



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Contrato CSS 20.542/14

**Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental –
EIA/RIMA para a Interligação entre as Represas Jaguari (Bacia do
Paraíba do Sul) e Atibainha (Bacias PCJ)**

Frente 1 - Licenciamento Ambiental

Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Volume I - Textos

Tomo 2 - Diagnóstico Ambiental. Contexto Regional e Meio Físico

20/02/2015

PRIME ENGENHARIA

EIA/RIMA para a Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha**Frente 1 - Licenciamento Ambiental****Volume I – Textos****Tomo 2 - Diagnóstico Ambiental. Contexto Regional e Meio Físico****Sumário**

6. Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência	1
6.1. Definição das Áreas de Influência do Empreendimento	1
6.1.1. Área de Influência Indireta – AII	1
6.1.2. Área de Influência Direta – AID	2
6.1.3. Área Diretamente Afetada – ADA.....	3
6.2. Inserção da AII na Macrometrópole e Regiões Vizinhas.....	6
6.2.1. Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).....	7
6.2.2. O Vale do Paraíba do Sul.....	12
6.2.2.1. Região Metropolitana do Vale do Paraíba	12
6.2.2.2. O Vale do Paraíba Fluminense	15
6.2.2.3. O Vale do Paraíba Mineiro	18
6.2.2.4. A Região da Foz.....	19
6.2.2.5. Saneamento Básico na Bacia do Paraíba do Sul	20
6.2.2.6. Captação, Consumo e Disponibilidade Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul.....	22
6.2.3. A Macrometrópole Paulista	24
6.2.3.1. Região Metropolitana de São Paulo.....	24
6.2.3.2. Região Administrativa de Campinas	26
6.2.4. Atores Intervenientes.....	30
6.3. Diagnóstico Ambiental do Meio Físico	32
6.3.1. Aspectos Climáticos e Meteorológicos.....	32
6.3.2. Ruído e Vibração	47
6.3.3. Recursos Minerais.....	49
6.3.4. Suscetibilidade a Processos de Dinâmica Superficial.....	50
6.3.4.1. Contexto Geológico Regional.....	50
6.3.4.2. Contexto Estrutural Regional.....	52
6.3.4.3. Contexto Geológico Local	53
6.3.4.4. Contexto Estrutural Local	60
6.3.4.5. Aspectos Geomorfológicos e Morfodinâmicos	62
6.3.4.6. Aspectos Pedológicos	68
6.3.4.7. Aspectos Geotécnicos na AII e AID	71
6.3.4.8. Aspectos Geotécnicos na ADA	75
6.3.4.9. Análise da Fragilidade Ambiental dos Terrenos da AID.....	76
6.3.5. Recursos Hídricos Superficiais.....	87
6.3.5.1. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – UGRHI 2	91
6.3.5.2. Bacia Hidrográfica do rio Atibaia – UGRHI 5	104
6.3.5.3. Recursos Hídricos Superficiais na AID e ADA	112
6.3.5.4. Usos Outorgados.....	116
6.3.5.5. Enquadramento das Águas Superficiais em Classes de Uso	118
6.3.5.6. Domínio das Águas	120

6.3.6.	Recursos Hídricos Subterrâneos.....	121
6.3.6.1.	Aquíferos Fraturados.....	121
6.3.6.2.	Aquífero Sedimentar Taubaté	125
6.3.7.	Qualidade das Águas Superficiais.....	126
6.3.7.1.	Informações do InfoÁguas CETESB	126
6.3.7.2.	Informações do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de SP 2013	138
6.3.7.3.	Qualidade dos Sedimentos - Reservatório Jaguari.....	141
6.3.8.	Campanha de Monitoramento de Limnologia e Qualidade de Água	142
6.3.8.1.	Levantamentos de campo realizados.....	142
6.3.8.2.	Resultados de Qualidade da Água.....	146
6.3.8.3.	Perfis Verticais de Qualidade de Água nos Reservatórios	151
6.3.8.4.	Resultados de Qualidade de Sedimentos	156
6.3.9.	Áreas Contaminadas	160

Volume II – Anexos

Volume II - Tomo 1

Anexo 1. Levantamentos Florísticos e Fitofisionômicos

Anexo 1.1. Fichas de Caracterização Fitofisionômica da Vegetação

Anexo 1.2. Espécies Registradas nos Levantamentos Florísticos (Tabelas 1 a 4)

Anexo 2. Fauna de Ocorrência Provável na All

Anexo 2.1. Lista de Aves de possível ocorrência na All

Anexo 2.2. Documentação Fotográfica. Aves registradas na Campanha de Campo

Anexo 2.3. Lista de Répteis e Anfíbios de possível ocorrência na All

Anexo 2.4. Lista de Mamíferos de possível ocorrência na All

Anexo 2.5. Lista de Espécies de Ictiofauna de possível ocorrência na All

Anexo 3. Campanha de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água, realizada pela Sabesp e CETESB em Maio e Julho de 2014. Levantamento complementar de Sedimentos (Nov. 2015) e Bentos (Jan. 2015) realizado pela PRIME Engenharia. Resultados e Laudos

Volume II - Tomo 2

Anexo 4. Avaliação Preliminar de Áreas Contaminadas

Anexo 5. Relatório de Sondagens à Trado, Percussão e Rotativa. Perfis de Sondagens

Anexo 6. Estudo Geológico e Pré-dimensionamento do Túnel

Anexo 7. Documentos

Anexo 8. Estudo Arqueológico

Volume III – Figuras (Caderno A3)

Parte A. Figuras do EIA

Figura A1. Estudo de Alternativas. Escala 1:50.000. 5 Folhas: Alt. 1, 2, 3, 4 e 5.

Figura A2. Anteprojeto Consolidado da Interligação sobre imagem de satélite. Uso do Solo e Cobertura Vegetal. Escala 1:1000. Folhas 1 a 35.

Figura A3.1. Anteprojeto Consolidado da Interligação sobre imagem de satélite. Desapropriação, Servidão e Ocupação Temporária. Escala 1:1000. Folhas 1 a 35.

Figura A3.2. Anteprojeto Consolidado da Interligação. Linha de Transmissão - Captação. Escala 1:2.500. Folha única.

Figura A3.3. Anteprojeto Consolidado da Interligação. Estrada de Acesso à Captação. Escala 1:2.500. Folha única.

Figura A3.4. Anteprojeto Consolidado da Interligação. Desemboque do Túnel e Captação 2ª Etapa. Escala 1:2.500. Folha única.

Figura A4.1. Estradas de Acesso à Obra do Túnel. Uso e Ocupação do Solo no entorno do acesso da Rodovia Dom Pedro I ao Emboque do Túnel e à Janela de Acesso Intermediário. Escala 1:2.500. Folhas 1 a 5.

Figura A4.2. Estradas de Acesso à Obra do Túnel. Uso e Ocupação do Solo no entorno do acesso da Rodovia Dom Pedro I à Janela de Acesso Intermediário. Escala 1:2.500. Folhas 1 a 3.

Figura A4.3. Estradas de Acesso à Obra do Túnel. Uso e Ocupação do Solo no entorno do acesso da Rodovia Dom Pedro I à Descarga no Reservatório Atibainha. Escala 1:2.500. Folhas 1 a 8.

Figura A4.4. Estradas de Acesso à Obra do Túnel. Uso e Ocupação do Solo no entorno do acesso da Janela de Acesso Intermediário à Descarga no Reservatório Atibainha. Escala 1:2.500. Folhas 1 a 6.

Figura A5. Uso do Solo e Vegetação na AID. Escala 1:7.500. Folhas 1 a 8.

Figura A6. Carta de Fragilidade Ambiental na AID. Escala 1:7.500. Folhas 1 a 8.

Parte B. Desenhos do Anteprojeto de Engenharia da Interligação

20542-DE-HID-001-0. Anteprojeto Consolidado. Planta e Perfil Reduzido. H 1:15.000, V 1:1500. A1 estendido

20542-DE-HID-002-0. Adutora. Planta e Perfil. Escala H 1:1000, V 1:200. A1. Folhas 1 a 20

20542-DE-HID-003-0. Captação, Estação Elevatória e Subestação Jaguari - 1ª Etapa. Planta e Cortes. Escala 1:400. A1

20542-DE-HID-004-0. Captação, Elevatória e Bacia de Dissipação Jaguari. Planta Geral, Planta e Corte da 2ª Etapa. Escalas 1:750 e 1:400. A1

20542-DE-HID-005-0. Travessia sob a Rodovia para Sta Isabel. Planta, Corte, Detalhe. Escala 1:300. A1

20542-DE-HID-006-0. Travessia sob a Rodovia Dom Pedro I. Planta e Corte. Escala 1:300. A1

20542-DE-HID-007-0. Emboque do Túnel Adutor. Planta Geral, Planta e Cortes. Escalas 1:400 e 1:100. A1

20542-DE-HID-008-0. Túnel de Acesso Intermediário. Planta e Cortes. Escalas 1:250 e 1:100. A1

20542-DE-HID-009-0. Bacia de Dissipação e Conexão com Reservatório Atibainha - 1ª Etapa. Plantas e Cortes. Escalas 1:350, 1:300, 1:200. A1

20542-DE-HID-010-0. Bacia de Dissipação e Elevatória Atibainha - 2ª Etapa. Planta Geral, Planta e Cortes. Escalas 1:750, 1:300, 1:200. A1

20542-DE-HID-011-0. Obras-Tipo Localizadas. Plantas e Cortes. Escalas 1:200, 1:50. A1

20542-DE-HID-012-0. Detalhes Genéricos. Escalas 1:200, 1:100, 1:75. A1

20542-DE-TRP-001-0. Anteprojeto Consolidado de Terraplenagem. Captação, Elevatória e Subestação Jaguari. Planta, Cortes e Perfil das Vias de Acesso. Escalas 1:1000, 1:500. A1

20542-DE-TRP-002-0. Anteprojeto Consolidado de Terraplenagem. Vias de Acesso aos Emboques dos Túneis. Planta e Perfil, Seções Representativas. Escalas 1:1000, 1:500. A1

Lista de Figuras. Tomo 2

Áreas de Influência

Figura 6.1-1. A All nas Sub-bacias do Rio Paraíba do Sul e seus Comitês

Figura 6.1-2. A All nas Sub-bacias PCJ e na RA de Campinas

Figura 6.1-3. Área de Influência Meio Socioeconômico

Figura 6.1-4. Área de Influência Meios Físico e Biótico

Inserção da All no Contexto Regional

Figura 6.2-1. All no Contexto das Regiões Vizinhas

Figura 6.2-2. Interdependência entre as Bacias do Paraíba do Sul e Guandu

Clima e Meteorologia

Figura 6.3.1-1. Precipitação Média Mensal. Município de Igaratá

Figura 6.3.1-2. Precipitação Média Mensal. Município de Santa Isabel

Figura 6.3.1-3. Precipitação Média Mensal. Município de Nazaré Paulista

Figura 6.3.1-4. Precipitação Média Mensal. Município de Arujá

Figura 6.3.1-5. Precipitação Média Mensal. Município de São José dos Campos

Figura 6.3.1-6. Precipitação Média Mensal. Município de Bragança Paulista

Figura 6.3.1-7. Média de Chuvas Mensais. Sistema Cantareira - Período 1983 a 2014

Figura 6.3.1-8. Precipitação Total Anual. Sistema Cantareira - Período 1983 a 2014

Figura 6.3.1-9. Vazões Afluentes ao Sistema Cantareira - Período 1930 a 2014

Figura 6.3.1-10. Evidência da Crise Hídrica Atual no Sistema Cantareira. Período 2013-2014

Figura 6.3.1-11. Situação dos Mananciais da RMSP em 17/02/2015

Ruído

Figura 6.3.2-1. Instalações junto ao reservatório Jaguari e Distâncias às Ocupações Próximas

Figura 6.3.2-2. Instalações junto ao reservatório Atibainha e Distâncias às Ocupações Próximas

Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Geotecnia e Processos de Dinâmica Superficial

Figura 6.3.3-1. Áreas com Interesse Minerário na AID

Figura 6.3.4-1. Mapa Geológico IPT – All

Figura 6.3.4-2. Estruturação Geral na região da All

Figura 6.3.4-3. Mapa Geológico CPRM – All

Figura 6.3.4-4. Mapa Geológico CPRM Ampliado – AID

Figura 6.3.4-5. Distribuição das unidades geológicas na AID segundo CPRM (1999)

Figura 6.3.4-6. Geologia do Trecho em Túnel

Figura 6.3.4-7. Traçado do túnel interceptando domínios tectônicos e de cisalhamento

Figura 6.3.4-8. Perfil geológico do corte A-B e as zonas de cisalhamento interceptadas

Figura 6.3.4-9. Mapa de lineamentos da AID e ADA no trecho em túnel

Figura 6.3.4-10. Mapa Geomorfológico – All

Figura 6.3.4-11. Modelo de Elevação do Terreno

Figura 6.3.4-12. Mapa Pedológico – All

Figura 6.3.4-13. Carta Geotécnica – All

Figura 6.3.4-14. Carta de Orientação de Vertente

Figura 6.3.4-15. Suscetibilidade do Meio Físico

Recursos Hídricos Superficiais

Figura 6.3.5-1. Vocação das UGRHs 2, 5 e 6

Figura 6.3.5-2. Disponibilidade per capita de Água Superficial nas UGRHs 2, 5 e 6 – Q médio em relação à população total. Ano 2010

Figura 6.3.5-3. Gráfico Comparativo da Disponibilidade Superficial per capita (Q médio) – 2007 e 2010

Figura 6.3.5-4. Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul e All

Figura 6.3.5-5. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Trecho entre SP e RJ

Figura 6.3.5-6. Diagrama Esquemático do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul

Figura 6.3.5-7. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Trecho Paulista

Figura 6.3.5-8. Situação do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul em 12/02/2015

Figura 6.3.5-9. Rede Hidrográfica das Bacias dos Reservatórios Jaguari e Atibainha

Figura 6.3.5-10. Foto aérea do Reservatório Jaguari. Local da Captação proposta

Figura 6.3.5-11. Bacias PCJ e a All

Figura 6.3.5-12. Bacias do Sistema Cantareira

Figura 6.3.5-13. Usos Outorgados na AID

Figura 6.3.5-14. Outorgas no rio Jaguari, a jusante da UHE

Recursos Hídricos Subterrâneos

Figura 6.3.6-1. Localização das áreas de afloramento dos aquíferos fraturados no estado de São Paulo e distribuição dos poços que exploram os aquíferos pl, pñc e Ksg

Figura 6.3.6-2. Curvas de distribuição acumulada para as várias classes de espessura de manto inconsolidado nos aquíferos fraturados e distribuição destas classes em áreas de rochas pré-cambrianas

Figura 6.3.6-3. Mapa de lineamentos das rochas pré-cambrianas do Estado

Figura 6.3.6-4. Circulação de água e recarga em aquíferos fraturados

Figura 6.3.6-5. Aquífero Taubaté nas cercanias da All

Qualidade da Água e Sedimentos

Figura 6.3.7-1. Pontos de Monitoramento de QA nas Bacias PS e PCJ. Folhas 1 a 3

Figura 6.3.7-2. IQA Rio Paraíba do Sul - Santa Branca a Jacareí

Figura 6.3.7-3. IQA Rio Paraíba do Sul - São José a montante da foz do Jaguari

Figura 6.3.7-4. IQA Rio Paraíba do Sul - Caçapava a Pindamonhangaba

Figura 6.3.7-5. IQA Rio Paraíba do Sul - Aparecida a Queluz
Figura 6.3.7-6. IQA Rio Paraíba do Sul
Figura 6.3.7-7. IQA Rios Jaguari e Parateí
Figura 6.3.7-8. IQA Reservatório Jaguari
Figura 6.3.7-9. IQA rios Atibainha e Cachoeira
Figura 6.3.7-10. IQA e IAP Res. Cachoeira
Figura 6.3.7-11. IQA e IAP Res. Atibainha
Figura 6.3.7-12. IQA Res. Paiva Castro
Figura 6.3.7-13. Síntese da Qualidade do Sedimento no ponto JAGJ 00250
Figura 6.3.8-1. Pontos de Amostragem de Limnologia e Qualidade de Água. 1:150.000
Figura 6.3.8-2. Cabeceiras do Rio Jaguari. Pontos de Monitoramento de QA
Figura 6.3.8-3. Variação de alguns parâmetros ao longo do reservatório Jaguari
Figura 6.3.8-4. Perfis Verticais de Temperatura. Res. Jaguari
Figura 6.3.8-5. Perfis Verticais de Qualidade. Res. Jaguari
Figura 6.3.8-6. Perfis Verticais de Qualidade. Res. Atibainha
Figura 6.3.8-7. Relação de Temperatura e OD entre os pontos de captação e descarga

Lista de Tabelas. Tomo 2

Inserção da All no Contexto Regional

Tabela 6.2-1. RMRJ. Evolução Demográfica
Tabela 6.2-2. RMRJ. Evolução da População Ocupada
Tabela 6.2-3. RMRJ. Evolução do PIB
Tabela 6.2-4. RMRJ. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos
Tabela 6.2-5. RMRJ. Demandas de Água
Tabela 6.2-6. RMVP. Evolução Demográfica
Tabela 6.2-7. RMVP. Evolução do PIB
Tabela 6.2-8. RMVP. Evolução da População Ocupada
Tabela 6.2-9. RMVP. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos
Tabela 6.2-10. VPF. Evolução Demográfica
Tabela 6.2-11. VPF. Evolução do PIB
Tabela 6.2-12. VPF. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos
Tabela 6.2-13. BP. Evolução Demográfica
Tabela 6.2-14. BP. Evolução do PIB
Tabela 6.2-15. BP. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos
Tabela 6.2-16. Foz do Paraíba do Sul. Dinâmica Econômica
Tabela 6.2-17. Bacia do Paraíba do Sul. Valores de Captação, Consumo e Cargas de DBO calculados para 2007

Tabela 6.2-18. Bacia do Paraíba do Sul. Valores de Captação, Consumo e Cargas de DBO calculados para 2020

Tabela 6.2-19. RMSP. Evolução do PIB

Tabela 6.2-20. RMSP. Evolução da População Ocupada

Tabela 6.2-21. RMSP. Evolução Demográfica

Tabela 6.2-22. RMSP. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos

Tabela 6.2-23. RAC. Evolução do PIB

Tabela 6.2-24. RAC. Evolução da População Ocupada

Tabela 6.2-25. RAC. Evolução Demográfica

Tabela 6.2-26. RAC. Evolução do Saneamento Básico. % de Domicílios Atendidos

Tabela 6.2-27. PCJ. Cargas Orgânicas Remanescentes

Tabela 6.2-28. PCJ. Principais Demandas Consuntivas por Sub-Bacia

Tabela 6.2-29. PCJ. Disponibilidade, Captações, Lançamentos e Saldo

Tabela 6.2-30. PCJ. Projeção de Demandas

Tabela 6.2-31. PCJ. Balanço Hídrico 2014 e 2020: Cenário Tendencial

Clima e Meteorologia

Tabela 6.3.1-1. Temperatura e Precipitação Média Anual na AII

Tabela 6.3.1-2. Temperatura e Precipitação Média – Município de Igaratá

Tabela 6.3.1-3. Temperatura e Precipitação Média – Município de Santa Isabel

Tabela 6.3.1-4. Temperatura e Precipitação Média – Município de Nazaré Paulista

Tabela 6.3.1-5. Temperatura e Precipitação Média – Município de Arujá

Tabela 6.3.1-6. Temperatura e Precipitação Média – Município de São José dos Campos

Tabela 6.3.1-7. Temperatura e Precipitação Média – Município de Bragança Paulista

Tabela 6.3.1-8. Precipitação Total Anual (mm/ano) – Reservatórios Sistema Cantareira - Período 1983-2014

Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Geotecnia e Processos de Dinâmica Superficial

Tabela 6.3.3-1. Áreas com Interesse Mineralógico na AID

Tabela 6.3.4-1. Unidades, Litologias, Áreas na AID e Município de Ocorrência

Tabela 6.3.4-2. Características do Manto de Alteração, por Litologia

Tabela 6.3.4-3. Classificação de Declividade em Ordem Crescente de Suscetibilidade Natural a Processos Degradacionais

Tabela 6.3.4-4. Agrupamentos Litológicos em Ordem Crescente de Suscetibilidade Natural a Processos Degradacionais

Tabela 6.3.4-5. Agrupamentos Pedológicos em Ordem Crescente de Suscetibilidade Natural a Processos Degradacionais

Tabela 6.3.4-6. Classificação dos Graus de Suscetibilidade Natural na AID

Tabela 6.3.4-7. Classificação dos Graus de Proteção do Solo na AID e ADA

Tabela 6.3.4-8. Classificação da Fragilidade Ambiental na AID e ADA

Tabela 6.3.4-9. Participação dos Processos de Fragilidade Ambiental na AID e ADA

Recursos Hídricos Superficiais

Tabela 6.3.5-1. Demandas Outorgadas nas UGRHs 2 e 5 por Origem. Anos 2007 e 2010.

Tabela 6.3.5-2. Demandas outorgadas nas UGRHs 2 e 5 por Tipo de Uso. 2010

Tabela 6.3.5-3. Disponibilidade e Relação entre Demanda e Disponibilidade UGRHs 2, 5 e 6. Anos 2007 e 2010

Tabela 6.3.5-4. Municípios abastecidos (hab) e Demanda média (l/s) do rio Paraíba do Sul

Tabela 6.3.5-5. Vazões com permanência de 95% no tempo e vazões médias de longo período - Trecho Paulista da Bacia do Paraíba do Sul

Tabela 6.3.5-6. Balanço Hídrico - Trecho Paulista da Bacia do Paraíba do Sul

Tabela 6.3.5-7. Situação de Armazenamento dos Reservatórios do Paraíba do Sul, em 12/02/2015

Tabela 6.3.5-8. Captação, consumo e cargas de DBO calculados para 2007 e 2020. Trecho Paulista da Bacia do Paraíba do Sul

Tabela 6.3.5-9. Características da UHE e Reservatório Jaguari

Tabela 6.3.5-10. Programas Ambientais da CESP no Reservatório Jaguari

Tabela 6.3.5-11. Áreas das Sub-bacias do Rio Piracicaba

Tabela 6.3.5-12. Disponibilidade Hídrica das Bacias PCJ

Tabela 6.3.5-13. Principais Demandas Consuntivas por Sub-bacia nas Bacias PCJ

Tabela 6.3.5-14. Densidade das Demandas Consuntivas nas Bacias PCJ

Tabela 6.3.5-15. Características do Reservatório Atibainha

Tabela 6.3.5-16. Corpos Hídricos Superficiais presentes na ADA

Tabela 6.3.5-17. Outorgas na AID

Recursos Hídricos Subterrâneos

Tabela 6.3.6-1. Características dos Aquíferos na Bacia do rio Atibaia

Qualidade da Água e Sedimentos

Tabela 6.3.7-1. Pontos de Monitoramento da CETESB no rio Paraíba do Sul

Tabela 6.3.7-2. Pontos de Monitoramento da CETESB nos rios Jaguari e Parateí

Tabela 6.3.7-3. Pontos de Monitoramento da CETESB no reservatório Jaguari

Tabela 6.3.7-4. Pontos de Monitoramento da CETESB nos rios Cachoeira e Atibainha

Tabela 6.3.7-5. Ponto de Monitoramento da CETESB no reservatório Cachoeira

Tabela 6.3.7-6. Ponto de Monitoramento da CETESB no reservatório Atibainha

Tabela 6.3.7-7. Ponto de Monitoramento da CETESB no reservatório Paiva Castro

Tabela 6.3.7-8. Comparativo do IQA médio nos Reservatórios

Tabela 6.3.7-9. Médias de 2013 e no período 2008 a 2012, das principais variáveis de qualidade

Tabela 6.3.7-10. Porcentagem de resultados não conformes (NC) com os padrões de qualidade, para 2013 e no período 2008 a 2012

Tabela 6.3.7-11. Resultados mensais e média anual do IQA. 2013

Tabela 6.3.7-12. Resultados mensais e média anual do IAP. 2013

Tabela 6.3.7-13. Resultados mensais e média anual do IET. 2013

Tabela 6.3.7-14. Resultados mensais e média anual do IVA. 2013

Tabela 6.3.7-15. Critério de Qualidade do Sedimento

Tabela 6.3.8-1. Pontos da Rede - Código, Descrição e Coordenadas

Tabela 6.3.8-2. Informações da Amostragem

Tabela 6.3.8-3. Resultados Bacteriológicos, Orgânicos e Físicos

Tabela 6.3.8-4. Parâmetros Limnológicos e Toxicológicos

Tabela 6.3.8-5. Parâmetros Químicos

Tabela 6.3.8-6. Pontos analisados para a Transposição

Tabela 6.3.8-7. Análise Granulométrica no Ponto JAGJ 00500

Tabela 6.3.8-8. Sedimento JAGJ 00500. Resolução 454/2012 - Químicos

Tabela 6.3.8-9. Sedimento JAGJ 00500. Resolução 454/2012 - Carbono e Nutrientes

Tabela 6.3.8-10. Análise Granulométrica no Ponto JAGJ 00500A

Tabela 6.3.8.11. Sedimento JAGJ 00500A. Resolução 454/2012 - Químicos

Tabela 6.3.8.12. Sedimento JAGJ 00500A. Resolução 454/2012 - Carbono e Nutrientes

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

6.1. Definição das Áreas de Influência do Empreendimento

6.1.1. Área de Influência Indireta – AII

A Área de Influência Indireta da Interligação, em termos socioeconômicos abrange:

- Os municípios adjacentes ao reservatório Jaguari: Jacareí, São José dos Campos, Igaratá e Santa Isabel, todos situados na bacia do rio Paraíba do Sul, onde poderão ocorrer reflexos das obras nos usos e sistema viário existentes.

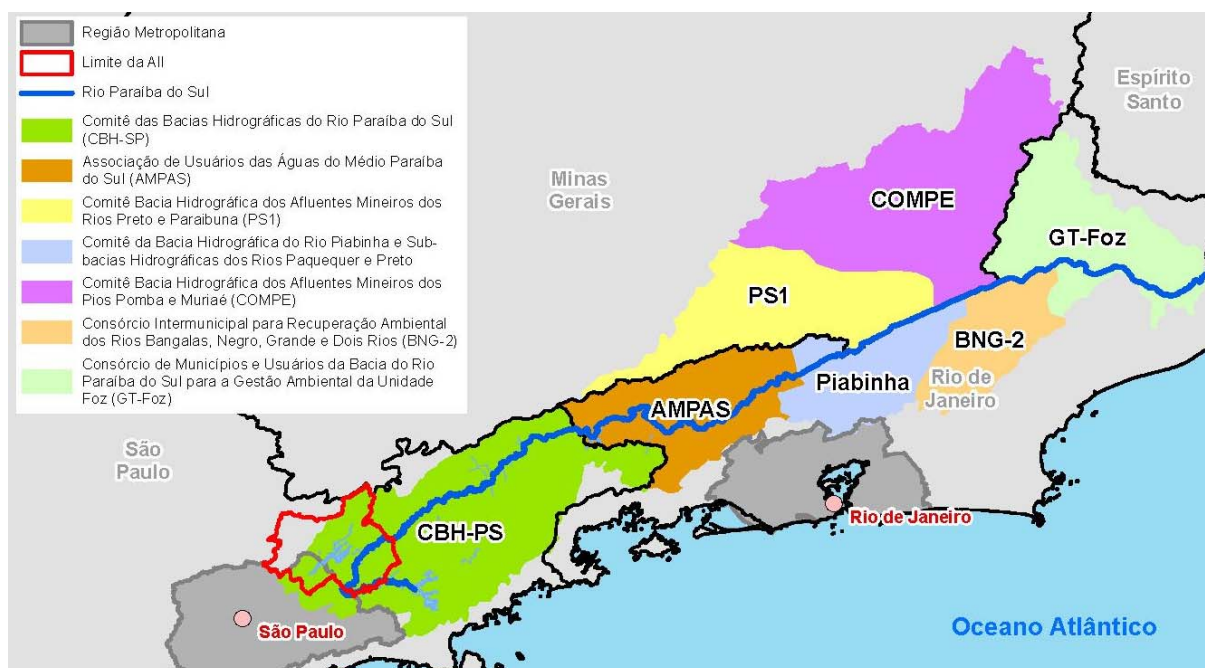
Ressalta-se que as sedes municipais de Jacareí, São José dos Campos e Santa Isabel situam-se a mais de 20 e 30 km do reservatório e estão do lado oposto às obras da Interligação. Apenas Igaratá tem sede nas proximidades do empreendimento.

- Os municípios que abrigam o reservatório Atibainha: Nazaré Paulista e Piracaia, na bacia PCJ; suas sedes também se situam no lado oposto ao local do reservatório onde será instalada a descarga da Interligação.

No entanto, por se tratar da interligação entre duas grandes bacias hidrográficas – PS e PCJ – analisam-se também as regiões que dependem de seus recursos hídricos para múltiplos usos, buscando apreender a dinâmica socioeconômica dessas regiões e seus requerimentos em termos de saneamento básico e demandas de água, frente às disponibilidades hídricas.

A AII insere-se assim num enquadramento mais amplo que abrange: (i) 5 das 7 sub-bacias do rio Paraíba do Sul: CBH-PS, AMPAS, PS-1, Piabinha, COMPE, BHG-2 e GT Foz¹, visualizados na **Figura 6.1-1**, que incluem municípios cujas sedes situam-se lindeiras ao rio; e (ii) Região Metropolitana de São Paulo e parcelas da Região Administrativa de Campinas, incluindo sua Região Metropolitana, que dependem do Sistema Cantareira e suas vazões defluentes para abastecimento público e serão beneficiados pela Interligação.

FIGURA 6.1-1. A AII NAS SUB-BACIAS DO RIO PARAÍBA DO SUL E SEUS COMITÊS



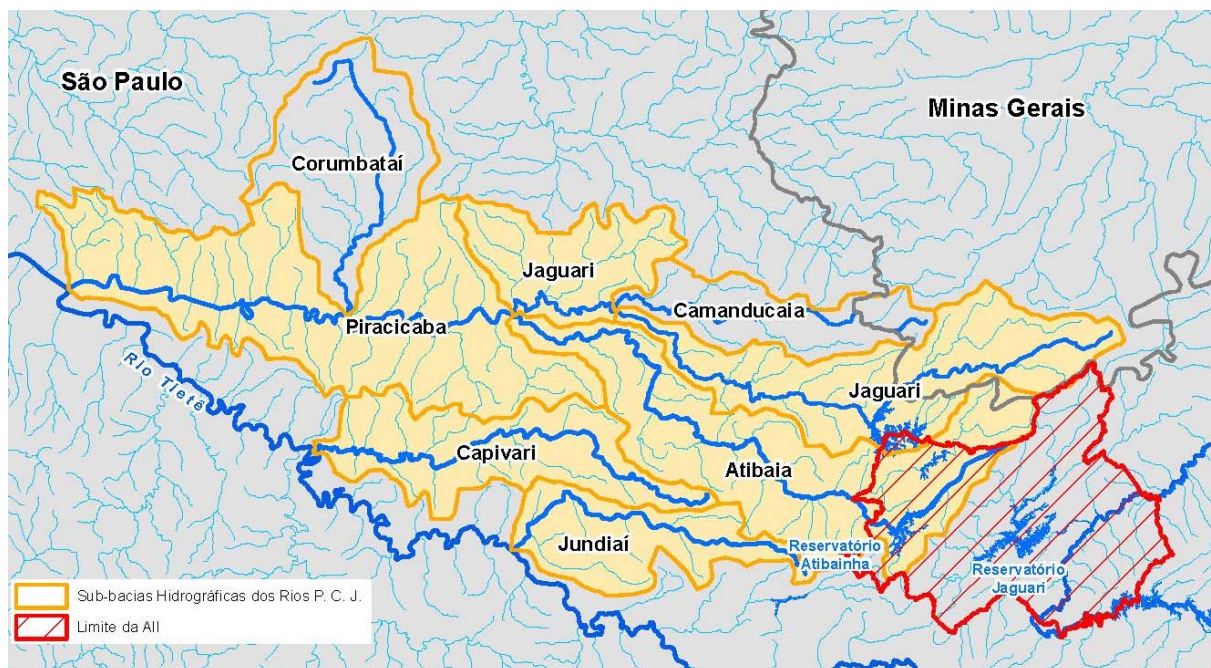
Na bacia do Paraíba do Sul, aborda-se: (i) a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que é abastecida pela transposição de águas do Paraíba do Sul para o rio Guandu; (ii) a região da foz

¹ De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (2007-2010) e seus Cadernos de Ações, recorte por área de abrangência do principal organismo de bacia da região.

do Paraíba do Sul; (iii) as regiões fluminenses do Vale do Paraíba, onde há um importante polo urbano industrial no eixo Resende - Barra Mansa - Volta Redonda; (iv) as regiões mineiras do Vale do Paraíba, onde Juiz de Fora destaca-se em uma região com predominância rural; e (v) a Região Metropolitana do Vale do Paraíba paulista, excluído o Litoral Norte, todos dependentes das águas do rio Paraíba do Sul.

Na bacia PCJ, aborda-se: (i) a Região Metropolitana de São Paulo, parcialmente abastecida pelo Sistema Cantareira; (ii) parcelas da Região Administrativa de Campinas, que abrange: (a) sua Região Metropolitana, e (b) os Aglomerados Urbanos de Jundiaí, Piracicaba, Bragança Paulista, Rio Claro, Mogi Guaçu e Mogi Mirim, regiões urbano-industriais e terciárias dinâmicas, todas dependentes das bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí, registradas na **Figura 6.1-2**.

FIGURA 6.1-2. A ALL NAS SUB-BACIAS PCJ E NA RA DE CAMPINAS



Este panorama mais amplo permite apreender as grandes questões e interdependências envolvidas no Projeto da Interligação e os fóruns e atores intervenientes, para além da AII definida para a socioeconomia, visualizada na **Figura 6.1-3**.

A AII da Interligação para os meios físico e biótico, **Figura 6.1-4**, abrange a bacia hidrográfica do rio Jaguari, situada no trecho médio superior do trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul, gerenciado pelo CBH-PS (UGRHI 2); e pela bacia hidrográfica do rio Atibainha na porção superior da bacia do rio Atibaia, formadora do rio Piracicaba, cujos recursos hídricos são gerenciados pelo CBH-PCJ - bacias Piracicaba-Capivari-Jundiaí (UGRHI 5).

Em ambas, a abordagem da AII tanto se expande no contexto das bacias principais e respectivos mananciais, Paraíba do Sul e Piracicaba (PCJ) / Sistema Cantareira, pela participação na gestão dos recursos hídricos regionais e das metrópoles paulista e fluminense, quanto se verticaliza e enfoca o território das sub-bacias afluentes ao trecho a montante do eixo das barragens dos dois reservatórios de interesse, se estendendo desde os setores de cabeceira de seus formadores.

6.1.2. Área de Influência Direta – AID

Corresponde à área sob influência dos impactos diretos da implantação e operação da Interligação.

A AID contempla: (i) os reservatórios Jaguari e Atibainha; (ii) uma faixa linear de cerca de 500 m de largura a cada lado do eixo da Interligação; (iii) uma área com raio de cerca de 500 m no entorno das instalações localizadas (captação no Jaguari, emboque do túnel, janela de acesso

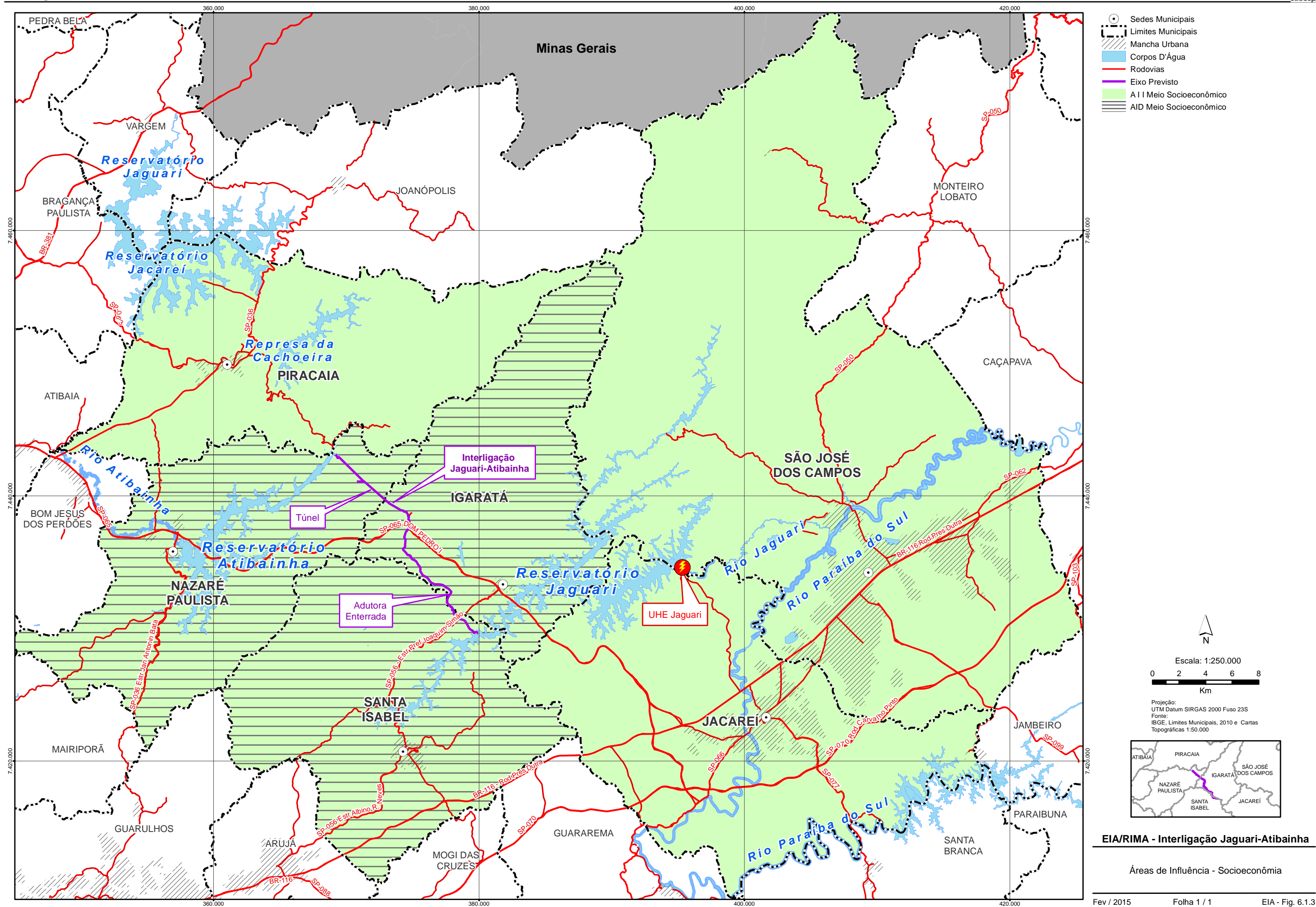
intermediário, desemboque e descarga no Atibainha); (iv) uma faixa de cerca de 100 m de cada lado das vias que serão utilizadas como acesso às obras, e no entorno da linha de transmissão.

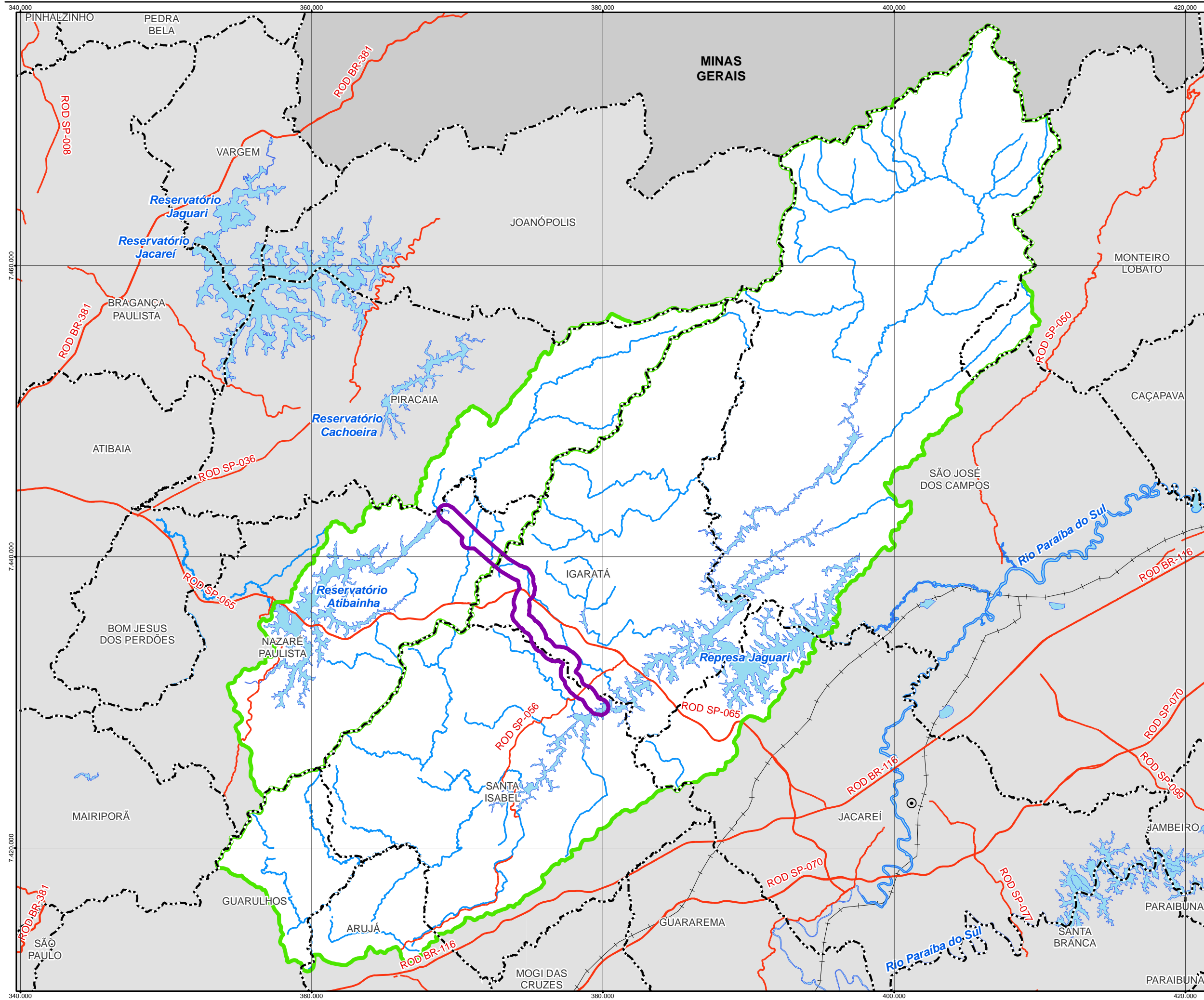
O diagnóstico socioeconômico da AID (**Figura 6.1-3**) focaliza mais detalhadamente o município e a sede municipal de Igaratá, pois ele tende a ser o mais impactado pelas obras e movimentação de pessoal e equipamentos, em face da posição central, proximidade e acessibilidade da cidade à AID. A eventual atração de população e animação econômica pelas obras deve ocorrer preferencialmente na cidade de Igaratá, para onde confluem diversas estradas vicinais, tanto de Santa Isabel como de Nazaré Paulista e do próprio município. A estratégia de contratação de mão de obra tem função importante na maior ou menor atração de população. A contratação de pessoal local, assim como o transporte de pessoal de centros urbanos com maior disponibilidade de mão de obra, habitualmente adotado pelas construtoras tende a diminuir tal impacto. No entanto, nada pode impedir que o pessoal alocado nas obras procure serviços e lazer em Igaratá, o que exige a verificação mais detalhada da qualidade de seus serviços de educação, saúde, assistência social, lazer, entre outros.

6.1.3. Área Diretamente Afetada – ADA

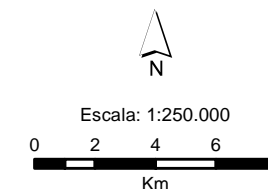
Corresponde às áreas de intervenção, isto é, as faixas de terreno onde serão executadas a abertura de acessos, as obras de construção das instalações localizadas da Interligação, as obras de assentamento da adutora, de construção do túnel e de implantação da LT. As áreas de apoio às obras – canteiros, áreas de empréstimo, de disposição final de resíduos e material excedente da construção – serão definidas por ocasião do projeto executivo, razão pela qual elas não estão consideradas na caracterização nesta etapa de EIA.

A caracterização da ADA, visualizada nas **Figuras 6.1-3 e 6.1-4**, é elaborada no bojo da AID, tanto para a socioeconomia como para o físico biótico, uma vez que está nela contida, representando parcela específica dentro da mesma, acompanhando, portanto, a mesma subdivisão em trechos da AID.





- Limites Municipais
- Bacias (limite da A I I)
- AID
- Corpos D'Água
- Rios



Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000
CPRM, GEOBANK, Dados Vetoriais
INPE, Topodata,



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibainha

Área de Influência Meios Físico-Biótico

6.2. Inserção da All na Macrometrópole e Regiões Vizinhas

A análise das interfaces da Interligação com as metrópoles e regiões vizinhas, especialmente vetores de expansão urbana e bacias adjacentes, objetiva identificar os requisitos para a viabilidade ambiental do empreendimento nesse contexto mais amplo. Esta análise aborda alguns aspectos intervenientes nessa escala regional, que extrapolam as áreas de influência, buscando situar as interfaces com bacias adjacentes onde possa haver potenciais interferências com outros usos e usuários da água. Ou seja, esta análise fornece um quadro referencial mais amplo onde se insere a All e identifica os fóruns e atores intervenientes na viabilização do empreendimento.

Somente a mancha, praticamente contínua, da Grande São Paulo, rumo à conurbação campineira, e rumo às Regiões Metropolitanas de São José dos Campos e Rio de Janeiro, margeando o rio Paraíba do Sul, concentram 20% da população brasileira e 30% do Produto Interno Bruto (PIB) do País, em uma área de 32.421 km², ou 0,3% da dimensão do país.

No contexto dessas regiões, o rio Paraíba do Sul constitui a articulação hídrica entre a Macrometrópole Paulista, especialmente as regiões metropolitanas de São Paulo e Vale do Paraíba, com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, cujo abastecimento de água depende da transposição de águas do Paraíba do Sul para o rio Guandu. A interdependência entre essas regiões quanto aos usos de águas depende das vazões do rio Paraíba do Sul.

A bacia do Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, que abrange parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro.

A Serra do Ribeirão Acima, subsistema serrano da Serra da Mantiqueira, constitui o divisor de águas entre as bacias do Paraíba do Sul e a do rio Piracicaba, onde se desenvolve a Região Metropolitana de Campinas e Aglomerados de Jundiaí, Piracicaba, Bragança. As águas das bacias PCJ, regularizadas na zona de cabeiras pelos reservatórios do Sistema Cantareira, abastecem essa região e parte importante da RMSP, mediante reversão.

Ainda que essas metrópoles detenham maior capacidade institucional, renda *per capita* e potencial de arrecadação e investimento, elas convivem com importantes problemas de saneamento ambiental urbano, notadamente com desafios que concernem à disponibilidade de recursos hídricos.

