2018. Jornal G1, globo.com. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/material-usado-na-extracao-ilegal-de-ouro-e-apreendido-no-rio-paraiba-do-sul-em-santo-antonio-de-padua-no-rj.ghtml>>. Aceso em: mai/19.

UHE ITAOCARA S.A. 2019. **Relatório de Levantamento de Dados – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaipava I**. Janeiro/2019.

UHE ITAOCARA S.A. 2019a. **Relatório de Ações – Interferências Minerárias na Área de Influência UHE Itaipava I**. Fevereiro/2019.

### CLIMA

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANABOR, V. Sistemas Convectivos de Mesoescala no Sul da América do Sul: Propagação em série contra o escoamento em baixos níveis. Tese (Doutorado em Física). Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande do Sul. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3876/VAGNERANABOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

BRANCO, Pécio de Moraes Branco. O Clima de Lagoa Vermelha. In: Lagoa Vermelha e municípios vizinhos. Porto Alegre: EST, 1993. 306p. il. p. 27-42.

BORSATO, V. A., MENDONÇA, F. A. Participação da Massa Polar Atlântica na Dinâmica dos Sistemas Atmosféricos no Centro Sul do Brasil. Revista Mercator, Fortaleza, v. 14, n.1, p. 113-130, jan-abr 2015. Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0113.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

Educação.GLOBO. Massas de ar. S.d.. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/massas-de-ar.html>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Elementos que caracterizam o clima. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Elementos-Que-Characterizam-o-Clima-1267.html>>. Acesso em 21 jan. 2019.

FERREIRA, R. C. Estudo dos Sistemas Convectivos de Mesoescala com uso de assimilação de dados de radar. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2016. Disponível em: <<http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/02.05.13.11/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

FEDEROVA, N. Meteorologia Sinótica. V.2. Editora e gráfica Universitária. 242 p. 2001.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais Sistemas Atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. Revista Brasileira de Climatologia. Paraná, v. 1, n.1, p. 15-28, dez. 2005. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/download/25215/16909>>. Acesso em: 23 jan. 2019

GALVANI, E., AZEVEDO, T. R. A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 10. Rio de Janeiro. Anais..., 2003. Disponível em: <[http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio\\_Emerson/SBGFA2003.PDF](http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/SBGFA2003.PDF)>. Acesso em: 20 jan. 2019.

G1 GLOBO. Temperaturas permanecem elevadas e pode fazer 40º no Rio. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/02/temperaturas-permanecem-elevadas-e-pode-fazer-40-c-no-rio.html>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Ciclone Extratropical provoca ventos intensos no Sul. 2012. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/22557>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Corrente elétrica do raio. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/caracteristicas.da.corrente.eletrica.php>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Normais Climatológicas do Brasil. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 21 jan. 2019.



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Monitoramento do *EL Niño* durante DJF-2019. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/elnino/pt>>. Acesso: 22 jan. 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Monitoramento do *La Niña* durante DJF-2019. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/lanina/pt>>. Acesso: 22 jan. 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Ocorrência na Terra. [s.d.]. <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/ocorrencia.na.terra.php>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

Kalnay E.; Kanamitsu M.; Kistler R.; Collins W.; Deaven D.; Gandin L.; Iredell M.; Saha S.; White G.; Woollen J.; Zhu Y.; Leetmaa A.; Reynolds R.; Chelliah M.; Ebisuzaki W.; Higgins W.; Janowiak J.; Mo K.C.; Ropelewski C.; Wang J.; Jenne R.; Joseph D. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis project. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 77, p. 437-471, 1996.

NETO, J. L. S. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. Revista Brasileira de Climatologia. Paraná, v. 1, n.1, p. 43-60, dez. 2005. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25232/16936>>. Acesso em: 23 jan. 2019

NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: introdução à Climatologia Dinâmica. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, ano 34, n.1, p. 3-48, jan/mar. 1972. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1972\\_v34\\_n1.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1972_v34_n1.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2019

OLIVEIRA, G.S; SATYAMURTY, P. O El Nino de 1997/98: Evolução e impactos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. Disponível em: <[http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.21.18.30/doc/Oliveira\\_O%20El%20nino%20de%201997\\_98.pdf](http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.21.18.30/doc/Oliveira_O%20El%20nino%20de%201997_98.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2019

PIANTINI, A. Sobretensões de Origem Atmosférica em Sistemas Elétricos. In: Eletrotécnica Geral (Org. M. R. Gouvêa), 2 ed., Edição dos Autores, São Paulo, pp. 342-376, 2006

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R, P. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. Revista Terrae Didatica. Campinas, v. 25, n.2, p. 185-204, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2019

REBOITA, M. S.; GANZ, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T.. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia. Campinas, v. 8m n.1, p. 34-50, 2012. Disponível em: <<https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-1/pdf81/s3.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2019

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with *EL Niño*-southern oscillation. Monthly Weather Review, v. 115, p. 1606-1626, 1987.