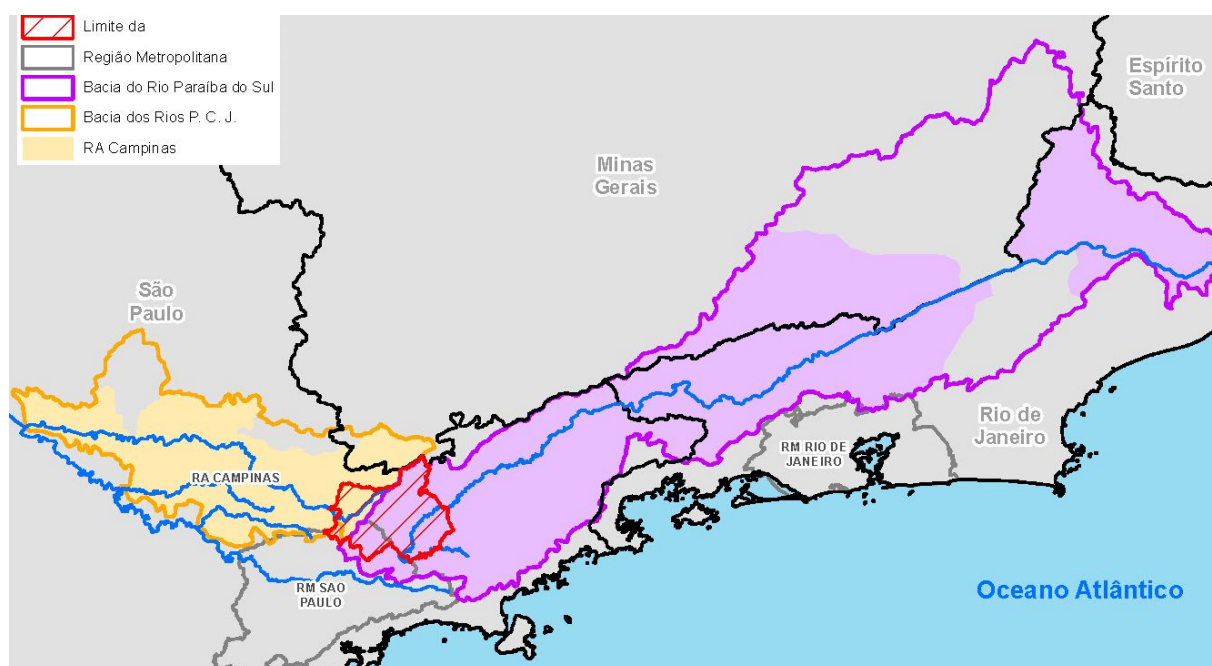
Em uma abordagem genérica, destacam-se os seguintes fatores como os de maior expressão na delimitação do quadro de problemas de recursos hídricos nessas metrópoles e bacias:

- Os baixos níveis de tratamento dos esgotos domésticos, o que implica em lançamentos *in natura* concentrados; a outorga de uso dos recursos hídricos para diluição desses lançamentos restringe as disponibilidades hídricas;
- A disposição inadequada de resíduos sólidos, quando não a ausência ou insuficiência de coleta em áreas de difícil acesso;
- A impermeabilização crescente do solo urbano, com redução nos tempos de concentração e interferência nas condições naturais de drenagem, amplificando os efeitos de cheias a jusante, muitas vezes sem alternativas viáveis - técnica e/ou financeira - para intervenções em macrodrenagem;
- O comprometimento de mananciais próximos, com escassez de disponibilidade hídrica em qualidade adequada; e,
- A mútua interdependência entre estes e outros fatores, devido a condições operacionais decorrentes dos próprios padrões inadequados de urbanização e de uso e ocupação do solo, que acarretam problemas para a prestação de diferentes serviços públicos, como, p. ex., a obstrução da rede de drenagem pelo lixo não coletado, ligações de esgotos em galerias de águas pluviais, e vice-versa.

Na sequência descreve-se sumariamente a dinâmica socioeconômica dessas regiões e as questões de saneamento básico, disponibilidades e restrições hídricas dos mananciais que as abastecem, assim como a interdependência entre elas.

Enfoca-se inicialmente a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, cujo abastecimento depende da transposição de águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu; a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e a porção fluminense desse vale, assim como a zona da mata mineira, que também dependem hidricamente desse rio; a Região Metropolitana de São Paulo e a Região Administrativa de Campinas que engloba sua Região Metropolitana e os aglomerados urbanos de Jundiaí, Piracicaba e Bragança Paulista, todos dependentes das bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Essa área de abrangência está registrada na **Figura 6.2-1**.

FIGURA 6.2-1. AIJ NO CONTEXTO DAS REGIÕES VIZINHAS



Os aspectos analisados referem-se à dinâmica socioeconômica dessas regiões, demonstrando suas tendências quanto às atividades econômicas, demográficas e de população ocupada e suas participações no País; as questões relativas à evolução do atendimento por redes de saneamento básico e tratamento de esgotos, no sentido de identificar as cargas poluentes que são destinadas às bacias intervenientes do PCJ e PS, comprometendo a qualidade das águas e restringindo a captação para abastecimento humano; as disponibilidades hídricas e demandas de águas nos horizontes dos Planos de Bacias envolvidos, que resultam no balanço hídrico das bacias e disponibilidades futuras.

6.2.1. Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ)

A. Dinâmica Socioeconômica

A RMRJ compõe-se de 21 municípios “com vistas à organização, ao planejamento e à execução de funções públicas e serviços de interesse metropolitano ou comum”.

Em torno da capital – um núcleo econômico ativo e forte – foram se justapondo vários municípios que cresciam e dependiam da metrópole, uma vez que estavam integrados a ela. Essa região que chegou a concentrar em torno de 80% da população do Estado, vem perdendo participação em relação a outras regiões do Estado, mais ainda registrava em 2010, cerca de 74% da população estadual.

A metrópole fluminense mantém-se ainda como polo de serviços avançados, embora essa característica não tenha se traduzido em um alto grau de atratividade populacional.

TABELA 6.2-1. RMRJ. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RMRJ	10.869.255	11.835.708	0,86
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação da RMRJ no Brasil	6,4%	6,2%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Depois de um longo ciclo de 25 anos de decadência econômica e urbana, um rol de indicadores econômicos demonstra que o baixo dinamismo da economia fluminense, em relação a outros Estados e à média nacional, começou a ser superado a partir de 2009. O Valor Adicionado bruto e taxa de crescimento, o PIB per capita, o estoque de empregos, o rendimento médio do trabalho, o volume de venda do comércio se recuperaram a partir desse ano, com a divulgação da liderança em anúncios de investimentos em 2010 com US\$ 18,457 bilhões.

TABELA 6.2-2. RMRJ. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA

Área	População Ocupada		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RMRJ	4.165.177	5.280.489	2,4
Brasil	65.629.892	86.353.839	2,78
Participação da RMRJ no Brasil	6,3%	6,1%	-

Fonte: Censos Demográficos / IBGE

Inicia-se um ciclo mais intenso de regeneração da região em função da Copa do Mundo de 2014 e de sediar as Olimpíadas de 2016. Paralelamente aos grandes eventos, o Rio de Janeiro está recebendo muitos investimentos públicos e privados.

Previsto para entrar em operação a partir de 2014, está em construção o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), em Itaboraí; a Petrobrás está ampliando a exploração e produção de petróleo do pré-sal no estado; está em ampliação o Porto de Itaguaí; o Arco Metropolitano, rodovia de 145 km que servirá de ligação com cinco estradas que cortam a região está em implantação; e também o Projeto de revitalização da área portuária do município (Porto Maravilha).

Hoje, o desenvolvimento econômico e social do Rio de Janeiro começa a se refletir na melhoria de seus indicadores, em grande parte pela extração do petróleo e geração de royalties, mas também pelos investimentos na área petroquímica, automobilística, de porto indústria, de bebidas, pela recuperação naval, pela reativação da construção civil e do setor imobiliário, pelas obras do PAC, pelos investimentos para a realização dos Jogos Olímpicos e da Copa do Mundo, pela retomada de favelas controladas pelo crime organizado, através das UPPs, e por uma política de incentivos fiscais.

TABELA 6.2-3. RMRJ. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
RMRJ	289.574	342.600	1,54
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação da RMRJ no País	9,0%	7,3%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

Apesar dessa melhoria da região, ela vem perdendo participação no PIB nacional.

B. Situação de Saneamento Básico e Disponibilidades Hídricas

As bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu são hidraulicamente conectadas pela transposição que retira dois terços da vazão regularizada do rio Paraíba do Sul, no seu trecho médio, e quase a totalidade da vazão de um afluente (rio Pirai), para geração de energia elétrica no Complexo Hidrelétrico de Lajes, na vertente atlântica da Serra do Mar (Sistema Light-Guandu). Esta transposição, implantada a partir de 1952, criou uma oferta hídrica relevante na bacia receptora do rio Guandu, que se tornou o principal manancial de abastecimento de água da RMRJ e de várias indústrias, termelétricas e outras atividades ali situadas. **A Figura 6.2.2** visualiza a

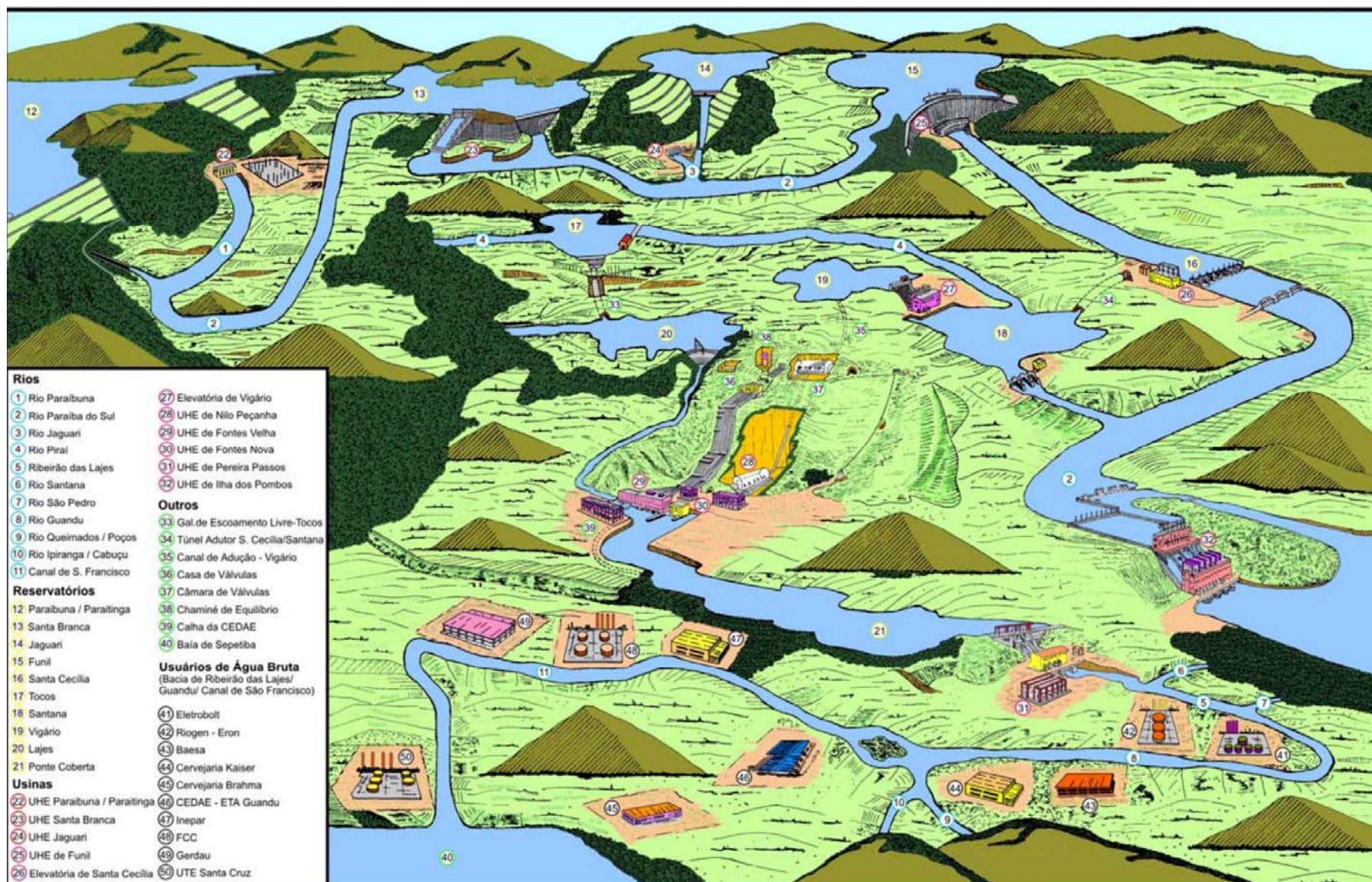
interdependência operacional entre o rio Guandu e o rio Paraíba do Sul, em termos hidráulicos e elétricos.

Essa grande dependência do estado do Rio de Janeiro e de sua Região Metropolitana em relação às águas da bacia do Paraíba do Sul (75% e 90% do abastecimento, respectivamente), e sua localização vulnerável à jusante dos estados de São Paulo e de Minas Gerais, cria um conflito potencial pelo uso da água, em termos de quantidade e de qualidade.

Tal dependência e vulnerabilidade foram particularmente evidenciadas com o episódio de seca na bacia do Paraíba do Sul, entre 2001 e 2004. No segundo semestre de 2003, diante do agravamento da situação, foi necessário restringir ainda mais as vazões e a transposição para a bacia do Guandu. Foi assim fortemente evidenciada a necessidade de estruturar, o mais rapidamente possível, um sistema de gestão integrado das bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu, capaz de prever as situações críticas de abastecimento nas duas bacias e antecipar as ações necessárias para evitá-las.

A discussão do problema na mídia, com autoridades, políticos, tomadores de decisão e com a sociedade em geral, contribuiu sobremaneira para mudar a percepção da importância do Paraíba do Sul para o estado e RMRJ e para alertar a todos sobre a necessidade de se promover o uso racional e a despoluição das águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu.

FIGURA 6.2-2. INTERDEPENDÊNCIA ENTRE AS BACIAS DO PARAÍBA DO SUL E GUANDU



Foi criado o Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul, para atuação conjunta com o Comitê da Bacia do rio Guandu, composto pelos operadores de reservatório de regularização (LIGHT, CESP e FURNAS); gestores estaduais da água (DAEE, SERLA e IGAM), representantes de usuários e municípios do CEIVAP e Comitê Guandu, ANA, ANEEL e ONS (Resolução CEIVAP nº 53, de 16/09/2005).

A atuação deste Grupo de Trabalho é predominantemente operacional: i) antecipar e analisar situações de conflito, envolvendo a operação hidráulica dos reservatórios e os usos múltiplos da água e propor soluções alternativas; ii) analisar e propor soluções alternativas para os critérios de operação hidráulica dos reservatórios do Rio Paraíba do Sul e da transposição de água para o Rio Guandu, visando o atendimento dos requisitos quantitativos de água nas bacias; iii) atuar no sentido de propor formas de garantir o atendimento dos requisitos dos usos múltiplos das águas; iv) divulgar informações correntes sobre aspectos quantitativos dos recursos hídricos nas bacias.

A determinação da vazão a ser transposta para o reservatório Santa Cecília e sua defluência depende da disponibilidade hídrica, medida pelo estoque de água armazenado nos quatro reservatórios de cabeceira, a saber: Paraibuna / Paraitinga (PA), Jaguari (JA), Santa Branca (SB) e Funil (FU) em cada mês.

Originalmente prevista em 250 m³/s, foi reduzida para 190 m³/s pela Resolução 211/2003 e atualmente, considerando a situação desfavorável da região, em função da falta de chuvas, a Resolução nº 1.072 da ANA de 11/08/2014 prorrogou até 30 de setembro a redução da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, em 165 m³/s.

A disponibilidade hídrica de abastecimento é fortemente limitada pela situação do esgotamento sanitário. Na RMRJ cerca de 19,3% das moradias não contavam com coleta de esgotos em 2010 e apenas 68,5% do esgoto produzido é tratado. Os domicílios em que o esgoto não é coletado e aqueles em que, apesar de haver coleta, não há tratamento, equivale a uma cidade com 4,8 milhões de habitantes.

TABELA 6.2-4. RMRJ. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

RMRJ	2000	2010	Taxa % a.a.
Rede de Água	86,50%	86,75%	0,03
Coleta de Esgotos	63,89%	81,59%	2,48

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Apesar de sua importância estratégica, a bacia do Rio Guandu enfrenta uma série de problemas decorrentes da forma do uso e ocupação do solo e, sobretudo, das formas de gestão dos seus recursos hídricos.

O Plano da Bacia - PERH 2007 salienta diversas providências a serem tomadas, entre as quais, a melhoria da qualidade da água na captação da ETA Guandu, a melhoria das condições do saneamento básico dos principais rios da bacia, principalmente em relação ao esgotamento doméstico lançado sem tratamento prévio nos corpos d'água, a contenção da intrusão salina, o controle das atividades de mineração de areia que têm sido responsáveis pela degradação ambiental da bacia há vários anos.

A poluição junto à tomada d'água da ETA Guandu aumenta os custos de produção da água tratada, traz dificuldades operacionais para a ETA e compromete a qualidade da água distribuída à população, uma vez ser difícil remover, via tratamento convencional, algumas substâncias orgânicas produzidas por cianobactérias.

Atualmente, a vazão média da ETA Guandu é de 43 m³/s e a vazão outorgada é de 45 m³/s. Ela está sendo ampliada em 12 m³/s em primeira etapa e 12 m³/s em segunda etapa, no novo sistema produtor de água tratada, denominado Complexo Guandu 2, com elevatória de água tratada, linha de recalque (tubulação que abastece o reservatório) e reservatório com capacidade para armazenar 57 mil m³. O novo sistema vai ampliar a produção de água tratada, beneficiando diretamente cerca de 3 milhões de habitantes da RMRJ, especialmente da Baixada Fluminense.

O Plano da Bacia aponta como demandas de água os valores registrados na **Tabela 6.2.5**.

TABELA 6.2-5. RMRJ. DEMANDAS DE ÁGUA (M³/S)

Tipologia	2010	2015	2025
Abastecimento humano	59,2	68,93	71,11
Indústria	16,43	20,0	29,60
Agropecuária	0,39	0,39	0,39
Mineração	0,21	0,27	0,38

Fonte: Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim - 2007

O Plano conclui, a partir das disponibilidades hídricas, que não há estresse hídrico nas bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim para o horizonte de planejamento (2025) do PERH Guandu, levando em conta os cenários de demandas apresentados e as ofertas hídricas garantidas, principalmente a oferta decorrente da vazão defluente da UHE de Pereira Passos.

Assim, a preocupação maior do Comitê Guandu, dos usuários e dos órgãos gestores do estado do Rio de Janeiro, para assegurar a alocação proposta, concentra-se, principalmente, na garantia da oferta hídrica de 120 m³/s, oriunda da operação do Complexo Hidrelétrico de Lajes, viabilizado pela transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul.

6.2.2. O Vale do Paraíba do Sul

Entre São Paulo e Rio de Janeiro, o Vale do Paraíba do Sul nesta análise comporta quatro grandes compartimentos com dinâmicas socioeconômicas distintas e que poderão ser afetados pela implantação da Interligação: (i) a região metropolitana do Vale do Paraíba, grande polo urbano-industrial e com conurbação urbana entre os municípios, na porção paulista, que está incluído na Macrometrópole Paulista; é a área de atuação do CBH - PS; (ii) o Vale do Paraíba fluminense, segundo polo industrial da região, também com municípios conurbados ao longo da Rodovia Pres. Dutra, de Resende a Barra Mansa e Volta Redonda, área de atuação da Ampas; desta porção fluminense também faz parte a região serrana da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha, onde destacam-se Petrópolis e Teresópolis, área de atuação do Piabanha; (iii) o vale do Paraíba mineiro, com características rurais, tendo apenas Juiz de Fora como destaque urbano-industrial, área de atuação do PS-1; e (iv) a região da foz do Paraíba do Sul.

As sub-bacias de atuação do COMPE e BNG-2 não são examinadas, por não contarem com cidades ao longo do Rio Paraíba do Sul.

Em toda essa extensão da bacia há atualmente 184 municípios, dos quais 88 estão em Minas Gerais, 57 no Rio de Janeiro e 39 em São Paulo. A tendência de concentração populacional nas áreas urbanas é um dos fatores responsáveis pelo aumento da poluição na bacia.

Na sequência destacam-se as dinâmicas socioeconômicas dessas quatro porções e suas situações quanto ao saneamento básico.

E ao final destacam-se as demandas futuras e disponibilidades hídricas para a bacia como um todo, que levam em conta essas dinâmicas.

6.2.2.1. Região Metropolitana do Vale do Paraíba

A. Dinâmica Socioeconômica

Esta região metropolitana abrange também o Litoral Norte, mas essa área foi excluída da análise, pois não depende das vazões do rio Paraíba do Sul. O município de São José dos Campos veio assumindo, de maneira crescente, o papel de município-sede da região, que é constatado pelo caráter regional de seu setor de serviços que dá sustentação ao fluxo e relações entre si e as cidades de seu entorno.

É servida por duas rodovias federais: a Presidente Dutra (BR-116), que liga as principais metrópoles do País, São Paulo e Rio de Janeiro, e a Rodovia Fernão Dias (BR-381), que liga

São Paulo com o sul de MG e Belo Horizonte, além das Rodovias Ayrton Senna da Silva (SP-070) e Dom Paulo Rolim Loureiro, antiga Mogi-Bertioga (SP-098), entre outras.

Nas cidades, verifica-se, ainda, aumento das manchas urbanas em direção às áreas rurais e também às áreas urbanas de outros municípios, em processo de conurbação. Multiplicaram-se, assim, as interdependências entre as diversas cidades do Vale e o município de São José dos Campos, com adensamento da rede urbana e seu crescimento articulado. Com cerca de 2 milhões de habitantes a região vem crescendo sua população dentro da média brasileira a 1,16%a.a.

TABELA 6.2-6. RMVP. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RM Vale Paraíba (1)	1.767.454	1.982.815	1,16
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação da RMVP no País	1,0%	1,0%	-

(1) Excluindo Litoral Norte

Fonte: Fonte: Censos Demográficos IBGE

Na indústria extrativa, têm peso produtos de minerais não metálicos, como areia por exemplo. Suas atividades são importantes, na geração de empregos, nos municípios de Tremembé, Taubaté e Jacareí. A partir da década de 50 a exploração de areia no Vale do Paraíba cresceu, para atender o mercado regional e da Grande São Paulo, sobretudo em Jacareí, detentor de jazida de boa qualidade. Com as novas necessidades surgidas na década de 1970, esgotou-se a capacidade de extração de areia no leito do rio, surgindo as primeiras cavas às margens do Paraíba do Sul, com maior impacto ambiental.

A principal atividade agrícola é a cultura do arroz irrigado que se difundiu pela região, devido à boa característica dos terrenos de várzeas do Rio Paraíba e disponibilidade hídrica da bacia. Em termos de produção animal, destaca-se a pecuária, com expressivo incremento da bovinocultura de corte, que em 2010 representou 1% do VPA do Estado.

O reflorestamento com pinus e eucalipto vem ocupando os municípios de Cunha, Guaratinguetá, Queluz e Silveiras, Natividade da Serra, Paraibuna, Santa Branca, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga e Taubaté, que registravam em 2007/08, 62% da área ocupada com esses reflorestamentos.

A industrialização ocorreu principalmente nos municípios de São José dos Campos, Jacareí, Guaratinguetá, Cruzeiro, Taubaté, Pindamonhangaba e Caçapava, ao longo da via Dutra, onde surgiu uma indústria moderna e de grande escala, voltada para os mercados nacional e internacional e com predomínio dos segmentos de material de transporte, mecânico, metalúrgico e petroquímico.

Nos últimos anos, a região vem recebendo investimentos industriais, que dinamizam o setor terciário e o segmento imobiliário, alterando, inclusive a estrutura urbana, com expansão para áreas anteriormente não ocupadas da cidade.

Quanto à indústria de transformação, sobressaem: Equipamentos de Transporte e Outros Equipamentos de Transportes, que engloba a indústria aeronáutica e aeroespacial. Nos serviços, têm papel relevante, em termos de empregos, os ligados à saúde, especialmente, em São José dos Campos, Taubaté, Jacareí e Guaratinguetá.

O Vale do Paraíba vem recebendo inúmeros investimentos, que geram milhares de empregos na região, dinamizam o setor terciário e o segmento imobiliário e alteram a estrutura urbana. O caso de Jacareí é um exemplo disso, onde novos investimentos (Chery, Sany Heavy Industries, Teknia Tecnotubo e Walmart), que trouxeram fornecedores e parceiros, e investimentos em expansão (Ambev e Cebrace) acabaram levando à ocupação de áreas anteriormente não ocupadas da cidade.

TABELA 6.2-7. RMVP. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
RM Vale Paraíba	67.473	64.703	-0,38
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação da RMVP no País	2,11%	1,38%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

Nos municípios localizados ao redor da via Dutra, encontra-se um importante aglomerado de institutos, várias universidades públicas e privadas, como a UNESP – campus de Guaratinguetá, a USP – unidade de Lorena, a Universidade do Vale do Paraíba, a Universidade de Taubaté, além de institutos de excelência em ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, como o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial e seus renomados institutos de pesquisa e de ensino superior: o ITA, o Instituto de Aeronáutica e Espaço-IAE, o Instituto de Estudos Avançados-IEAv, o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial-IFI e o Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voos-IPEV, além de centros de lançamento e setor de metrologia aeroespacial, com laboratórios de calibração. O INPE, ligado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, completa o quadro dos institutos de pesquisa aeroespacial formadores de mão de obra altamente especializada.

TABELA 6.2-8. RMVP. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA

Área	População Ocupada		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RM Vale Paraíba	674.707	931.368	3,28
Brasil	65.629.892	86.353.839	2,78
Participação da RMVP no Brasil	1,03%	1,08%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

O processo de conurbação se encontra em estágio avançado, o que permite identificar tendência à formação de uma grande área conurbada que abarcará, praticamente, todo o Médio Vale do Paraíba do Sul, se estendendo de Jacareí a Pindamonhangaba, com duas principais aglomerações nesta condição: São José dos Campos-Jacareí-Caçapava e Taubaté-Pindamonhangaba-Tremembé.

B. Situação de Saneamento Básico e Disponibilidade Hídrica

As principais fontes da poluição hídrica na bacia do Rio Paraíba do Sul são os esgotos domésticos e os efluentes industriais, com avanço gradativo no tratamento. Em 2010, 83% dos domicílios eram atendidos por rede de coleta de esgotos.

TABELA 6.2-9. RMVP. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

RM Vale do Paraíba	2000	2010
Rede de Água	90,48	93,56
Coleta de Esgotos	78,91	83,04

Fonte: Censos Demográficos IBGE

A situação do tratamento de esgotos é desigual, havendo 10 municípios sem tratamento: Aparecida, Arapeí, Areias, Campos do Jordão, Cruzeiro, Lavrinhas, Paraibuna, Piquete, Potim e Queluz; e 12 municípios com 100% de tratamento do esgoto coletado: Bananal, Canas, Lorena, Lagoinha, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Roseira, São José do Barreiro, São Luis do Paraitinga, Silveiras, Tremembé e Taubaté.

A maior parte das águas do rio Paraíba do Sul e de seus afluentes estudados apresentou alta disponibilidade de oxigênio durante todo o período de estudo, exceto no trecho do Paraíba do Sul a jusante da cidade de São José dos Campos, e nos principais afluentes, a jusante dos grandes centros urbanos.

A Disponibilidade Hídrica nesse trecho é de 131,13 m³/s (Q₉₅), para uma captação para usos múltiplos de 17,80 m³/s (Q_{Cap.}), um consumo de 7,82 m³/s (Q_{Cons.}) e uma Carga de DBO de 88,40 t/dia.

O estudo constatou que na área de atuação do CBH-PS ocorreu uma significativa melhora no setor de saneamento ambiental, em especial no que se refere à ampliação dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos sanitários e também à melhor disposição final dos resíduos sólidos urbanos. De fato, o Governo do Estado e algumas prefeituras paulistas nos últimos anos vêm investindo de forma sistemática na ampliação e melhoria desses serviços que sempre estiveram entre os principais problemas vinculados à má qualidade de seus recursos hídricos.

Outro grave problema no trecho refere-se à proliferação de macrófitas (em especial o capim Capituva), que pode provocar erosões das margens e encontros de pontes, desestabilização de pilares de pontes, dentre outros, e não é de simples solução. Os trechos mais problemáticos em relação à infestação correspondem ao estirão fluvial do rio Paraíba do Sul com de cerca de 60 km entre Jacareí e Caçapava e, ainda, as bacias dos rios Paraitinga, Paraibuna e do rio Jaguari.

6.2.2.2. O Vale do Paraíba Fluminense

Aglomerado Urbano de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda

A. Dinâmica Socioeconômica

O Vale do Paraíba Fluminense (VPF) corresponde ao trecho do rio Paraíba do Sul entre a UHE Funil e a confluência com os rios Piabanha e Paraibuna. Abrange uma área de drenagem de 6.517 km², onde estão inseridos 16 municípios fluminenses (Barra do Piraí, Rio Claro, Barra Mansa, Rio das Flores, Eng. Paulo de Frontin, Valença, Itatiaia, Vassouras, Mendes, Volta Redonda, Miguel Pereira, Pinheiral, Pirai, Porto Real, Quatis, Resende), com uma população total de 954.417 habitantes em 2010.

TABELA 6.2-10. VPF. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
Vale Paraíba Fluminense	869.998	945.417	0,83
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação do VPF no País	0,51%	0,50%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Possui localização estratégica, interna ao triângulo cujos vértices são as mais importantes capitais do país – São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, grandes centros consumidores e acumuladores de capital e é atravessada pela principal rodovia do país, a Presidente Dutra (BR-116), como também a ferrovia Central do Brasil, ambas conectando as cidades do Rio de Janeiro a São Paulo.

A principal característica da área é a presença do segundo maior parque industrial da bacia do rio Paraíba do Sul, com destaque para a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda. Destaca-se, também, a elevatória de Santa Cecília, localizada no rio Paraíba do Sul em Barra do Piraí, responsável pela derivação de uma vazão de até 160 m³/s para geração de energia pelo Sistema Light.

O processo de industrialização, iniciado durante a década de 1930, promoveu o desenvolvimento regional alterando a economia e o modo de vida, do rural para o urbano, com grande incremento populacional. A partir da década de 1950 iniciou-se a polarização regional ao redor da CSN, instalada no município de Volta Redonda. Após a privatização da empresa em 1993, teve início a reestruturação produtiva e espacial da região com a atração de novos empreendimentos industriais, implantados de forma dispersa pelo território, desconectados dos tecidos urbanos consolidados. Isso motivou as transformações das relações econômicas e sociais, que extrapolaram os limites municipais, desenvolvendo-se no território regional, com as vias de comunicação destacando-se no cotidiano da população.

No Médio Paraíba fluminense, por conta da industrialização ocorrida durante a década de 1950, teve início a concentração regional, com um processo de polarização ao redor da CSN e do município de Volta Redonda, atraindo investimentos e mão de obra para a região.

A atividade industrial, anteriormente a maior geradora de empregos na microrregião, cedeu lugar às atividades terciárias: comércio e serviços. Em 1995 o município de Resende em parceria com o governo estadual consegue a instalação, no então distrito de Porto Real, da fábrica de ônibus e caminhões da Volkswagen. Com a emancipação, Porto Real passa a atrair diversas indústrias para o seu território: Guardian (1998), Peugeot-Citroën (2000) e Galvasud (2000), entre outras, a maioria ligada ao setor metal mecânico.

TABELA 6.2-11. VPF. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
Vale do Paraíba Fluminense	26.281	32.797	2,03
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação do VPF no País	0,82%	0,70%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

As cidades de Volta Redonda, Barra Mansa, Pinheiral, Barra do Piraí e Piraí formam um aglomerado urbano, tendo Volta Redonda e Barra Mansa conurbadas.

No trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul, onde o parque industrial reúne mais de 700 indústrias, várias delas de grande porte (siderúrgicas, metalúrgicas, químicas, etc.), a maior parte dos resíduos sólidos é produzida pela CSN e pela Companhia Siderúrgica Barra Mansa, responsáveis pela produção de 80% dos resíduos de classe II. Destacam-se, ainda, no trecho fluminense, a Saint Gobain Canalizações S.A. (ex- Metalúrgica Barbará), a Thyssen Fundições Ltda., a Cyanamid Química do Brasil Ltda., a Du Pont do Brasil S.A., entre muitas outras indústrias de papel, alimentos, etc.

O Município de Resende abriga indústrias diversas, destacando-se a fábrica de ônibus e caminhões da Volkswagen. Exerce influência sobre Itatiaia, Quatis e Porto Real. Sua posição privilegiada no eixo Rio - São Paulo e a disponibilidade de terras são fatores importantes para a atração de novos empreendimentos.

Valença, Barra do Piraí e Porto Real são, também, importantes municípios industriais. Neste último, além das indústrias de vidro e de galvanização, destaca-se a Peugeot, montadora de automóveis. Tem-se verificado visível crescimento urbano em Quatis e Penedo, em decorrência das atividades industriais de Porto Real. Empresas industriais e de serviços podem ser observadas no Município de Piraí.

A industrialização da região gera uma série de problemas, com a consequente perda da qualidade de vida da população, retratada na expansão de submoradias e de periferias subequipadas, além da poluição do ar e do rio Paraíba do Sul.

B. Situação de Saneamento Básico e Disponibilidade Hídrica

Como resultado dos levantamentos e estudos efetuados quando da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, constatou-se que nessa área praticamente inexistem stress hídrico ou mesmo conflitos pelo uso da água.

A vazão nesse trecho do Rio Paraíba do Sul a montante do reservatório de Santa Cecília em 2005 era de 201,41 m³/s (Q₉₅), enquanto a captação era de 14,44 m³/s (Q cap.) e o consumo de 6,63 m³/s (Q cons.), enquanto a carga remanescente de DBO era de 53,96 ton/dia.

Por outro lado, como de modo geral ocorre em quase toda a bacia do Paraíba do Sul, os principais problemas relativos aos recursos hídricos situam-se no setor de saneamento básico, em especial no que se refere à insuficiência do tratamento dos esgotos sanitários e também à disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

TABELA 6.2-12. VPF. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

Serviço	2000	2010	Taxa % a.a.
Rede de Água	81,28	87,76	0,77
Coleta de Esgotos	72,18	78,36	0,82

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Nesta região situa-se a barragem de Santa Cecília (em Barra do Pirai), principal ponto de controle da operação do sistema hídrico do Paraíba do Sul, onde ocorre a reversão para o Sistema Light e rio Guandu, que permite o abastecimento da RMRJ.

Bacia do Rio Piabanha

A. Dinâmica Socioeconômica

Outra região do Vale do Paraíba fluminense são os municípios da bacia do rio Piabanha (BP) que se estendem para a região serrana, tendo Petrópolis e Teresópolis como maiores polos. Abrange 10 municípios: Areal, Teresópolis, Carmo, Paty do Alferes, Petrópolis, Paraíba do Sul, São José do Vale do Rio Preto, Três Rios, Sapucaia, Sumidouro.

Com 686 mil habitantes, esta sub bacia apresentou crescimento inferior à média brasileira, perdendo participação na população nacional.

TABELA 6.2-13. BP. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
Bacia Piabanha	634.734	686.071	0,78
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação da BP no País	0,37%	0,36%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Com 80 km de extensão o rio Piabanha banha os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios e seu principal afluente é o rio Preto que tem 54 km de curso. O rio Paquequer, afluente do rio Preto, apresenta extensão de 37 km e banha Teresópolis, em seu trecho inicial.

A bacia do Piabanha e sub-bacias do Paquequer e Preto são algumas das grandes sub-bacias formadoras do rio Paraíba do Sul e detém os maiores percentuais de cobertura florestal e de extensão de florestas de toda a bacia do rio Paraíba do Sul.

No entanto, é possível observar, nas zonas urbanas e rurais, processos erosivos relevantes decorrentes dos diversos ciclos econômicos e da falta de preservação e conservação do solo, bem como a falta de sistema de esgotamento sanitário e de aterros sanitários adequados, que contribuem para a degradação ambiental e da qualidade da água do rio Paraíba do Sul.

Essa região é marcada por duas unidades espaciais diferenciadas. A primeira caracteriza-se por apresentar grande dinamismo, em função das atividades industriais e turísticas, abrangendo Teresópolis e Petrópolis, sendo também importante a produção de hortifrutigranjeiros, nos vales intermontanos.

Petrópolis desempenha o papel de polo, em função, principalmente, do setor industrial, distinguindo-se os gêneros mecânica, têxtil e vestuário, além de suprir com o seu comércio e serviços as necessidades da população dos municípios próximos.

As indústrias têxteis e de vestuário de Petrópolis formam um APL, voltado para a moda feminina sendo, segundo o SEBRAE/RJ (2004), o segundo mais importante do estado no ramo têxtil-vestuário, formado por micro e pequenas empresas.

A outra unidade, englobando o restante da sub-bacia, apresenta um fraco desempenho econômico, em função da substituição da atividade cafeeira pela pecuária extensiva, em solos empobrecidos, trazendo baixos índices de produtividade, o que tem servido para forçar o êxodo de parcelas consideráveis da força de trabalho rural.

TABELA 6.2-14. BP. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
Bacia Piabanha	11.849	18.87	4,32
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação da BP no País	0,37%	0,40%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

Apresenta a maior cobertura florestal entre as sub-bacias do Paraíba do Sul, estimada em mais de 20% de suas terras, onde estão os mais expressivos remanescentes da Mata Atlântica. Os núcleos urbanos pertencentes à Região Serrana têm deficiência na drenagem urbana, inundações em alguns bairros e grandes deslizamentos de encostas.

B. Saneamento Básico e Disponibilidade Hídrica

No tocante ao saneamento ambiental, a área apresenta índices de cobertura quanto ao abastecimento de água e a coleta de esgotos sanitários, de 66,1% e 58,8%, respectivamente, sendo apenas 14,6% dos esgotos produzidos tratados.

O cenário referente aos resíduos sólidos de origem doméstica é precário, pois as localidades não dispõem de disposição final adequada.

TABELA 6.2-15. BP. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

Serviço	2000	2010
Rede de Água	59,05	66,10
Coleta de Esgotos	49,94	58,88

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Na área de atuação do Comitê Piabanha praticamente inexistem stress hídrico ou mesmo conflitos pelo uso da água. A vazão do rio Paraíba do Sul no trecho era em 2005 de 9,7 m³/s (Q₉₅), enquanto a captação era de 5,01 m³/s (Q_{Capt.}) e a vazão consumida era de 2,30 m³/s (Q_{cons.}), enquanto a carga remanescente de DBO era de 20,9 t/dia.

Como em quase toda a bacia, os principais problemas relativos aos recursos hídricos ocorrem no setor de saneamento básico, em especial o tratamento insuficiente dos esgotos sanitários e a disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

As prioridades para a região nos temas de interesse dos recursos hídricos continua sendo a implantação de melhoria nos sistemas de saneamento básico, em especial no tratamento dos efluentes sanitários e na disposição final dos resíduos sólidos urbanos de inúmeras cidades, bem como o controle das cheias, em especial as do rio Piabanha.

6.2.2.3. O Vale do Paraíba Mineiro

Engloba a bacia hidrográfica dos afluentes mineiros dos rios Preto e Paraíba e a bacia hidrográfica dos afluentes mineiros dos rios Pomba e Muriaé, em total de cerca de 130 municípios, onde o destaque é Juiz de Fora. A maioria é de pequenos municípios, alguns deles com população acima de 20 mil habitantes - Cataguases, Leopoldina, Santos Dumont, São João Nepomuceno, Ubá, Visconde do Rio Branco, em território mineiro e Santo Antônio de Pádua, Miracema, Muriaé, Carangola e Itaperuna em território fluminense.

Nessa região atua o comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros dos Rios Preto e Paraíba - PS1.

O rio Paraíba é o maior afluente em volume de água do Paraíba do Sul, apresentando vazão média de 179 m³/s. Tem grande importância por ser o principal receptor dos efluentes da região de Juiz de Fora. Apresenta um histórico de acidentes causados por cargas de despejos industriais, como os ocorridos com a Cia. Paraíba de Metais em 1980 e 1982.

A sua declividade acentuada associada com a elevada vazão média favorece os processos de depuração de seu corpo hídrico, possibilitando uma recuperação dos índices de qualidade das águas, nas proximidades de sua foz, no Paraíba do Sul. A influência dos esgotos domésticos na qualidade da água desse rio está diretamente relacionada com a cidade de Juiz de Fora, uma vez que, a jusante desse núcleo urbano, ocorrem elevados níveis de coliformes fecais, além de significativa carga de DBO.

Quando alcança o rio Paraíba do Sul, a qualidade da água, no entanto, é boa, confirmando a excelente capacidade depuração desse rio, resultante da diluição dos efluentes proporcionada pelas afluições dos rios Preto e do Peixe, que possuem águas de boa qualidade.

A bacia do rio Paraíba apresenta uma população da ordem de 600.000 habitantes e cerca de 3.000 indústrias

A principal característica dessas bacias em relação ao saneamento ambiental é a falta de tratamento de esgotos domésticos e seu lançamento “in natura” diretamente nos cursos d’água. Outra característica relevante é a degradação da cobertura vegetal, o que implica em carreamento relevante de sedimentos para as calhas dos cursos d’água.

Os levantamentos e estudos efetuados para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul constaram que na área de atuação do Comitê dessas bacias praticamente inexistem stress hídrico ou mesmo conflitos pelo uso da água.

A vazão no trecho era de 62,83 m³/s (Q₉₅) em 2005, a vazão captada era de 2,68 m³/s e a consumida era de 0,94 m³/s, enquanto a carga remanescente de DBO era de 22,37 t/dia.

Os principais problemas relativos aos recursos hídricos são a insuficiência do tratamento dos esgotos sanitários e a disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

6.2.2.4. A Região da Foz

A região conhecida como Baixo Paraíba corresponde às porções mais a jusante do rio Paraíba do Sul e dos rios Muriaé, Pomba e Dois Rios; está contida integralmente em território fluminense desde o município de Lajes do Muriaé até a foz no Oceano Atlântico, no município de São João da Barra.

A região da foz no Norte Fluminense inclui 19 municípios com uma população de cerca de 900 mil habitantes. Territorialmente, a concentração do polo petrolífero em Macaé tem atraído populações não só para ele, como para os municípios mais próximos, em detrimento dos demais municípios regionais do norte fluminense.

A economia do Norte Fluminense está intimamente ligada à produção de petróleo e cana-de-açúcar, ambas importantes no contexto nacional: o petróleo em desenvolvimento, ampliando o PIB regional, e a cana-de-açúcar com enormes problemas na sua baixa produtividade na região.

TABELA 6.2-16. FOZ DO PARAÍBA DO SUL. DINÂMICA ECONÔMICA

Região	PIB 2002	PIB 2005	Taxa a.a.
Norte Fluminense	15.810.190	25.028.489	16,55
Brasil	1.836.917.678	2.147.239.292	5,34
% Norte Fluminense s/ Brasil	0,8	1,1	-

A região da desembocadura (estuário) do rio Paraíba do Sul é uma das mais importantes do Estado do Rio de Janeiro em termos de produtividade pesqueira, favorecida pelas grandes extensões de manguezais na região.

A região vive cenários extremos de secas recorrentes e cheias recordes que se fazem sentir especialmente em Campos dos Goytacazes e em São João da Barra.

Um aspecto marcante desta zona é que em 25 anos, o avanço do mar já causou o desaparecimento de mais de 500 m do Pontal de Atafona, em São João da Barra.

Em situações de estiagem como a atual, São João da Barra enfrenta o problema da intrusão da cunha salina no estuário do rio Paraíba do Sul, que causa a salinização da água no ponto de captação da Cedae, prejudicando o abastecimento.

Uma obra emergencial de dragagem em 400 metros de um canal no rio Paraíba do Sul foi executada em 2014 em São João da Barra, por iniciativa do estado e município, na tentativa de amenizar os impactos da estiagem que já compromete o abastecimento d’água na sede do município. A medida visa melhorar a vazão no ponto de captação e reduzir o nível de salinização cada vez mais acentuado na foz do rio.

Em situação de cheias, a cidade de Campos dos Goytacazes está especialmente sujeita a inundações, pois se desenvolve ao longo das margens do rio Paraíba do Sul em cota inferior à do rio. Toda a cidade é protegida por diques construídos pelo DNOS na década de 1970. A

drenagem urbana é realizada através de vários canais de drenagem que conduzem as águas para as lagoas existentes no município (lagoas Feia e do Jacaré, na margem direita do Paraíba do Sul, e lagoas do Vigário, do Parque Prazeres, do Brejo Grande e do Campelo, na margem esquerda), visando o aproveitamento de terras para a agricultura, que mudaram o regime das águas das lagoas litorâneas e a vegetação pioneira das restingas.

O guarda-corpo em concreto, com crista na cota 11,5 m (IBGE), bem como o dique de terra que se estende até São João da Barra para a defesa da cidade de Campos durante as cheias do rio Paraíba do Sul, vêm evitando situações catastróficas para a cidade de Campos, uma vez que as planícies marginais onde a cidade se desenvolveu e continua a se expandir ocupam cotas inferiores às das margens do rio Paraíba do Sul.

O atual nível de obstrução dos canais, além de impedir a adução regular de água para atendimento à irrigação, é responsável pelo desempenho ruim da drenagem quando da ocorrência de precipitações intensas. Outro fator que contribui para as inundações é o estado precário em que se encontram as estruturas de captação dotadas de comportas, o que compromete o controle do fluxo durante as cheias.

O canal de Macaé-Campos apresenta, hoje, trechos com inclinação contrária no fundo e a consequente formação de alguns segmentos sem escoamento, caracterizando um quadro de total insalubridade para a população ali residente.

O rio Paraíba do Sul, no estirão correspondente ao centro urbano de São João da Barra, não acarreta problemas de inundações para a cidade.

O estudo acusou vazões (Q_{95}) de 168,30 m³/s no rio Paraíba do Sul a montante da confluência do rio Pomba, de 63,20 m³/s na foz do Rio Pomba, de 16,48 m³/s na foz do rio Dois Rios e 28,84 m³/s na foz do Rio Muriaé, alcançando 353,77 m³/s na foz do Paraíba do sul no oceano.

As demandas situaram-se, em 2005, em 15,41 m³/s ($Q_{Capt.}$), 7,87 m³/s ($Q_{Cons.}$) e a carga de DBO remanescente em 23,60 ton/dia.

A área em questão apresenta índices de cobertura para abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários de 77,7% e 79,0%, respectivamente, sendo que apenas uma pequena parcela (0,8%) dos esgotos produzidos recebe o tratamento necessário.

Outro importante problema são os constantes e generalizados conflitos pelo uso da água que envolvem interesses e atores como prefeituras, irrigantes, usinas e pescadores. Tais conflitos resultam do “sucateamento” do sistema de canais e complexo lagunar da baixada campista ocorrido após a extinção do DNOS que, sem uma gestão eficiente, sem investimento em manutenção e ainda sem operação adequada, deixam de atender de forma adequada as finalidades desejadas de drenagem e irrigação.

6.2.2.5. Saneamento Básico na Bacia do Paraíba do Sul

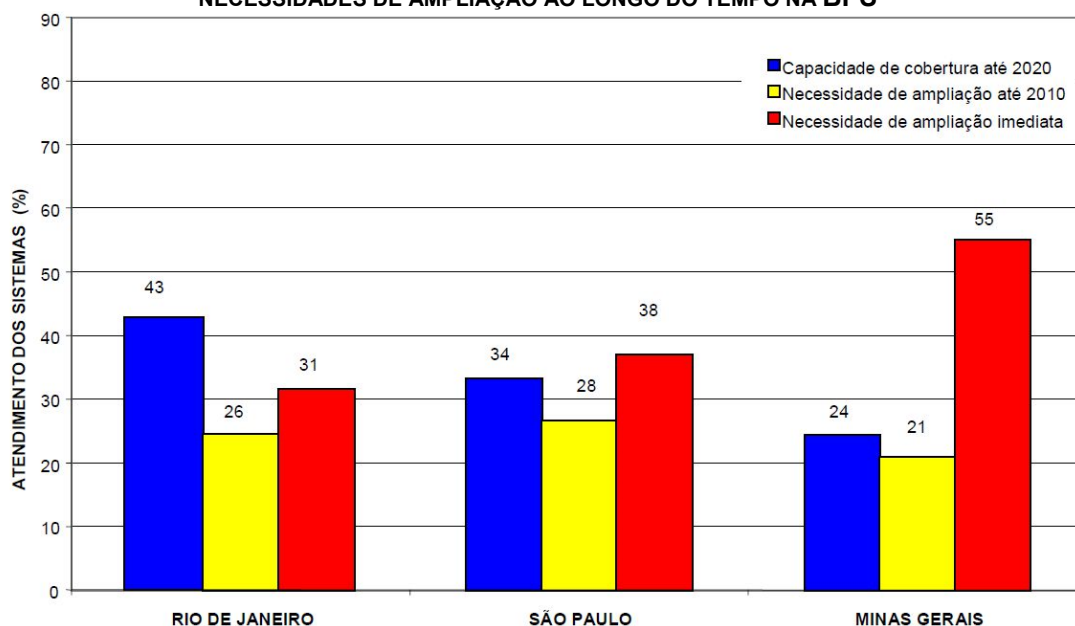
O relatório final do Plano da Bacia do Paraíba do Sul 2007-2010 aponta as necessidades quanto a abastecimento de água dos núcleos urbanos. No estado do Rio de Janeiro apontou que 43% dos sistemas produzem água em quantidade suficiente para o horizonte previsto de 20 anos, 26% deverão prever ampliações nos próximos 10 anos e 31% deverão ser ampliados no curto prazo. O estado de São Paulo apresenta situação semelhante, com apenas 34% dos sistemas capazes de atender à demanda até o ano 2020, 28% necessitando ampliações no prazo de 10 anos e 38% em déficit atualmente, devendo ser ampliados no curto prazo. Minas Gerais apresentou uma posição mais crítica, em que 24% dos sistemas produzem água em quantidade suficiente para o horizonte previsto de 20 anos, 21% deverão prever ampliações nos próximos 10 anos e 55% deverão ser ampliados no curto prazo, como registra o **Gráfico 6.2-1** a seguir.

As estimativas de demandas previstas para o ano 2020 indicam incremento necessário de aproximadamente 3,6 m³/s à capacidade de produção atual dos sistemas, da ordem de 16,8 m³/s, o que significa acréscimo de 21,4%.

Quanto ao esgotamento sanitário o atendimento foi considerado completo quando há coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos produzidos. O quadro apresentado nesse Plano indica que 82,02% das áreas urbanas são servidas por rede coletora e somente 17,6% têm esgotos tratados, como registra o **Gráfico 6.2-2**. A situação é ainda pior quando se constata que nas parcelas fluminense e mineira o percentual de tratamento é inferior a 12,0%.

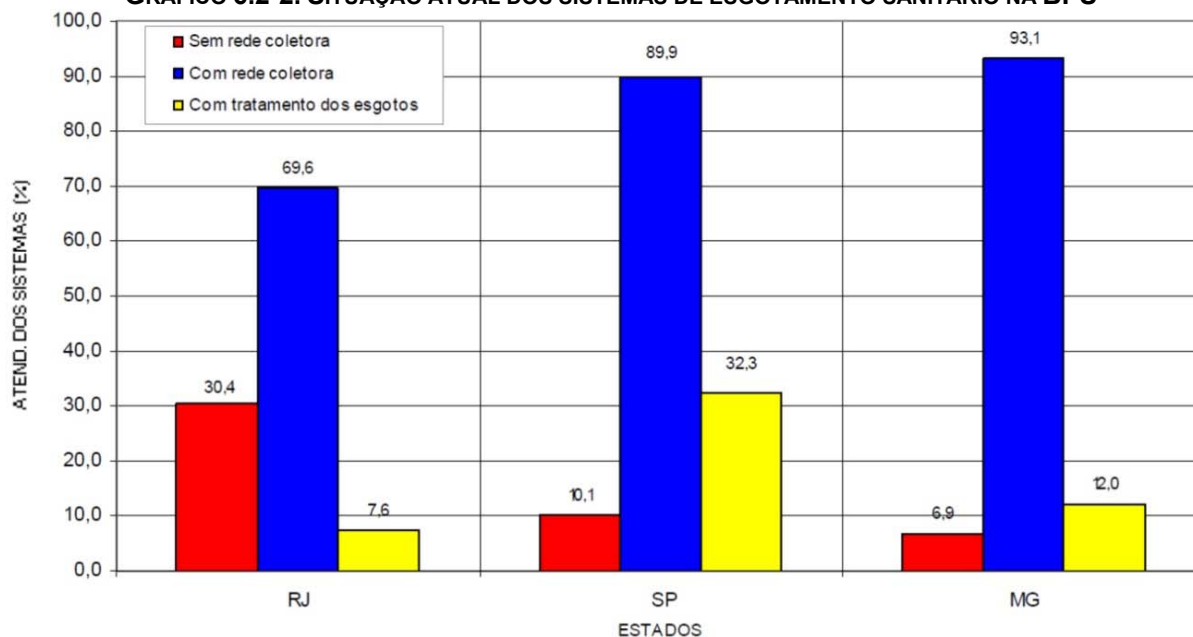
As estimativas de lançamento de cargas orgânicas, expressas em DBO, calculadas para o ano 2005, indicam que do total de 282,6 t/d, apenas 36,8 t/d são retiradas através de tratamento, restando como carga remanescente da ordem de 246,0 t/d, lançada diretamente na bacia.

GRÁFICO 6.2-1. PERCENTUAL DOS SERVIÇOS DE ÁGUA QUANTO ÀS CAPACIDADES DE ATENDIMENTO ATUAL E NECESSIDADES DE AMPLIAÇÃO AO LONGO DO TEMPO NA BPS



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul 2010 2020 – Relatório Final - 2007

GRÁFICO 6.2-2. SITUAÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BPS



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul 2010 2020 – Relatório Final - 2007

6.2.2.6. Captação, Consumo e Disponibilidade Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul

A demanda total de água na bacia do rio Paraíba do Sul, tanto das águas superficiais quanto das subterrâneas, é de 22,7 m³/s, considerando os usos urbanos, industrial, irrigação e outros. A relação entre a demanda de água e a disponibilidade hídrica é da ordem de 25%, o que configura uma situação boa. No entanto, as deficiências nos sistemas de coleta e tratamento dos esgotos domésticos da grande maioria dos municípios comprometem a qualidade do rio Paraíba do Sul.

As **Tabelas 6.2-17 e 6.2-18** apresentam os valores de captação, consumo e cargas de DBO calculados para as doze sub-bacias, e a disponibilidade hídrica em 2007 e para o ano de 2020.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro - PERH, elaborado em 2014, após o Plano da Bacia do Paraíba do Sul de 2007, estimou as ofertas e demandas das 10 Regiões Hidrográficas (RH) em que o estado foi subdividido, das quais 5 dependem das águas do Paraíba do SUL: RH II - Guandu (transposição para a RMRJ), RH III - Médio Paraíba do Sul, RH-IV Piabanha; RH-VII Rio Dois Rios e RH- IX Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

Como registra o item 3.2.5 deste EIA, o Plano concluiu, que o balanço hídrico dessas regiões hidrográficas e de suas subdivisões em Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) é positivo, pois a oferta supera as demandas em todas as UHPs, com maior ou menor folga.

TABELA 6.2-17. BACIA DO PARAÍBA DO SUL. VALORES DE CAPTAÇÃO, CONSUMO E CARGAS DE DBO CALCULADOS PARA 2007

Sub-Bacia / Trecho	Cenário 2 (2007)												
	Saneamento			Indústria ²			Agropecuária			Total			Disponibilidade Hídrica (Q95) (m³/s)
	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	
1 Bacia do trecho paulista (1)	6,30	1,26	68,90	3,39	1,45	12,25	11,50	9,29	-	21,19	12,00	81,15	131,13
2 Sub-Bacia do Rio PB Sul de UHE Funil a Três Rios (1 + 2)	9,48	1,90	42,39	13,73	6,86	9,86	13,51	9,32	-	36,72	18,08	52,25	79,40
3 Bacia do rio Paraibuna Mineiro (3)	2,50	0,50	31,29	0,21	0,09	3,09	3,48	1,98	-	6,19	2,57	34,38	77,02
4 Bacia do rio Piabanha (4)	1,45	0,29	19,88	0,13	0,04	1,49	1,13	0,63	-	2,71	0,96	21,37	11,10
8 Sub-Bacia do PB Sul de Três Rios a Itaocara (1 a 4 + 8)	13,73	2,75	5,64	14,07	6,98	1,12	23,26	14,88	-	51,06	24,61	6,76	198,77
5 Bacia do rio Pomba (5)	1,53	0,31	27,33	0,21	0,06	5,29	6,84	4,00	-	8,58	4,37	32,62	50,22
7 Bacia do rio Dois Rios (7)	0,72	0,14	12,08	0,11	0,03	3,13	3,50	1,98	-	4,33	2,15	15,21	16,75
6 Bacia do rio Muriaé (6)	1,02	0,20	17,50	0,02	0,01	3,96	7,00	4,01	-	8,04	4,22	21,46	28,79
9 Sub-Bacia do PB Sul de Itaocara até a foz (1 a 9)	18,44	3,69	20,33	16,01	7,58	3,64	55,00	33,84	-	89,45	45,11	23,97	311,85

¹ Carga de DBO calculada por sub-bacia / trecho do rio Paraíba sem acumular com as cargas produzidas nas sub-bacias / trechos a montante

² Inclui as demandas das usinas termelétricas planejadas para a bacia

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Relatório Final - 2007

TABELA 6.2-18. BACIA DO PARAÍBA DO SUL. VALORES DE CAPTAÇÃO, CONSUMO E CARGAS DE DBO CALCULADOS PARA 2020

Sub-Bacia / Trecho	Cenário 2 (2020)												
	Saneamento			Indústria ²			Agropecuária			Total			Disponibilidade Hídrica (Q95) (m³/s)
	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (t/dia)	
1 Bacia do trecho paulista (1)	6,98	1,40	76,15	3,64	1,53	12,25	6,98	4,89	-	17,60	7,82	88,40	131,13
2 Sub-Bacia do Rio PB Sul de UHE Funil a Três Rios (1 + 2)	10,60	2,12	51,79	15,01	7,46	9,86	8,94	6,00	-	34,55	15,58	61,65	79,40
3 Bacia do rio Paraibuna Mineiro (3)	3,05	0,61	37,87	0,12	0,06	3,09	1,17	0,65	-	4,34	1,32	40,96	77,02
4 Bacia do rio Piabanha (4)	1,68	0,34	21,62	0,14	0,05	1,49	3,48	1,98	-	5,30	2,37	23,11	11,10
8 Sub-Bacia do PB Sul de Três Rios a Itaocara (1 a 4 + 8)	15,68	3,13	6,48	18,30	7,57	1,12	19,17	11,81	-	53,15	22,51	7,60	198,77
5 Bacia do rio Pomba (5)	1,83	0,37	31,84	0,23	0,07	5,29	7,01	4,10	-	9,07	4,54	37,13	50,22
7 Bacia do rio Dois Rios (7)	0,75	0,15	12,62	0,12	0,04	3,13	4,03	2,29	-	4,90	2,48	15,75	16,75
6 Bacia do rio Muriaé (6)	1,21	0,24	20,28	0,02	0,01	3,96	27,18	15,50	-	28,41	15,75	24,24	28,79
9 Sub-Bacia do PB Sul de Itaocara até a foz (1 a 9)	20,97	4,19	21,33	17,39	8,21	3,64	67,33	40,15	-	105,69	52,55	24,97	311,85

¹ Carga de DBO calculada por sub-bacia / trecho do rio Paraíba sem acumular com as cargas produzidas nas sub-bacias / trechos a montante

² Inclui as demandas das usinas termelétricas planejadas para a bacia

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Relatório Final - 2007

6.2.3. A Macrometrópole Paulista

A formação da Macrometrópole Paulista é evidenciada pela concentração demográfica e o fenômeno dos deslocamentos pendulares no seu espaço territorial, assim como pela concentração econômica expressa pelo peso do PIB dessa região no conjunto do estado de SP. Outra evidência é a presença de grande mancha urbanizada (cerca de 50% da mancha urbanizada do estado), que, embora não esteja totalmente conurbada, devido, sobretudo, às restrições físicas e a presença de áreas protegidas, é servida por um sistema viário e de transporte que propicia a articulação dos espaços urbanos e a integração funcional das estruturas produtivas neles inseridas.

Por incluir a RM da Baixada Santista, que não interfere nas bacias em pauta e a Região Metropolitana do Vale do Paraíba, já analisada anteriormente, a Macrometrópole é examinada apenas para seus componentes da RMSP e Região Administrativa de Campinas (excluída a Região de Governo de São João da Boa Vista), que contém aproximadamente os municípios da bacia PCJ.

6.2.3.1. Região Metropolitana de São Paulo

A. Dinâmica Socioeconômica

A RMSP abriga São Paulo, cidade global, caracterizada como centro de decisões políticas, financeiras, de serviços diversificados e especializados; entreposto estratégico para os fluxos de bens e serviços nos âmbitos nacional e internacional; polo de turismo de negócios, de empresas transnacionais; centro universitário de pesquisas e desenvolvimento científico-tecnológico com ênfase nos setores de saúde, energia, recursos naturais, meio ambiente, construção civil, segurança industrial e indústria automotiva; polo de importância nacional e internacional em telecomunicações, rádio/TV, imprensa, contendo, ainda, um complexo industrial que se espalha pelo ABC, Guarulhos e Osasco.

Centro econômico do País, a RMSP perfaz um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 858,8 bilhões em 2011, o equivalente ao gerado pelo Chile, por exemplo. Com uma participação de 18,35% sobre o montante nacional, exibe ainda um PIB per capita de R\$ 29.072,00, 45% maior ao apurado para a média brasileira: R\$ 15.896,00.

TABELA 6.2-19. RMSP. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
RMSP	658.799	858.854	2,44
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação da RMSP no País	20,62%	18,35%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

Mesmo que o argumento sobre a tendência inexorável de constituição de uma metrópole de serviços esteja em processo de consolidação e venha no futuro prevalecer, os dados revelam, entretanto, que o setor industrial ainda cumpre, no presente, papel relevante para o desempenho metropolitano, movimento decisivo para um processo de terceirização sem a geração de um desemprego significativo.

TABELA 6.2-20. RMSP. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA

Área	População Ocupada		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RMSP	7.204.011	9.479.395	2,78
Brasil	65.629.892	86.353.839	2,78
Participação da RMSP no Brasil	10,98%	10,98%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Nas duas últimas décadas, em decorrência de diversos fatores, entre eles a queda nas taxas de fecundidade e o refluxo do movimento migratório em razão das transformações na estrutura

produtiva da cidade, São Paulo reduziu seu ritmo de crescimento populacional, atualmente em torno de 0,8% ao ano.

A partir dos anos 80, configura-se uma nova dinâmica migratória, de modo a consolidar o processo de desconcentração da população na capital e a alavancar o crescimento das cidades médias e intermediárias do estado, onde o processo de “periferização” da RMSP é claro, refletindo na queda de sua participação na brasileira.

TABELA 6.2-21. RMSP. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RMSP	17.879.997	19.683.975	0,97
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação da RMSP no País	10,53%	10,32%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

Mesmo apresentando uma taxa de crescimento populacional menor que a brasileira, a RMSP continua tendo impacto para a dinâmica demográfica em razão da dimensão absoluta de sua população, papel que somente será atenuado no longo prazo, mantidas as atuais tendências.

B. Saneamento Básico e Disponibilidades Hídricas

Um dos maiores desafios do saneamento na RMSP é o de acompanhar a crescente demanda por água num cenário de permanente crescimento populacional, escassez hídrica, planejamento urbano deficitário e ocorrência de fortes impactos climáticos, a exemplo da estiagem vivenciada no verão de 2013/2014.

A RMSP conta com 97,57% dos domicílios atendidos por rede de água, um patamar alto que tende à universalização.

TABELA 6.2-22. RMSP. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

RMSP	2000	2010
Rede de Água	96,33	97,57
Coleta de Esgotos	79,77	86,07

Fonte: Censos Demográficos IBGE

A RMSP também representa um desafio no que diz respeito ao tratamento de esgotos. Além de concentrar quase a metade da população total do estado, a histórica ocupação desordenada do solo, que se intensificou nos últimos 40 anos com construções irregulares em encostas de rios e regiões de várzea, ampliou a degradação ambiental.

Verifica-se grande desigualdade entre o esgoto tratado no município de São Paulo e no restante dos municípios da Grande São Paulo. De acordo com os dados disponíveis no SNIS, a capital paulista tem cerca de 65% do esgoto coletado destinado a tratamento, enquanto que nos 38 municípios restantes, o esgoto tratado equivale a apenas 18% do esgoto coletado.

Vale destacar que o esgoto coletado em 15 dos 39 municípios da RMSP (entre os quais Santa Isabel) não passa por tratamento, sendo apenas afastado e lançado in natura em corpos d'água.

Esta realidade agrava o problema no trecho urbano do rio Tietê, especialmente porque esse rio tem sua nascente a apenas 100 km de São Paulo, o que faz com que receba uma alta carga poluidora em seu trecho inicial onde ainda apresenta uma vazão muito baixa.

O Projeto Tietê segue com a construção e ampliação de ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto), instalação de novos interceptores e coletores tronco de grande porte, aumento das redes coletoras nos bairros e novas ligações domiciliares.

Desde o início do Projeto Tietê, em 1992, já foram instalados 3,6 mil km de dutos, entre redes coletoras, coletores tronco e interceptores, implantadas novas ETEs e ampliadas outras.

Atualmente na terceira etapa do Projeto, até 2016, quando estiver em sua fase final, mais 1,5 milhão de pessoas passarão a dispor de coleta e mais três milhões de habitantes contarão com serviço de tratamento de esgotos.

Na fase atual, a previsão é de ampliar, até o final desta etapa, o índice de cobertura de coleta para 87%, e para 84% em relação ao tratamento do volume coletado na RMSP.

No ano de 2013, merece destaque, dentro das ações da 3ª etapa, o início da ampliação da ETE Barueri, que aumentará a capacidade de tratamento de 9,5 para 16 m³/s, passando de 4,5 milhões para 7,5 milhões de pessoas atendidas.

Também em 2013, a Sabesp planejou a 4ª etapa, com início de obras previsto para 2016. Nesta última fase, além de obras de grande complexidade na região central de São Paulo, que permitirão realizar a adequação e ampliação do sistema existente de coleta e transporte de esgotos, haverá avanço na oferta de redes nas áreas periféricas mais afastadas e carentes da região metropolitana.

A disponibilidade hídrica dos mananciais para abastecimento público é estabelecida com base na vazão assegurada com 95% de garantia, consideradas as vazões naturais diárias afluentes, a capacidade de regularização dos reservatórios, as regras operativas, as outorgas de derivação concedidas a outros usos e as restrições operacionais associadas.

O conjunto de mananciais que abastece o Sistema Integrado da RMSP faz parte de um sistema hídrico de enorme complexidade, com reversões / interligações entre bacias, conflitos entre usos e usuários (na mesma bacia e entre bacias), em um contexto de severa escassez de água.

As projeções realizadas pela Sabesp mostram que a demanda média anual do Sistema Integrado da RMSP deve crescer de 69,7 m³/s em 2010 para 79,2 m³/s em 2025 no Cenário Tendencial e para 74,7 m³/s no Cenário Dirigido. Isto é, um acréscimo de 5,0 a 9,5 m³/s em 15 anos (+7,2% a +13,6%), a depender do sucesso que for obtido na redução de perdas.

6.2.3.2. Região Administrativa de Campinas

A. Dinâmica Socioeconômica

A Região Administrativa de Campinas² pode ser tomada, para efeito de análise socioeconômica, como o conjunto de áreas que compõem as bacias PCJ, excluindo-se a Região de Governo de São João da Boa Vista, pois compreende as Regiões de Governo de Bragança Paulista, a Região Metropolitana de Campinas, a Região de Governo de Jundiaí, a Região de Governo de Piracicaba e a Região de Governo de Rio Claro, todas dependentes das águas dessa bacia. Apenas 10 pequenos municípios compõem essa RA e estão fora da bacia PCJ, portanto pouco influem em sua dinâmica socioeconômica principal.

A economia regional tem uma base agropecuária que se desenvolveu, diversificou e modernizou, com forte encadeamento com a indústria e com o setor terciário, formando complexos agroindustriais e produzindo um mercado dinâmico para a produção de máquinas, equipamentos e insumos agropecuários. Exemplo disso ocorreu com a cultura da cana de açúcar, seu principal produto agrícola, cujo desenvolvimento, na região de Piracicaba, formou o mais importante polo nacional de tecnologia e produção do setor sucroalcooleiro, composto por usinas de açúcar e destilarias de álcool, indústrias mecânicas, de máquinas agrícolas, metalúrgicas e de papel e papelão, além de serviços voltados a seu desenvolvimento.

A agropecuária regional possui altos índices de produtividade, decorrentes de mecanização e inovação tecnológica, e teve importante apoio das universidades e dos institutos de pesquisa agropecuária instalados na região, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, o Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, a ESALQ-Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, o Instituto Biológico, o Instituto de Zootecnia, entre outros. Mesmo com ganhos de produtividade e com o avanço da urbanização, as atividades agropecuárias vêm aumentando a área que ocupam.

A indústria regional, assim como o setor primário, também teve o apoio técnico de institutos, centros de pesquisa e universidades para o desenvolvimento de produtos que incorporam

² Excluindo-se a Região de Governo de São João da Boa Vista

tecnologia, em particular da Unicamp, que desde seus primórdios teve como meta a interação com o setor produtivo.

A indústria regional é diversificada e estruturada em cadeias e complexos produtivos, sendo o encadeamento produtivo é uma das marcas da indústria da região. Sua agroindústria se acopla à agricultura, sua indústria extrativa se encadeia à fabricação de produtos minerais não-metálicos e à cadeia da construção civil, e sua produção florestal é base da fabricação de celulose e papel, produtos de madeira e móveis, entre outros. No setor de serviços, as atividades de educação formam pessoal técnico e dão suporte para as atividades de institutos e centros de pesquisa tecnológica e de empresas de alta tecnologia da região.

O encadeamento se dá tanto com a agropecuária como dentro do próprio setor secundário e com o setor terciário que, por sua vez, também dá suporte aos demais setores. Um exemplo é a indústria alimentícia e de bebidas, que se beneficiou com a base agropecuária, os centros de alta tecnologia do setor de alimentos e bebidas, como o Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, e o desenvolvimento de indústrias químicas e de máquinas e equipamentos.

A estrutura industrial da região engloba, no geral: grandes empresas dos setores metal-mecânico, eletroeletrônico, químico, petroquímico e farmacêutico que, na sua maioria, localizam-se na RMC e cujos produtos, juntamente com os agroindustriais, predominam nas exportações regionais; pequenas e médias indústrias fornecedoras de produtos metalúrgicos, mecânicos, montagens industriais etc.; e um grande número de pequenas empresas que refletem as vocações locais, formando arranjos produtivos especializados.

A região conseguiu desenvolver um setor de serviços adequado de apoio à população e às empresas, além de atividades de comércio atacadista e varejista, e de vendas e reparação de veículos automotores e motocicletas, que complementam sua estrutura econômica. O comércio varejista de Campinas é composto de vários shoppings centers, hipermercados e grandes centros de compras, que refletem a polarização que o município exerce sobre a região e o alto poder aquisitivo da população regional. A concentração de atividades imobiliárias, de esportes e lazer e de alimentação apontam, também, para essa mesma realidade.

Esta complexidade e dinamismo pode ser apreendido tanto pela evolução do PIB regional que cresce a taxas superiores à média nacional e vem aumentando a participação da economia regional na nacional, de 4,86% em 2010 para cerca de 5% em 2011; como pelo pessoal ocupado que se amplia a taxas muito superiores à média nacional e também maior que o crescimento populacional.

TABELA 6.2-23. RAC. EVOLUÇÃO DO PIB (R\$ MILHÕES)

Área	2000	2011	Taxa % a.a.
RA Campinas	155.236	232.298	3,73
Brasil	3.195.208	4.681.626	3,53
Participação da RA Campinas no País	4,86%	4,96%	-

Fonte: PIB Municipal / IBGE

TABELA 6.2-24. RAC. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA

Área	População Ocupada		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RA Campinas	2.095.106	2.914.411	3,36
Brasil	65.629.892	86.353.839	2,78
Participação da RA Campinas no Brasil	3,19%	3,37%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE

O desenvolvimento econômico da RA de Campinas atraiu um grande contingente populacional. Nas últimas duas décadas, a evolução da participação da população regional em relação à população estadual foi crescente, refletindo, em grande parte, o aumento populacional dos municípios da RMC e de seu entorno, constituindo-se um dos mais importantes mercados consumidores do país. Verifica-se que a população da RA cresceu a taxas superiores à média nacional e aumentou sua participação na população brasileira para mais de 3%.

TABELA 6.2-25. RAC. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA

Área	População Residente		Taxa % a.a.
	2000	2010	
RA Campinas	4.944.836	5.777.735	1,57
Brasil	169.872.856	190.755.799	1,17
Participação da RA Campinas no País	2,91%	3,03%	-

Fonte: Censos Demográficos IBGE 2000 e 2010

São relevantes, ainda, os serviços de atenção à saúde, onde Campinas é centro de referência regional, estadual e nacional. As atividades de turismo são outro destaque do setor de serviços, desenvolvidas nas inúmeras estâncias que a região abriga.

B. Saneamento Básico

A rede de água atende cerca de 93,4% dos domicílios urbanos e a rede de coleta de esgotos atende 85% dos domicílios. Embora esses índices sejam altos, esses serviços ainda apresentam um déficit de atendimento, concentrado nos assentamentos subnormais.

TABELA 6.2-26. RAC. EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO. % DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS

RM Campinas	2000	2010
Rede de Água	91,12	93,42
Coleta de Esgotos	81,14	85,05

Fonte: Censos Demográficos IBGE 2000 e 2010

Os corpos d'água das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) atravessam regiões com elevada densidade populacional e grande desenvolvimento industrial. O despejo de efluentes sanitários e descargas industriais sem tratamento prévio, assim como o arraste de agroquímicos de cultivos próximos ao curso destes rios pelas águas da chuva promovem a eutrofização e também a contaminação fecal dos corpos hídricos. O índice médio de tratamento de esgotos nas bacias é de 41,8%, isto é, de cada 1.000 litros de esgoto gerado apenas 418 litros recebem algum tipo de tratamento, o que representa um índice de tratamento de 49,3% em relação ao esgoto coletado. De acordo com a ARSESP, o índice de atendimento urbano com coleta de esgotos no estado em 2012 era de 82% e, do esgoto coletado, 75% era tratado.

TABELA 6.2-27. PCJ. CARGAS ORGÂNICAS REMANESCENTES

Sub-bacia	Carga orgânica remanescente (kg DBO/dia)			%
	Domésticas	Industrial	Total	
Atibaia	22.638	2.594	25.233	15%
Camanducaia	3.098	1.473	4.571	3%
Capivari	14.612	729	15.341	9%
Corumbataí	10.141	2.330	12.471	7%
Jaguari	14.278	486	14.764	9%
Jundiaí	18.872	20.836	39.708	23%
Piracicaba	55.226	2.837	58.063	34%
TOTAL	138.866	31.286	170.151	100%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia PCJ- Relatório Final - 2007

C. Demandas, Consumo e Disponibilidade Hídrica nas Bacias PCJ

As demandas consuntivas na bacia totalizaram em 2007 36,34 m³/s, com maior concentração nas sub-bacias Atibaia e Piracicaba, onde há maior concentração urbana e industrial.

TABELA 6.2-28. PCJ. PRINCIPAIS DEMANDAS CONSUNTIVAS POR SUB-BACIA

Sub-bacia	Demandas por sub-bacia (m³/s)			
	Urbana	Industrial	Irrigação	Total
Atibaia	5,26	3,46	1,05	9,78
Camanducaia	0,31	0,16	0,43	0,91
Capivari	1,12	1,16	1,67	3,95

Sub-bacia	Demandas por sub-bacia (m³/s)			
	Urbana	Industrial	Irrigação	Total
Corumbataí	2,09	0,48	0,38	2,95
Jaguari	2,94	1,10	1,43	5,47
Jundiaí	3,30	0,89	0,75	4,94
Piracicaba	4,04	3,33	0,98	8,34
Total	19,06	10,58	6,69	36,34

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia PCJ- Relatório Final - 2007

A disponibilidade hídrica nas Bacias PCJ foi estimada pelo Plano em 37,98 m³/s que, confrontada com captações e lançamentos registrava um saldo de 22,31 m³/s.

TABELA 6.2-29. PCJ. DISPONIBILIDADE, CAPTAÇÕES, LANÇAMENTOS E SALDO

Sub-bacia	Vazões (m³/s)			
	Q disponível* (m³/s)	Captações	Lançamentos	Saldo
Atibaia	8,54	10,02	5,79	4,30
Camanducaia	3,50	0,85	0,36	3,01
Corumbataí	4,70	2,78	1,18	3,09
Jaguari	7,20	6,11	1,59	2,68
Piracicaba	8,16	6,63	5,24	6,77
Capivari	2,38	3,50	2,64	1,52
Jundiaí	3,50	4,65	2,09	0,93
Total PCJ	37,98	34,55	18,89	22,31

* A vazão Q_{7,10} foi definida como a vazão de referência para determinação da disponibilidade hídrica superficial das bacias PCJ

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia PCJ- Relatório Final - 2007

O Plano projetou uma população em um Cenário Tendencial de 5.898 mil habitantes e as demandas estimadas para 2020, urbanas, industriais e de irrigação totalizaram 41,61 m³/s.

TABELA 6.2-30. PCJ. PROJEÇÃO DE DEMANDAS

Tipologia	Demandas (m³/s)	
	2014	2020
Demanda Urbana (m³/s)	21,07	22,63
Demanda Industrial (m³/s)	11,35	12,17
Demanda de irrigação (m³/s)	6,58	6,81
Total	39,0	41,51

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia PCJ- Relatório Final - 2007

O balanço hídrico na bacia, considerando as vazões disponíveis, as captações e lançamentos acusou um saldo de 20,55 m³/s, ou uma redução de 10%.

TABELA 6.2-31. PCJ. BALANÇO HÍDRICO 2014 E 2020: CENÁRIO TENDENCIAL

Sub-bacia	Q disp.	2014			2020		
		Captações	Lançam.	Saldo	Captações	Lançam.	Saldo
Atibaia	8,54	10,78	6,41	4,16	11,21	7,02	4,35
Camanducaia	3,50	0,90	0,41	3,01	0,95	0,48	3,02
Corumbataí	4,70	3,01	1,25	2,93	3,20	1,27	2,77
Jaguari	7,20	6,72	1,72	2,19	6,87	1,81	2,14
Piracicaba	8,16	7,14	5,66	6,68	7,87	5,90	6,19
Capivari	2,38	3,73	2,83	1,48	3,96	3,06	1,48
Jundiaí	3,50	4,63	2,34	1,21	5,45	2,55	0,59
TOTAL PCJ	37,98	36,92	20,61	21,67	39,51	22,08	20,55

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia PCJ- Relatório Final - 2007

Essas disponibilidades não consideraram o cenário de escassez hídrica atual.

6.2.4. Atores Intervenientes

A gestão de bacias nacionais é particularmente complexa por compreender sistemas distintos de gestão (federal e estaduais), que são independentes em termos de dinâmica jurídico institucional, mas profundamente interdependentes no seu conteúdo e aplicação. Isso significa que, no interior da bacia hidrográfica, coexistem vários comitês (sob jurisdição federal e dos estados), além dos órgãos gestores federais e estaduais que devem compartilhar as suas competências de forma integrada. Nesse contexto, o comitê atuante em toda a extensão da bacia é a instância privilegiada de integração das ações de todos os organismos e instituições em nível de bacia hidrográfica.

Podem-se identificar, pelo menos, dois níveis principais da integração que se faz necessária entre os diferentes sistemas de gestão.

O primeiro abrange o nível federal e estadual e concerne principalmente aos instrumentos de gestão, em particular a outorga de direitos de uso e a cobrança pelo uso da água. O processo de regularização dos usos dos recursos hídricos para fins de outorga, capitaneado pela ANA em ação conjunta com Estados, definiu a concepção e implementação do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), um passo adiante nesse processo de integração.

O segundo nível de integração diz respeito ao que pode ser denominado de “mosaico institucional das Bacias”, ou sua organização interna.

Bacia Paraíba do Sul

O caso da bacia do rio Paraíba do Sul é considerado pela ANA como bacia piloto para a implementação do novo sistema de gestão em bacias federais. Para operacionalizar novas práticas de gestão das águas nessa bacia, faz-se necessário a atuação, de um lado, do poder público federal (ANA) e de outro, do estadual – órgãos gestores de recursos hídricos: Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP); Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM-MG); e Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ) e, de outro, do CEIVAP e dos comitês e organismos de sub-bacia já existentes.

Tamanha complexidade impõe a busca de práticas inovadoras de harmonização/integração entre os diferentes sistemas de gestão: federal e dos estados de SP, MG e RJ, no nível da bacia do Paraíba do Sul. Uma harmonização que se torna ainda mais difícil diante das diferenças no ritmo de implementação de cada sistema de gestão envolvido

Vários são os organismos de bacia que compõem hoje o arranjo institucional interno da bacia: o Comitê de Integração (CEIVAP) e sua agência de bacia (AGEVAP), os comitês de sub-bacias ou de parte da bacia (e, futuramente, suas respectivas agências), e outros tipos de organismos de bacia (consórcios intermunicipais e associações de usuários). São eles:

- No âmbito da reforma do estado de São Paulo - pioneiro no país - foi criado o primeiro dos novos organismos da bacia do rio Paraíba do Sul, em 1994: O CBH-PS (Comitê de Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul ou “Comitê Paulista”), que abrange a totalidade do território paulista da bacia;
- O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) nasceu de uma articulação interestadual, anterior à aprovação da Lei 9.433/97, e é regido pela legislação e normatização da esfera federal. O Comitê das Sub-bacias do Pomba/Muriaé, criado em 2001 a partir da demanda dos consórcios intermunicipais regionais, está igualmente sob jurisdição federal;
- O Comitê da sub-bacia dos rios Rio Grande/Dois Rios, fará parte do sistema de gestão do estado do Rio de Janeiro. Seu processo organizativo e de funcionamento é mais simples por compreender águas do mesmo domínio (fluminense). A sub-bacia vizinha dos rios Piabanha/Paquequer comporta a mesma simplicidade político-institucional. Também existe o comitê do rio Preto e Paraibuna (PS-1).

Em processo distinto de organização regional, por tratar-se de organismos de adesão espontânea que independem das leis das águas, vários consórcios intermunicipais/ associações

de usuários foram criados a partir de 1997. Voltados para o tema água e meio ambiente, esses organismos de bacia podem constituir-se em interlocutores regionais de importância no processo de gestão. São eles: Consórcio Intermunicipal para Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Pomba e Muriaé (COMPE - MG /RJ), Associação dos Usuários das Águas do Médio Paraíba do Sul – AMPAS (RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação das Bacias dos Rios Bengala, Negro, Grande e Dois Rios (BNG-2/RJ), Consórcio Interestadual para Recuperação e Preservação da Bacia do Rio Carangola (MG/RJ), Consórcio Intermunicipal para Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Paraibuna (MG/RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação da Bacia do Rio Cágado (MG), Consórcio de Municípios e de Usuários da Bacia do Rio Paraíba do Sul para Gestão Ambiental da Unidade Foz (GT-RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação Ambiental da Bacia do Baixo Muriaé, Pomba e Carangola - CIRAB (MG/RJ).

Bacia PCJ

No caso da Bacia PCJ, comparecem a Agência das Bacias PCJ, o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - CBH-PCJ (comitê estadual paulista); o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ Federal (comitê federal); o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e Jaguari - CBH-PJ (comitê estadual mineiro).

Integrante dos Comitês da bacia, o Grupo de Trabalho “Operação Estiagem 2014” desenvolve ações de conscientização e monitoramento da crise hídrica na bacia.

O Consórcio Intermunicipal das Bacias PCJ, composto por 40 municípios e 38 empresas privadas, é uma associação de direito privado de municípios e empresas, sem fins lucrativos, que tem como objetivo a recuperação dos mananciais de sua área de abrangência. A base do trabalho da entidade está na conscientização de todos os setores da sociedade sobre a problemática dos recursos hídricos da região, no planejamento e no fomento às ações de recuperação dos mananciais.

Em 2011 foi criada a Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (ARES-PCJ), presidida pelos prefeitos de Atibaia, Itatiba e Rio Claro.

6.3. Diagnóstico Ambiental do Meio Físico

6.3.1. Aspectos Climáticos e Meteorológicos

As duas bacias componentes da All (Jaguari a leste, Atibainha a oeste) possuem grande semelhança quanto aos elementos climáticos atuantes, considerando situação geográfica de vizinhança, dinâmica dos mesmos sistemas atmosféricos e proximidade em relação aos principais sistemas serranos regionais Cantareira e Mantiqueira. As duas bacias apresentam condições climáticas sob influência regular das massas de ar atlânticas polares e tropicais, recebendo também influência, no verão, da massa equatorial continental. No verão apresentam valores mais elevados de temperatura, umidade do ar e precipitação, verificando-se em ambas a atuação das chuvas orográficas pela presença das montanhas e serras, chuvas convectivas associadas às altas temperaturas e chuvas frontais com as entradas das massas polares pelo sul e leste. A região em que se encontram as duas bacias da All, bem como a totalidade das UGRHs 2 e 5 a que pertencem, são consideradas, historicamente, chuvosas com estiagem no inverno. Atualmente ambas passam por situação climática atípica, de estiagem no ápice do verão, o que foi observado nesses dois últimos períodos de forma significativa.

As diferenças climáticas na All são apenas de caráter local. A bacia do rio Jaguari situa-se em porção não deprimida do Vale do Paraíba, possui maior proximidade com o oceano e com o cinturão orogênico da serra do Mar, o que lhe confere condições um pouco mais propícias a uma maior pluviosidade. A bacia do rio Atibainha é mais protegida em relação às chuvas frontais e, em função das temperaturas mais amenas que ocorrem nas altimetrias mais elevadas, também tende a formar menos chuvas convectivas. Dessa forma, a bacia do Jaguari se encontra em situação um pouco mais favorável em termos de condições para pluviosidade e umidade relativa do ar do que a bacia do rio Atibainha; contudo, os valores encontrados para os principais atributos climáticos são muito similares.

Na maior parte da All são dominantes as características associadas ao tipo climático **Cwa** – clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C), segundo Koeppen. Observa-se também em porções da All características de áreas serranas tropicais a subtropicais, com verão ameno classificadas como tipo **Cwb**, onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e durante pelo menos quatro meses é superior a 10°C. Esse tipo climático é subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C. Predomina nas porções mais elevadas das serras do Mar, da Cantareira e da Mantiqueira.

A umidade relativa do ar tende a ser alta ao longo do ano nos municípios da região onde se encontra a All, na média 77% em São José dos Campos, segundo o INMET, sendo mais baixa nos meses de inverno quando pode chegar a índices críticos, em torno de 20% ou menos, preocupantes para a saúde pública.

Em termos de direção e intensidade dos ventos, dada a proximidade geográfica, os índices pluviométricos anuais similares e a situação topoclimática guardando certa semelhança nos setores mais elevados, pode-se extrapolar para a região da All os resultados dos estudos de Tarifa & Azevedo (2001), elaborados para os topos da serra da Cantareira e Alto Juqueri. Segundo esses autores, as cristas e topos elevados da serra da Cantareira são “bem ventilados, aumentam a instabilidade atmosférica e devem provocar a elevação da camada de mistura, criando boas condições para a dispersão de poluentes. Essa condição topográfica também favorece a drenagem noturna de ar frio e consequente acúmulo nos baixos vales e várzeas adjacentes”, no caso, os vales do Jaguari e reservatórios Jaguari e Atibainha. Observando-se o comportamento padrão dos fluxos de ventos na RMSP (Tarifa & Azevedo, *op cit*), verifica-se que na região das bacias da All predominam as correntes de E, SE e S, que apresentam os maiores percentuais de frequência sobre o total de ventos registrados nessa região. Nos meses de inverno observa-se uma ligeira queda na frequência dos ventos dos componentes S e SE, em função da constante presença, nesse período, dos sistemas atmosféricos de alta pressão, que conferem uma maior estabilidade atmosférica na região.

A pluviosidade é o atributo que merece maior atenção na atual conjuntura climática-hidrológica. A precipitação total anual média nas bacias atravessadas é de 1.410 mm/ano na bacia do Paraíba do Sul e de 1.382 mm/ano na bacia do Piracicaba-Capivari-Jundiaí, índices médios que podem ser considerados altos, em anos padrão.

Observando-se os valores de temperatura do ar e precipitação publicados para cada município no serviço online “Clima dos Municípios Paulistas”, do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - CEPAGRI / UNICAMP (<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>), ratifica-se a similaridade entre as duas bacias, pelos dados dos municípios presentes na AII com relação a esses dois parâmetros.

Todos os seis municípios de interesse pesquisados apresentam índices semelhantes com relação ao tipo climático Cwa e aos atributos de Temperatura do Ar e Precipitação, como se observa na tabela-síntese (**Tabela 6.3.1-1**).

TABELA 6.3.1-1. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NA AII

Município	Situação em relação ao empreendimento	Bacia	Temperatura Média (°C)	Chuva Anual (mm)
Igaratá	ADA/AID/AII	Jaguari	20,2	1.465,1
Santa Isabel		Jaguari	20,9	1.338,6
Nazaré Paulista		Atibainha	20,3	1.381,6
Arujá	AII	Jaguari	19,9	1.506,8
São José dos Campos	AII	Jaguari	21,3	1.304,9
Bragança Paulista	Região Adjacente	Atibaia	19,8	1.509,4

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

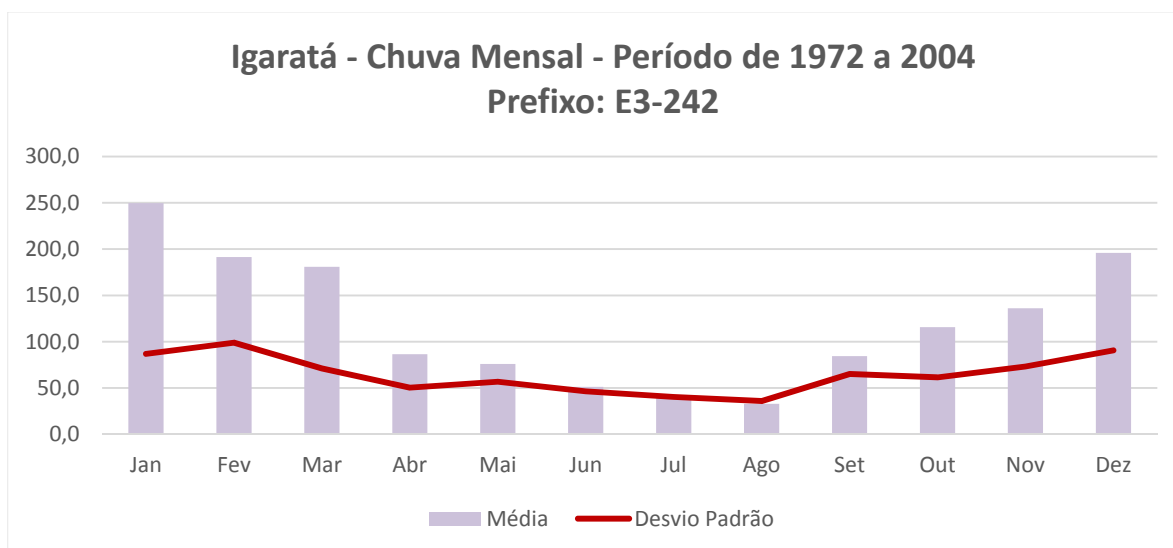
As **Tabelas 6.3.1-2 a 6.3.1-7** apresentam os valores médios de temperatura e precipitação mensal e anual para os municípios da AII. As **Figuras 6.3.1-1 a 6.3.1-6** contêm a representação gráfica da precipitação média mensal medidas nos postos do DAEE mais próximos ao empreendimento, em cada município da AII.