SELUCHI, M. E., SAULO, A. C. Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: Características, diferenças e semelhanças. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n.1, p.49-60, 2012. Disponível em: <<http://submission.scielo.br/index.php/rbmet/article/view/53762/6291>>. Acesso em: 17 jan. 2019

SILVA, F. D. S.; FILHO, A. J. P.; SARAMNHO, G. F. Aplicação da Análise Objetiva Estatística a Casos de Brisa Marítima na Área da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009. Natal, RN. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.49.53/doc/7481-7488.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

THORTHWAITE, C.W.; MATTER, J.R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, 2005. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod\\_folder/content/0/Meteorologia\\_Climatologia.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod_folder/content/0/Meteorologia_Climatologia.pdf?forcedownload=1)>. Acesso em: 17 jan. 2019.

#### 11.4 - RECURSOS HÍDRICOS

ARAUJO, N. B.; TEJERINA-GARRO, F. L., 2009 - Influence of environmental variables and anthropogenic perturbations on stream fishassemblages, Upper Parana River, Central Brazil. Neotropical Ichthyology, 7 (1): 31 – 38.

Agência Nacional de Águas (ANA). Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto). Dados. 2012. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2013. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_CRHB\\_capitulo1.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_CRHB_capitulo1.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Demanda animal- Vazão de retirada para dessedentação animal (m<sup>3</sup>/s). Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Demanda Industrial - Vazão de retirada para indústria (m<sup>3</sup>/s). Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Demanda Irrigação - Vazão de retirada para irrigação (m<sup>3</sup>/s). Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Demanda Rural - Vazão de retirada Rural (m<sup>3</sup>/s). Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Demanda Urbana - Vazão de retirada para uso urbano (m<sup>3</sup>/s). Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Hidrografia da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Dados. 2010. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Limites dos Comitês. Dados. 2014. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Rede Hidrometeorológica Nacional. Dados. 2018 (Temporal). Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show.embedded?uuid=f85dbf06-a869-414c-afc5-bb01869e9156>>. Acesso: 25 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Outorgas. Dados. 2019. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 27 jan. 2012.

Agência Nacional de Águas (ANA). Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, R05 – Relatório de estudos e modelagem de cheias, previsão de vazões e estudos relacionados – Tomo I – Volume 1. Engecorps. Brasília. 2011. 152p. Disponível em: <<http://gripbsul.ana.gov.br/rels/R05.Estudo%20e%20Modelagem%20de%20Cheias/R05.Estudo%20e%20Modelagem%20de%20Cheias.Tomo01.Vol01.Textos.pdf>> . Acesso em: 21 fev. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES): Estações de Tratamento de Esgoto. Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 27 jan. 2012.

Agência Nacional de Águas (ANA). Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES): Estações de Tratamento de Esgoto. Dados. 2016. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>>. Acesso em: 27 jan. 2012.

Agência Nacional de Águas (ANA). Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água. Dados. 2015 (Temporal). Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <[http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=320&fname=SNIRH\\_ReddeQldAguaEsta dual.zip&access=private](http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=320&fname=SNIRH_ReddeQldAguaEsta dual.zip&access=private)>. Acesso: 25 jan. 2019.

Agência Nacional de Águas (ANA). Sistemas Aquíferos. Dados. 2013. Base de Dados em formato shapefile.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. 2000.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Complementação e Finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes. 2018. Disponível em: <[http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/arq\\_pubMidia\\_Processo\\_030-2018-PT.pdf](http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/arq_pubMidia_Processo_030-2018-PT.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. 2014. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/rp-04-diagnostico-das-fontes-de-poluicao-revisao-final.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. 2006. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-006-R0.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Relatório Técnico – Bacia do rio Paraíba do Sul – Subsídios às ações de melhoria da gestão 2011. 2011. Disponível em: <<http://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio%20Geral%20versao%20para%20site%2029dez11.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Avaliação dos Impactos de Novas Transposições de Vazão no rio Paraíba do Sul – Estudos Hidrológicos. 2013. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/r3-estudos-hidrologicos-versao-final.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Relatório de Situação – Bacia do rio Paraíba do Sul. 2018. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/conteudo/relsituacao2018.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Dados. 2015. Base de Dados em formato shapefile.