TABELA 6.3.1-2. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE IGARATÁ

IGARATÁ				
Latitude: 23° 7' Longitude: 46° 5' Altitude: 760 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	17,5	28,6	23,1	250,8
FEV	17,8	28,6	23,2	190,3
MAR	17,0	28,2	22,6	182,3
ABR	14,3	26,3	20,3	87,1
MAI	11,6	24,4	18,0	77,1
JUN	10,0	23,2	16,6	51,2
JUL	9,5	23,4	16,4	39,5
AGO	10,7	25,3	18,0	35,3
SET	12,6	26,3	19,5	87,3
OUT	14,4	26,9	20,7	119,7
NOV	15,4	27,6	21,5	140,3
DEZ	16,8	27,7	22,2	204,2
Ano	14,0	26,4	20,2	1.465,1
Min	9,5	23,2	16,4	35,3
Max	17,8	28,6	23,2	250,8

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-1. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE IGARATÁ



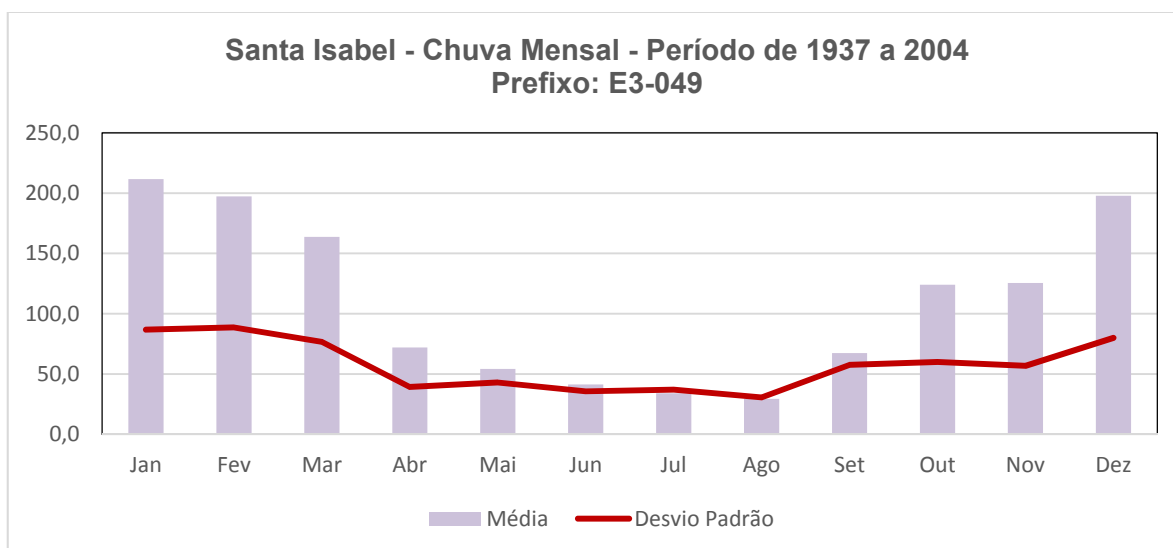
Fonte: DAEE, 2014

TABELA 6.3.1-3. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL

SANTA ISABEL				
Latitude: 23° 11' Longitude: 46° 7' Altitude: 640 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	18,2	29,5	23,8	213,7
FEV	18,5	29,5	24,0	196,9
MAR	17,6	29,1	23,4	162,1
ABR	14,9	27,2	21,0	73,0
MAI	12,2	25,1	18,7	61,8
JUN	10,7	23,9	17,3	45,4
JUL	10,1	24,1	17,1	31,5
AGO	11,4	26,0	18,7	33,4
SET	13,3	26,9	20,1	68,4
OUT	15,0	27,6	21,3	125,0
NOV	16,0	28,4	22,2	129,1
DEZ	17,5	28,5	23,0	198,3
Ano	14,6	27,1	20,9	1338,6
Min	10,1	23,9	17,1	31,5
Max	18,5	29,5	24,0	213,7

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-2. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL



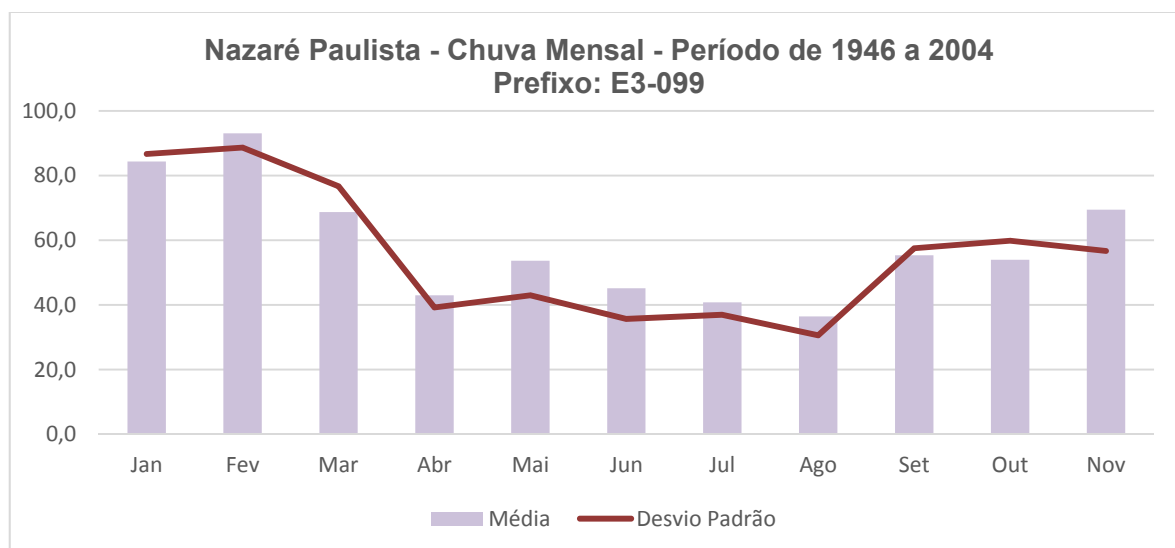
Fonte: DAEE, 2014

TABELA 6.3.1-4. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE NAZARÉ PAULISTA

NAZARÉ PAULISTA				
Latitude: 23° 6' Longitude: 46° 14' Altitude: 750 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	17,6	28,7	23,1	211,9
FEV	17,8	28,7	23,3	199,2
MAR	17,0	28,3	22,7	165,6
ABR	14,4	26,4	20,4	72,6
MAI	11,6	24,5	18,0	63,9
JUN	10,1	23,3	16,7	47,5
JUL	9,5	23,5	16,5	38,4
AGO	10,8	25,4	18,1	39,7
SET	12,7	26,4	19,6	76,1
OUT	14,5	27,0	20,8	125,7
NOV	15,5	27,7	21,6	146,0
DEZ	16,9	27,8	22,3	195,0
Ano	14,0	26,5	20,3	1381,6
Min	9,5	23,3	16,5	38,4
Max	17,8	28,7	23,3	211,9

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-3. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE NAZARÉ PAULISTA



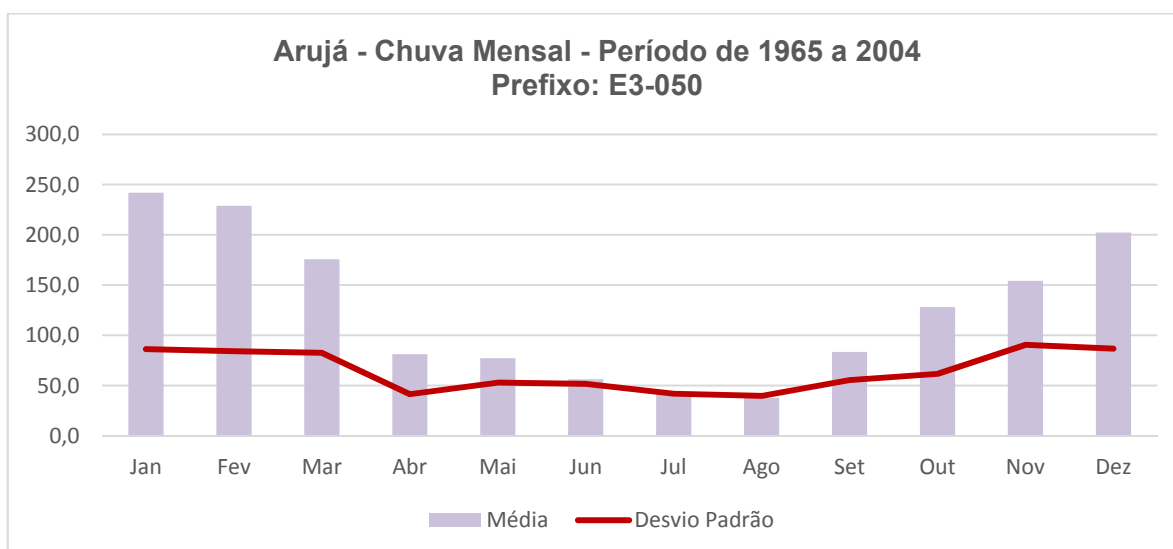
Fonte: DAEE, 2014

TABELA 6.3.1-5. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE ARUJÁ

ARUJÁ				
Latitude: 23° 13' Longitude: 46° 11' Altitude: 780 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	17,4	28,4	22,9	239,4
FEV	17,6	28,4	23,0	223,6
MAR	16,8	28,0	22,4	174,2
ABR	14,1	26,1	20,1	80,3
MAI	11,4	24,1	17,7	74,9
JUN	9,8	22,9	16,3	52,7
JUL	9,3	23,0	16,1	40,7
AGO	10,5	24,9	17,7	40,5
SET	12,4	25,9	19,1	87,5
OUT	14,2	26,5	20,4	129,1
NOV	15,2	27,3	21,2	158,6
DEZ	16,6	27,4	22,0	205,3
Ano	13,8	26,1	19,9	1506,8
Min	9,3	22,9	16,1	40,5
Max	17,6	28,4	23,0	239,4

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-4. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE ARUJÁ



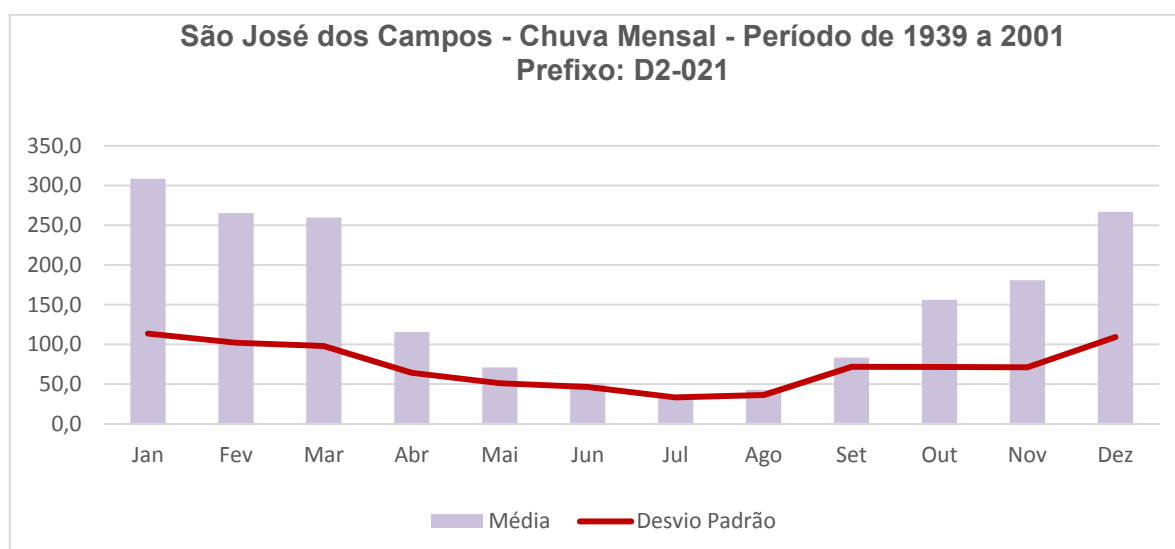
Fonte: DAEE, 2014

TABELA 6.3.1-6. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS				
Latitude: 23° 06' Longitude: 45° 31' Altitude: 594 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	18,5	29,8	24,2	216,3
FEV	18,8	29,9	24,3	191,2
MAR	17,9	29,5	23,7	165,3
ABR	15,2	27,6	21,4	80,5
MAI	12,5	25,5	19,0	58,8
JUN	11,0	24,3	17,7	42,3
JUL	10,4	24,5	17,5	32,4
AGO	11,7	26,5	19,1	35,1
SET	13,7	27,4	20,6	71,5
OUT	15,4	28,1	21,7	113,3
NOV	16,4	28,9	22,6	124,0
DEZ	17,8	29,0	23,4	174,2
Ano	14,9	27,6	21,3	1304,9
Min	10,4	24,3	17,5	32,4
Max	18,8	29,9	24,3	216,3

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-5. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS



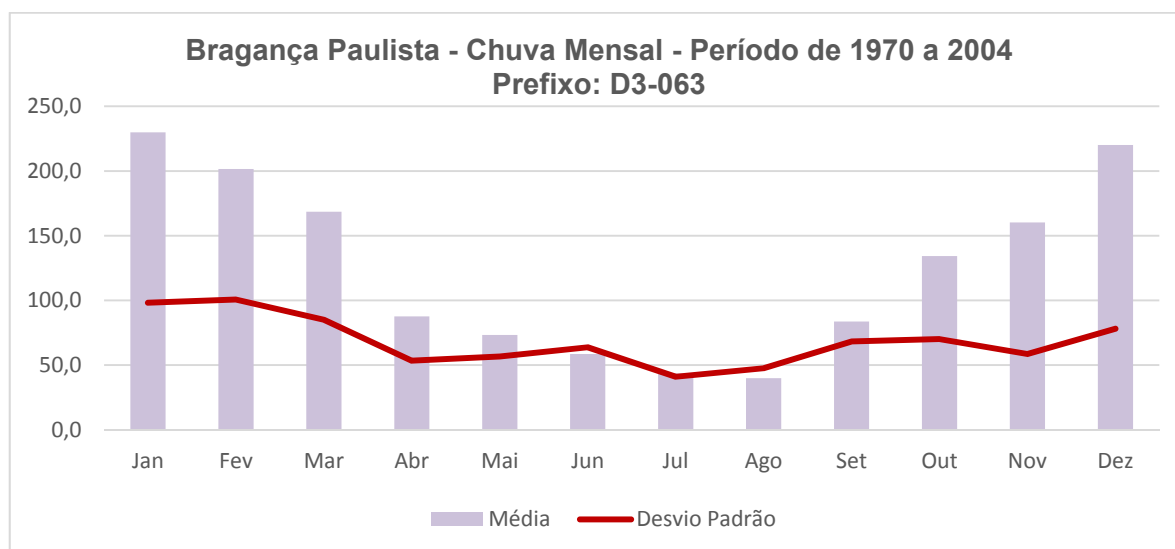
Fonte: DAEE, 2014

TABELA 6.3.1-7. TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA – MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

BRAGANÇA PAULISTA				
Latitude: 22° 34' Longitude: 46° 19' Altitude: 840 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Cwa				
MÊS	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	17,1	28,0	22,6	232,4
FEV	17,4	28,0	22,7	192,2
MAR	16,5	27,7	22,1	169,6
ABR	13,9	25,9	19,9	82,4
MAI	11,2	24,0	17,6	74,1
JUN	9,7	22,9	16,3	59,1
JUL	9,1	23,0	16,1	42,2
AGO	10,4	25,0	17,7	44,0
SET	12,3	26,1	19,2	87,7
OUT	14,1	26,6	20,4	132,9
NOV	15,1	27,1	21,1	164,6
DEZ	16,4	27,2	21,8	228,2
Ano	13,6	26,0	19,8	1509,4
Min	9,1	22,9	16,1	42,2
Max	17,4	28,0	22,7	232,4

Fonte: CEPAGRI / UNICAMP, 2014

FIGURA 6.3.1-6. PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL. MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA

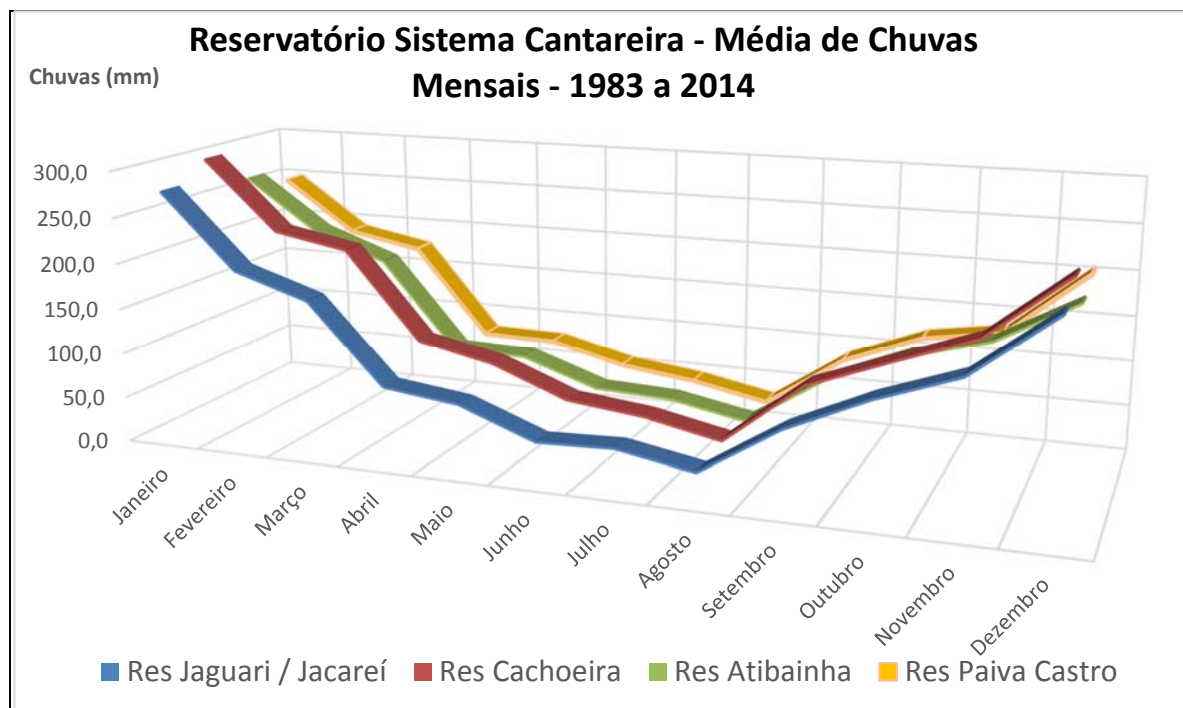


Fonte: DAEE, 2014

A análise dos dados de longo período das estações pluviométricas do DAEE evidencia a ocorrência de inverno seco bem definido em todos os municípios da AII. A precipitação média de **1.418 mm/ano** confirma que a AII se encontra em região chuvosa, como comportamento padrão.

A **Figura 6.3.1-7** sintetiza os dados de chuva média mensal medidos pela Sabesp (Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional de Recursos Hídricos Metropolitanos – MARG) nos reservatórios do Sistema Cantareira, no período Janeiro 1983 a Dezembro 2014. Esse gráfico evidencia os mais altos valores de precipitação no mês de janeiro e a confirmação da existência de período seco do ano entre os meses março/abril e agosto/setembro.

FIGURA 6.3.1-7. MÉDIA DE CHUVAS MENSAIS. SISTEMA CANTAREIRA - PERÍODO 1983 A 2014



Fonte: Sabesp/MARG, 2015

Embora a precipitação média de 1.418 mm/ano (série DAEE) indique que a região em que se encontra a AII tem altos índices pluviométricos, verifica-se nos últimos anos, no Sudeste brasileiro, a ocorrência de períodos de estiagem severa e atípica, com irregularidades no regime de chuvas e aguda escassez nas afluições aos mananciais, em especial no final de 2013, acentuando-se mais durante todo o ano de 2014 e Jan. 2015. Esse fato vem agravando, de forma bastante significativa, a atual conjuntura hídrica dos mananciais, atingindo similarmemente a região dos reservatórios do Sistema Cantareira, as cabeceiras do Paraíba do Sul (reservatórios Paraibuna, Santa Branca e Jaguari), e as cabeceiras do Alto Tietê.

Observa-se, assim, um cenário crítico no que se refere à recomposição das reservas de água para a RMSP e para a macrometrópole paulista nos próximos anos.

Os dados da **Tabela 6.3.1-8** permitem observar os totais anuais médios precipitados entre janeiro de 1983 e dezembro de 2014, para cada reservatório do Sistema Cantareira. Na tabela estão destacados (em azul) os anos 1983 e 2009 como os que apresentaram maiores índices pluviométricos naquele período. E os anos 2002 e 2014 (na cor salmão) como os de mais baixos índices precipitados, no período.

TABELA 6.3.1-8. PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL (MM/ANO) – RESERVATÓRIOS SISTEMA CANTAREIRA - PERÍODO 1983 – 2014

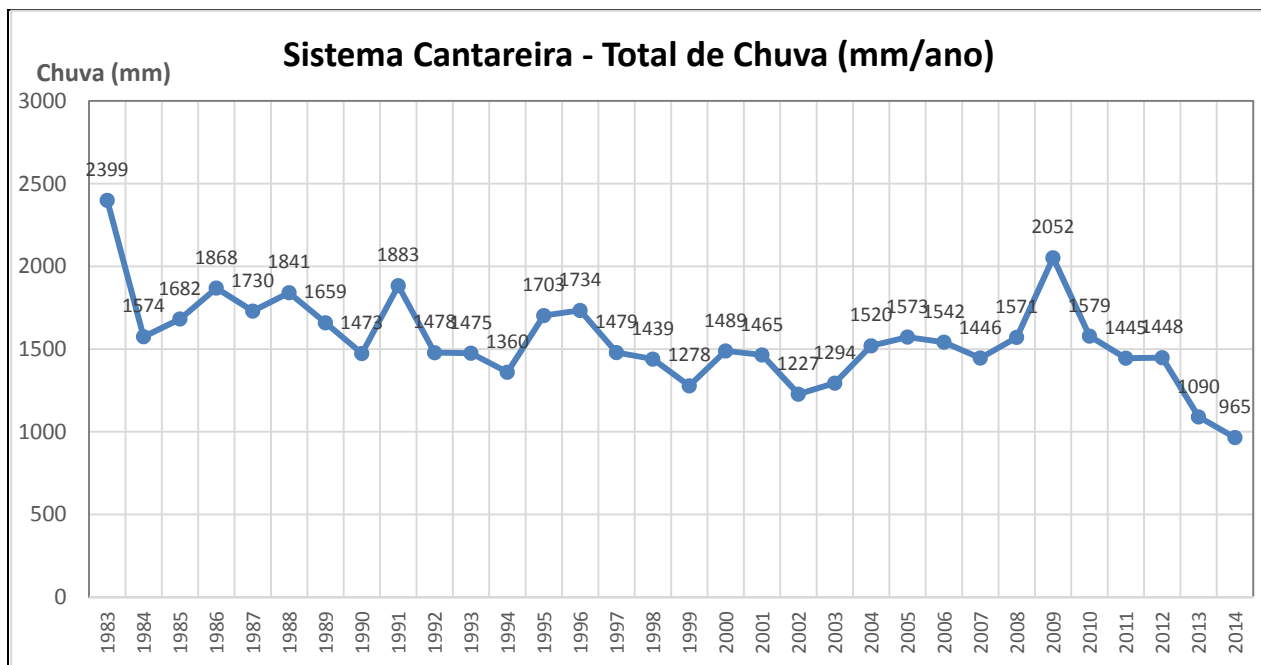
Total / Ano	Jaguari/Jacareí	Cachoeira	Atibainha	Paiva Castro	Média (mm/ano)
1983	2264,9	3036,9	2203,1	2092,7	2399
1984	1284,3	2200,7	1485,7	1326,8	1574
1985	1212,6	2565,5	1712,8	1237,4	1682
1986	1672,5	2276,8	1973,7	1550,6	1868
1987	1427,9	2032,7	1616,2	1842,5	1730
1988	1515,6	2168,5	1982,0	1696,4	1841
1989	1503,9	1997,7	1492,4	1640,3	1659
1990	1361,7	1826,1	1164,4	1541,6	1473
1991	1781,3	2249,6	1695,1	1805,9	1883
1992	1496,8	1661,1	1328,2	1427,3	1478
1993	1341,3	1404,3	1682,6	1471,7	1475
1994	1269,4	1315,0	1420,3	1435,9	1360
1995	1765,2	1752,4	1625,0	1667,9	1703
1996	1906,8	1776,6	1698,2	1552,5	1734
1997	1472,3	1474,4	1485,5	1483,8	1479
1998	1389,0	1426,6	1249,5	1692,8	1439
1999	1381,4	1335,2	1037,3	1358,0	1278
2000	1397,6	1639,9	1466,0	1452,2	1489
2001	1442,4	1600,7	1320,9	1495,2	1465
2002	1116,4	1249,8	1271,1	1272,2	1227
2003	1265,2	1497,9	1201,1	1213,2	1294
2004	1476,0	1807,6	1278,5	1516,7	1520
2005	1490,9	1747,0	1526,8	1526,2	1573
2006	1511,5	1588,8	1460,8	1605,8	1542
2007	1524,7	1511,5	1373,0	1373,5	1446
2008	1702,9	1634,2	1540,4	1405,0	1571
2009	2442,4	1963,0	2065,8	1737,2	2052
2010	1962,7	1699,1	1532,2	1121,3	1579
2011	1482,9	1694,8	1676,8	925,5	1445
2012	1378,2	1587,5	1500,4	1324,4	1448
2013	1243,4	1122,6	1017,7	977,2	1090

Totais/Mês 2014	Jaguari/Jacareí	Cachoeira	Atibainha	Paiva Castro	
jan/14	49,4	91,2	72,6	138,2	
fev/14	57,4	81,2	76,4	77,2	
mar/14	152,4	276,0	212,2	132,8	
abr/14	103,2	119,6	61,3	58,6	
mai/14	47,8	52,0	28,8	20,6	
jun/14	15,8	31,0	6,3	10,0	
jul/14	42,8	56,4	39,3	23,2	
ago/14	15,0	25,2	33,8	16,3	
set/14	60,8	67,4	91,8	44,2	
out/14	59,8	34,6	42,4	33,2	
nov/14	103,4	136,8	113,0	186,8	
dez/14	165,7	200,4	159,8	136,1	
Total/Ano 2014	873,5	1171,8	937,7	877,2	965

Fonte: Sabesp, 2015

A **Figura 6.3.1-8** mostra a representação gráfica dos totais anuais precipitados de 1983 a 2014, com a média anual das medições efetuadas (Sabesp) para os reservatórios do Sistema Cantareira. Destaque para a queda acentuada nos índices a partir do ano 2010.

FIGURA 6.3.1-8. PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL. SISTEMA CANTAREIRA - PERÍODO 1983 A 2014

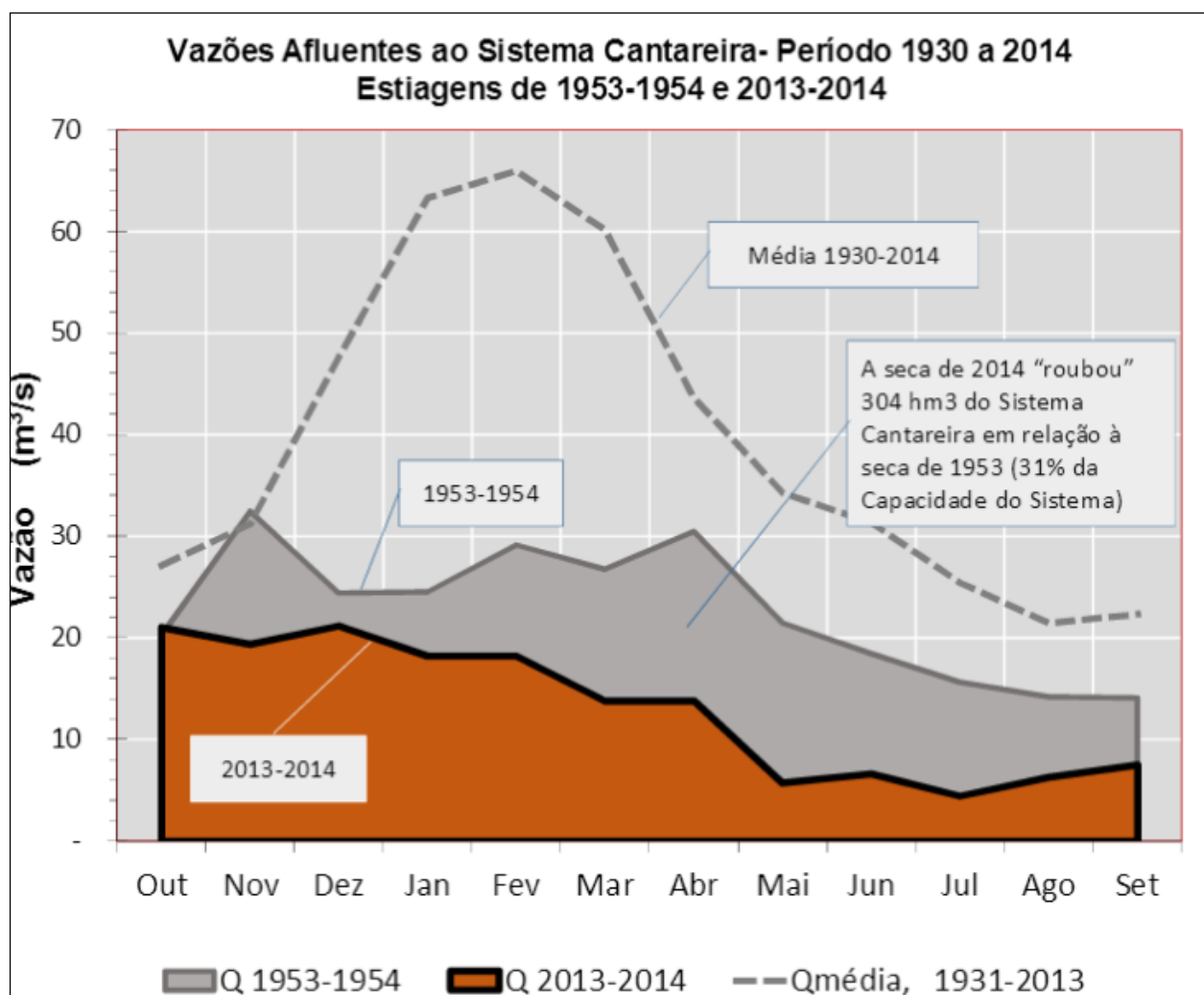


Fonte: Sabesp, 2015

O ano de 2014 foi destacadamente o menos chuvoso dos últimos 32 anos nos reservatórios do Sistema Cantareira, chamando a atenção os baixos totais mensais dos meses de verão e primavera, normalmente meses de altos índices pluviométricos. A quantidade de chuva no conjunto dos reservatórios do Cantareira no ano de 2014 (965 mm) ficou 38% abaixo da média anual do período 1983-2014 (1555 mm). No outro extremo, 1983 foi um ano atípico, de alta pluviosidade (2.399 mm, 54% acima da média do período) como resultado da atuação do fenômeno *El Niño*. Em 2014 verificou-se uma situação continuada em que a chuva acumulada ficou abaixo da média, constituindo o segundo ano seguido de estiagem, e o ano de mais baixos índices já registrado, suplantando o histórico período crítico de 1953-54.

O gráfico apresentado na **Figura 6.3.1-9** ilustra claramente a situação de escassez do ano 2014, através da curva das vazões afluentes ao Sistema Cantareira no período 1930-2014, apresentado pela especialista e profª Mônica Porto no Simpósio “Recursos Hídricos no Sudeste: Segurança Hídrica, Riscos, Impactos e Soluções” (Academia Brasileira de Ciências, 2014). Observa-se que as vazões do período 2013-2014 foram ainda mais baixas do que as registradas para o período 1953-1954, historicamente o período mais seco já registrado, em cerca de 31%.

FIGURA 6.3.1-9. VAZÕES AFLUENTES AO SISTEMA CANTAREIRA - PERÍODO 1930 A 2014



Fonte: Mônica Porto (in Academia Brasileira de Ciências, 2014).

A **Figura 6.3.1-10** corrobora essa constatação, conforme apresentado pelo especialista prof. Nelson Nucci no mesmo Simpósio (Academia Brasileira de Ciências, 2014, *op cit*). Em gráfico com os registros de outubro de 2013 a setembro de 2014, o autor compara os dados de 2013-2014 aos de 1953, e aos registros da média e mínima histórica. Destaca-se que de janeiro a outubro de 2014 as afluições foram sistemática e surpreendentemente abaixo da mínima histórica - segundo o autor, equivalentes a 25% da média histórica e 57% da mínima histórica.

FIGURA 6.3.1-10. EVIDÊNCIA DA CRISE HÍDRICA ATUAL NO SISTEMA CANTAREIRA. PERÍODO 2013-2014



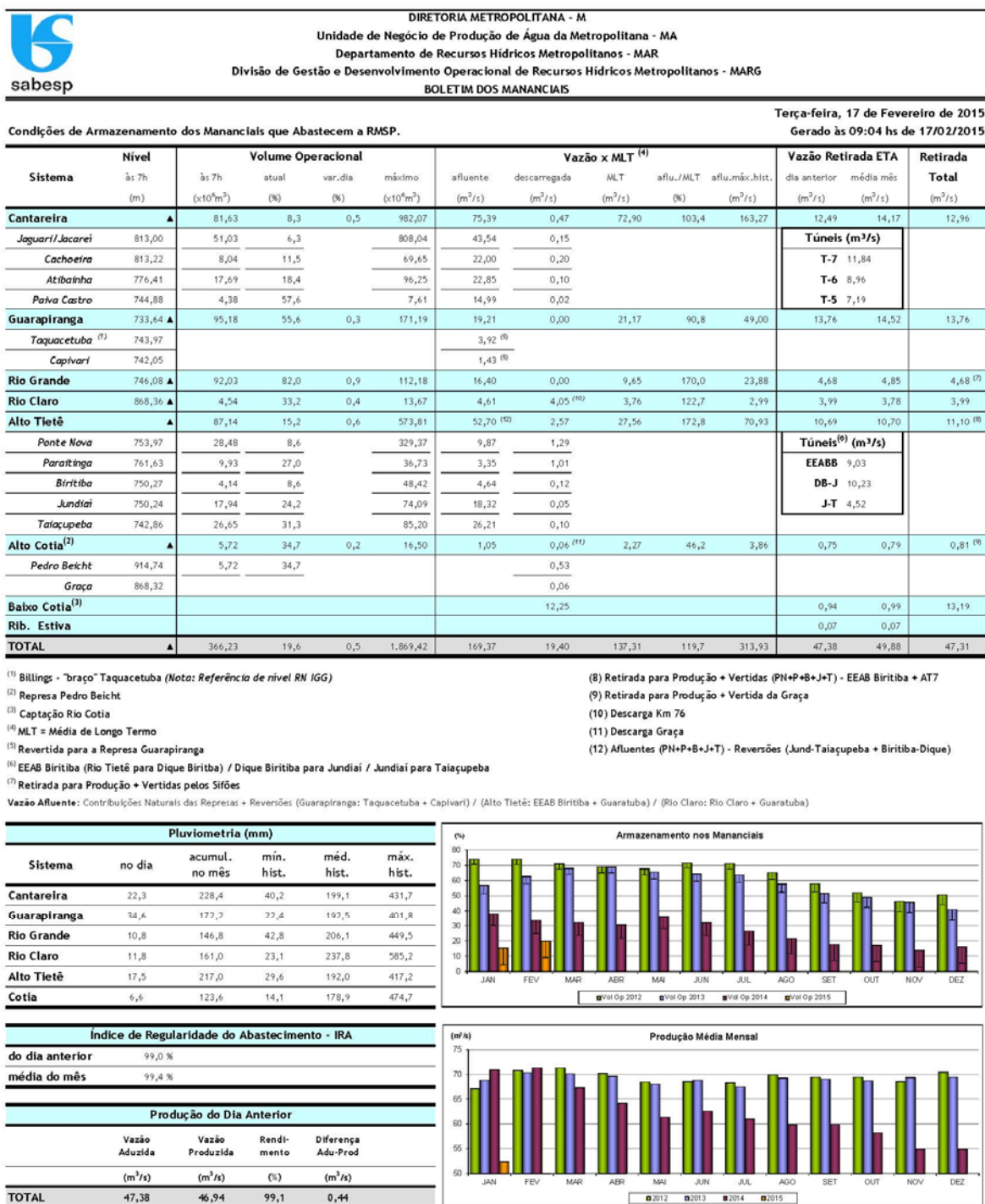
Fonte: Nelson Nucci (in Academia Brasileira de Ciências, 2014).

Toda a informação de volumes e índices de armazenamento, vazões afluentes, pluviometria e vazão captada nos reservatórios que abastecem o Sistema Integrado Metropolitano de abastecimento de água da RMSP pode ser acompanhada diariamente no site da Sabesp, obtendo-se informações conforme as apresentadas na **Figura 6.3.1-11**, relativa à situação às 7:00 hs do dia 17/02/2015. O cálculo dos percentuais para o Sistema Cantareira é baseado nos seguintes dados:

- Volume útil originário total: 982,07 milhões de m³
- Reserva Técnica I e II: 287,5 milhões de m³
- Volume de água acrescentado: cerca de 29% do volume útil originário.

Segundo informado pela Sabesp, no dia 04/02/2015 o volume disponível na Reserva Técnica II do Sistema Cantareira correspondia a 5,2% da capacidade normal do Sistema. Com as chuvas ocorridas desde então e retiradas limitadas, esse índice tinha subido para 8,3% em 17/02/2015.

FIGURA 6.3.1-11. SITUAÇÃO DOS MANANCIAIS DA RMSP EM 17/02/2015



Fonte: Sabesp (site http://site.sabesp.com.br/uploads/file/boletim/boletim_mananciais_17fev15.pdf).

A forte seca observada em 2014 no sudeste do Brasil e também em outras regiões do país, à exceção do sul, em estações normalmente chuvosas, é um dos desequilíbrios do clima que podem estar associados às mudanças climáticas globais, que estão sendo abordadas nos Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês).

A Lei Estadual nº 13.798, de 09/11/2009, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 55.947, de 24/06/2010 instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) no Estado de São Paulo. A PEMC atua em sintonia com a Convenção do Clima da ONU e com a Política Nacional sobre Mudança do Clima. A PEMC tem por objetivo geral estabelecer o compromisso do Estado frente ao desafio das mudanças climáticas globais, dispor sobre as condições para as

adaptações necessárias aos impactos derivados das mudanças climáticas, bem como contribuir para reduzir ou estabilizar a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. Uma das ações que merece destaque é o de acompanhamento dinâmico, pelo Instituto Geológico do Estado, da vulnerabilidade a desastres naturais, com plano estratégico para ações emergenciais e mapeamento de áreas de risco potencialmente mais suscetíveis a alagamentos em áreas ribeirinhas e deslizamentos em morros urbanos instabilizados, em episódios chuvosos intensos e prolongados. Esses episódios e suas consequências são mais frequentes em zonas urbanas muito densas, como as grandes cidades sujeitas à formação de ‘ilhas de calor’, onde se observa maiores prejuízos materiais e riscos à vida humana na ocupação de áreas de risco.

A distribuição irregular de chuvas no Brasil e em São Paulo, em anos recentes, pode estar associada ao fenômeno caracterizado pela alternância entre fases quentes e frias na área tropical e subtropical do Oceano Pacífico a cada 50, 60 anos, afetando distintamente cada parte do planeta. Caracteriza-se pelo resfriamento da porção norte do Oceano Pacífico, chamado de Oscilação Decadal do Pacífico (PDO, na sigla em inglês). Atualmente, o oceano está no auge da fase fria. Na última fase fria, entre o fim dos anos 50 e início dos anos 60, o Brasil enfrentou quatro anos seguidos de verões secos. Caso o padrão se repita, as chuvas poderão voltar ao normal só em 2016 (Agência Brasil, 2013, in EBC 2015).

As fases frias da Oscilação Decadal do Pacífico estão associadas a manifestações fracas do El Niño, aquecimento do Oceano Pacífico na porção equatorial, com bloqueio no oceano Pacífico reforçando a Alta Subtropical do Atlântico Sul. Todos os eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul – ENOS causam preocupações, pois *é um fenômeno que provoca anomalias no clima global e no regional. (...) O verão se destaca pelas abundantes chuvas convectivas, e a variabilidade interanual se amplia em anos de El Niño e de La Niña*, tendo sido registrada a manifestação de La Niña em 2007/2008, um ano climatologicamente normal em 2008/2009 e um ano marcado pelo El Niño em 2009/2010 (Borsato, 2011).

O aquecimento provocado pelo El Niño, que começaria em julho do ano passado, só ocorreu na primavera. Mesmo assim em intensidade baixa demais para que seja decretado o El Niño. Por enquanto, o Pacífico está em condições de neutralidade (Metsul Meteorologia/Eugenio Hackbart, in EBC 2015). Segundo informado na página do CPTEC-INPE, em janeiro de 2015, *os modelos de previsão climática continuam indicando o estabelecimento do fenômeno El Niño de fraca intensidade, atualmente em curso no Pacífico Equatorial*. Para o ano 2014 estava previsto um El Niño que levaria a chuvas um pouco acima do normal nas regiões Sul e Sudeste no início de 2015. No entanto, a temperatura do oceano na região equatorial ainda está em condições neutras. Até janeiro 2015, o *El Niño* não se formou.

Alterações no regime de chuvas no Sudeste também podem estar associadas aos efeitos do aumento do desmatamento na Amazônia, assim como os danos do fogo, da fumaça e da fuligem, aos elementos do clima de outras porções do país, hipótese abordada por Enéas Salati, pioneiro nos estudos sobre reciclagem de umidade na Amazônia. Segundo o pesquisador Antonio Donato Nobre (Nobre/INPE, 2014) a floresta amazônica mantém úmido o ar em movimento, levando chuvas para dentro do continente distante dos oceanos (...) *não somente mantém o ar úmido para si mesma, mas exporta rios aéreos de vapor que transportam a água para as chuvas fartas que irrigam regiões distantes no verão hemisférico, (...) impedindo que toda a região meridional da América Latina a leste dos Andes se transforme em região desértica*, a exemplo de outros continentes alinhados na mesma latitude (África, Austrália). *A reciclagem de umidade da chuva pela evaporação da floresta mantém o ar úmido por mais de 3 mil km continente adentro, (...) onde 20 bilhões de toneladas de água por dia são transpiradas por todas as árvores na bacia amazônica. Na transpiração, as plantas transferem para a atmosfera 90% de toda a água evaporada nos continentes. (...) Os rios aéreos ligam os ventos alísios carregados de umidade do Atlântico equatorial com os ventos sobre a grande floresta, até os Andes, e daí sazonalmente para a parte meridional da América do Sul* (Nobre, 2014, op cit).

Dessa forma, eventos climáticos extremos (tanto secas prolongadas como chuvas irregulares, intensas e concentradas) reforçam o agravamento da escassez hídrica observada nos dias atuais, levando ao sério comprometimento do abastecimento público e demais usos consuntivos

da água, como a irrigação, indústria, agricultura em geral e setor de serviços, além de prejuízos à geração de energia hidrelétrica e à saúde pública.

6.3.2. Ruído e Vibração

As inspeções de campo realizadas ao longo do traçado da Interligação permitiram estabelecer que, de acordo com a NBR 10.151, praticamente toda a área de intervenção está inserida em “Área de sítios e fazendas”. Mesmo ao longo das estradas vicinais definidas para assentamento da adutora, o volume de tráfego é muito baixo e o nível de ruído é típico de áreas campestres, caracterizado apenas pelo efeito natural do vento sobre a vegetação.

Essa situação se altera apenas junto à travessia da SP-056 e, especialmente, no entorno da travessia da rodovia Dom Pedro I (SP-065). Entretanto, não há receptores críticos no entorno desses locais.

Portanto, as instalações permanentes do empreendimento deverão atender aos padrões de nível sonoro estabelecidos na NBR 10.151 para “Área de sítios e fazendas” junto aos receptores críticos mais próximos, isto é: 40 dB(A) em período diurno e 35 dB(A) em período noturno.

Os locais que contarão com dispositivos com alta geração de ruído e onde existem receptores críticos relativamente próximos são:

- A Captação, em relação ao ruído produzido pela estação elevatória e a subestação de energia junto ao reservatório Jaguari. Em períodos excepcionais em que o reservatório Jaguari estiver com NA baixo, inferior a 606,00 m, acrescentar-se-á o ruído produzido pelas bombas flutuantes.

Os receptores críticos mais próximos são 3 casas de veraneio na península adjacente a oeste / sudoeste da instalação, que distam: (i) 200 m da subestação; e (ii) de 250 a 300 m da estação elevatória. As ocupações do outro lado da represa, 2 chácaras, distam de 400 m a 600 m dessa instalação. A configuração das propriedades rurais e dos fragmentos de vegetação preservada em áreas próximas limitam possíveis ocupações futuras.

Quando a Interligação estiver operando no sentido inverso (do Atibainha para o Jaguari), a fonte de ruído será o dispositivo de dissipação de energia e a descarga de vazão no reservatório Jaguari.

A **Figura 6.3.2-1** registra as instalações junto ao reservatório Jaguari e as distâncias às ocupações próximas.

- Na 2ª etapa, as bombas flutuantes de baixa carga, junto à margem do reservatório Atibainha, que seriam utilizadas apenas na operação com reversão do fluxo, em períodos de cheia. Essa operação será descontínua, com longos intervalos (de anos) sem funcionar.

Os únicos receptores críticos próximos são uma pousada situada a 80 m em linha reta, e uma moradia a cerca de 260 m, ambas com interposição de abundante vegetação e desnível topográfico.

A **Figura 6.3.2-2** registra as instalações junto ao reservatório Atibainha e as distâncias às ocupações próximas.

FIGURA 6.3.2-1. INSTALAÇÕES JUNTO AO RESERVATÓRIO JAGUARI E DISTÂNCIAS ÀS OCUPAÇÕES PRÓXIMAS



FIGURA 6.3.2-2. INSTALAÇÕES JUNTO AO RESERVATÓRIO ATIBAINHA E DISTÂNCIAS ÀS OCUPAÇÕES PRÓXIMAS



6.3.3. Recursos Minerais

Ao longo do traçado da Interligação verifica-se a presença de três áreas com interesse mineral, todas na fase de Autorização de Pesquisa. A **Tabela 6.3.3-1** indica os recursos minerais e usos requeridos em cada área e número do processo, segundo DNPM (2014), e sua localização com relação ao empreendimento.

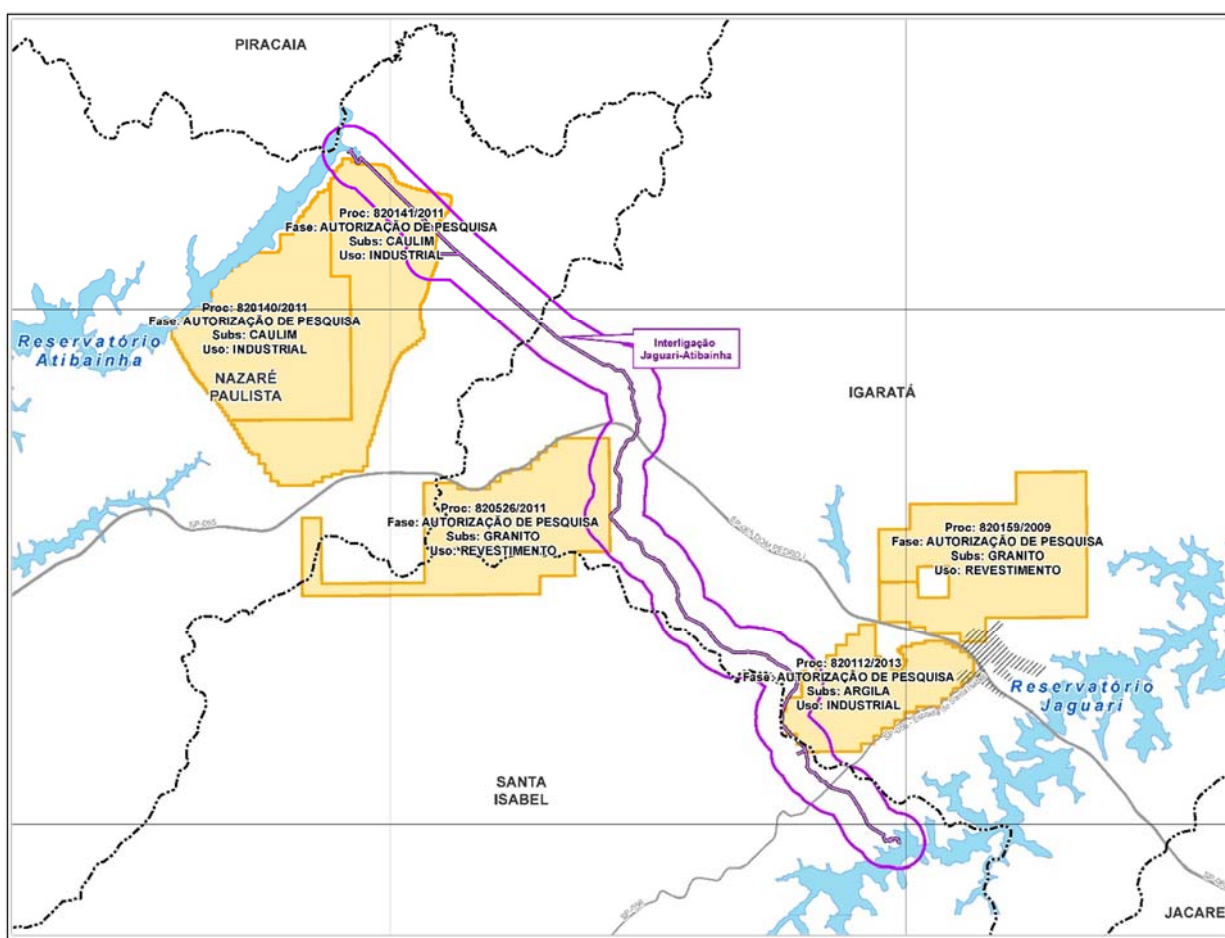
TABELA 6.3.3-1. ÁREAS COM INTERESSE MINERÁRIO NA AID

Fase	Produto	Uso	Processo	Localização
Autorização de Pesquisa	Caulim	Industrial	820141/2011	Sobre o túnel
Autorização de Pesquisa	Granito	Revestimento	820526/2011	Próxima à adutora
Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial	820112/2013	Próxima à adutora

Fonte: DNPM, 2014 (website).

A área de pesquisa de caulim situa-se no trecho final do túnel previsto na Interligação. As áreas de pesquisa de granito e argila são tangenciadas pelo traçado da adutora, havendo possibilidade de interferência na borda da área autorizada. A **Figura 6.3.3-1** apresenta a localização das áreas com interesse mineral ao longo do traçado da Interligação.

FIGURA 6.3.3-1. ÁREAS COM INTERESSE MINERÁRIO NA AID



Após a emissão da Licença Ambiental Prévia, a Sabesp deverá encaminhar ao DNPM Solicitação de Bloqueio para fins de exploração mineral de uma faixa de segurança de 15 m de cada lado das instalações do Projeto da Interligação, de modo a que não sejam autorizadas novas solicitações de mineração nessa área. Tal solicitação deve incluir o pedido de exclusão das faixas de terreno com Autorização concedida, eventualmente sobrepostas à faixa de segurança da Interligação.

6.3.4. Suscetibilidade a Processos de Dinâmica Superficial

A Interligação Jaguari Atibainha está localizada na borda NW do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), principal feição geotectônica regional, que se desenvolveu sobre a zona de cisalhamento da Faixa Ribeira e que vem evoluindo ao longo do Cenozóico. As características geoambientais deste setor do RCSB apresentam notável diversidade, com grande variação nas feições superficiais, que se reflete na topografia e na disposição das elevações e da rede hidrográfica, bem como nos tipos de solo e na espessura do manto de intemperismo que reveste tais elevações.

Tal variação é consequência da complexa interação entre diferentes tipos de rocha e estruturas de idade pré-cambriana reativadas, por um lado, e as condições climáticas vigentes no Quaternário, por outro, de modo que a modelagem contínua da paisagem vem ocorrendo por processos erosivos e deposicionais de frequência, magnitude e intensidade variadas, nos quais o revestimento florestal natural atuava como fator regulador. Com a supressão de grande parte da vegetação nativa e os novos usos do solo nas décadas recentes, verifica-se um acirramento dos processos erosivos, evidenciado por inúmeras feições observáveis na paisagem.

A seguir, são apresentadas informações relativas à geologia, abrangendo as características litoestratigráficas e geoestruturais regionais, à geomorfologia, abrangendo os diferentes compartimentos do relevo, aos aspectos pedológicos e geotécnicos, de modo a subsidiar a caracterização da suscetibilidade dos terrenos atravessados frente aos processos do meio físico.

6.3.4.1. Contexto Geológico Regional

De modo geral, as características geológicas encontradas na região em que se assenta a All associam-se, principalmente, à presença de estruturas geológicas pré-cambrianas e à intensa atividade geotectônica nas duas bacias envolvidas. Entretanto, na bacia do Paraíba do Sul é relevante destacar a intensa atividade tectônica cenozoica, verificando-se soerguimentos, basculamentos e/ou abatimentos de blocos de falhas que originaram bacias sedimentares do tipo rift, de feição alongada e deprimida, compondo o hemigraben limitado pelas serras do Mar e da Mantiqueira, onde se desenvolveu o vale do Paraíba.

A bacia do rio Paraíba do Sul desenvolveu-se no segmento mais contínuo do RCSB, a partir de uma sequência de eventos de tectonia e sedimentação desde o Paleógeno na formação da depressão original, resultante dos basculamentos e transcorrências, posterior geração de soleiras no Neógeno, separação das drenagens dos rios Tietê e Paraíba do Sul, mudança do nível de base e de erosão na porção central da Bacia de Taubaté e posterior remodelamento do relevo, com fase de deposição de sedimentos colúvio-aluviais no Pleistoceno Superior.

Adicionalmente, ocorrem processos neotectônicos que se enquadram em um modelo de tectônica ressurgente nos planos de fraqueza desenvolvidos durante as fases tectônicas anteriores na zona de cisalhamento do rio Paraíba do Sul, segundo Hasui (1990 *apud* Silva & Mello, 2011). Análises morfoestratigráficas e de dados estruturais enfatizam “a identificação de pares falha/estria afetando sedimentos cenozoicos e as rochas do embasamento alteradas, no intuito de caracterizar os campos de esforços neotectônicos. A partir das relações entre diferentes padrões de fraturamento e as unidades geológicas afetadas, e da percepção de superposição de estrias em um mesmo plano de falha, foi possível o reconhecimento de três fases neotectônicas, correlacionáveis a eventos descritos para o Sudeste do Brasil: transcorrência sinistral E-W, de idade miocênica; transcorrência dextral E-W, datada do limite Pleistoceno-Holoceno; e regime distensivo NW-SE, holocênico. As fases neotectônicas identificadas têm forte relação com a reativação das anisotropias estruturais preexistentes” (Silva & Mello, 2011).

Na All verifica-se a dominância de terrenos assentados sobre o embasamento cristalino, abrangendo três domínios geológicos. Segundo Tassinari *et al.* (2004:92) “o segmento central da Faixa de Dobramentos Ribeira no Estado de São Paulo é composto por três diferentes domínios geológicos - Costeiro, Embu e São Roque - separados por extensas zonas de

cisalhamentos, que diferem entre si pelas idades de seus respectivos protólitos crustais, pelas assembleias litológicas e histórias geológicas. Suas principais características são:

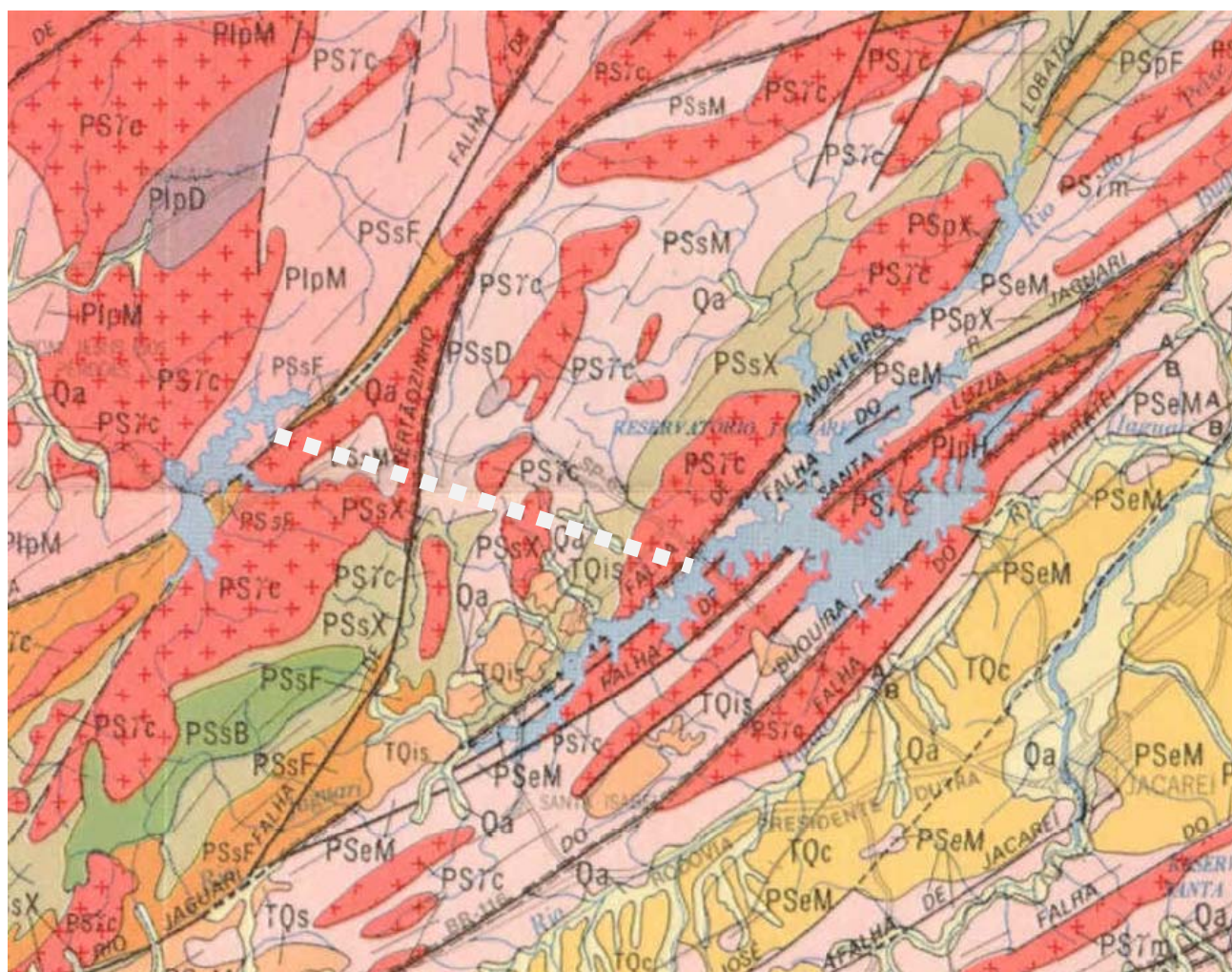
Domínio Costeiro - consiste de rochas metassedimentares de médio a alto grau metamórfico, cuja evolução metamórfica iniciou-se em 590 Ma e seu resfriamento regional ocorreu há 480 Ma (Dias Neto et al., 2000). Esses gnaisses kinzigíticos foram formados principalmente a partir de materiais crustais de idade paleoproterozóica (2,0 - 1,8 Ga; Tassinari e Campos Neto, 1988) e são intrudidos por granitóides neoproterozóicos de diversas naturezas.

Complexo Embu - composto por terrenos gnáissico-migmatíticos neoproterozóicos, formados por processos de fusão parcial de rochas paleoproterozóicas e arqueanas (Tassinari e Campos Neto, 1988; Babinski et al., 2001), contendo rochas metassedimentares de baixo grau, preservadas em calhas sinclinais e granitóides intrusivos neoproterozóicos.

Domínio São Roque - composto pelas sequências metavulcanosedimentares dos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque, sendo o primeiro de idade meso e neoproterozóica (Juliani et al., 2000) e o segundo de idade neoproterozóica (Hackspacker et al., 2000) ”.

No mapeamento geológico elaborado pelo IPT (1981) na escala 1:1.000.000 e apresentado de forma sintética na **Figura 6.3.4-1**, abaixo, pode-se observar a distribuição dessas litologias aflorantes na região em que se encontra a AII.

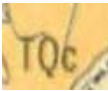
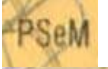
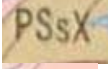
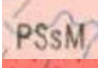
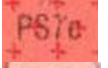

FIGURA 6.3.4-1. MAPA GEOLÓGICO IPT - AII



Fonte: IPT, 1981



Cenozoico. Sedimentos Aluvionares do Quaternário. Aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calhas e/ou terraços

	Cenozoico. Grupo Taubaté – Formação Caçapava. Depósitos fluviais incluindo arenitos com lentes subordinadas de folhelhos e termos arcosianos e conglomeráticos restritos
	Proterozoico Superior. Complexo Embu. Metamorfismo em fase xisto.
	Proterozoico Superior. Grupo São Roque. Metamorfismo em fase xisto.
	Proterozoico Superior. Grupo São Roque. Suítes graníticas sintectônicas. Facies Migmatíticas
	Proterozoico Superior. Suítes graníticas sintectônicas. Facies Cantareira
	Proterozoico Inferior. Complexo Paraíba do Sul. Suítes graníticas indiferenciadas

6.3.4.2. Contexto Estrutural Regional

As zonas de cisalhamento que ocorrem nas imediações de Piracaia, segundo publicado por Garcia & Campos Neto (1997), orientam-se nordeste e seccionam os terrenos gnáissico-migmatíticos do Complexo Piracaia, a noroeste, e a sequência metavulcano-sedimentar metamorfsada nos graus baixo a médio dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba, a sudeste.

A movimentação sinistral inicial das zonas de cisalhamento São Bento do Sapucaí e Sertãozinho (ZCSBS e ZCS) ocorreu sob condições de metamorfismo médio e gerou abatimento generalizado a sudeste e domínios transtrativos que permitiram o encaixe de rochas menos metamórficas e a colocação de corpos graníticos. Esta disposição original, que incluía provavelmente uma diminuição no grau metamórfico em direção a SE, foi posteriormente desmembrada pela movimentação lateral dextral da Zona de Cisalhamento Jundiuvira (ZCJ), materializada em uma faixa estreita de milonitos e ultramilonitos cujas foliações se diferenciam das anteriores pelo crescimento de minerais retrometamórficos. A presença de uma forte inflexão de SSW para ENE na ZCJ produziu domínios transtrativos (de caráter local) e transpressivos (responsáveis por dobramento cilíndrico assimétrico generalizado com vergência para NW na região da ZCSBS).

Estudos de petrografia de quartzo corroboram a existência de dois setores com histórias de deformação distintas, relacionados ao domínio transpressivo da ZCJ. A noroeste (ZCSBS), os padrões mais típicos mostram pequenos círculos com máximos assimétricos que representam deformação não-coaxial seguida de achatamento (transpressão), enquanto que a sudeste (ZCS) os padrões mostram guirlandas simples, típicas de deformação não-coaxial (cisalhamento simples).

A **Figura 6.3.4-2** apresenta um mapa de localização das estruturas na região leste do estado de São Paulo, com destaque para a região em que se encontra a AII do empreendimento.

Silva & Mello (2011) em seu estudo sobre a atuação de fases neotectônicas sucessivas na evolução cenozoica da região Sudeste do Brasil, concordando com diversos trabalhos anteriores realizados, destaca a maior representatividade de evento neotectônico de transcorrência dextral E-W, de idade Pleistoceno-Holoceno. “As estruturas de deformação neotectônica apresentam, em grande parte, forte relação com as descontinuidades pré-cambrianas, mostrando a reativação da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul durante o Cenozoico. Corrobora-se a ideia de uma tectônica ressurgente, conforme sugerido por Hasui (1990), no sentido de que as estruturas neotectônicas sofreram o controle efetivo das anisotropias preexistentes”, sendo que o evento neotectônico mais recente associado a um campo de esforços distensivo NW-SE, holocênico, reativou as estruturas NE-SW como falhas normais.

6.3.4.3. Contexto Geológico Local

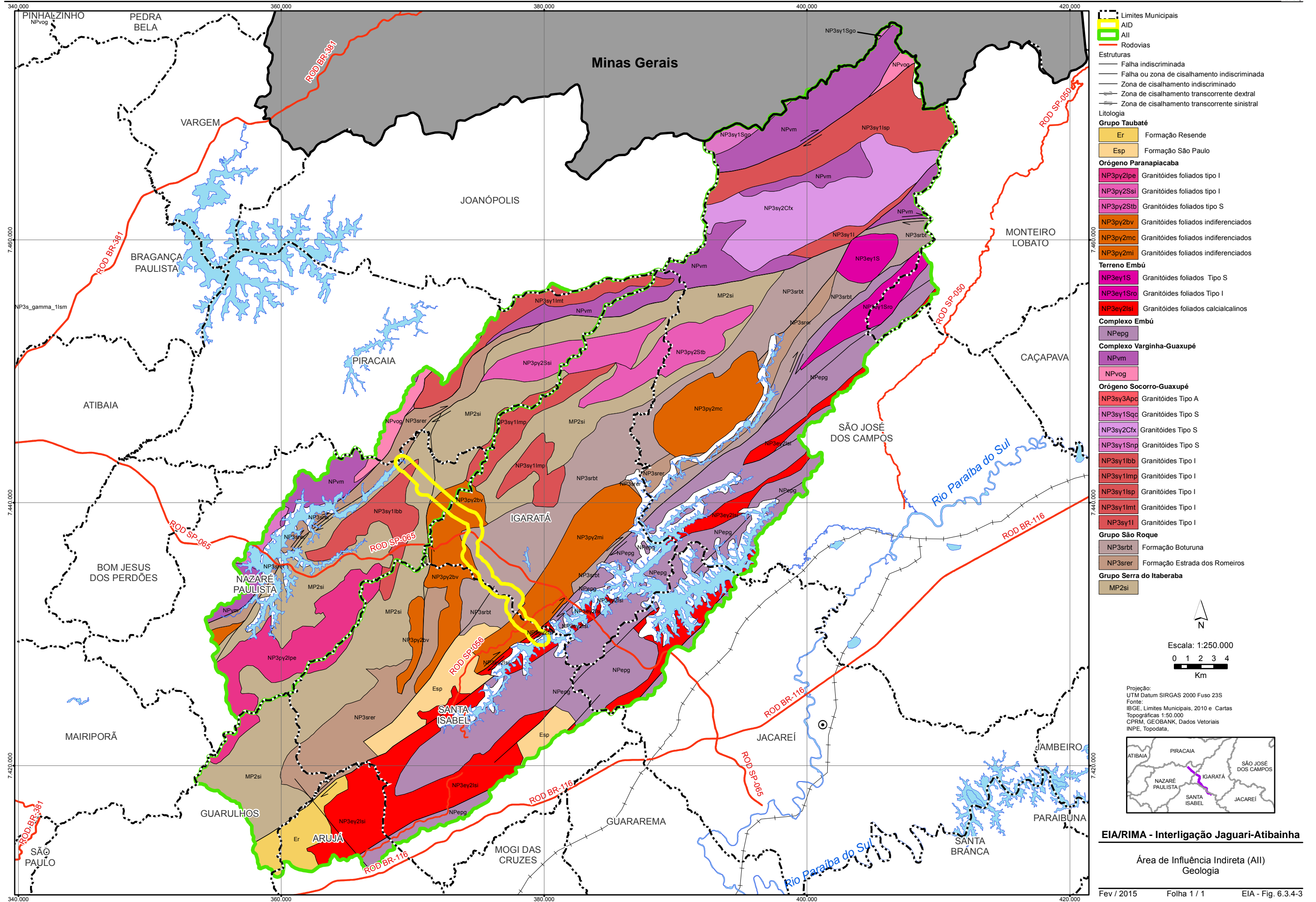
Segundo esse documento, a área de estudo apresenta 11 unidades geológicas, relacionadas na **Tabela 6.3.4-1**.

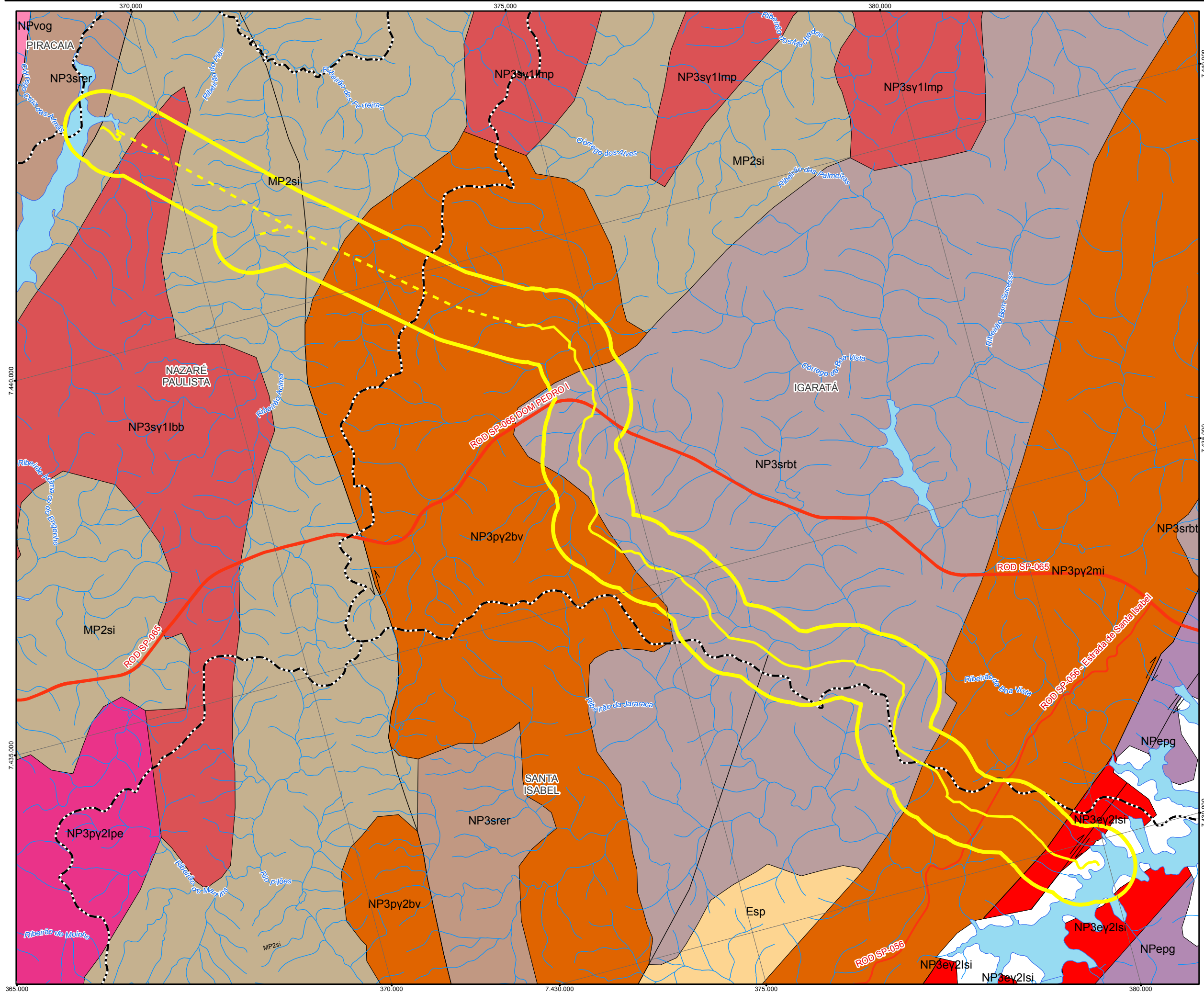
TABELA 6.3.4-1. UNIDADES, LITOLOGIAS, ÁREAS NA AID E MUNICÍPIO DE OCORRÊNCIA

Sigla	Unidade	Litologia	Área (km²)	Área (%)	Municípios
12b	Formação Resende	Conglomerados e arenitos grossos	0,23	2,92	Santa Isabel
10c	Formação São Paulo	Arenitos, argilitos e conglomerados	0,01	0,12	Santa Isabel
113	Grupo Serra do Itaberaba	Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos	0,76	9,56	Nazaré Paulista
112	Grupo Serra do Itaberaba	Metarcóseos finos e micáceos alternados com (granada +/- sillimanita)-biotita xistos e calcissilicáticas; intercalações locais de quartzitos e metassiltitos feldspáticos	0,27	3,38	Nazaré Paulista
106	Grupo São Roque	Metarenitos rítmicos: muscovita +/- biotita quartzitos, por vezes feldspáticos; biotita-muscovita-quartzo xistos	3,25	40,84	Igaratá, Santa Isabel
100	Granitos Tipo Serra do Barro Branco	Biotita granito a monzonito, cinza a cinza-rosado, porfiroclástico	0,04	0,54	Igaratá, Nazaré Paulista
99	Granito Serra do Barro Branco	Biotita granito a monzonito, cinza a cinza-rosado, porfiroclástico	0,33	4,20	Nazaré Paulista
85	Granito Serra da Boa Vista	Biotita granito a granodiorito cinza, equi/inequigranular	1,66	20,83	Igaratá, Nazaré Paulista
84	Granitos Tipo Serra Lagoa	(Anfibólio)-biotita granito a monzonito cinza-rosado, porfirítico, gnaissificado	0,43	5,35	Igaratá, Nazaré Paulista
82	Granito Morro Azul/Igaratá	Biotita granito cinza, porfirítico	0,69	8,66	Igaratá, Santa Isabel
78	Complexo Embu	Milonitos e ultramilonitos	0,29	3,59	Santa Isabel

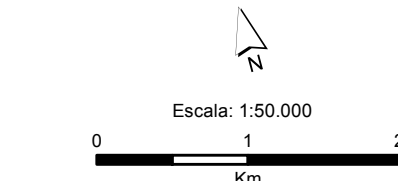
Fonte: CPRM (1999)

Estima-se que 41% dos terrenos da AID assenta-se sobre rochas do Grupo São Roque, seguido de 40% correspondente aos Corpos Graníticos. Com menor representatividade está o Grupo Serra do Itaberaba (13%), seguido do Complexo Embu (4%), e das formações sedimentares (Formação Resende e Formação São Paulo) com 3% e 0,1%, respectivamente, como se observa no gráfico a seguir (**Figura 6.3.4-5**) e na **Figura 6.3.4-4**, que contém o mapeamento do CPRM ampliado e apresentado na escala 1:50.000, para facilitar a visualização das litologias ocorrentes na AID.





- Limites Municipais
- Cursos D'Água
- AID
- Rodovias
- Adutora
- Túnel
- Estruturas**
 - Zona de cisalhamento indiscriminado
 - Zona de cisalhamento transcorrente dextral
 - Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Litologia**
 - Grupo Taubaté**
 - Esp Formação São Paulo
 - Orógeno Paranapiacaba**
 - NP3py2lpe Granitóides foliados tipo I
 - NP3py2bv Granitóides foliados indiferenciados
 - NP3py2mi Granitóides foliados indiferenciados
 - Terreno Embú**
 - NP3ey2lsl Granitóides foliados calcialcalinos
 - Complexo Embú**
 - NP3srbt
 - Complexo Varginha-Guaxupé**
 - NPvog
 - Orógeno Socorro-Guaxupé**
 - NP3sy1lbb Granitóides Tipo I
 - NP3sy1lmp Granitóides Tipo I
 - Grupo São Roque**
 - NP3srer Formação Estrada dos Romeiros
 - Grupo Serra do Itaberaba**
 - MP2si



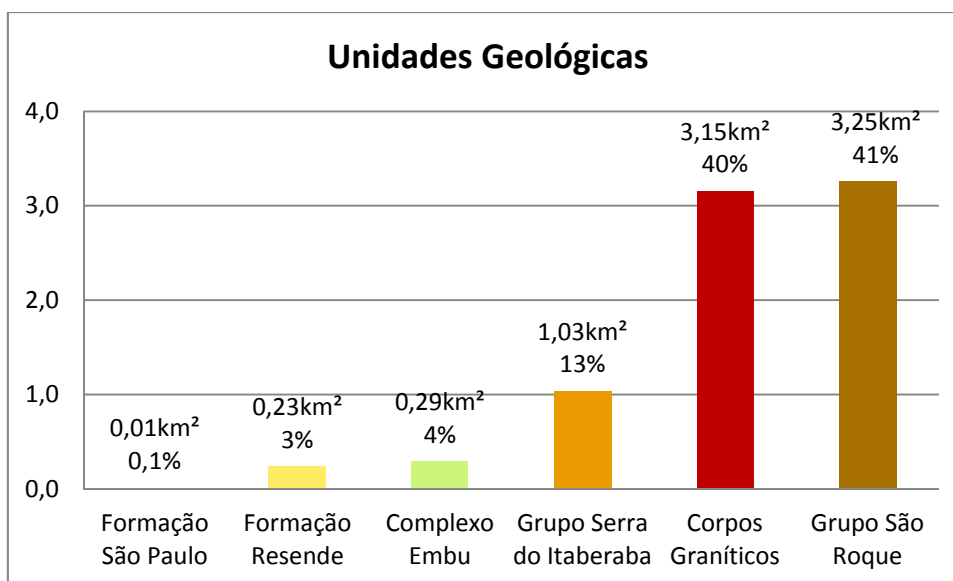
Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000
CPRM, GEOBANK, Dados Vetoriais
INPE, Topodata,



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibainha

Área de Influência Direta (AID)
Geologia

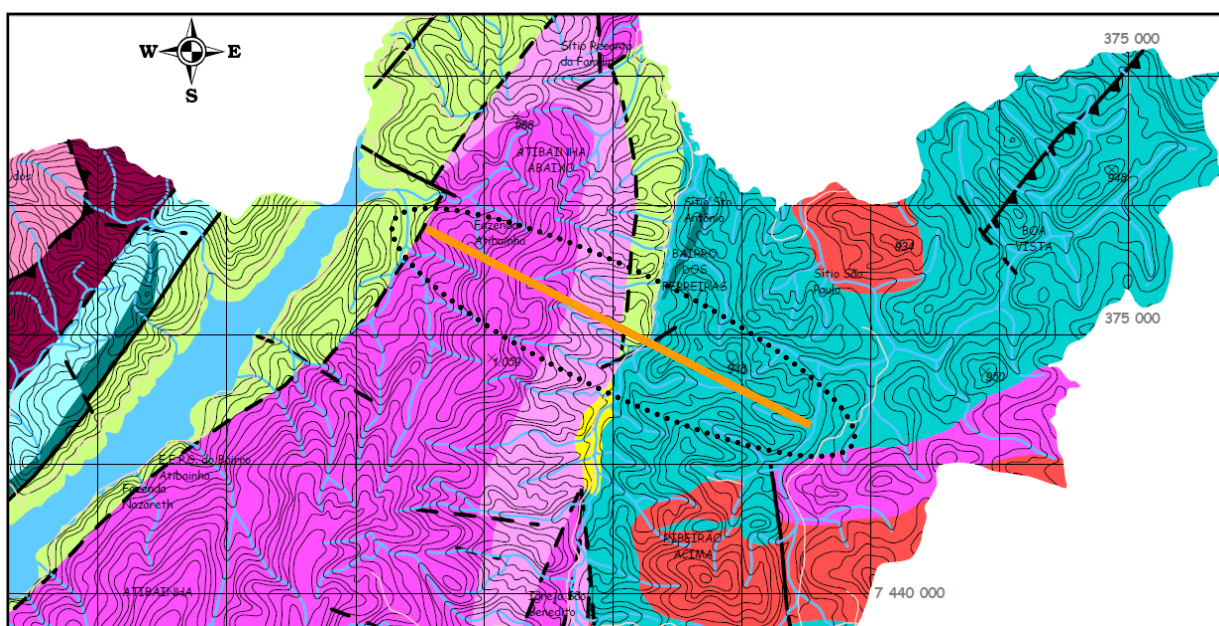
FIGURA 6.3.4-5. DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS NA AID SEGUNDO CPRM (1999)










Na AID e adjacências do empreendimento ocorrem principalmente rochas de idade neo-proterozóicas, em que predominam os gnaisses protomiloníticos, porfiríticos, com intercalações de anfibolitos e quartzitos, assim como os metarenitos arcoseanos, intercalados com mica quartzito, quartzitos arcoseanos e mica quartzito xistos. Subordinadamente estão presentes na área suítes granitoides e faixas de rochas miloníticas associadas às faixas de cisalhamento presentes na região.

O setor da adutora em túnel se desenvolverá principalmente sobre ortognaisses da Serra do Branco, de composição granítica a granodiorítica, acinzentados, porfiroclásticos, bandados e/ou finos. Subordinadamente devem ocorrer silimanita xistos e quartzito silimanita xistos, como se observa no mapa geológico organizado a partir de CPRM (1999) e mostrado na **Figura 6.3.4-6**.

FIGURA 6.3.4-6. GEOLOGIA DO TRECHO EM TÚNEL



LEGENDA			
 Direção do mergulho  Falha inferida  Falha definida			
QUATERNÁRIO		Sedimentos aluvionares, em planície e terraços - cascalhos, areias, siltes e argilas	
TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO		Rochas sedimentares - arenitos grossos, intercalados com siltes e argilas	
PALEOZOICO A NEO-PROTEROZOICO		FAIXAS DE ROCHAS MILONÍTICAS	
		SUÍTES GRANITÓIDES	
		Associadas às faixas de cisalhamento de Jundiuvira, São Bento e Sertãozinho - milonitos Granitos e granodioritos, equigranulares a porfíricos, foliados, quartzo dioritos, tonalitos, quartzo monzonitos, cinza escuro a rosados	
		Filitos rítmicos, com alternância de metassiltitos, quartzitos, micaxistos. Intercalações de quartzito e anfibolitos quartzosos Mica quartzito xistos, com intercalações de metarenitos micáceos e arcoseanos Metarenitos arcoseanos, intercalados com mica quartzito, quartzitos arcoseanos e mica quartzito xistos Anfibolitos quartzosos	
		Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos Metapelitos, turmaliníferos, formação ferrífera; xistos porfiroblásticos com granadas; turmalina frequente; metapelitos grafitosos; rochas metavulcânicas e calcissilicáticas; quartzito mica xistos com granada	
		Mica quartzito xistos, porfíricos (quartzo e granada), com intercalações de quartzitos, calcissilicáticas, granada gnaisses e anfibolitos quartzosos Gnaisses protomiloníticos, porfiroclásticos (microcline), com intercalações de anfibolitos, quartzitos	
		Granada mica quartzito xistos, subordinadamente quartzitos miloníticos. Intercalação subordinada de anfibolitos, gnaisses; localmente migmatizados Gnaisses bandados, gnaisses facoidais, granada gnaisses, localmente migmatizados. Intercalação de quartzo anfibolitos e quartzitos migmatizados	
		FONTES: CAMPOS NETO et al., 1982a; CAMPOS NETO et al., 1982b; JULIANI, 1993	

Fonte: Campos Neto *et al* (1982); Juliani *et al* (1993).

De maneira geral, os solos que recobrem as vertentes ao longo da AID são residuais, guardando estreita relação com as rochas que ocorrem na área. Nesses termos, aplicando-se a metodologia desenvolvida pela CPRM para fins de classificação geoambiental, o manto de intemperismo das diferentes rochas apresenta características conforme correlacionado na **Tabela 6.3.4-2**.

TABELA 6.3.4-2. CARACTERÍSTICAS DO MANTO DE ALTERAÇÃO, POR LITOLOGIA

Unidade	Litologia	Características do Manto de Alteração (solos residuais)
Formação Resende	Conglomerados e arenitos grossos	Predominantemente arenoso
Formação São Paulo	Arenitos, argilitos e conglomerados	Predominantemente arenoso
Grupo Serra do Itaberaba	Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos	Predominantemente argilossiltoso
Grupo Serra do Itaberaba	Metarcóseos finos e micáceos alternados com (granada +/- sillimanita)-biotita xistos e calcissilicáticas; intercalações locais de quartzitos e metassiltitos feldspáticos	Predominantemente argilossiltoso
Grupo São Roque	Metarenitos rítmicos: muscovita +/- biotita quartzitos, por vezes feldspáticos; biotita-muscovita-quartzo xistos	Variável de arenoso a argilossiltoso
Granitos Tipo Serra do Barro Branco	Biotita granito a monzonito, cinza a cinza-rosado, porfiroclástico	Predominantemente argilo-siltico-arenoso
Granito Serra do Barro Branco	Biotita granito a monzonito, cinza a cinza-rosado, porfiroclástico	Predominantemente argilo-siltico-arenoso
Granito Serra da Boa Vista	Biotita granito a granodiorito cinza, equi/inequigranular	Predominantemente argilo-siltico-arenoso
Granitos Tipo Serra Lagoa	(Anfibólio)-biotita granito a monzonito cinza-rosado, porfírico, gnaissificado	Predominantemente argilo-siltico-arenoso
Granito Morro Azul/Igaratá	Biotita granito cinza, porfírico	Predominantemente argilo-siltico-arenoso
Complexo Embu	Milonitos e ultramilonitos	Predominantemente argilo-siltico-arenoso

Trata-se de uma área com alta suscetibilidade à erosão e escorregamento, sendo bastante frequente a ocorrência de depósitos de matações, como os observados nas **Fotos 1 e 2**.



Foto 1 - Afloramento de rocha (rocha sã, ocasionalmente fraturada)



Foto 2 - Biotita gnaiss fino, com fraturas lisas, verticais e inclinadas, com espaçamento de 20 a 40 cm, abertura menor que 1 mm (rocha sã a levemente alterada, medianamente fraturada)

6.3.4.4. Contexto Estrutural Local

O trecho em túnel deve se desenvolver sob o domínio da Zona de Cisalhamento Sertãozinho (ZCS), e posteriormente interceptar o limite do domínio da Zona de Cisalhamento Jundiuvira (ZCJ) próximo ao desemboque no reservatório Atibainha.

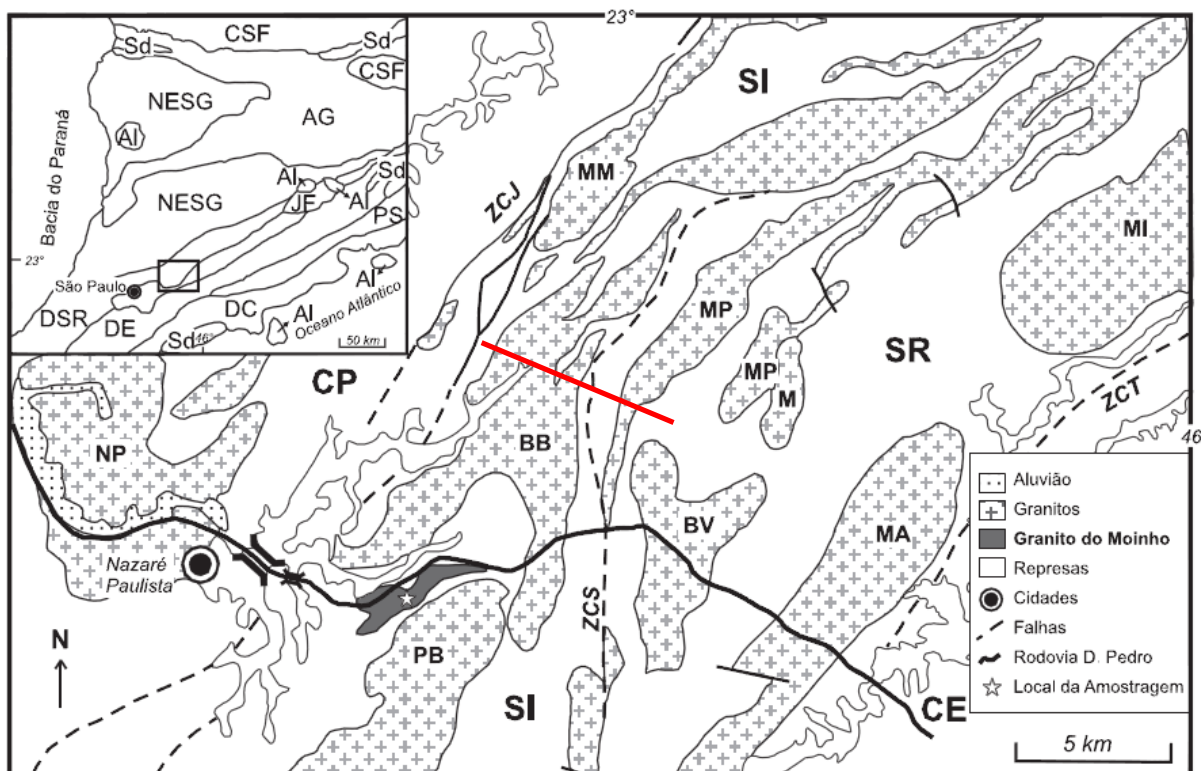
A ZCS tem sido considerada como limítrofe entre as rochas do Grupo São Roque, a noroeste, e terrenos gnáissico-migmatíticos, a sudeste, e alguns autores consideram que esta falha promova a compartimentação do Grupo São Roque nesta região. Na área de interesse, esta zona de cisalhamento está representada por uma larga faixa milonítica orientada NE/SW que promove intercalações entre os metassedimentos dos grupos Serra do Itaberaba e São Roque e os ortognaisses da Serra do Barro Branco, em contatos predominantemente tectônicos. As estruturas da ZCS são truncadas, a noroeste e a norte, pela ZCJ.

Na região da AI o domínio da ZCJ é caracterizado por uma faixa milonítica relativamente estreita, mas bastante significativa e responsável pela estruturação da principal rede de drenagem da região (rio Atibainha), representado por rochas protomiloníticas, miloníticas e ultramiloníticas. Os protomilonitos concentram-se preferencialmente na porção central a sul, enquanto que no setor norte há uma clara predominância dos milonitos. Provavelmente a instalação da ZCJ foi acompanhada de uma significativa redução nas condições de temperatura. Evidências como crescimento de muscovita paralela a superfícies de cisalhamento destrais em granitóides e transformação retrometamórfica de granada em biotita pseudomórfica em xistos do Complexo Piracaia são relativamente comuns.

As superfícies miloníticas desenvolvidas durante a instalação da ZCJ são muito pouco diferenciáveis das geradas pelo Cisalhamento sinistral anterior, com exceção de vestígios localizados, como crescimento de minerais retrometamórficos em superfícies comprovadamente destrais e grãos de quartzo alongados exibindo extinção ondulante e alguma recristalização dinâmica nas bordas. Apesar do caráter destal desta zona de cisalhamento, podem ser encontradas ainda feições indicativas da movimentação sinistral anterior, geradas em condições de temperatura mais altas. Indicadores cinemáticos caracteristicamente rúpteis têm sua ocorrência restrita a este domínio.

A **Figura 6.3.4-7** ilustra o traçado do túnel interceptando o domínio das Zonas de Cisalhamento Jundiuvira e Sertãozinho.

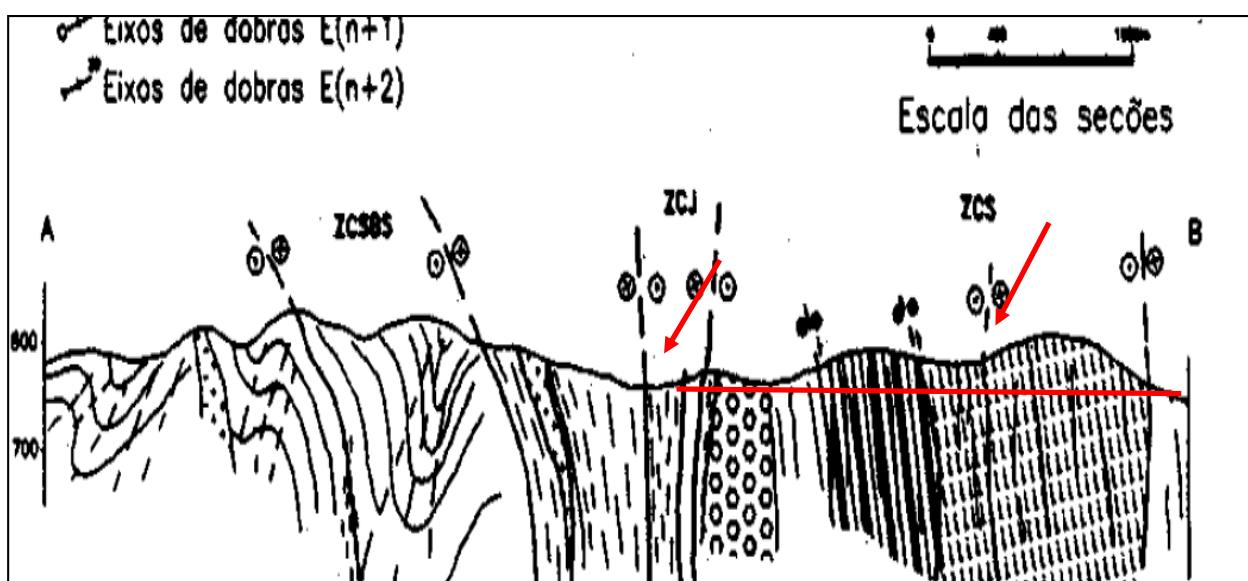
FIGURA 6.3.4-7. TRAÇADO DO TÚNEL INTERCEPTANDO DOMÍNIOS TECTÔNICOS E DE CIZALHAMENTO



Legenda: MP = Maciço Morro do Pão, MA = Maciço Morro Azul, NP = Maciço Nazaré Paulista, M = Maciço Machado, BV = Maciço Boa Vista, MI = Maciço Imbiruçu, BB = Maciço Barro Branco, ZC = Zona de Cisalhamento (S = Sertãozinho, J = Jundiuvira, T = Taxaquara), CP = Complexo Piracaia, SI = Grupo Serra do Itaberaba, SR = Grupo São Roque, CE = Complexo Embu.

A **Figura 6.3.4-8** apresenta um esboço do perfil geológico do corte A-B e as duas zonas de cisalhamento que o túnel irá interceptar: Zona de Cisalhamento Jundiuvira - ZCJ e Zona de Cisalhamento Sertãozinho - ZCS.

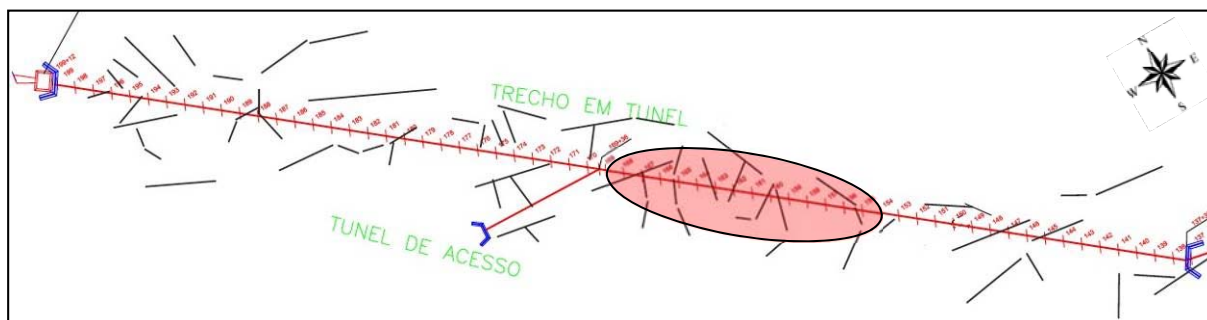
FIGURA 6.3.4-8. PERFIL GEOLÓGICO DO CORTE A-B E AS ZONAS DE CIZALHAMENTO QUE SERÃO INTERCEPTADAS ZCJ E ZCS



Obs: o traço vermelho é um esboço de parte do túnel interceptando as duas zonas de cisalhamento.

Em levantamento das feições morfoestruturais da AID e ADA do traçado em túnel foi elaborado um mapa com os lineamentos existentes nesse trecho, utilizando-se carta topográfica IGC com curvas de nível de equidistância de 10 m, mostrado na **Figura 6.3.4-9**. No mapeamento está destacado o trecho do túnel com a maior incidência de lineamentos. Com esses alinhamentos, pode-se observar a estruturação do relevo, que se reflete no alinhamento das escarpas e dos canais de drenagem, além dos intervalos de altitudes, nesse setor do traçado.

FIGURA 6.3.4-9. MAPA DE LINEAMENTOS DA AID E ADA NO TRECHO EM TÚNEL



Obs: Elipse vermelha indica o trecho com maior incidência de lineamentos sobre o traçado do túnel.

6.3.4.5. Aspectos Geomorfológicos e Morfodinâmicos

Os aspectos geomorfológicos e morfodinâmicos encontrados na AII do Projeto de Interligação Jaguari Atibainha são resultantes das interações entre as estruturas geológicas pretéritas, através do magmatismo pré-cambriano, e as intensas atividades endógenas ocorridas na região, com intenso tectonismo cenozoico, em associação às atividades exógenas, como as condições climáticas, hidrológicas e bióticas, que vem atuando na região há, aproximadamente, 50 Ma.