BARRETO, A.B.C., MONSORES, A.L.M., LEAL, A.S., et al., 2000, Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. In: Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, MME (Ministério de Minas e Energia), SMM (Secretaria de Minas e Metalurgia), CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), Brasília.

BRASIL. RESOLUÇÃO n. 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

BRASIL. RESOLUÇÃO n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia Prática, Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p, 2008.

CASTRO, F. G. de. Caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica da bacia sedimentar de Resende - RJ. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro

CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). Balanço Hídrico (Qualitativo e Quantitativo). S/d. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/balanco-hidrico.php>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). Bacia do Rio Paraíba do Sul: Livro da Bacia. Brasília. 2001. 68p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2001/BaciadoRioParaibadoSul.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Cadastro de Usuários e Outorga. S/d. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/cadastro-usuario-outorga.php>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo Diagnóstico dos Recursos Hídricos Relatório Final PSR-010-R0. 2006. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Dados. Brasil. 2019. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais(CPRM). Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas. (s.d.). Disponível em: <<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php>>. Acesso em 20 fev. 2019.

Departamento Nacional de Recursos Minerais. Processos Minerários. Dados. Brasil, 2019. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

ELETROBRÁS. Diagnóstico das condições sedimentológicas dos principais rios Brasileiros. Ministério de Minas e Energia. 1997.

HICON Engenharia de Recursos Hídricos, Relatório de Estudos de Disponibilidade Hídrica da UHE Itaipava, Volume I – Texto, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Base Cartográfica Contínua na escala de 1:250.000. Dados. Brasil, 2017. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/bc250/versao2017/shapefile/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2017/shapefile/)>. Acesso em: 24 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010. Dados. Brasil, 2010. Base de Dados em formato shapefile.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), 2008. 104p.

O GLOBO. 2010. **Derramamento de óleo no Rio Paraíba do Sul interrompe captação de água em três municípios.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/derramamento-de-oleo-no-rio-paraiba-do-sul-interrompe-captacao-de-agua-em-tres-municipios-2933010>>. Acesso em: maio de 2019.

O GLOBO. 2016. **Acidente na Dutra provoca derramamento de óleo em afluente do Rio Paraíba.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/acidente-na-dutra-provoca-derramamento-de-oleo-em-afluente-do-rio-paraiba-20194473>>. Acesso em: maio de 2019.

PCE - Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda., AHE Itaipava, Memória Técnica, Estudos de Remanso do AHE Itaipava - Itaipava II, PJ0722-B-H01-GR-MT-008-0A, 2009.

PCE - Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda., AHE Itaipava, Influência do Remanso de Itaipava II em Porto Velho do Cunha, Memória Técnica, PJ0722-B-H01-GR-MT-010-0A, 2009.

POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda., AHE Itaipava I / AHE Itaipava II, Análise dos Estudos Sedimentológicos e de Hidráulica Fluvial, 0293-RTE01-R0, 2009.



POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda., AHE Itaipava I / AHE Itaipava II, Análise de Impacto Ambiental: Estudos Sedimentológicos, Relatório dos Estudos de Impacto Ambiental, 0309-RTE01-R00, 2010.

POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda., UHE Itaipava I, Estudo de Remanso com Fundo Móvel, 0323-RT001-R01, 2010.

POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda., AHE Itaipava I, Estudos de Hidráulica Fluvial e Transporte de Sedimentos, Relatório Técnico Final, POTITA-001-1-TC-RTF-0001-R0, 2014

SÃO PAULO. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007. 2005. Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/cap\\_04\\_04.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/cap_04_04.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2019.

SPEC Planejamento, Engenharia e Consultoria Ltda., Projeto Básico, Capítulo 5 - Estudos Básicos, 2011.

TOTTI. Maria Eugênia Ferreira. Gestão das águas na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul: Governança, Instituição e Atores. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2008. Disponível em: <[http://uenf.br/Uenf/Downloads/pgecologia\\_9214\\_1378902333.pdf](http://uenf.br/Uenf/Downloads/pgecologia_9214_1378902333.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2019.

UOL.COM. 2011. **Rio Paraíba do Sul sofre contaminação por vazamento em depósito da CSN, diz MP**. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/05/11/rio-paraiba-do-sul-sofre-contaminacao-por-vazamento-em-deposito-da-csn-diz-mp.htm>>. Acesso em: maio de 2019.

VLB Engenharia, Projeto Básico, Volume 1 de 3 – Textos, 2015.