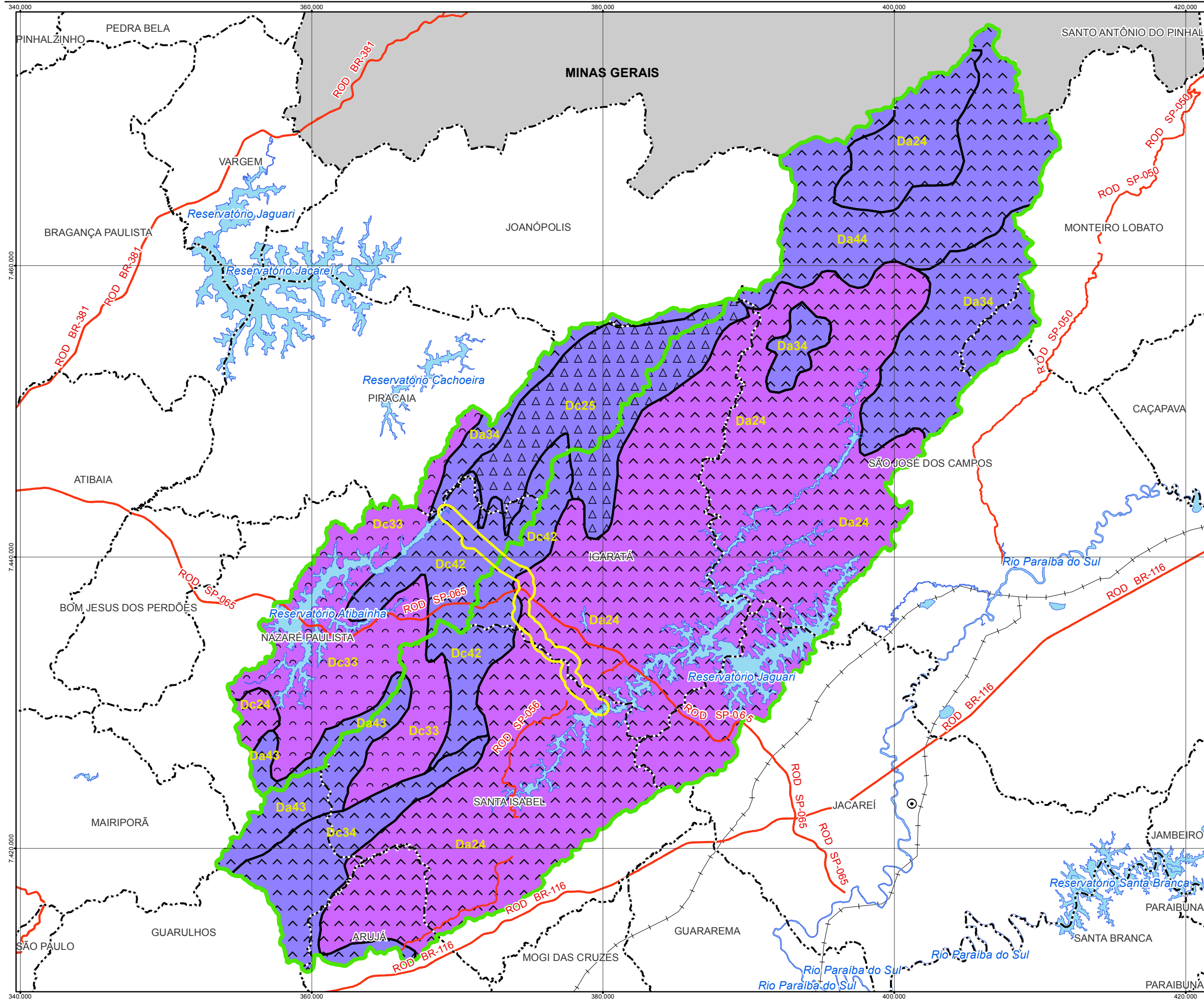
A AII estende-se por um eixo preferencial leste-noroeste na morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico, em terrenos do Planalto Atlântico, de embasamento cristalino e relevo ondulado a montanhoso. A maior parte da adutora (65%) atravessará a unidade morfoestrutural Planalto Paulistano / Alto Tietê, onde se assenta grande parte da bacia do reservatório Jaguari. Os 35% restantes estão localizados em sub-bacias afluentes ao reservatório Atibainha, e correspondem ao Planalto e Serra da Mantiqueira.

Segundo a nomenclatura e metodologia do mapeamento geomorfológico de Ross & Moroz (FFLCH-USP/IPT, 1997) para classificar o relevo paulista, a maior parte da AII e AID do caminhamento da Interligação das bacias Jaguari e Atibainha situa-se nas unidades morfoesculturais Planalto Paulistano e Planalto do Médio Vale do Paraíba.

De forma geral, o modelado na porção referente à bacia do Jaguari apresenta-se mais dissecado e com níveis de fragilidade potencial mais moderada que na porção da bacia do Atibainha, tornando-se mais enérgico nos setores localizados nas encostas do divisor de águas principal Paraíba do Sul – Piracicaba, embora predominem em ambas as superfícies de morros de topos convexos.

Ao transpor em túnel o divisor maior de águas Paraíba do Sul – Piracicaba e trecho na bacia do Jaguari, o traçado atravessa terreno montanhoso e de morros altos da unidade Planalto e Serra da Mantiqueira.

O mapeamento geomorfológico de Ross & Moroz (*op cit*) apresentado na escala 1:250.000 na **Figura 6.3.4-10**, aponta as seguintes principais características para o modelado dominante do relevo nas bacias atravessadas:



Limites Municipais

Bacias (limite da AII)

AID

Planalto Atlântico

1 - Planalto e Serra da Mantiqueira

Altitude predominante Acima de 900 m

Altitude predominante 800 - 900 m

Índice Crescente de Dissecção

Da/Dc

	23, 32, 33
	24, 34, 42, 43, 44
	25

Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S

Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas Topográficas 1:50.000

USP/IPT, Mapa Geomorfológico do E. São Paulo, 1997

INPE, Topodata

Escala: 1:250.000

0 1 2 3 4 Km

EIA/RIMA - Interligação Jaguari-Atibainha

Área de Influência Indireta (AII)

Geomorfologia

Fev / 2015

Folha 1 / 1

EIA - Fig. 6.3.4-10

DC 24 – Morros altos a médios de formas de topos convexos do Planalto Paulistano / Alto Tietê. O grau de entalhamento dos vales é fraco (2), de 20 a 40 m, ou seja, vales pouco entalhados, com declividades dominantes de 20 a 30%. A dimensão interfluvial média é pequena (4), de 250 a 750 m de amplitude, relevo movimentado. O **nível de fragilidade potencial é Alto**, com formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. São áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçoroca. Na AII, esse tipo de modelado é observado principalmente na bacia do rio Jaguari, onde se conformou o reservatório na região de Igaratá e Santa Isabel, mas também na morraria de Nazaré Paulista, bacia do Atibainha.

DC 33 – Colinas e Morros altos de formas de topos convexos. O grau de entalhamento dos vales é médio (3), de 40 a 80 m, com declividades dominantes de 10 a 30%. A dimensão interfluvial média é média (3), de 750 a 1.750 m, relevo de formas mais amplas. O **nível de fragilidade potencial é Médio**, com formas de dissecção média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. São áreas sujeitas a forte atividade erosiva. Na AII, esse tipo de modelado é observado na bacia do rio Atibainha em setores do vale onde se desenvolveu o reservatório.

DC 42 – Escarpas e Morros altos de formas de topos convexos do Planalto e Serra da Mantiqueira. O grau de entalhamento dos vales é forte (4), de 40 a 160 m, ou seja, vales bastante entalhados, com declividades dominantes de 20 a 30%. A dimensão interfluvial média é grande (2), de 1.750 a 3.750 m de amplitude, relevo enérgico fortemente movimentado. O **nível de fragilidade potencial é Alto**, com formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. São áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçoroca. Na AII, esse tipo de modelado é observado em morros altos da bacia do rio Jaguari e localmente no interflúvio Paraíba do Sul – Piracicaba, nos setores mais elevados e de cabeceiras da sub-bacia do Atibainha.

A **Figura 6.3.4-11**, a seguir, apresenta o Modelo de Elevação do Terreno elaborado com base nas cartas topográficas do IBGE (1974), escala 1:50.000. Nesta figura observa-se que as formas de relevo mais dissecadas e suavizadas estão na região onde se desenvolveu o reservatório Jaguari, enquanto as cotas altimétricas mais elevadas e movimentadas se localizam nas proximidades do reservatório Atibainha.

Por meio da cartografia oficial observa-se que as altimetrias dominantes ao longo do traçado referencial da Interligação oscilam entre 700 e 900 metros de altitude. Nos terrenos a leste do divisor, na bacia do Paraíba do Sul, o relevo é mais dissecado e a topografia mais rebaixada, com altimetrias que oscilam desde a cota 620 a 900 m ao longo do traçado nessa bacia, situada em zona de cabeceiras de tributários do rio Jaguari, compatível com a descrição do modelado DC 24. Na AID pode se observar que as elevações chegam aos 1200 metros de altitude.

As **Fotos 1 e 2** a seguir ilustram aspectos característicos do modelado regional na bacia do rio Jaguari, com destaque para o vale do ribeirão Boa Vista, principal tributário do reservatório.



Foto 1 – Relevo regional no entorno do reservatório Jaguari



Foto 2 – Relevo regional na sub-bacia do ribeirão Boa Vista

As **Fotos 3 e 4** ilustram aspectos característicos do modelado regional na bacia do rio Atibainha, com destaque para o vale do Ribeirão Acima, principal tributário desse reservatório.



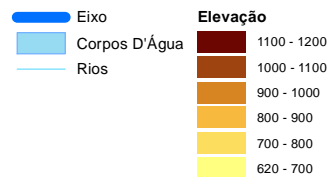
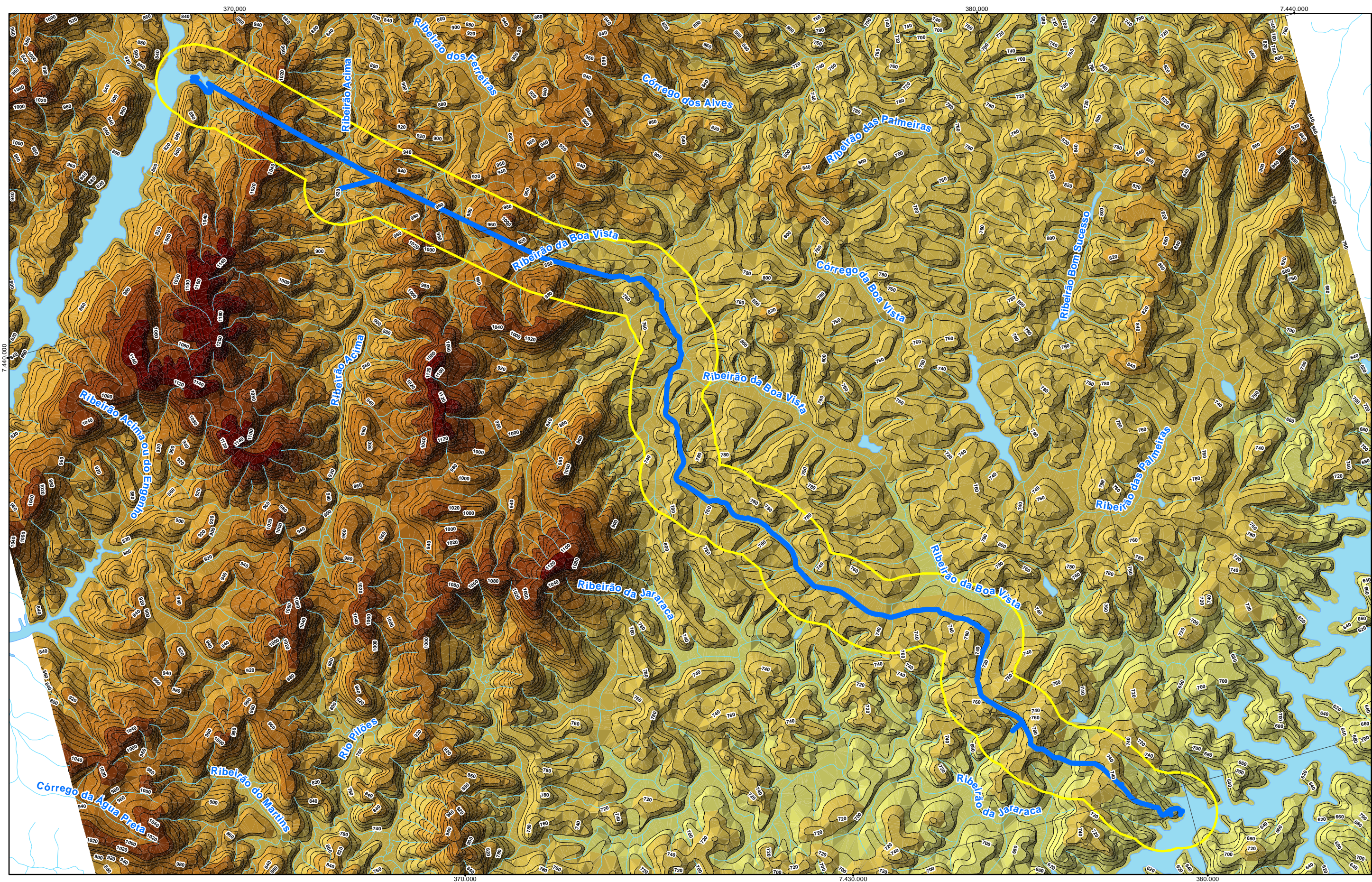
Foto 3 – Relevo regional no entorno do reservatório Atibainha



Foto 4 – Relevo regional na sub-bacia do Ribeirão Acima

Na sub-bacia do Atibainha as altimetrias dominantes variam entre 800 e 1000 m, e no geral são sobrelevadas e bastante mais acidentadas em relação às encontradas na bacia do Jaguari, observadas em zonas de cabeceiras da serra da Mantiqueira, em espigões de subsistemas na região conhecida como Ribeirão Acima, onde pode se observar características do modelado DC 33.

Os pontos cotados mais elevados na região atravessada atingem seu ápice na serra do Ribeirão Acima, subsistema serrano da Serra da Mantiqueira Ocidental, em terrenos que ultrapassam 1100 metros de altitude, em setor de cimeira que constitui o divisor de águas regional. Nesse setor, a Interligação será em túnel, de forma a evitar galgar o grande desnível topográfico, compatível com o descrito para a classe DC 42.



Escala: 1:50.000

0 1 2

Km

Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000

EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibaia

Modelo de Elevação do Terreno

Fev / 2015

Folha 1 / 1

EIA - Fig. 6.3.4-11

Em função da grande energia do relevo, do solo litólico e presença de matações aflorantes nas encostas em grande parte das áreas mais declivosas e movimentadas, ainda é possível se observar na região a presença de fragmentos florestais significativos, resultando em restrita atividade antrópica nesses setores mais acidentados. No entanto, na AII predomina a atividade antrópica generalizada, sendo dominante a cobertura por campo antrópico e pastagem. Observa-se também a forte presença de pequenas propriedades de bom padrão construtivo voltadas à segunda residência, chácaras de lazer, hotéis, pousadas e spas, principalmente em função dos espelhos d'água das represas.

Processos frequentes de dinâmica superficial

De modo geral, pode-se classificar a AII e AID do empreendimento como uma área de alta suscetibilidade natural a processos de dinâmica superficial, em especial nos setores com altas declividades e usos antrópicos com exposição do solo.



Foto 5 – Feições erosivas no vale do ribeirão Boa Vista. Destaque para os terracetes causados pelo pisoteio do gado, escorregamentos e sulcos erosivos associados.



Foto 6 – Erosão desenvolvida em encosta com pastagem e reflorestamento, com deslizamento de material terroso e rochoso e exposição da rocha alterada. Vale do ribeirão Acima, bacia do Atibainha.

Nas áreas antropizadas com recobrimento por pastagens, uso dominante nas bacias em estudo, pode-se observar erosão laminar e pequenos deslizamentos de forma generalizada, causada pelo pisoteio do gado nas encostas íngremes, formando localmente os característicos terracetes, que instabilizam as encostas e podem levar a escorregamentos de solo e rocha.



Foto 7 – Aspecto geral da feição erosiva resultante do pisoteio do gado em encosta íngreme, formando terracetes

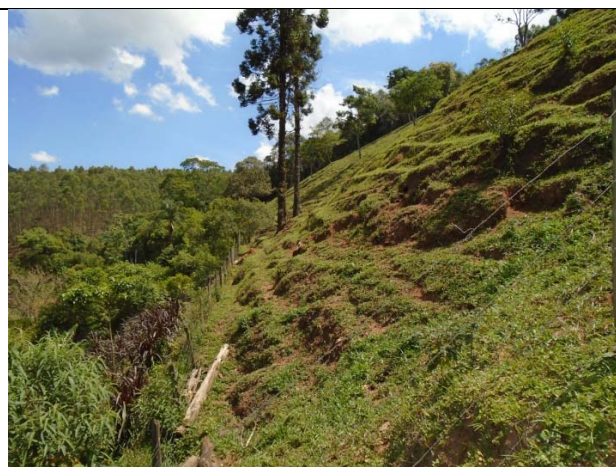


Foto 8 – Detalhe dos terracetes, resultantes do pisoteio do gado em encosta íngreme

Também foram observados deslizamentos em encostas marginais dos reservatórios, que ocorrem pelo rápido deplecionamento do nível d'água, envolvendo lençol freático, o que tem ocorrido em especial no reservatório Jaguari, como os que se observa nas **Fotos 9 e 10**.



Foto 9 – Feições erosivas na encosta às margens do reservatório Jaguari, altura da ponte da rodovia D. Pedro I, onde se observam cicatrizes, sulcos erosivos e escorregamentos, que se agravam pela instabilização causada pela descida abrupta do nível da água da represa (AII).



Foto 10 – Cicatriz de grande deslizamento de material em encosta marginal do reservatório Jaguari, ocasionada pela descida abrupta do nível da água no reservatório (AID).

Os processos erosivos são bastante negativos para os rios, reservatórios e os muitos açudes existentes na AID, pois, com a erosão e a falta de uma boa cobertura protetora, como as florestas nas encostas e as matas ciliares nas margens dos rios, sedimentos são transportados para os leitos fluviais, assoreando e diminuindo sua capacidade de armazenamento, além de poder causar transbordamentos para áreas marginais.

6.3.4.6. Aspectos Pedológicos

Com base no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, elaborado por IAC/Embrapa (1999), apresentado na escala 1:500.000, observa-se que na AII do empreendimento é dominante a ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e, secundariamente, os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA). Nota-se também a ocorrência dos Cambissolos associados aos Argissolos.

A **Figura 6.3.4-12** apresenta o mapeamento pedológico com a distribuição espacial das classes e subclasses de solos ocorrentes na AII e AID, segundo IAC/Embrapa (1999). As características de cada classe de solo estão descritas a seguir, conforme legenda expandida do Mapa Pedológico do IAC (*op cit*).

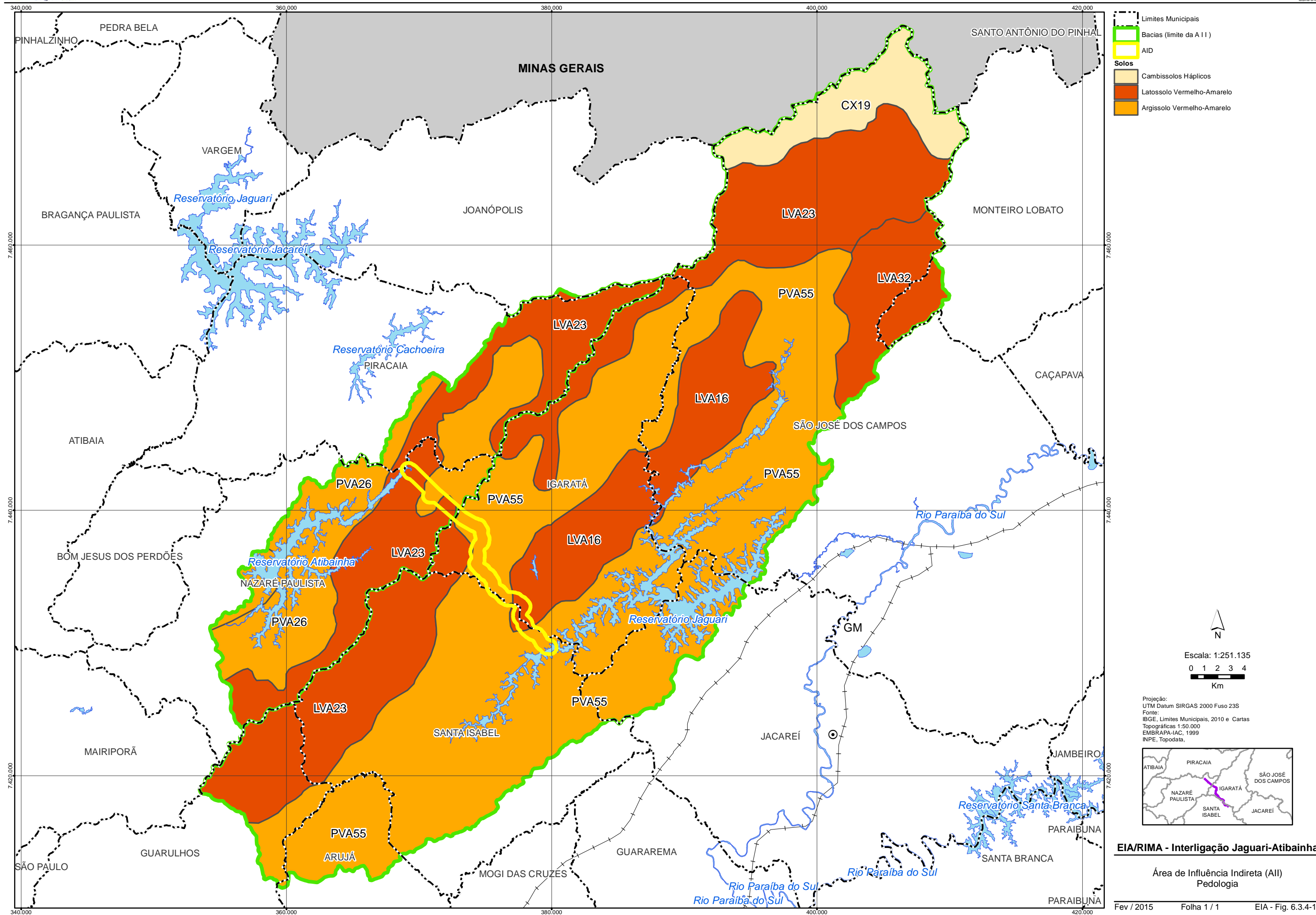
PVA 26 – Distróficos A moderado e proeminente textura média/argilosa e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso.

PVA 41 – Distróficos textura argilosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos textura argilosa e média, relevo forte ondulado e montanhoso ambos A moderado

PVA 44 – Distróficos textura média/argilosa e argilosa fase não rochosa e rochosa + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos textura argilosa e média ambos A moderado e proeminente relevo forte ondulado e montanhoso

PVA 46 – Distróficos textura média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos textura média fase não pedregosa e pedregosa relevo forte ondulado e forte ondulado ambos A moderado

PVA 55 – Distróficos textura argilosa e média/argilosa fase não rochosa e rochosa relevo forte ondulado + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso ambos A moderado



LVA 16 – Distróficos textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos textura média e argilosa relevo montanhoso e forte ondulado ambos A moderado textura argilosa

LVA 23 – Distróficos relevo montanhoso e forte ondulado + CAMBISSOLOS HÁPLICOS relevo montanhoso ambos A moderado textura argilosa

O traçado da Interligação atravessa solos das classes PVA 55, LVA 16, LVA 23 e PVA 41, onde predominam atributos de relevo forte ondulado a montanhoso e solos de textura argilosa. As características dos solos que aí ocorrem estão descritas a seguir.

Argissolos: formam uma classe bastante heterogênea que, em geral, tem em comum um aumento substancial no teor de argila em profundidade. São bem estruturados, apresentam profundidade variável e cores predominantemente avermelhadas ou amareladas, textura variando de arenosa a argilosa nos horizontes superficiais e de média a muito argilosa nos subsuperficiais. Sua fertilidade é variada e a mineralogia, predominantemente caulinitica.

Latossolos: são solos resultantes de enérgicas transformações no material originário ou oriundos de sedimentos pré-intemperizados onde predominam, na fração argila, minerais nos últimos estádios de intemperismo (caulinitas e óxidos de ferro e alumínio), sendo a fração areia dominada por minerais altamente resistentes ao intemperismo. São de textura variável, de média a muito argilosa, geralmente muito profundos, porosos, macios e permeáveis, apresentando pequena diferença no teor de argila em profundidade e, comumente, são de baixa fertilidade natural. Na região da AII predomina o Latossolo Vermelho Amarelo, Álicos (LVd2), de textura argilosa. Encontram-se geralmente em relevo montanhoso, coberto por vegetação de floresta subperenifólia, onde predominam rochas gnáissicas e graníticas do pré-cambriano. Normalmente são solos muito porosos, de consistência friável e muito friável quando úmidos e plásticos e pegajosos quando molhados. São basicamente constituídos por argilas.

Cambissolos: são solos que, devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e condições climáticas em que são formados, possuem características que variam muito de um local para outro. No entanto, uma característica comum é o incipiente estágio de evolução do horizonte subsuperficial, apresentando, em geral, fragmentos de rochas permeando a massa do solo e/ou minerais primários facilmente alteráveis (reserva de nutrientes), além de pequeno ou nulo incremento de argila entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

Como recobrimento predominante dos solos, o que se observa em setores declivosos na AII é a presença de cobertura florestal por matas nativas, com afloramentos de rocha em alguns setores localizados. Nas áreas antrópicas do meio rural, destaca-se a predominância de usos do solo voltados à agropecuária e silvicultura.



As **Fotos 1 a 4**, a seguir ilustram aspectos dos solos ocorrentes na AID do empreendimento.



Foto 1 - Latossolo vermelho-amarelo exposto em corte de estrada vicinal na AID.



Foto 2 - Corte realizado em declive acentuado mostrando cambissolo com horizonte B característico de argissolo.

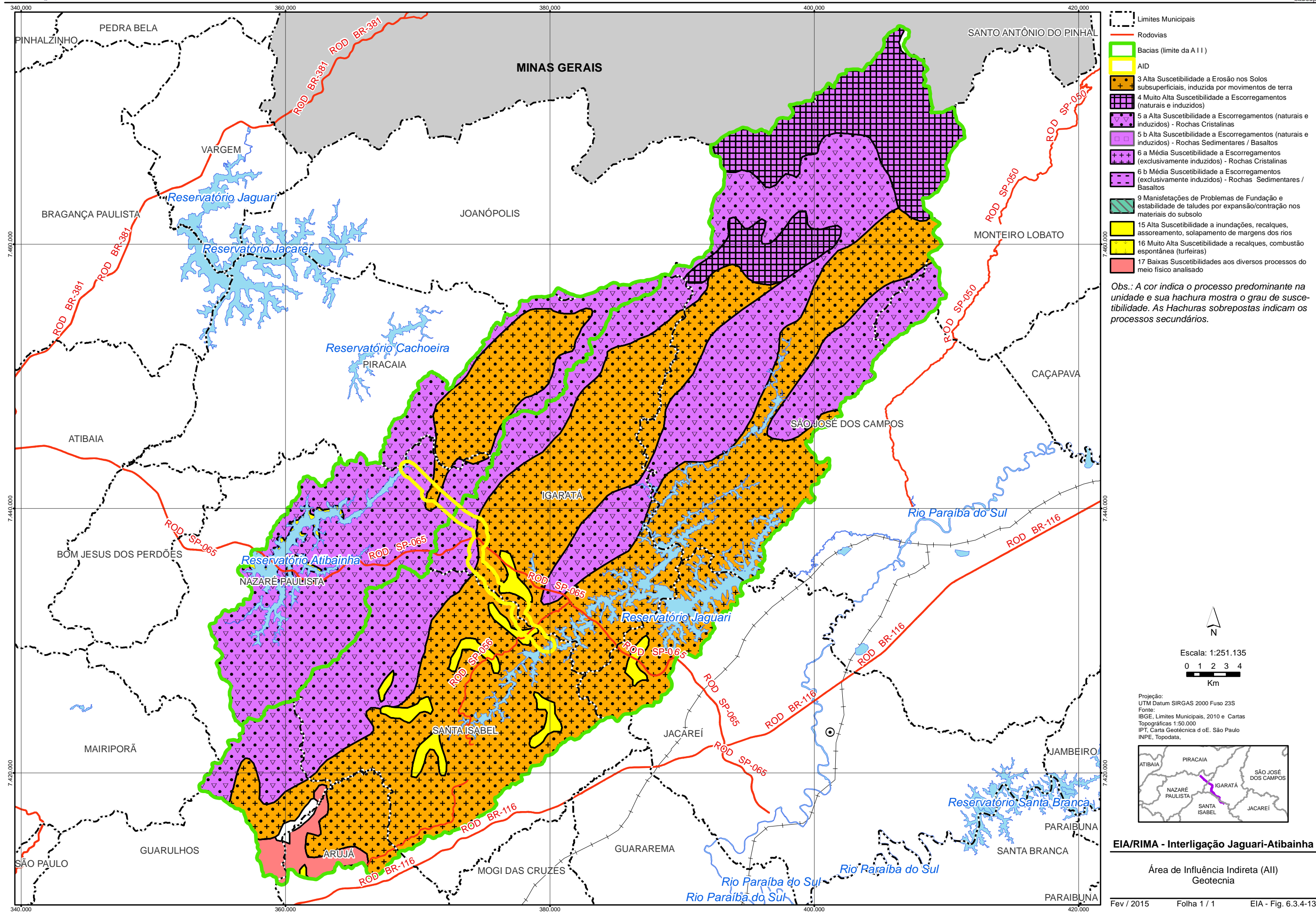
	observando-se a rocha alterada em nível próximo à superfície.
	
Foto 3 - Corte em estrada vicinal mostrando perfil de solo com horizonte B característico de argissolo vermelho-amarelo.	Foto 4 - Gleissolos hidromórficos típicos de fundo de vale na AID, em vale de afluente do ribeirão Boa Vista

6.3.4.7. Aspectos Geotécnicos na AII e AID

Com base na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, elaborado por IPT (1994), apresentada na escala 1:250.000 na **Figura 6.3.4-13**, observa-se que a AII do empreendimento se encontra em região com processos de dinâmica superficial principalmente relacionados à alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos, além de alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais induzida por movimentos de terra.

Na análise da Carta Geotécnica observa-se na AII e AID os seguintes processos de dinâmica superficial, em graus de suscetibilidade alto e médio, conforme IPT (*op cit*).

- Alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos), em terrenos do substrato cristalino. Secundariamente ocorre também nessa unidade a Alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.
- Alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra. Secundariamente ocorre também nessa unidade a Média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos) em terrenos do substrato cristalino.
- Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios.



Os processos relacionados à alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra podem ser observados em ambas as bacias da AII. A diferença está na dominância e intensidade da ocorrência, pois, de forma geral nos terrenos da bacia do rio Jaguari os processos de dinâmica superficial estão associados principalmente a essa suscetibilidade, enquanto que na bacia do rio Atibainha, no geral, além desta suscetibilidade também ser alta, a dominância é de processos relacionados à alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos) nos terrenos do substrato cristalino.

Também deve ser considerado na avaliação dos processos de dinâmica superficial, além da potencialidade natural, a intensidade dos processos frente aos graus de proteção dada aos solos pelos usos atualmente observados e frente às intervenções executadas no meio físico.

O comportamento dos terrenos em cada bacia da AII frente às suas suscetibilidades e potencialidades quanto ao desencadeamento de processos de dinâmica superficial pode ser sintetizado como segue:

Bacia do rio Jaguari

- **Processo dominante: alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.** Ocorre nos terrenos sustentados pelo embasamento cristalino em relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso do Planalto Atlântico na bacia do rio Jaguari. Nesses processos, a erosão mais comum nesta bacia é a que se manifesta por sulcos e ravinas, a partir da retirada do solo superficial, o que propicia a exposição do seu solo de alteração (ou horizonte C do solo). Geralmente a erosão nesses setores se dá nos solos profundos que aí ocorrem, quando largamente expostos à erosão, tanto *in situ*, nos cortes, como também em aterros, e nas terraplanagens associadas à urbanização e assentamento viário. Considerando que o relevo dominante na bacia do Jaguari é enérgico, as terraplanagens são expressivas, sendo altamente recomendável o disciplinamento das águas pluviais evitando a concentração do escoamento, além da reposição da cobertura protetora do solo. O fator atenuante é que a maioria desses terrenos de maior movimentação e energia se dá no meio rural, onde a ocupação é mais permanente e não tão dinâmica, tendendo a ser mais estabilizada pela manutenção do uso (mesmo que não seja o de maior proteção ao solo) desde que aplicadas medidas preventivas e corretivas.
- **Processo secundário: média suscetibilidade a escorregamentos, exclusivamente induzidos.** Ocorre nos terrenos da bacia sustentados pelo embasamento cristalino em relevo de morros e morrotes da bacia do Jaguari nos terrenos do Cristalino. Nesses terrenos, “os processos de movimentos de massa ocorrem quase que exclusivamente a partir de alterações antrópicas nas encostas. Os movimentos deflagrados são, principalmente, escorregamentos planares de solo, associados a taludes de corte e de aterros, constituídos de material de natureza diversa (solos, entulhos de construção civil, lixo e outros resíduos urbanos)”. Nesta classificação está a maior parte das áreas de expansão urbana das cidades do Vale do Paraíba, e na AII pode ser observada principalmente nos morros dos arredores das cidades de Guarulhos, Arujá, Santa Isabel, Igaratá, Jacareí e São José dos Campos.
- **Processo localizado e pontual: alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios.** Ocorre nos terrenos praticamente planos situados junto aos cursos d’água e pertencentes a planícies aluviais interiores. Os problemas mais sérios e recorrentes são as inundações fluviais que periodicamente atingem os terrenos situados em cotas mais baixas (várzeas). É bastante comum a ocorrência de inundações nas cidades do Vale do Paraíba, nos setores atravessados pelo rio Paraíba do Sul, porém pouco ocorrente na bacia do Jaguari, mais restrita aos setores de planícies fluviais do próprio Jaguari e dos seus principais afluentes, como o ribeirão da Fazenda Velha. Nas encostas marginais da represa Jaguari são observados diversos escorregamentos, a maioria rotacionais, resultantes da oscilação e/ou descida abrupta do nível d’água (depleção do reservatório), como o que se observa próximo ao local da futura captação mostrado na foto a seguir.



Cicatriz de grande deslizamento e erosões em encosta marginal do reservatório Jaguari, resultantes da descida abrupta do nível da água do reservatório.

Bacia do Atibainha

- **Processo dominante: alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos, em terrenos do substrato cristalino.** São terrenos de estabilidade precária, nos quais os movimentos de massa fazem parte da dinâmica natural de evolução do relevo, ocorrendo independente da intervenção humana. Ocorrem, porém, de forma restrita nas áreas com relevo de serras e montanhas, com alta amplitude e declividade das encostas, suportadas pelas rochas do embasamento cristalino, principalmente granitoides, que dominam na bacia do Atibainha. Os escorregamentos planares envolvendo solo e rocha, em especial os induzidos pela ocupação, são os tipos de movimento de massa mais comuns e mais importantes nessa bacia, pois causam prejuízos e riscos, com evidentes dificuldades para usos mais intensivos. Outros movimentos de massa que devem ser considerados, mas de menor probabilidade nos setores da AI, são as quedas de blocos e lascas de rocha (a partir de paredões e afloramentos rochosos), o rolamento de matacões situados geralmente em encostas de alta declividade, a instabilização de depósitos de talus e as corridas de massa (em bacias mais suscetíveis), onde os fatores mais importantes a considerar são: (i) a alta declividade (principal indicador dos movimentos de massa), (ii) a amplitude das vertentes e a maior disponibilidade de materiais; e (iii) a movimentação de terra (terraplanagens), o mais importante fator desencadeador de instabilizações das encostas, representado pela execução de taludes de corte, corpos de aterro, construção de vias e urbanização sem critério, ou mal dimensionadas e desprotegidas. Na bacia do Atibainha esses processos possuem maior potencial de ocorrência nos terrenos dos morros e serras altas em Nazaré Paulista.
- **Processo secundário: alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.** Ocorre nos terrenos sustentados pelo embasamento cristalino em relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso do Planalto Atlântico na bacia do rio Atibainha, como em terrenos do médio e alto curso dessa bacia no município de Piracaia. Nesses processos, a erosão mais comum nesta bacia é a que se manifesta por sulcos e ravinas, a partir da retirada do solo superficial, o que propicia a exposição do seu solo de

alteração (ou horizonte C do solo). Geralmente a erosão nesses setores se dá nos solos profundos que aí ocorrem, quando largamente expostos à erosão, tanto *in situ*, nos cortes, como também em aterros, e nas terraplanagens associadas ao assentamento viário, que pode ser considerado escasso nesta bacia. Considerando que o relevo dominante na bacia do Atibainha é enérgico, as terraplanagens são expressivas, sendo altamente recomendável o disciplinamento das águas pluviais evitando a concentração do escoamento, além da reposição da cobertura protetora do solo. O fator atenuante na All é que a maioria desses terrenos de maior movimentação e energia se dá no meio rural, onde a ocupação é mais permanente e não tão dinâmica, tendendo a ser mais estabilizada pela manutenção do uso (mesmo que não seja o de maior proteção ao solo) desde que aplicadas medidas preventivas e corretivas.

Processo localizado e pontual: alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios. Ocorre nos terrenos praticamente planos situados junto aos cursos d'água e pertencentes a planícies aluviais interiores. Os problemas mais sérios são as inundações fluviais que periodicamente atingem os terrenos situados em cotas mais baixas (várzeas). Na bacia do Atibainha, pelo fato de a maioria dos vales fluviais serem bem encaixados, quase não ocorrem largas planícies fluviais, portanto esse processo é de ocorrência pontual e pouco frequente. Nas encostas marginais do reservatório Atibainha também são observados alguns escorregamentos resultantes da instabilização causada pela descida rápida do nível d'água, processos erosivos que se estendem além da zona de depleção do reservatório e expõem o fundo da represa.

6.3.4.8. Aspectos Geotécnicos na ADA

A ADA da adutora e demais instalações se assentará sobre substrato formado principalmente por rochas metamórficas e ígneas pré-cambrianas, recobertas por solos de alteração de rocha e rocha alterada e, de modo localizado, recobertos por unidades sedimentares cenozoicas, que abarcam aluviões recentes, terraços fluviais, mantos coluvionares e remanescentes de depósitos neogênicos e paleogênicos.

O **Anexo 5** apresenta o resultado das sondagens realizadas nas áreas de intervenção do empreendimento. As principais características geotécnicas encontradas na ADA estão descritas a seguir.

Embasamento Pré-Cambriano e Solos de Alteração de Rocha

Na área da captação no reservatório Jaguari, as sondagens SPTs (SP-01T e SP-02T) realizadas evidenciam o perfil típico do pré-cambriano. As camadas superficiais de solos são constituídas por argilas e siltes arenosos micáceos, com fragmentos de rochas, de cores amarronzadas e avermelhadas próprias do processo de laterização desses solos, sendo as camadas inferiores mais esbranquiçadas em função da estrutura da rocha mais presente, havendo ainda uma intensa presença de caulim. Abaixo dessas camadas de solos de alteração e rocha, há a rocha propriamente dita, própria do embasamento pré-cambriano, na qual as sondagens SPTs foram paralisadas.

A característica típica de solos provenientes do pré-cambriano é aumento da resistência à medida que a profundidade vai aumentando, evidenciado pelo aumento gradativo dos índices SPTs com a profundidade, que variam de 4 a 5 nas camadas mais superficiais e chegam até a 40 (golpes/30cm), um pouco antes da paralisação na rocha, na profundidade da ordem de 15m.

Coberturas Cenozoicas

As coberturas cenozoicas são representadas por depósitos sedimentares terciários e quaternários, distribuídos, quase sempre, nas proximidades das calhas de drenagem atuais, afora corpos coluviais e de tálus, esparramados pelas vertentes e ainda mal sistematizados.

Os sedimentos terciários são descontínuos e ocupam diferentes altitudes. Apresentam espessuras métricas, podendo alcançar até 20 m em Bom Jesus dos Perdões e Igaratá. Os restos fossilíferos encontrados nesses sedimentos são representados por restos de folhas,

esporos e gravetos, frequentemente carbonizados, assim como estruturas de escavação de animais perfuradores. As fácies predominantes nos depósitos terciários são: (i) diamictitos, com matriz argilosa, predominantemente caulínica, grãos e fragmentos irregulares de quartzo e rochas metamórficas, maciços ou levemente acamados, formando bancos decimétricos a métricos; (ii) lamitos com laminação plano-paralela, chegando a constituir autênticos folhelhos, cores que variam do bege ao avermelhado, espessuras decimétricas a métricas; (iii) areias mal selecionadas, finas a muito grossas, com estratificações cruzadas, cores esbranquiçadas, avermelhadas ou beges, podendo gradar para cascalhos ou lamitos; e (iv) cascalheiras de espessuras decimétricas, seixos predominantemente quartzosos, mal arredondados, com acamamento grosseiro. As observações de campo indicam que as fácies (i) e (iii) são predominantes. Os corpos sedimentares podem constituir formas acanaladas, cavadas no embasamento pré-cambriano, ou entrecortadas, no âmbito da própria sequência.

Os depósitos quaternários são constituídos por aluviões, depósitos coluviais e depósitos de tálus, distribuídos ao longo das drenagens, em planícies aluviais e terraços. São sedimentos inconsolidados compostos por cascalhos, areias, siltes e argilas e, mais raramente, por depósitos orgânicos (turfeiras). Os demais tipos de depósitos quaternários estão associados às vertentes, onde formam corpos coluviais ou de tálus. Os colúvios são argilo-arenosos ou areno-argilosos, amarronzados, maciços, com espessuras variáveis, sobrepostos, normalmente, a uma cascalheira basal de espessura decimétrica. Há descrições na região de cascalheira basal composta, em grande parte, por fragmentos de quartzo anguloso, de dimensões variadas, não-estratificados, bem como fragmentos de rochas do embasamento, evidenciando pequeno ou nenhum transporte. Também há descrição de cascalheiras constituídas por fragmentos angulosos de canga limonítica. Já os depósitos de tálus associam-se a vertentes mais íngremes e incluem matacões, blocos e seixos de rochas variadas, imersos em matriz argilo-arenosa ou areno-argilosa. Dessa forma, os depósitos de tálus, em geral, apresentam-se como corpos espessos. Em visitas ao campo, observaram-se alguns locais típicos de depósitos de materiais aluvionares sobre os solos do pré-cambriano. Um desses locais pode ser evidenciado junto ao local que será executado o emboque secundário do túnel de acesso. A sondagem mista (SM-05) realizada nesse trecho evidenciou a formação observada, com a presença de camadas superficiais aluvionares da ordem de 8 m, compostas por argilas siltosas muito moles, de cor cinza escura. Abaixo destes depósitos do quaternário, observam-se camadas de solos de alteração de rocha típicos do pré-cambriano, composto por siltes arenosos e argilosos, com SPTs aumentando com a profundidade, até se atingir as rochas do embasamento cristalino.

6.3.4.9. Análise da Fragilidade Ambiental dos Terrenos da AID

A. Considerações iniciais

A análise ambiental integrada tem como objetivo sintetizar a qualidade ambiental encontrada na AID e na ADA da Interligação Jaguari Atibainha, ressaltando as vulnerabilidades e os aspectos de fragilidade ambiental encontrados nessas áreas.

Dessa análise resulta a Carta de Fragilidade Ambiental, que constitui uma ferramenta fundamental para o planejamento das ações e atividades a serem desenvolvidas nas áreas de interesse da obra, além de fornecer subsídios para compreensão dos aspectos socioambientais envolvidos, impactos ambientais previstos e respectivos níveis de criticidade na relação do empreendimento com suas áreas de inserção. Essa Carta apresenta:

- A espacialização das principais características inter-relacionadas do meio físico, a partir dos diversos compartimentos de rocha-solo-relevo e respectivos comportamentos morfodinâmicos;
- A espacialização das principais características e dos graus de proteção ou degradação promovida pelas diferentes tipologias de uso e ocupação do solo;
- A sinergia entre a suscetibilidade natural do meio físico e a proteção proporcionada pelos usos e ocupação atual dos terrenos da AID.

B. Aspectos metodológicos

Para a elaboração da Carta de Fragilidade Ambiental foram utilizadas informações cartográficas do IBGE, utilizando-se carta topográfica 1:50.000, com curvas de nível de 20/20 metros, que possibilitaram elaborar as Cartas de Declividade e de Orientação de Vertente, bem como das cartas temáticas do meio físico: geologia, geotecnia, geomorfologia e pedologia, efetuando-se ajustes cartográficos necessários, em função da diferença nas escalas dos mapeamentos.

- *Carta de Declividade*

A Carta de Declividade foi composta digitalmente, classificando-se a inclinação das vertentes de acordo com as curvas de nível, em cinco intervalos definidos pelos graus de inclinação. A classificação das declividades quanto à fragilidade dos terrenos está representada na **Tabela 6.3.4-3**:

TABELA 6.3.4-3. CLASSIFICAÇÃO DE DECLIVIDADE EM ORDEM CRESCENTE DE SUSCETIBILIDADE NATURAL A PROCESSOS DEGRADACIONAIS

Intervalos (°)	Descrição	Classificação quanto à fragilidade
< 3	Terrenos aplanados, declividades muito baixas	D1
3 a 15	Terrenos colinosos, baixa a média declividade	D2
15 a 25	Terrenos ondulados, declividade moderada a alta	D3
25 a 45	Terrenos forte ondulados, declividade alta	D4
Acima de 45	Terrenos forte ondulados a montanhosos, declividade muito alta	D5

- *Carta de Orientação de Vertente*

A Carta de Orientação de Vertente, apresentada na **Figura 6.3.4-14**, também foi composta digitalmente, classificando-se as vertentes presentes na AID de acordo com sua orientação: norte, sul, leste, oeste, e, de forma separada, os setores planos existentes na faixa de 500 metros da AID e seu entorno.

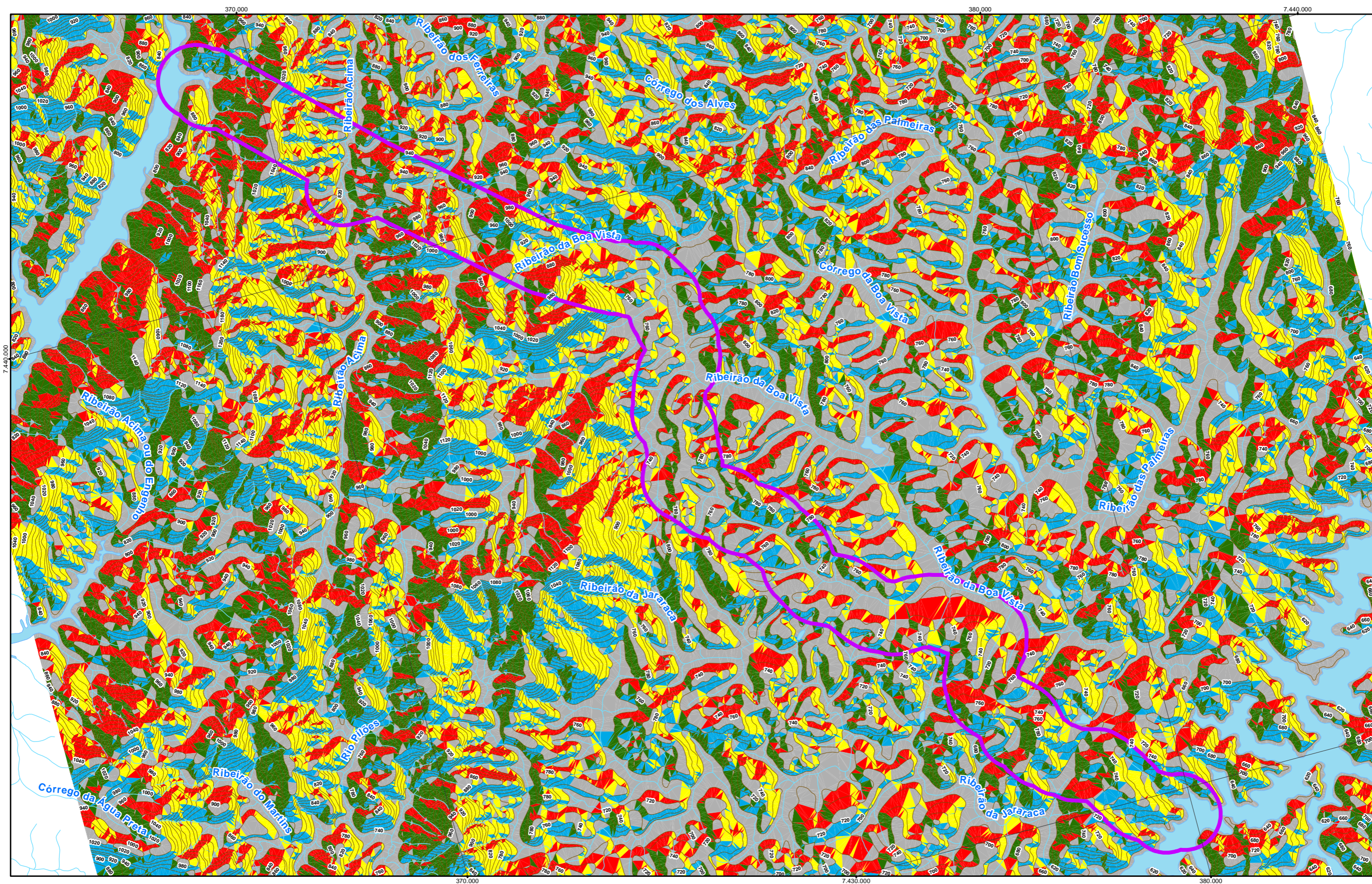
- *Suscetibilidade do meio físico*

Os mapeamentos temáticos do meio físico foram analisados com o objetivo de classificar a suscetibilidade potencial (natural) de cada unidade homogênea identificada na AID, frente aos processos de dinâmica superficial. De acordo com os graus de fragilidade encontrados, foram elaborados agrupamentos por comportamento similar frente às fragilidades e processos naturais.

As combinações de base desses mapeamentos partiram das informações espacializadas das unidades do meio físico, representado pelo conjunto litoestrutura-solo-relevo, onde a presença de características específicas lhes confere, no conjunto, um comportamento morfodinâmico específico.

Para tanto, foram utilizadas as informações das cartas temáticas do meio físico, devidamente ajustadas cartograficamente à escala de trabalho, como a Carta Geotécnica (IPT, 1994), Mapa Geológico (CPRM, 2010), Mapa Geomorfológico (USP/IPT, 1997) e Mapa Pedológico (IAC/Embrapa, 1999), utilizando-se cartas topográficas e imagens aéreas recentes (2013/2014). Com os levantamentos de campo e análises efetuadas pela equipe de especialistas do meio físico sobre as imagens aéreas, compatíveis com a escala 1:10.000, foi possível ajustar as escalas de trabalho aos objetivos de análise dos terrenos da AID quanto aos graus de suscetibilidade potencial.

Dessa forma, foram obtidos os seguintes resultados para os agrupamentos por similaridade de comportamento, conforme indicados nas **Tabelas 6.3.4-4 e 6.3.4-5**, em ordem crescente de suscetibilidade natural aos processos degradacionais atuantes:



- | | | | |
|--|---------------|--|-------|
| | AID | | Plano |
| | Corpos D'Água | | Norte |
| | Cursos D'Água | | Leste |
| | | | Sul |
| | | | Oeste |

Orientação

Escala: 1:50.000

0 1 2

Km

Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000

EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibainha

Orientação de Vertente

Fev / 2015

Folha 1 / 1

EIA - Fig. 6.3.4-14

TABELA 6.3.4-4. AGRUPAMENTOS LITOLÓGICOS EM ORDEM CRESCENTE DE SUSCETIBILIDADE NATURAL A PROCESSOS DEGRADACIONAIS

Unidade litológica	Características do Manto de Alteração (solos residuais)	Classificação quanto à fragilidade natural
Formação Resende: Conglomerados e arenitos grossos	Predominantemente arenoso	A
Formação São Paulo: Arenitos, argilitos e conglomerados	Predominantemente arenoso	
Granitos Tipo Serra do Barro Branco: Biotita granito a monzonito, cinza a cinza-rosado, porfiroclástico	Predominantemente argilo-siltico-arenoso	B
Granito Serra da Boa Vista: Biotita granito a granodiorito cinza, equi/inequigranular	Predominantemente argilo-siltico-arenoso	C
Grupo Serra do Itaberaba: Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos; Metarcóseos finos e micáceos alternados com (granada +/- sillimanita)-biotita xistos e calcissilicáticas; intercalações locais de quartzitos e metassiltitos feldspáticos	Predominantemente argilossiltoso	D
Grupo São Roque: Metarenitos rítmicos: muscovita +/- biotita quartzitos, por vezes; biotita-muscovita-quartzo xistos feldspáticos	Variável de arenoso a argilossiltoso	E

TABELA 6.3.4-5. AGRUPAMENTOS PEDOLÓGICOS EM ORDEM CRESCENTE DE SUSCETIBILIDADE NATURAL A PROCESSOS DEGRADACIONAIS

Classe de solo	Subclasse	Descrição Conjunto Solo-Relevo	Classificação quanto à fragilidade natural
Gleissolos	Hidromórficos cinzentos	Solos úmidos de planícies fluviais, não mapeados na escala utilizada	(A)
Latossolos Vermelho-Amarelos	LVA 16 + Cambissolo	Textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + textura média e argilosa relevo montanhoso e forte ondulado ambos	(B)
	LVA 23 + Cambissolo	Relevo montanhoso e forte ondulado + textura argilosa relevo montanhoso	(B)
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA 46 + Cambissolo	Textura média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado + textura média fase não pedregosa e pedregosa relevo forte ondulado e forte ondulado	(B)
	PVA 26	Textura média/argilosa e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso	(C)
	PVA 41 + Cambissolo	Textura argilosa, relevo forte ondulado + textura argilosa e média, relevo forte ondulado e montanhoso	(C)
	PVA 44 + Cambissolo	Textura média/argilosa e argilosa fase não rochosa e rochosa + textura argilosa e média relevo forte ondulado e montanhoso	(C)
	PVA 55 + LVA	Textura argilosa e média/argilosa fase não rochosa e rochosa relevo forte ondulado + textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso.	(C)

O cruzamento e análise dos atributos relacionados às variáveis Declividade, Orientação de Vertente, Hipsometria / Modelo Digital do Terreno, Agrupamentos Litológicos e Pedológicos resultou em um conjunto de atributos que possibilitaram a classificação da fragilidade potencial do meio físico existente nos terrenos da AID, identificados em unidades homogêneas representadas por um conjunto alfanumérico. A classificação das unidades resultantes do cruzamento e análise dos atributos segundo sua suscetibilidade natural a processos dinâmicos está representada na **Tabela 6.3.4-6**.

TABELA 6.3.4-6. CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE SUSCETIBILIDADE NATURAL NA AID

Variável	Unidade 1 - Suscetibilidade Natural Baixa	Unidade 2 - Suscetibilidade Natural Média	Unidade 3 - Suscetibilidade Natural Alta	Unidade 4 - Suscetibilidade Natural Muito Alta
Classes de Declividade	D1 e D2	D2, D3 e D4	D3, D4 e D5	D3, D4 e D5
Rocha	A	A e B	B e C	C e D
Classe de solo	(A)	(B)	(B) e (C)	(C)
Identificação na AID	Setor II	Setor IV	Setores I e III	Setor V

Pela análise dos fatores relevo, solo e rocha, agrupados por similaridade de comportamento, conforme a classificação mostrada na Tabela 6.3.4-6, dos atributos que lhes confere maior ou menor suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial, foi possível identificar ao longo da AID a ocorrência de cinco setores com características homogêneas entre si, em que a declividade constitui o fator diferencial, conforme o tipo de rocha e de solo.

A **Figura 6.3.4-15 – Suscetibilidade do Meio Físico** apresenta a distribuição espacial dos cinco compartimentos do meio físico identificados ao longo do caminhamento da adutora, descritos a seguir:

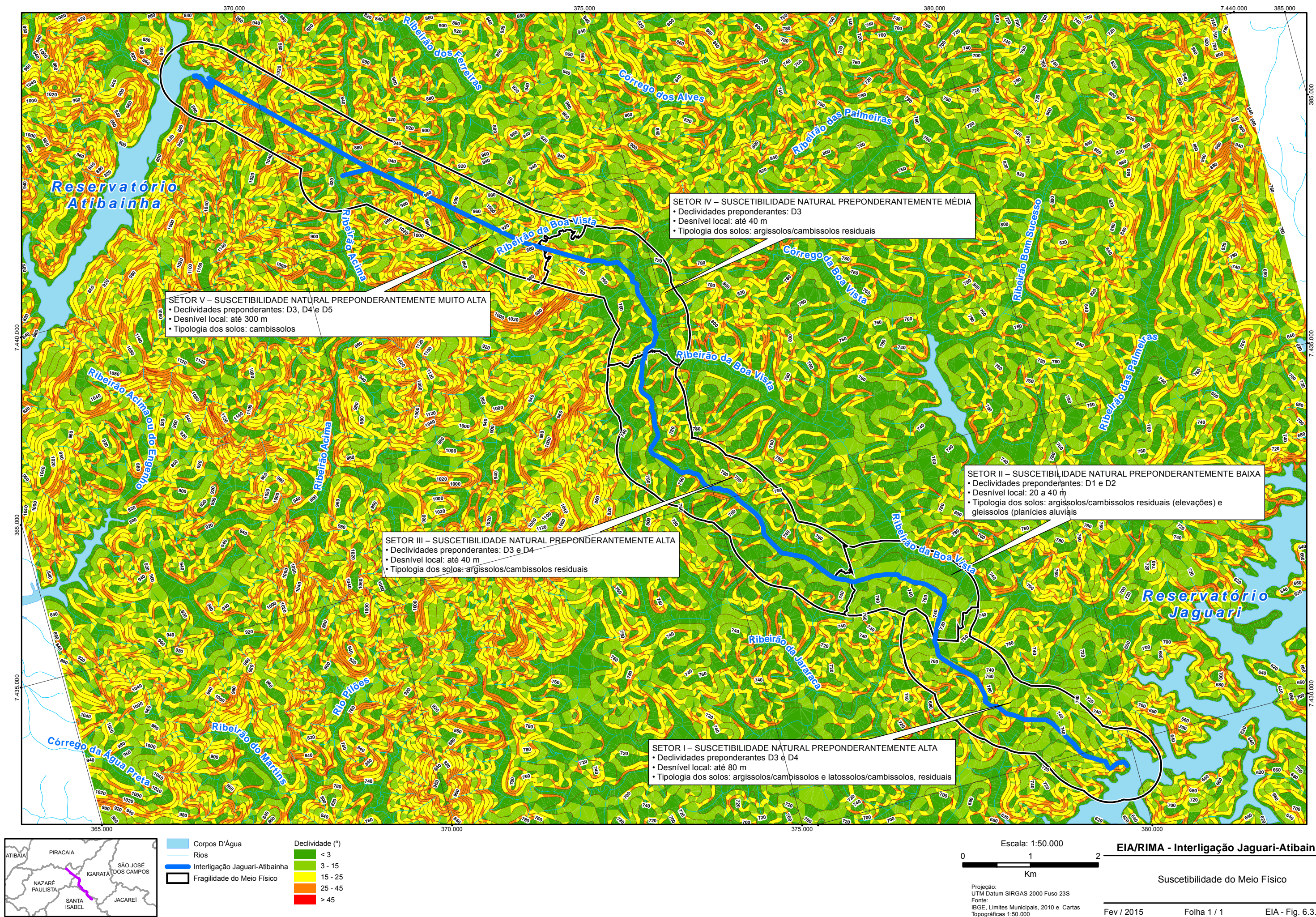
Setor I – Suscetibilidade Natural Preponderantemente Alta – da captação na margem do Reservatório Jaguari até o Km 3,7. Este setor apresenta declividades acentuadas nas vertentes (D3 e D4) em todas as elevações do terreno, cujo desnível entre os fundos de vale e os topos pode chegar a 80 m. A diversidade litológica, que inclui granitos foliados e granitoides (Terreno Embú, Complexo Embú, Orógeno Paranapiacaba) e metamorfitos (Grupo São Roque - Formação Boturuna), afetada por falhas/fraturas da Zona de Cisalhamento de Monteiro Lobato/Jaguari, e a presença de argissolos vermelho-amarelo de textura média naturalmente, predispõem a área a processos degradacionais, na ausência de vegetação nativa de porte arbóreo. São observadas inúmeras ocorrências de feições erosivas causadas pela ausência de proteção superficial do solo em pastagens (terracetes), cortes em estradas ou vias de acesso e terraplenagem (corte/aterro) em propriedades rurais (**Fotos 1 e 2**).



Foto 1 – Aspecto típico das vertentes do Setor I, com alta declividade (D3 a D4) e feições erosivas em cortes realizados no terreno. AID próxima do entorno do reservatório Jaguari.



Foto 2 – Terracetes de pisoteio em vertentes com alta declividade (D3 a D4) e talude de corte em estrada vicinal com erosão. AID próxima ao reservatório do Jaguari.



Setor II – Suscetibilidade Natural Preponderantemente Baixa – do Km 3,7 até Km 6,1. Neste setor predominam declividades baixas (D1) em decorrência da proximidade da calha do ribeirão da Boa Vista e de um tributário da margem direita, com planícies aluviais em suas margens. Nas elevações existentes, as vertentes apresentam maior extensão e declividades predominantemente moderadas (D2), sendo que as maiores declividades (D3 e D4) são verificadas em áreas restritas, correspondentes às cabeceiras dos afluentes do Ribeirão da Jararaca. Esse setor encontra-se inteiramente dentro do domínio correspondente a metamorfitos do Grupo São Roque – Formação Boturuna, que apresentam menor resistência aos processos erosivos, o que se manifesta nas declividades baixas em rampas mais extensas, com solos predominantemente do tipo argissolo, enquanto nas planícies aluviais predominam os gleissolos. Ainda assim, em razão da presença de horizontes de solo pouco profundos, observam-se feições erosivas em locais onde foram executados cortes no terreno que atingem a rocha alterada, o horizonte C (**Fotos 3 e 4**).



Foto 3 – Planície aluvial de um tributário do Ribeirão Boa Vista, feição dominante no Setor II da AID.



Foto 4 – Vertente com declividade D2, observando-se a erosão em talude de corte em estrada de acesso em uma propriedade rural.

Setor III – Suscetibilidade Natural Preponderantemente Alta – do Km 6,1 até Km 11,5. Neste setor, a AID se aproxima das elevações da Serra da Boa Vista. Esse setor se caracteriza pela declividade mais acentuada (D3 e D4) nas vertentes situadas nas elevações, observando-se rampas mais curtas e, conseqüentemente, mais íngremes. As áreas com declividades mais baixas (D1 e D2) ocorrem nos fundos de vale, que se caracterizam por planícies aluviais estreitas e extensas. O desnível entre os topos e os fundos de vale em geral é de 40 a 60 m. Os terrenos desse setor correspondem em sua maior parte a metamorfitos do Grupo São Roque – Formação Boturuna, sendo que os granitoides Serra do Barro Branco (Orógeno Socorro-Guaxupé) ocorrem no limite Oeste da AID, de forma intermitente, sendo esta litologia aflorante na Serra da Boa Vista. Os argissolos e latossolos que revestem as vertentes apresentam relativa estabilidade a processos erosivos, quando a vegetação natural de porte arbóreo está presente, e mesmo em áreas de reflorestamento. No entanto, em áreas de pastagem sem manejo adequado do solo, a formação de terracetes de pisoteio desencadeia erosão do solo superficial (**Fotos 5 e 6**).



Foto 5 – Vista da Serra da Boa Vista (ao fundo) a partir da AID, com morros de alta declividade (D3 a D4) em segundo plano.



Foto 6 – Alta declividade (D4) em uma vertente próxima da ADA. Destaque para os terracetes de pisoteio e erosão no horizonte superficial do solo.

Setor IV – Suscetibilidade Natural Preponderantemente Média – do Km 11,5 até Km 13,5 (emboque do túnel). Esse setor se caracteriza pela predominância de declividades baixas (D1 e D2) desde a travessia da rodovia Dom Pedro I até o bairro Boa Vista, as quais correspondem à extensa planície nas margens do ribeirão Boa Vista e seus tributários. O desnível entre o topo das elevações e as planícies fluviais não ultrapassa 40 m, sendo que nessas elevações a declividade das vertentes atinge valores elevados (D4) em segmentos isolados, especialmente na proximidade do emboque do túnel. Os terrenos nesse setor correspondem majoritariamente aos metamorfitos do Grupo São Roque – Formação Boturuna, porém nas proximidades do emboque ocorrem os granitoides Serra da Boa Vista (Orógeno Paranapiacaba), que sustentam as elevações acima de 780 m desse ponto em diante. Enquanto nas planícies mais largas o tipo de solo dominante é o gleissolo, nas elevações observa-se predominantemente latossolos ou argissolos, com rápida transição para cambissolos nas proximidades do emboque do túnel (**Fotos 7 e 8**).



Foto 7 – Aspecto de lago com sedimentos em suspensão na planície aluvial de tributário do ribeirão Boa Vista, em conjunto de açudes para piscicultura.



Foto 8 – Vale assimétrico na AID, sendo que o morro no lado direito da foto apresenta declividade alta (D3 a D4), enquanto no lado esquerdo a declividade é menos acentuada (D2). Ao fundo o local escolhido para o túnel.

Setor V – Suscetibilidade Natural Preponderantemente Muito Alta – do Km 13,5 até Km 19,7 (trecho em túnel, incluindo a janela de acesso). Esse setor atravessa a porção da AID onde ocorrem as maiores elevações (acima de 1.000 m) e os vales com maior desnível (acima

de 300 m), com destaque para o vale do Ribeirão Acima, na bacia do reservatório Atibainha. Nesse setor predominam declividades D3 e D4, sendo que em pontos isolados é superior a 45° (D5). As maiores elevações correspondem aos terrenos sustentados pelos granitoides Serra da Boa Vista (Orógeno Paranapiacaba) – no emboque do túnel – e pelos granitos Serra do Barro Branco (Orógeno Socorro-Guaxupé) – no desemboque do túnel, próximo ao reservatório Atibainha, circundados por metamorfitos do Grupo Serra do Itaberaba, menos resistentes à erosão, que afloram nas bordas dos vales do Ribeirão Acima e de seus tributários. As estreitas planícies fluviais acompanham o leito do ribeirão Acima e do ribeirão dos Ferreiras, ambos tributários do Atibainha. Nesse setor, em razão da predominância de cambissolos com fase pedregosa e da alta declividade, a ocorrência natural de escorregamentos e movimentos de massa é mais significativa, sendo altamente condicionada à proteção conferida pela vegetação nativa de porte arbóreo. Nas áreas onde a vegetação natural foi suprimida para a formação de pastagens são observadas feições erosivas características, indicando a alta fragilidade ambiental desse setor (**Fotos 9 e 10**).



Foto 9 – Aspecto geral do vale do ribeirão Acima (bacia do Atibainha) com declividade acentuada em ambas as vertentes.



Foto 10 – Cicatrizes de escorregamento na base de um morro na vertente da margem direita do vale do ribeirão Acima. Destaque para os terracetes de pisoteio.

- *Graus de Proteção aos Terrenos segundo as Tipologias de Uso do Solo*

Pela análise das categorias e tipologias mapeáveis de uso e ocupação do solo foi possível identificar na AID a ocorrência de cinco setores com características homogêneas quanto aos graus de proteção dada aos terrenos da AID.

A **Tabela 6.3.4-7** apresenta a ocorrência espacial das tipologias de uso do solo, por categoria de proteção, na AID e ao longo do traçado da Interligação. As categorias e tipologias estão apresentadas na Tabela a seguir:

TABELA 6.3.4-7. CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE PROTEÇÃO DO SOLO NA AID E ADA

Categoria	Grau 1 Sem Proteção	Grau 2 Proteção Baixa	Grau 3 Proteção Média	Grau 4 Proteção Alta (Natural)	Grau 5 Proteção Alta (Antrópica)
Vegetação Nativa	-	Floresta Ombrófila Densa Est. Pioneiro	Floresta Ombrófila Densa Est. Inicial e Vegetação de Várzea e Brejo	Floresta Ombrófila Densa Est. Avançado e Médio	-
Vegetação Antrópica	-	Agrupamento / Cerca Viva Campo Antrópico	-	-	Vegetação Antropizada Reflorestamento
Uso Antrópico Agrícola	Solo exposto Pastagem	Cultivo	Chácaras	-	

Categoria	Grau 1 Sem Proteção	Grau 2 Proteção Baixa	Grau 3 Proteção Média	Grau 4 Proteção Alta (Natural)	Grau 5 Proteção Alta (Antrópica)
Uso Antrópico Não Agrícola	Solo exposto	-	Área Urbanizada (em expansão)	-	Edificações Equipamentos (escola, igreja, clube)
Corpo d'água	Terrenos expostos pelo deplecionamento dos reservatórios e exposição de leitos fluviais	-	-	-	-

C. Classificação da Fragilidade Ambiental na AID e ADA

A fragilidade ambiental, existente e potencial, verificada nos terrenos da AID (500 metros para cada lado do eixo da Interligação), está representada pelo mapeamento resultante do cruzamento das variáveis dos meios físico, biótico e socioeconômico, considerando os cinco compartimentos do meio físico, agrupados segundo sua similaridade de comportamento frente à suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial (Tabela 6.3.4-6) e sua sinergia com os cinco graus de proteção proporcionada pelas diferentes tipologias de uso e ocupação do solo (Tabela 6.3.4-7) atualmente observadas na AID.

A **Carta de Fragilidade Ambiental da AID** está apresentada na **Figura A6**, Folhas 1 a 8, sobre foto aérea, escala 1:7.500 (**Volume III**), onde se observa a distribuição espacial dos quatro graus de fragilidade ambiental (baixa, média, alta e muito alta) existente nos terrenos que compõem a AID, conforme **Tabela 6.3.4-8**.

Nessa mesma Figura A6 também se pode observar as feições erosivas mapeáveis (na escala 1:7.500) presentes na faixa da AID, conforme identificação em campo. Foram identificados processos erosivos do tipo laminar, linear e sub-superficial, escorregamentos antigos e emergentes, ravinas e terracetes de pisoteio de gado.

TABELA 6.3.4-8. CLASSIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA AID E ADA

Variáveis Comportamentais		Fragilidade Ambiental Resultante
Grau de Proteção dada pelo Uso e Cobertura do Solo	Suscetibilidade Natural aos Processos de Meio Físico	
1 – Sem proteção	Setor I (Alta)	Muito Alta
	Setor II (Baixa)	Alta
	Setor III (Alta)	Muito Alta
	Setor IV (Média)	Muito Alta
	Setor V (Muito Alta)	Muito Alta
2 – Proteção Baixa	Setor I (Alta)	Muito Alta
	Setor II (Baixa)	Média
	Setor III (Alta)	Muito Alta
	Setor IV (Média)	Alta
	Setor V (Muito Alta)	Muito Alta
3 – Proteção Média	Setor I (Alta)	Alta
	Setor II (Baixa)	Baixa
	Setor III (Alta)	Alta
	Setor IV (Média)	Média
	Setor V (Muito Alta)	Alta
4 – Proteção Alta (fator Natural)	Setor I (Alta)	Média
	Setor II (Baixa)	Baixa
	Setor III (Alta)	Média
	Setor IV (Média)	Baixa
	Setor V (Muito Alta)	Alta

Variáveis Comportamentais		Fragilidade Ambiental Resultante
Grau de Proteção dada pelo Uso e Cobertura do Solo	Suscetibilidade Natural aos Processos de Meio Físico	
5 – Proteção Alta (fator Antrópico)	Setor I (Alta)	Média
	Setor II (Baixa)	Baixa
	Setor III (Alta)	Média
	Setor IV (Média)	Baixa
	Setor V (Muito Alta)	Alta

A predominância ao longo da AID e ADA é de terrenos com graus de fragilidade ambiental alta, representando 31,3% da faixa da AID, em cerca de 383 ha. Secundariamente, ocorrem os processos de fragilidade muito alta, comparecendo com 30,6%, em área de 374 ha, seguidos dos terrenos com fragilidade média. A **Tabela 6.3.4-9** apresenta a proporção da ocorrência de cada uma das categorias de fragilidade ambiental e suas respectivas áreas na AID.

TABELA 6.3.4-9. PARTICIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL NA AID E ADA

Graus de Fragilidade Ambiental	Área (ha)	Área (%)
Muito Alta	374,05	30,6%
Alta	382,87	31,3%
Média	333,16	27,2%
Baixa	133,00	10,9%
Total	1.223,09	100,0

As características dos compartimentos com os diferentes graus de fragilidade estão descritas a seguir, e deverão ser observadas durante o período construtivo do empreendimento, de forma a evitar incremento aos processos naturais de degradação do meio físico. As características e comportamentos de cada setor do meio físico, estão apresentadas no subitem B, anterior.

Fragilidade Ambiental Baixa - Os terrenos classificados com fragilidade ambiental Baixa representam 10,9% da AID e podem ser considerados os menos problemáticos em relação ao desencadeamento ou aceleração de processos do meio físico, sendo encontrados nos Setores II e IV. Guardam estreita relação com a ocorrência de declividades baixas a moderadas, e a presença de tipologias de uso do solo lhes conferem média e alta proteção.

Fragilidade Ambiental Média - Os terrenos com grau de fragilidade ambiental Média representam 27,2% da AID e são encontrados nos Setores I, II, III e IV, caracterizados pela suscetibilidade aos processos do meio físico com graus baixo, médio ou alto, e com cobertura do solo de proteção média. Nas áreas assim classificadas, os graus de fragilidade ambiental nos terrenos de suscetibilidade potencial média e alta são relativizados pela presença da cobertura protetora do solo.

Fragilidade Ambiental Alta - Os terrenos classificados com fragilidade ambiental Alta correspondem a 31,3% da faixa de 500 m de cada lado da Interligação (AID). É a classe de fragilidade predominante em termos de área de ocorrência, e podem ser considerados problemáticos em relação ao desencadeamento ou aceleração de processos do meio físico sempre que removida a atual cobertura protetora do solo. São encontrados em todos os setores de suscetibilidade aos processos do meio físico, e no geral guardam estreita relação com a presença de tipologias de uso do solo que lhes conferem média e alta proteção (à exceção do solo exposto, que mesmo em terrenos de suscetibilidade baixa possuem alta fragilidade).

Fragilidade Ambiental Muito Alta - Os terrenos com grau de fragilidade ambiental Muito Alta correspondem a 30,6% da AID e são encontrados nos Setores I, III, IV e V, caracterizados pela alta ou muito alta suscetibilidade aos processos do meio físico. Em todos os casos em que ocorrem, mesmo sob a melhor proteção dada pela cobertura do solo (graus de proteção média e alta) não é capaz de reduzir a fragilidade potencial desses terrenos, dada a muito alta suscetibilidade natural dos terrenos frente à dinâmica superficial das áreas mais montanhosas e de altas declividades em que ocorrem. Nas áreas assim classificadas, a fragilidade ambiental

requer presença permanente da cobertura protetora do solo, em especial a vegetação florestal (estágios médio ou avançado) e a cobertura antrópica estabilizadora.

6.3.5. Recursos Hídricos Superficiais

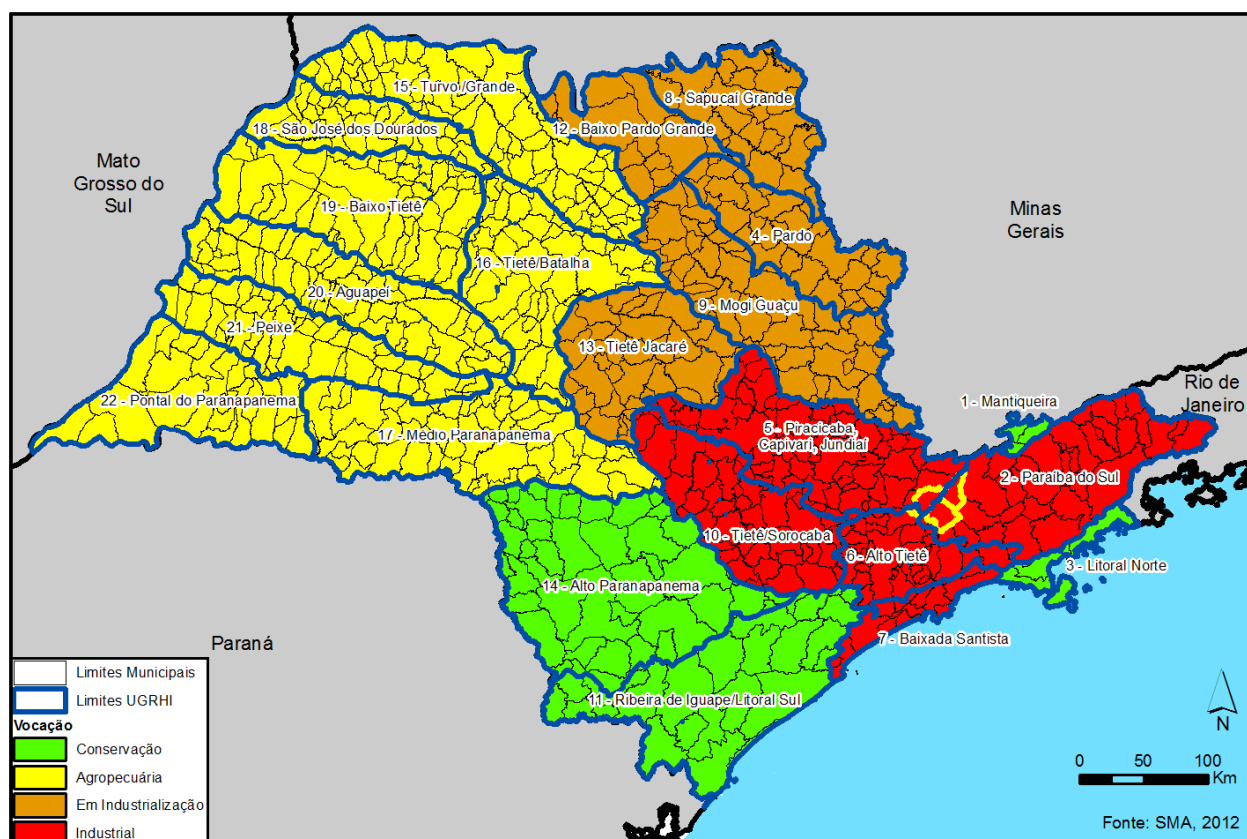
Para avaliação dos recursos hídricos superficiais envolvidos com o empreendimento de Interligação entre os reservatórios Jaguari e Atibainha, a AII é representada pela:

- Bacia do rio Jaguari, situada no trecho paulista da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no contexto da UGRHI 02, gerenciada pelo CBH-PS Rio Paraíba do Sul (PS); e
- Bacia do rio Atibainha, situada na porção superior da bacia do rio Atibaia, formador do rio Piracicaba, que compõe a UGRHI 05, gerenciada pelo CBH-PCJ Rios Piracicaba-Capivari-Jundiá (PCJ).

As bacias que compõem a AII se situam nas UGRHIs 2 e 5, cuja vocação, generalizada, é industrial, conforme SMA (2012). A UGRHI 6 – Alto Tietê, que será beneficiada com parte das vazões transpostas, também apresenta a mesma vocação industrial. Trata-se de bacias hidrográficas do sudeste brasileiro, leste paulista, atreladas à macrometrópole paulista, que apresentam altos índices populacionais e intensa atividade econômica ligada à indústria e também à agropecuária. Todas as bacias envolvidas apresentam, no verão 2014-2015, situação crítica quanto à disponibilidade de água para os diversos setores.

A **Figura 6.3.5-1** destaca, com delimitação em traço amarelo, os municípios atravessados no contexto das UGRHIs 2, 5 e 6 (vermelho sólido).

FIGURA 6.3.5-1. VOCAÇÃO DAS UGRHIs 2, 5 E 6



Fonte: SMA, 2012 (org)

O estudo da AII considera o território das bacias dos reservatórios Jaguari (bacia Paraíba do Sul) e Atibainha (bacia PCJ), se estendendo desde os setores de cabeceira de seus formadores até as barragens dos reservatórios estudados, como se observa na **Figura 6.1.4 – Área de Influência dos Meios Físico e Biótico**, apresentada no item 6.1.1, situando as duas bacias diretamente afetadas em seu arcabouço regional e em relação à bacia hidrográfica principal.

Além do recorte físico-territorial adotado no EIA, circunscrito às bacias atravessadas (necessário e suficiente para traçar um diagnóstico, identificar e analisar impactos diretos e indiretos nas bacias diretamente associadas ao empreendimento), é importante destacar que ambas são abordadas também pelos serviços ambientais prestados e previstos, no que se refere a interligações hidráulicas estudadas em planos de uso integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos, fundamental para a gestão dos recursos regionais e macrometropolitanos que extrapolam as unidades de gerenciamento em que se encontram, como é o caso do empreendimento em análise, conforme discutido no item 2 – Justificativa do Empreendimento.

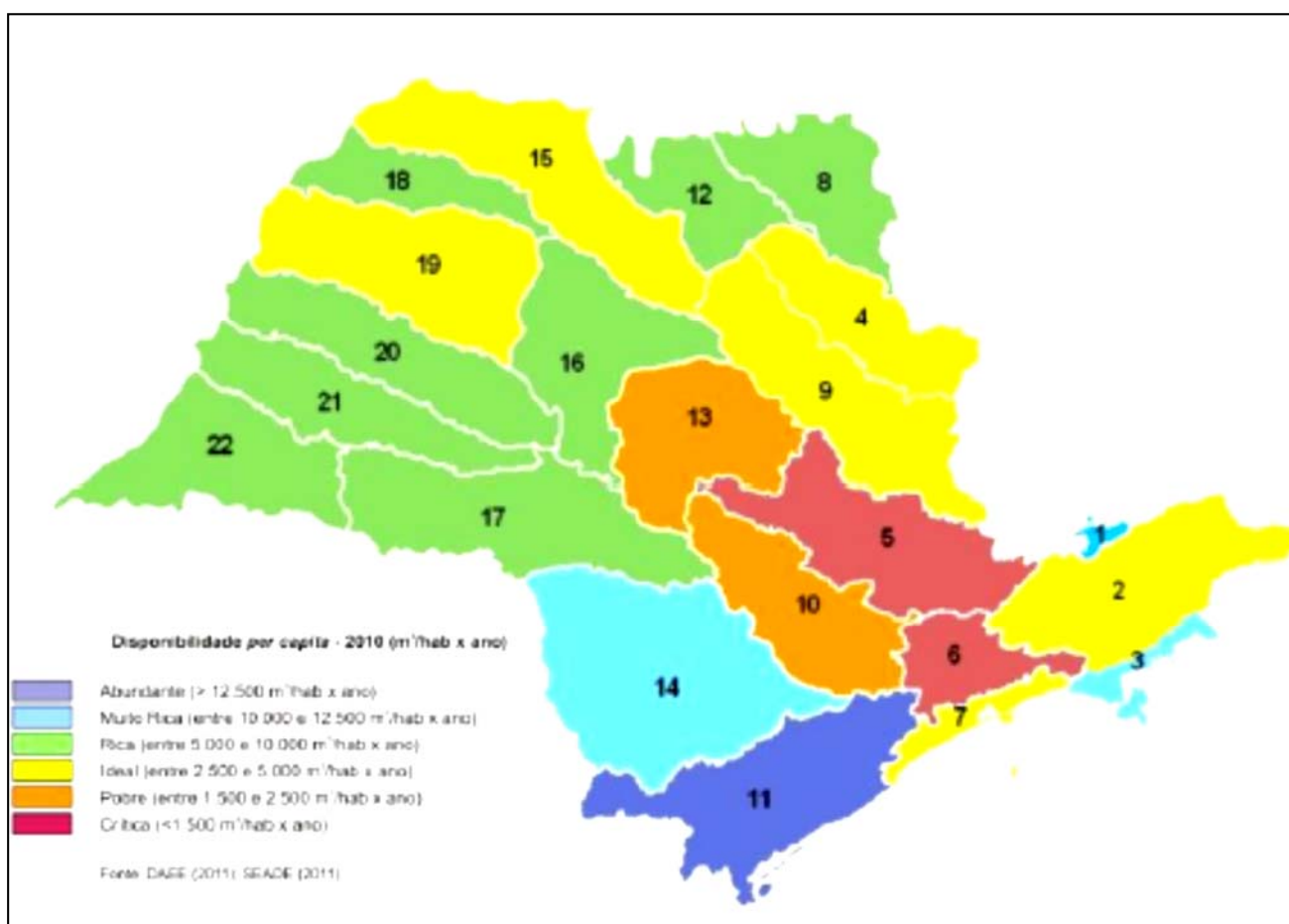
Isso é especialmente válido em se considerando que as UGRHI 05-PCJ e 02-PS têm sua disponibilidade superficial seriamente afetada devido à transposição de águas de suas bacias hidrográficas para regiões adjacentes.

Na UGRHI 05-PCJ, parte da água de suas cabeceiras (31 m³/s) é destinada à UGRHI 06-AT, para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo.

Na UGRHI 02-PS o uso da água na porção paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul está condicionado pela transposição de até 160 m³/s para a bacia do Guandu, no RJ, significando que a disponibilidade per capita desta UGRHI é de cerca de 880 m³/hab.ano, colocando-a em situação Crítica, conforme PERH 2012 – 2015 (SSRH/CRHi, 2013).

Não obstante esse comprometimento, a UGRHI 2 – Paraíba do Sul foi considerada (*op cit*) com disponibilidade superficial per capita Ideal em 2010, apresentando valores entre 2.500 e 5.000 m³/hab.ano, enquanto as UGRHIs 5 (PCJ) e 6 (Alto Tietê) apresentam valores abaixo de 1.500 m³/hab.ano, consideradas, ambas, Críticas, conforme ilustra a **Figura 6.3.5-2**.

FIGURA 6.3.5-2. DISPONIBILIDADE PER CAPITA DE ÁGUA SUPERFICIAL NAS UGRHIS 2, 5 E 6 – Q MÉDIO EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL. ANO 2010



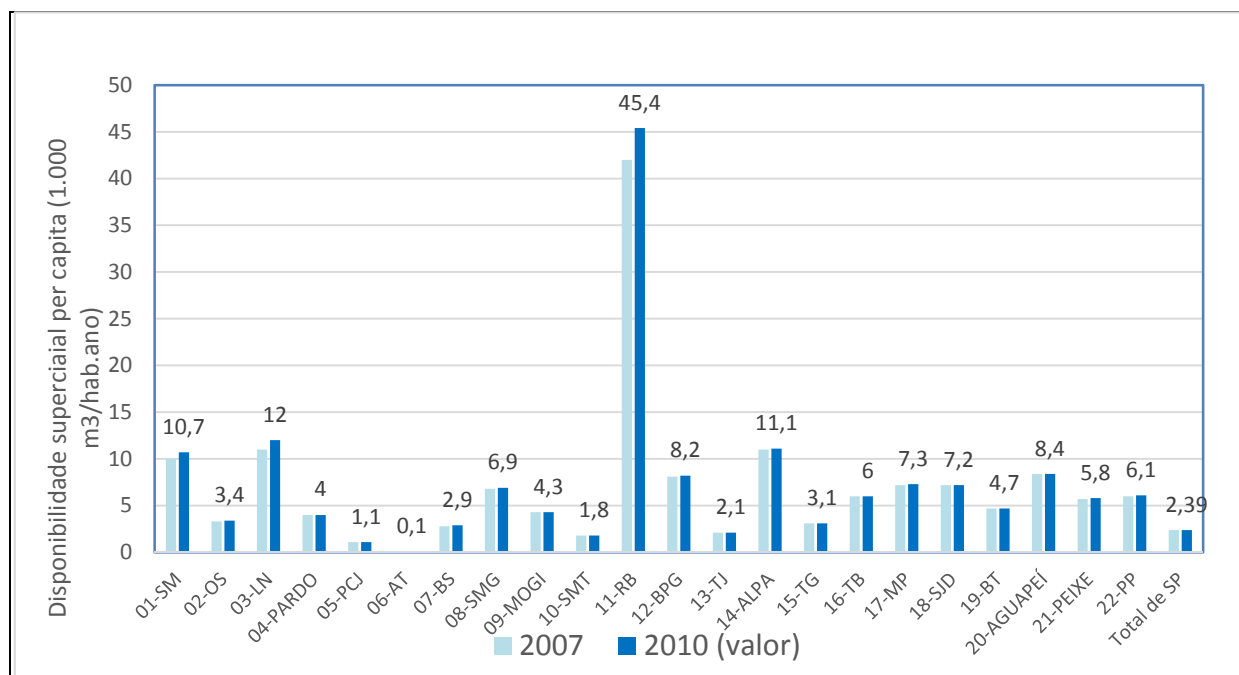
Fonte: SSRH/CRHi, 2013 (PERH 2012-2015)

Em face das baixas afluências verificadas nas bacias do Sudeste desde o 4º trimestre de 2013, agravadas no verão 2014-2015 (vide **item 6.3.1**, anterior), a bacia do Paraíba do Sul atualmente também apresenta elevada criticidade no que se refere à disponibilidade hídrica.

As UGRHs que apresentam os menores índices de disponibilidade superficial per capita (oferta) no Estado são também as que concentram maior população (demanda): UGRHI 06-AT (135 m³/hab.ano) e UGRHI 05-PCJ (1.069 m³/hab.ano), segundo o PERH 2012-2015.

A **Figura 6.3.5-3** apresenta gráfico comparativo da disponibilidade superficial per capita ($Q_{\text{médio}}$ em relação à população total), por UGRHI estadual, referente aos anos 2007 e 2010.

FIGURA 6.3.5-3. GRÁFICO COMPARATIVO DA DISPONIBILIDADE SUPERFICIAL PER CAPITA ($Q_{\text{MÉDIO}}$) – 2007 E 2010



Fonte: SSRH/CRHi, 2013

A **Tabela 6.3.5-1** apresenta as demandas totais outorgadas de água superficial e subterrânea em relação à $Q_{\text{médio}}$ nos anos 2007 e 2010, nas duas UGRHs envolvidas, segundo o PERH 2012-2015. Observa-se que, em ambas, a demanda outorgada de água superficial decaiu em 2010 em relação a 2007. Outro detalhe que se destaca é a demanda outorgada de água subterrânea nas bacias PCJ em 2010, várias vezes superior à demanda em 2007.

TABELA 6.3.5-1. DEMANDAS OUTORGADAS NAS UGRHs 2 E 5 POR ORIGEM. ANOS 2007 E 2010.

UGRHI	Ano	Demanda Total Outorgada		Demanda Outorgada de Água Superficial		Demanda Outorgada de Água Subterrânea		Total	
		(m³/s)	(%)	(m³/s)	(%)	(m³/s)	(%)	(m³/s)	(%)
02 - PS	2007	12,787	50%	9,782	38%	3,005	12%	25,57	100%
	2010	9,758	50%	6,932	36%	2,826	14%	19,52	100%
05 - PCJ	2007	78,935	50%	76,529	48%	2,406	2%	157,87	100%
	2010	59,965	50%	50,648	42%	9,318	8%	119,93	100%

Fonte: SSRH/CRHi, 2013 (PERH 2012-2015), org.

Segundo o PERH 2012-2015, “a distribuição da demanda outorgada entre os diferentes tipos de usos registrou pouca variação entre 2007 e 2010”. A **Tabela 6.3.5-2** apresenta os volumes outorgados em 2010, onde se observa que o uso urbano representa o maior volume de água outorgado, seguido dos usos industrial e rural (ambos com representatividade semelhante).

TABELA 6.3.5-2 - DEMANDAS OUTORGADAS NAS UGRHIS 2 E 5 POR TIPO DE USO. 2010

UGRHI	Demanda Urbana	Demanda Industrial	Demanda Rural	Demanda para Outros Usos
02 - PS	2,413	1,917	5,356	0,072
05 - PCJ	49,735	8,032	1,828	0,37
Total	52,148	9,949	7,184	0,442

Fonte: SSRH/CRHi, 2013 (PERH 2012-2015), org.

Em termos de demanda *versus* disponibilidade, a **Tabela 6.3.5-3** apresenta os volumes de disponibilidade hídrica e a relação entre as demandas superficial e subterrânea e a disponibilidade, para as UGRHIs 2 (Paraíba do Sul), 5 (Piracicaba-Capivari-Jundiá – PCJ) e 6 (Alto Tietê, que recebe significativa vazão proveniente da UGRHI 5), em 2007 e 2010.

TABELA 6.3.5-3. DISPONIBILIDADE E RELAÇÃO ENTRE DEMANDA E DISPONIBILIDADE. UGRHIS 2, 5 E 6. ANOS 2007 E 2010

UGRHI	Disponibilidade total – Q _{95%} (m ³ /s)	Disponibilidade total – Q _{médio} (m ³ /s)	Ano	Demanda total / Q _{95%} (%)	Demanda total / Q _{médio} (%)	Demanda total / Q _{7,10} (%)	Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%)
02 - PS	93,0	216,0	2007	13,75	5,92	13,59	14,31
			2010	10,49	4,52	9,63	13,46
05 - PCJ	65,0	172,0	2007	121,44	45,89	177,97	10,94
			2010	92,25	34,86	117,78	42,35
06 - AT	31,0	84,0	2007	158,37	58,45	226,86	33,86
			2010	211,65	78,11	303,32	44,98

Fonte: SMA/CRHi, 2009 e SSRH/CRHi, 2011a (apud PERH 2012-2015), org.

Legenda:

Situação	Demanda total / Q _{95%} (%)	Demanda total / Q _{médio} (%)	Demanda total / Q _{7,10} (%)	Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%)
Boa	< 30%	< 10%	< 30%	< 30%
De Atenção	Entre 30% e 50%	Entre 10% e 20%	Entre 30% e 50%	Entre 30% e 50%
Crítica	> 50%	> 20%	> 50%	> 50%

Observa-se que em 2007 a UGRHI 2 – Paraíba do Sul apresentava situação Boa com relação ao balanço hídrico superficial e também em relação às demandas subterrâneas, permanecendo assim em 2010, enquanto que nas UGRHIs 5 e 6 a situação da demanda x disponibilidade era Crítica, e assim permaneceram em 2010. Em relação às demandas por águas subterrâneas, conforme PERH 2012-2015, ambas UGRHIs 5 e 6 apresentaram situação de Atenção em 2010.

Na avaliação da situação atual e futura das disponibilidades e demandas dos usos múltiplos dos recursos hídricos e de alternativas para atendimento às demandas, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista - PMM (DAEE, 2013) registrou a ampliação das demandas na macrometrópole e considerou a necessidade de ações e controle operacional das demandas, entre elas: (i) redução do índice de perdas totais, (ii) redução do consumo e mudanças comportamentais, (iii) gestão do uso da água para a irrigação, (iv) gestão do uso da água para a indústria, e (v) utilização de água de reuso.

Aquele estudo realçou o estresse hídrico do Sistema Cantareira, principal sistema produtor de água para a RMSP e RMC, já anteriormente à ocorrência da extrema escassez hídrica verificada na região em 2014.

6.3.5.1. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – UGRHI 2

A. Principais características fisiográficas e hidrológicas

O rio Paraíba do Sul é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, com nascentes nos municípios de Areias e Cunha, a 1800 m de altitude no estado de São Paulo, na serra da Bocaina, e deságua cerca de 1.150 km após, no oceano Atlântico, no município de São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro, como se observa na **Figura 6.3.5-4**.

Inicialmente o rio Paraíba do Sul tem seus cursos orientados na direção sudoeste ao longo dos contrafortes interiores da serra do Mar; após a confluência de seus formadores, e já denominado Paraíba do Sul, o rio continua seu curso para oeste até as proximidades de Guararema, onde inverte o rumo passando a correr para noroeste e, depois, para leste, até sua foz no oceano Atlântico já no estado do Rio de Janeiro. Seus principais afluentes no trecho paulista da bacia são os rios Parateí, Jaguari, Buquira e Una.

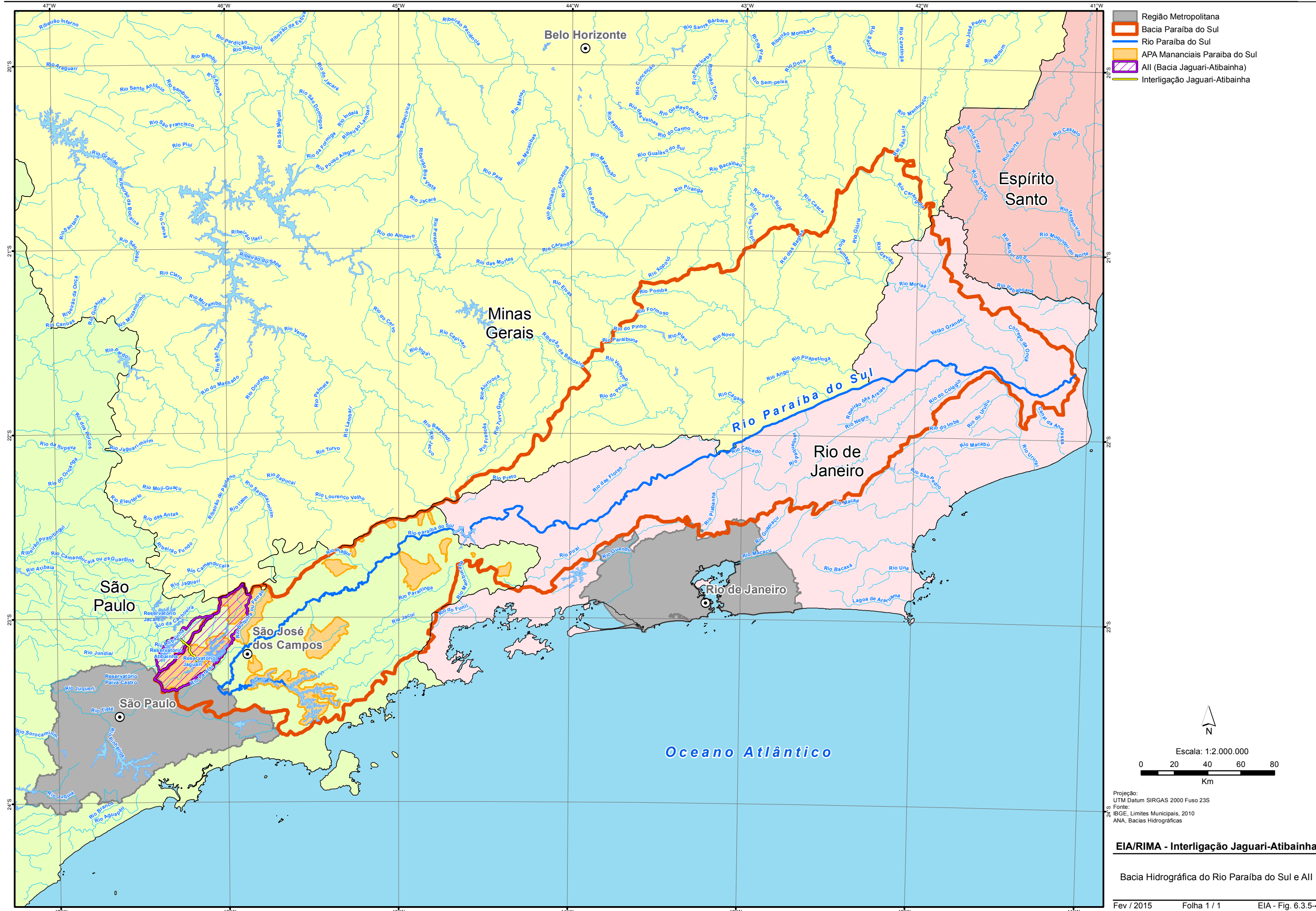
Como se observa na **Figura 6.3.5-4**, a bacia do rio Paraíba do Sul drena três Estados do Sudeste brasileiro (SP, MG, RJ) com área total de drenagem de cerca de 55.500 km², segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul 2007-2010 (CEIVAP/AGEVAP - COPPETEC, 2007). A porção paulista corresponde a 13.900 km², enquanto a porção fluminense possui 20.900 km² e a porção mineira 20.700 km². Seu comprimento, da nascente do Paraitinga em São Paulo até sua foz no litoral fluminense, é de mais de 1.100 km.

Constam cadastrados na Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 90 cursos d'água de domínio federal e 180 de domínio estadual em sua bacia. As principais barragens e usinas hidrelétricas ao longo do rio Paraíba do Sul foram construídas no período entre 1930 e 1970, como a de Paraibuna/Paraitinga, Jaguari e Santa Branca, no estado de São Paulo, além de Funil no estado do Rio de Janeiro.

Drena as regiões mais desenvolvidas do país, com os maiores polos industriais e populacionais e de destaque no cenário nacional, abrangendo a região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do estado de Minas Gerais denominada Zona da Mata Mineira, e metade do estado do Rio de Janeiro. Os principais usos da água na bacia do Paraíba do Sul são o abastecimento, diluição de esgotos, irrigação e geração de energia hidrelétrica, sendo que o Paraíba do Sul é o principal manancial de abastecimento do estado do Rio de Janeiro. O trecho entre São Paulo e Rio de Janeiro pode ser visualizado na **Figura 6.3.5-5**.

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2015), a bacia do Paraíba do Sul se caracteriza pelos acentuados conflitos de usos múltiplos e pelo peculiar desvio das águas para a bacia hidrográfica do rio Guandu com a finalidade de geração de energia e abastecimento de cerca de nove milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), formando o Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, um intrincado e complexo conjunto de estruturas hidráulicas existentes nas bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que interliga as duas bacias.

A **Figura 6.3.5-6** mostra um Diagrama Esquemático do sistema hidráulico da bacia.



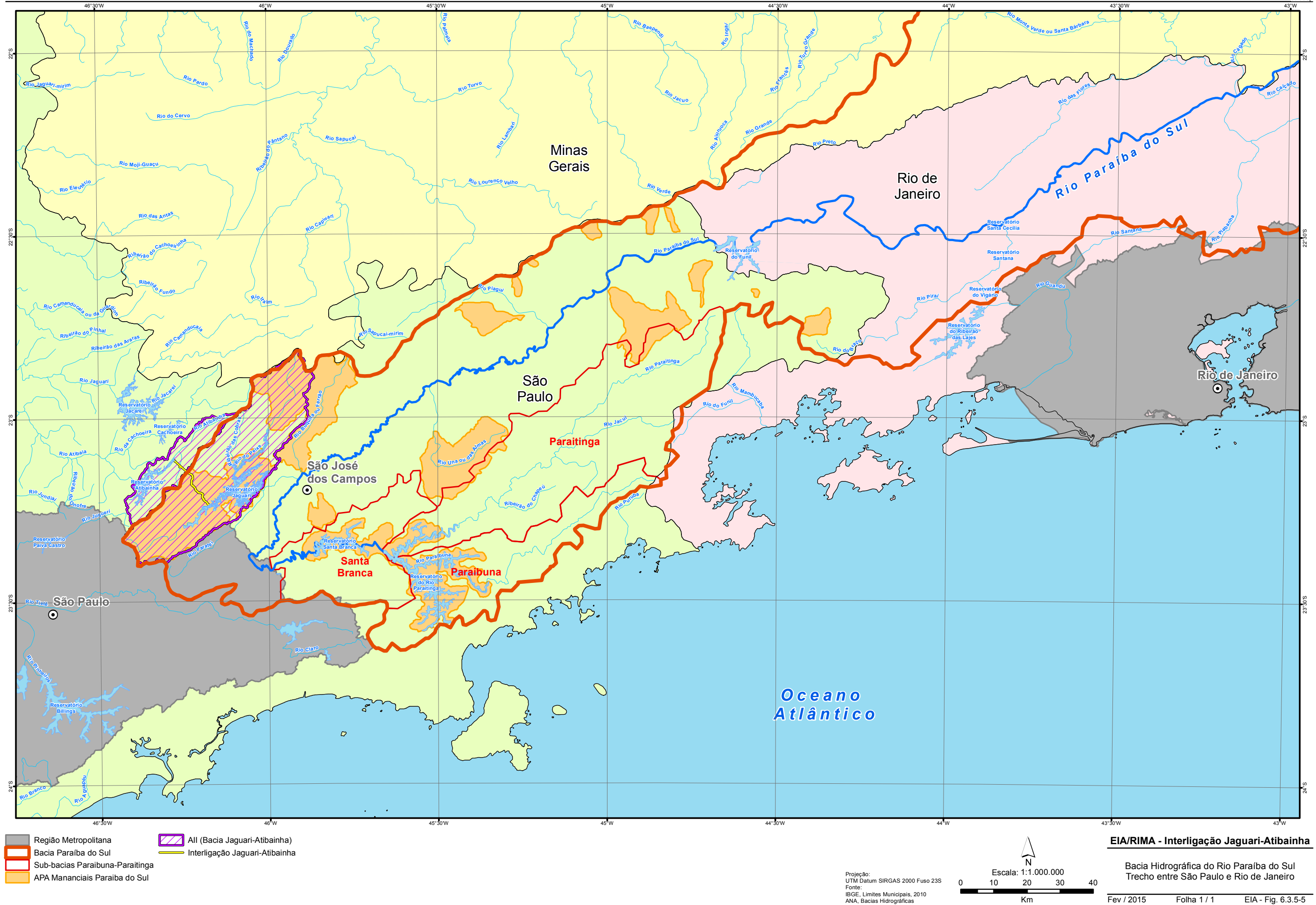
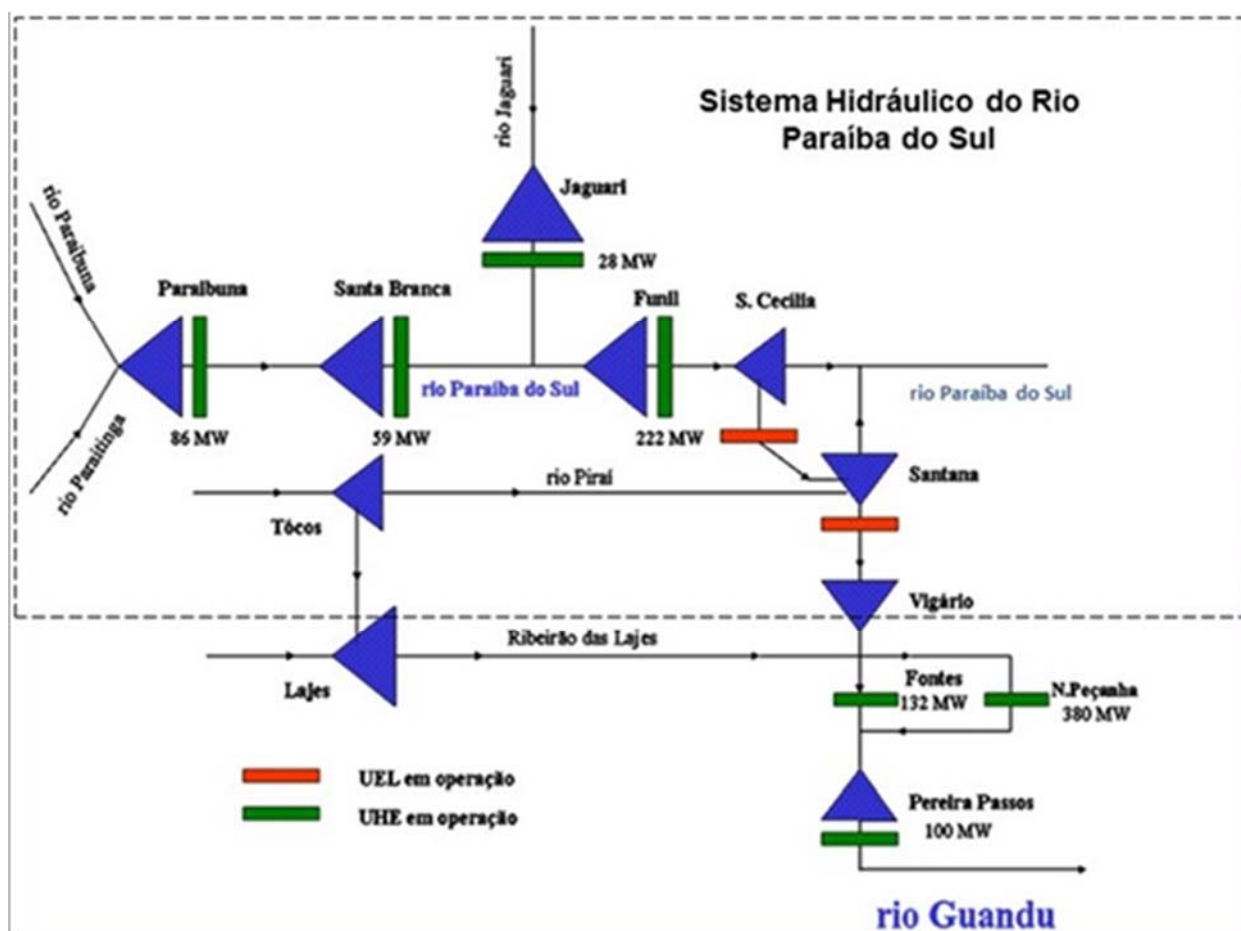


FIGURA 6.3.5-6. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA HIDRÁULICO DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL



UHE – Usina Hidrelétrica. UEL – Unidade Elevatória

Fonte: ANA, 2015

Segundo a ANA (*op cit*), a bacia do rio Paraíba do Sul tem uma área de 62.074 km² e abrange 184 municípios, sendo 88 em Minas Gerais, 57 no Rio de Janeiro e 39 em São Paulo. Dos 52 municípios que são banhados pelo rio Paraíba do Sul, ou por seus reservatórios formadores (Paraibuna e Paraitinga), 28 captam água do Paraíba do Sul para abastecimento, sendo 12 no estado de SP e 16 no estado do RJ, conforme mostrado na **Tabela 6.3.5-4**.

TABELA 6.3.5-4. MUNICÍPIOS ABASTECIDOS (HAB) E DEMANDA MÉDIA (L/S) DO RIO PARAÍBA DO SUL

Município	População abastecida (hab.)	Demanda média do rio (l/s)
Estado de SP		
Aparecida	34.498	92
Caçapava	7.251	4
Guararema	22.240	75
Jacareí	170.803	517
Natividade da Serra	2.788	9
Paraibuna	5.131	12
Pindamonhangaba	141.708	192
Redenção da Serra	1.881	3
Santa Branca	12.140	31
São José dos Campos	469.000	1.578
Taubaté	174.510	521
Tremembé	16.251	32
Estado do RJ		
Barra do Pirai	85.818	254
Barra Mansa	162.748	472
Cambuci	6.433	29
Campos dos Goytacazes	350.769	1.110
Itaocara	11.463	42

Município	População abastecida (hab.)	Demanda média do rio (l/s)
Paraíba do Sul	34.305	91
Pinheiral	18.948	53
Porto Real	13.655	42
Quatis	9.501	27
Resende	93.671	304
São Fidelis	24.590	79
São João da Barra	10.215	36
Sapucaia	4.659	33
Três Rios	68.158	206
Vassouras	19.154	58
Volta Redonda	255.584	737

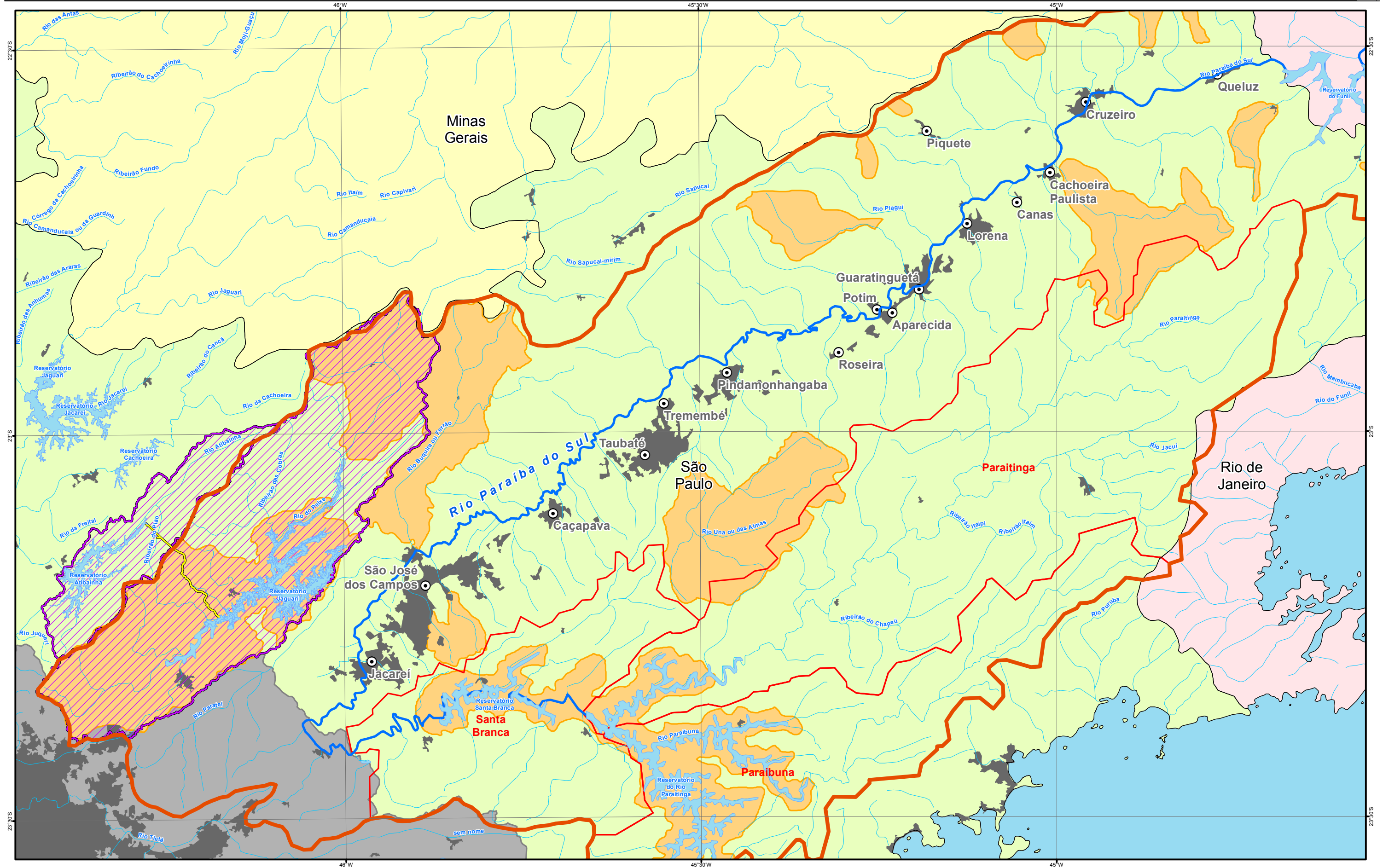
Fontes: 1- Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água; 2- Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul; 3- Plano de Ações Complementares para a Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul (in ANA, 2015).

O trecho superior da bacia configura a sub-bacia paulista do Paraíba do Sul. Essa porção hidrográfica gerenciada pela UGRHI 2 no estado de São Paulo apresenta uma área de drenagem de, aproximadamente, 13.900 km², abrangendo 49 municípios (a montante da UHE Funil), onde vivem cerca de 2 milhões de habitantes. Os municípios mais representativos do ponto de vista populacional da bacia no trecho paulista são: São José dos Campos, Taubaté, Guaratinguetá, Pindamonhangaba, Jacareí, Caçapava, Cruzeiro, Lorena, Tremembé e Aparecida.

Parte da AII da Interligação, representada pela bacia do rio Jaguari, situa-se no trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul, apresentada na **Figura 6.3.5-7**. Faz divisa ao sul com a bacia do Alto Tietê e a oeste com as bacias dos reservatórios do Sistema Cantareira, pertencentes à bacia do Piracicaba / UGRHI 5 PCJ, da qual é separada por diversas ramificações dos maciços da serra da Mantiqueira. A leste, faz divisa com sub-bacias afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul.

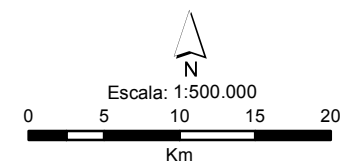
Conforme destacado no Caderno de Ações da Bacia do Paraíba do Sul - Trecho Paulista (CEIVAP/AGEVAP - COPPETEC, Relatório Contratual R-10), as principais características da sub-bacia paulista são a existência do maior parque industrial de toda a bacia do rio Paraíba do Sul e o conjunto de usinas hidrelétricas e seus reservatórios, responsáveis pela regularização das águas do rio Paraíba do Sul, que propiciam o controle de inundações e a derivação de parte de suas águas para o Complexo Hidrelétrico de Lajes e, conseqüentemente, o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, com cerca de 10 milhões de habitantes. Também se destaca que “a bacia no trecho paulista apresenta os melhores índices relativos ao saneamento ambiental, com estações de tratamento de esgotos domésticos implantadas ou em fase de implementação em municípios importantes da bacia, além de um controle efetivo dos efluentes industriais através da CETESB”, além da distribuição percentual das florestas nos municípios paulistas que é, em geral, melhor que a maioria dos municípios do restante da bacia do rio Paraíba do Sul, excluindo o trecho da região serrana fluminense.

Um dos problemas ambientais mais recorrentes no trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul é a ocorrência de processos avançados de erosão nas encostas, que produzem grandes quantidades de sedimentos e levam ao assoreamento nas calhas fluviais e agravamento das inundações nas planícies marginais. Isso é especialmente observado nas áreas urbanas da bacia, que vêm se expandindo sobre encostas degradadas pelo uso rural sem o devido planejamento e controle da ocupação, onde se observa abertura de ruas e loteamentos, com cortes nas encostas para instalação de edificações, resultando no agravamento das condições de estabilização das encostas e a criação de novas áreas de risco. As áreas degradadas pela extração de solo para aterros e construções (saibreiras) também contribuem significativamente para o aumento da carga de sedimentos nos rios e a conseqüente ocorrência e agravamento das inundações periódicas. As inundações em trechos ao longo do vale do rio Paraíba causam comprometimento à saúde pública e ao abastecimento público de água.



- Região Metropolitana
- Mancha Urbana
- Bacia Paraiba do Sul
- Sub-bacias Paraibuna-Paraitinga
- APA Mananciais Paraiba do Sul
- AII (Bacia Jaguarí-Atibaína)
- Interligação Jaguarí-Atibaína

Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010
ANA, Bacias Hidrográficas



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibaína

Bacia Hidrográfica do Rio Paraiba do Sul
Trecho Paulista

Vale destacar que, em estudo apresentado no XVIIIº Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Simões, Trannin & Bernardes (2009) observaram, a partir dos eventos chuvosos de 2008-2009, que a ocorrência de *flash-flood* (inundações rápidas) em áreas rurais foi evidenciada em várias sub-bacias do Vale do Paraíba, mostrando que esta região possui elevada vulnerabilidade a este fenômeno. “A complexidade geológica da região seria responsável por uma paisagem contrastante e de baixa transição onde regiões de morros e serras, com elevadas declividades, fazem nítido contato com extensas planícies aluvionares, de baixíssima declividade. A densidade de drenagem a jusante em ambiente de sedimentos consolidados e inconsolidados, não seria capaz de receber a grande quantidade de água proveniente do ambiente geológico constituído de rochas ígneas e metamórficas a montante, o que seria agravado pelos cenários de aumento dos eventos extremos na região sudeste do Brasil (Parry, 2007) e pelas condições de pastagem degradada e pisoteio intensivo que predomina nos relevos de morros e serras gerando condições favoráveis para o aumento do escoamento superficial e baixa condição dos solos como reservatório de água” (*op cit*).

De fato, é observado que “ocorrem processos intensos de erosão, com ravinas e voçorocas em grande quantidade na bacia, representando fontes significativas de produção de sedimentos que vêm prejudicando a qualidade dos recursos hídricos há muitas décadas, com mais de 300.000 hectares de terras em situação crítica de vulnerabilidade à erosão na maior parte da sub-bacia dos rios Paraitinga e Paraibuna” (Caderno de Ações da Bacia do Paraíba do Sul - Trecho Paulista, CEIVAP/AGEVAP – COPPETEC, 2007).

Nesse sentido, é relevante ressaltar o suporte técnico e institucional direcionado a proprietários rurais para tratamento dessas situações mais críticas de erosão e de apoio à recuperação de algumas estradas não pavimentadas que percorrem margens de rios. Essa e outras ações do Programa de Investimentos para gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul – trecho paulista, conforme CEIVAP/AGEVAP – COPPETEC, são apresentadas para o período 2007 – 2010, visando a uma série de ações de melhoria quali-quantitativa de diversos aspectos socioambientais, entre elas:

- Redução de cargas poluidoras
- Aproveitamento e racionalização de uso dos recursos hídricos
- Drenagem urbana e controle de cheias
- Planejamento de recursos hídricos
- Projetos para ampliação da base de dados e informações
- Plano de proteção de mananciais e sustentabilidade no uso do solo
- Ferramentas de construção da gestão participativa

B. Disponibilidade hídrica na bacia do Paraíba do Sul

Segundo o Plano da Bacia para o período 2007-2010 (CEIVAP, *op cit*), os estudos atualizados sobre disponibilidade hídrica das águas superficiais na bacia do rio Paraíba do Sul basearam-se na análise das séries históricas de vazões de 199 estações fluviométricas, disponibilizadas no banco de dados Hidroweb da ANA, com destaque para os dados hidrológicos da bacia para o trecho paulista e para a sub-bacia do rio Jaguari, onde se situa a AII do empreendimento.

As disponibilidades foram calculadas a partir das equações definidas nos estudos de regionalização hidrológica de vazões médias de longo período (MLT) e de vazões com 95% de permanência no tempo (Q_{95}), desenvolvidos pela CPRM, complementados pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ apenas para o trecho do rio Paraíba do Sul entre a barragem de Santa Cecília e a confluência dos rios Piabanha e Paraibuna. Os valores das disponibilidades apresentados na **Tabela 6.3.5-5** foram calculados para todos os locais de interesse a partir das equações de regionalização, inclusive para aqueles correspondentes às estações fluviométricas com séries históricas.

TABELA 6.3.5-5. VAZÕES COM PERMANÊNCIA DE 95% NO TEMPO E VAZÕES MÉDIAS DE LONGO PERÍODO - TRECHO PAULISTA DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Locais	Área de Drenagem (km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)	q ₉₅ (l/s.km ²)	Q _{MLT} (m ³ /s)	q _{MLT} (l/s.km ²)
Rio Paraíba do Sul a montante da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga	4.263	36,68	8,60	68,72	16,12
Foz do rio Jaguari	1.800	15,65	8,69	39,98	22,21
Rio Paraíba do Sul a montante de Funil	12.982	127,80	9,84	216,37	16,67

Fonte: CEIVAP/AGEVAP – COPPETEC, 2007

Q₉₅: Vazão com 95% de permanência no tempo

q₉₅: Vazão específica com 95% de permanência no tempo

Q_{MLT}: Vazão média de longo termo

q_{MLT}: Vazão específica média de longo termo

A **Tabela 6.3.5-6** apresenta dados preliminares do balanço hídrico para o trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul, conforme minuta do Plano da Bacia PS 2014 (CEIVAP).

TABELA 6.3.5-6. BALANÇO HÍDRICO - TRECHO PAULISTA DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Parâmetro	Situação			
	2009	2010	2011	2012
Demanda Total (m³/s)	13,68	9,76	10,19	10,74
Demanda total em relação à Q _{média} (%)	6,3%	4,5%	4,7%	5,0%
Demanda total em relação à Q ₉₅ (%)	15,0%	10,5%	11,0%	11,5%
Demanda Superficial (m³/s)	10,74	6,93	7,35	7,89
Demanda Superficial em relação à Q _{7,10} (%)	15,0%	9,6%	10,2%	11,0%
Demanda Subterrânea (m³/s)	2,94	2,83	2,84	2,85
Demanda subterrânea em relação à reserva explotável	14,0%	13,5%	13,5%	13,6%

Fonte: minuta do Plano da Bacia Paraíba do Sul, 2014 (CEIVAP)

A ANA publica no seu site na Internet, boletins diários (“Sala de Situação”) do armazenamento e operação (vazões afluentes e defluentes) dos reservatórios e estruturas hidráulicas da bacia do Paraíba do Sul, e Relatórios mensais que consolidam em gráficos a operação dos reservatórios, no mês anterior e nos últimos anos.

Como exemplo, a **Tabela 6.3.5-7** apresenta a situação de armazenamento, em 12/02/2015, dos reservatórios da bacia Paraíba do Sul até Santa Cecília (RJ).

TABELA 6.3.5-7. SITUAÇÃO DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS DO PARAÍBA DO SUL, EM 12/02/2015

RESERVATÓRIOS	Situação em 12/02/2015			
	Cota (m)	Vol. Acum. (hm ³)	Vol. Útil Acum. (hm ³)	% Vol. Útil
Paraibuna	694,69	2.105	9	0,34**
Santa Branca	603,61	118	-13	-4,34**
Jaguari	604,34	475	31	3,97
Funil	450,70	409	127	20,89
Reservatório Equivalente		3.107	154	3,54%
Santa Cecília	352,82	-	-	-
Pereira Passos*	86,28	-	-	-

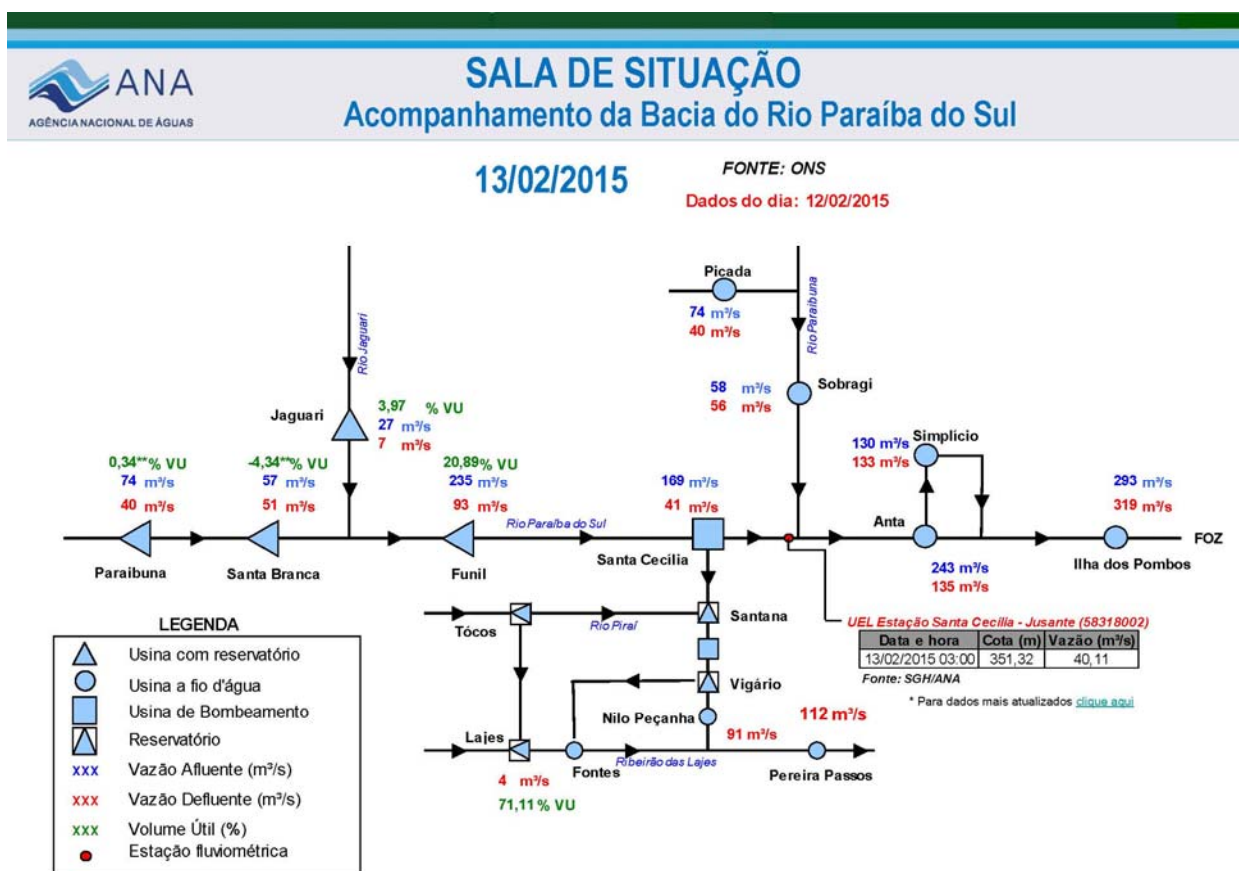
* - A UHE Pereira Passos é abastecida pelo reservatório denominado Ponte Coberta

** - Percentual de volume útil calculado pela ANA

Observa-se que Paraibuna, que tinha começado a utilizar a reserva técnica, tinha se recuperado um pouco, passando a operar com volume útil positivo; Santa Branca continuava a utilizar a reserva técnica; e Jaguari estava com volume útil de quase 4%, contra 2,24% em 31/12/2014.

A **Figura 6.3.5-8** apresenta o diagrama síntese da operação e situação do sistema hidráulico do Paraíba do Sul nessa mesma data (12/02/2015).

FIGURA 6.3.5-8. SITUAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO PARAÍBA DO SUL EM 12/02/2015



SOE – Superintendência de Operações e Eventos Críticos

Pág 1/4

Fonte: ANA, 2015

C. Usos e demandas hídricas na bacia do Paraíba do Sul – Trecho Paulista

A **Tabela 6.3.5-8** apresenta as estimativas de captação, consumo e carga poluidora de DBO nos anos de 2007 e 2020 para o trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul (até UHE Funil), constantes do Plano de Recursos Hídricos da Bacia 2007-2010 (*op cit*).

TABELA 6.3.5-8. CAPTAÇÃO, CONSUMO E CARGAS DE DBO CALCULADOS PARA 2007 E 2020. TRECHO PAULISTA DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Saneamento			Indústria			Agropecuária			Total			Disponibil. Hídrica (Q ₉₅) (m³/s)	Ano
Vazão Capt. (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga DBO (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga DBO (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga DBO (t/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga DBO (t/dia)		
6,30	1,26	68,90	3,39	1,45	12,25	11,50	9,29	-	21,19	12,00	81,15	131,13	2007
6,98	1,40	76,15	3,64	1,53	12,25	6,98	4,89	-	17,60	7,82	88,40	131,13	2020

Carga de DBO calculada para o trecho paulista do rio Paraíba sem acumular com as cargas produzidas nas sub-bacias / trecho a montante

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Relatório Final. CEIVAP-AGEVAP/COPPTEC, 2007

A demanda futura de abastecimento de água para o trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul, até UHE Funil (RJ), para o ano de 2020, é de 6.434 l/s, o que representa 36,2% da demanda total, estimada em 17.779 l/s.

D. Bacia do rio Jaguari - All

O rio Jaguari e sua bacia situam-se na porção média do trecho superior da bacia do rio Paraíba do Sul em sua margem esquerda, sendo um dos quatro mais importantes cursos d'água do sub-trecho paulista dessa bacia. Os demais são o Paraibuna, o Paraitinga e o próprio Paraíba do Sul.

A **Figura 6.3.5-9** permite visualizar a rede hidrográfica que compõe a bacia do rio Jaguari e respectivo reservatório. Nessa figura também se visualiza o eixo da Interligação com a bacia do rio Atibainha.

A área de drenagem da bacia do rio Jaguari até sua foz no Paraíba do Sul é de 1.767 km², drenando território dos municípios de Guarulhos, Arujá e Santa Isabel (na RMSP), Igaratá, Jacareí, Monteiro Lobato e São José dos Campos (RM do Vale do Paraíba).

As nascentes de seus principais formadores, rio Jaguari-Mirim, córregos Cachoeirinha e Morro Grande e os ribeirões Itaberaba e Pirapora, se encontram nos limites dos municípios de Guarulhos e Arujá, nas encostas orientais do divisor de águas Alto Tietê - Paraíba do Sul. Outros tributários nos municípios de Arujá e Santa Isabel, a partir de subsistemas da serra da Cantareira (serra do Itaberaba ou do Gil, serra da Pedra Branca e serra da Laje), são o ribeirão da Pedra Branca, rio Pilões e ribeirão da Fazenda Velha, bem como a partir dos contrafortes da serra da Mantiqueira Ocidental, como os ribeirões da Jararaca e da Boa Vista, em Igaratá. Outros contribuintes do reservatório Jaguari são o rio das Cobras, ribeirão Claro, rio Turvo e o rio do Peixe. Todos os cursos d'água dessa sub-bacia são enquadrados na Classe 1.

O represamento das águas do rio Jaguari entre os municípios de Jacareí e São José dos Campos conformou o reservatório Jaguari, originalmente para geração de hidroeletricidade. A região de influência desse reservatório, hoje de usos múltiplos, abrange os municípios de Santa Isabel, Igaratá, Jacareí, Monteiro Lobato e São José dos Campos, e sua bacia, com 1.300 km² de área de drenagem, possui uma expressiva vocação para abrigar modalidades de turismo (pousadas, chácaras de veraneio, spas, clubes) e atividades rurais, onde predomina a pastagem e a silvicultura.

A formação do reservatório Jaguari inundou terrenos dos municípios de São José dos Campos, Jacareí, Igaratá e Santa Isabel, com espelho d'água (NA máximo 623,00 m) de 56 km² e perímetro de 504 km de extensão. Segundo a CESP (site CESP 2014), que opera o reservatório e a UHE Jaguari desde sua formação (1972), o lago é utilizado para usos múltiplos (abastecimento, controle de cheias, recreação), sendo sua principal finalidade permitir o controle da vazão do rio Paraíba do Sul, que é o fornecedor de água de várias cidades, tanto do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo, quanto do estado do Rio de Janeiro.

A Usina Hidrelétrica Jaguari tem duas unidades geradoras com turbinas Francis, e potência instalada de 27,6 MW. A definição das condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos é efetuada em articulação da ANA (Agência Nacional de Águas), com o ONS (Operador Nacional do Sistema), a quem compete a coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica, integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme estabelecido pela Lei nº 9.648, de 26/08/1998.

A **Tabela 6.3.5-9** apresenta as principais características da UHE Jaguari, conforme CESP (2014).

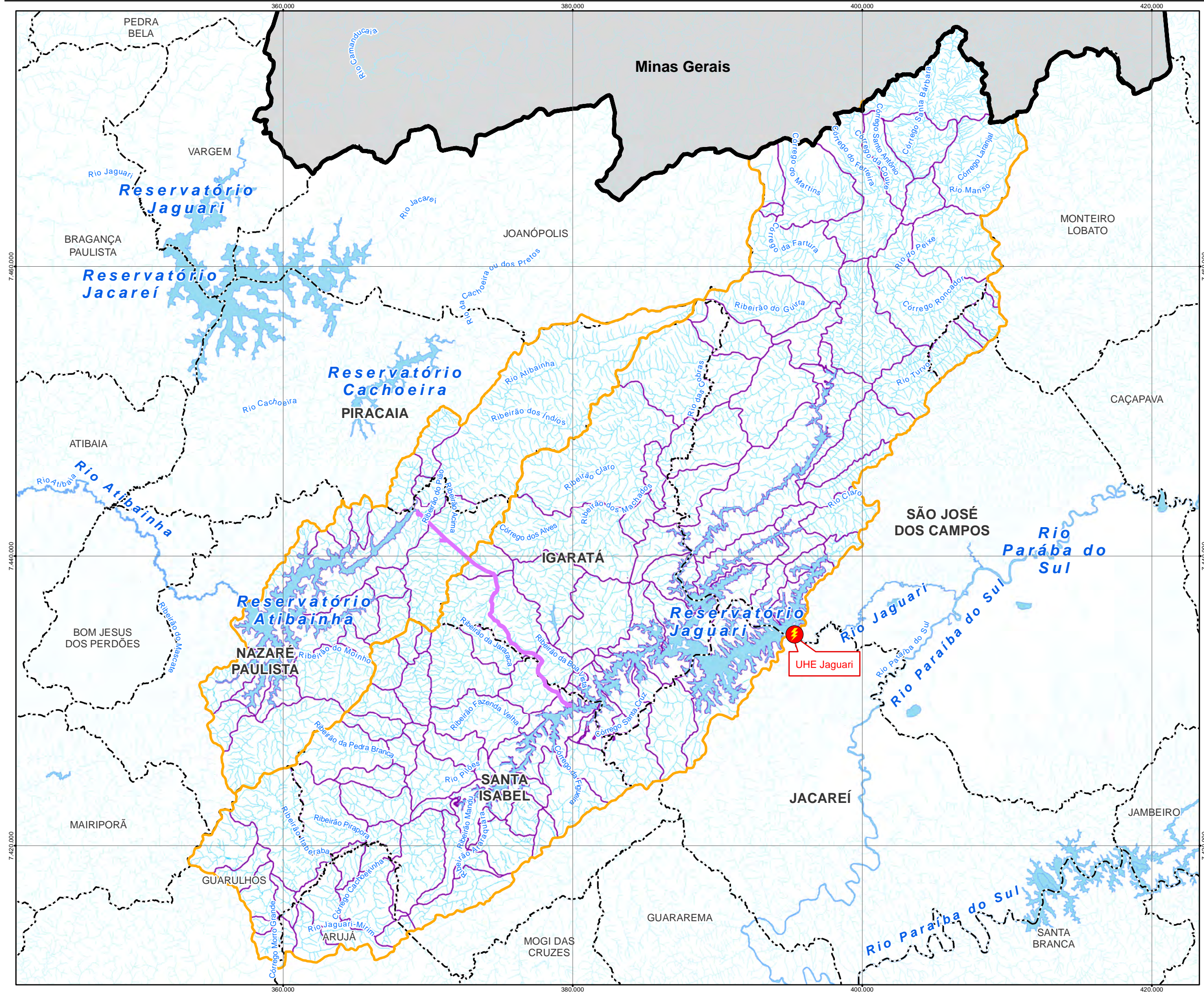
TABELA 6.3.5-9. CARACTERÍSTICAS DA UHE E RESERVATÓRIO JAGUARI

Condições de montante	
Área da bacia hidrográfica	1.300 km ²
Área do espelho d'água (N.A. 623,00 m)	56 km ²
Volume morto	443 x 10 ⁶ m ³
Volume útil	793 x 10 ⁶ m ³
Volume reservado para cheia de projeto	163 x 10 ⁶ m ³
Barragem de terra	
Comprimento no coroamento	623,00 m
Níveis característicos de montante	
N.A. máximo maximorum	625,80 m
N.A. máximo útil	623,00 m
N.A. mínimo útil	603,20 m

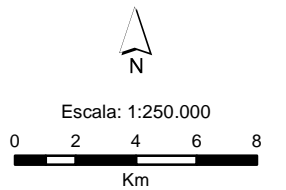
Vazão média a longo termo (MLT 1931 - 2005)	28 m³/s
Vazão defluente máxima média diária observada (09/06/83)	98 m³/s
Condições de jusante	
N.A. máximo maximorum	562,40 m
N.A. máximo	557,90 m
N.A. mínimo	555,80 m
Vazão máxima dos vertedores (vertedores + válvulas)	410 m³/s
Vazão turbinada nominal total	50 m³/s
Unidades geradoras - turbinas	
Tipo	Francis eixo vertical
Turbinas	2
Potência nominal unitária	12.364 kW
Queda de referência	49,90 m
Engolimento máximo	25 m³/s
Unidades geradoras - geradores	
Tipo	síncrono
Potência nominal efetiva	12.000 kW
Potência nominal da placa	13.800 kW
Potência nominal total instalada	27.600 kW
Órgãos de descarga	
Vertedor de superfície	livre
Dimensões do vão	43,00 x 2,50 m
Cota da soleira	623,00 m
Descarga no nível máximo útil	0 m³/s
Descarga máxima por vão (N.A. 625,80 m)	350 m³/s
Descarregador de fundo	2
Tipo	válvula dispersora
Diâmetro da válvula	1,55 m
Descarga por válvula (limitada em 70% da abertura - N.A. 614,00 m)	30 m³/s
Descarga por válvula (limitada em 70% da abertura - N.A. 623,00 m)	32 m³/s
Descarga máxima por válvula (limitada em 70% da abertura - N.A. 625,80 m)	32,60 m³/s

Fonte: website CESP, 2014

A **Figura 6.3.5-10**, a seguir, mostra o reservatório Jaguari em Santa Isabel e Igaratá, visto parcialmente em foto aérea de 2012, destacando o local da futura captação na represa no município de Santa Isabel.



- Limite Estadual
- Limites Municipais
- Eixo Previsto
- Limite de Bacia
- Limite de Sub-bacias
- Corpos D'Água



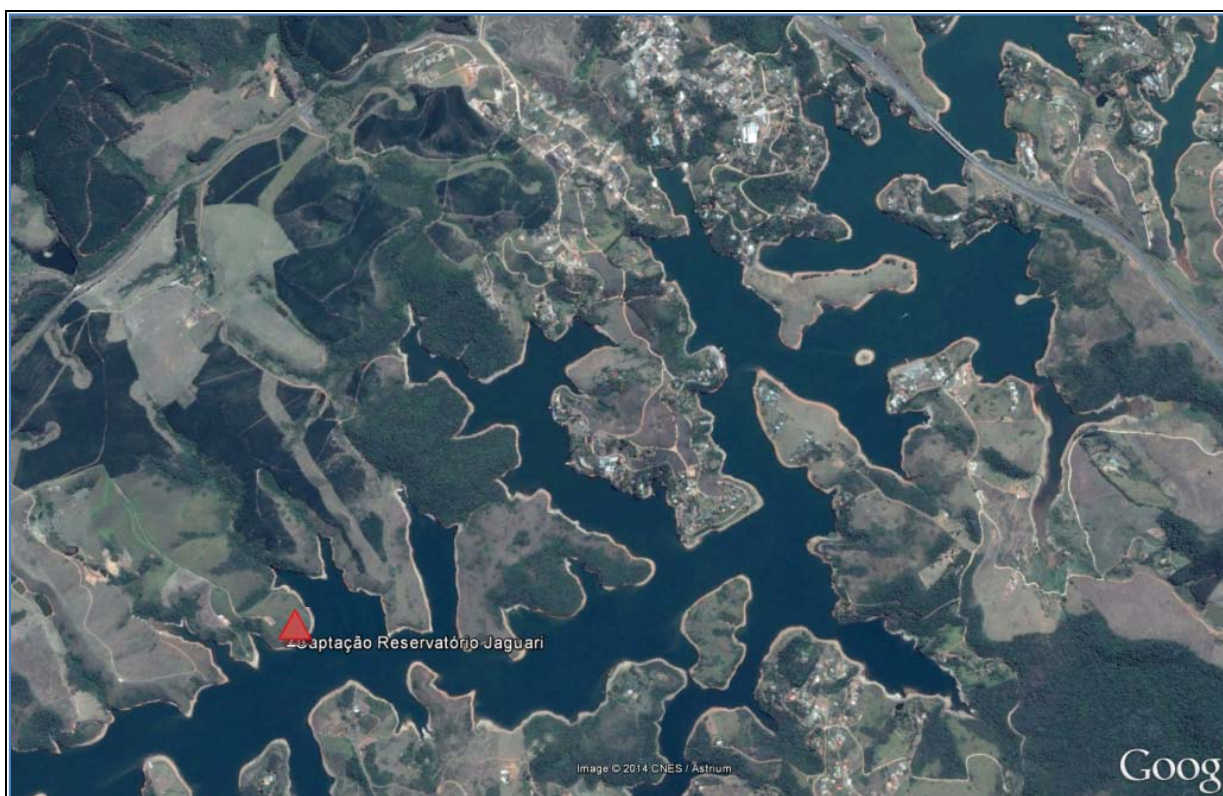
Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibainha

Bacias dos Reservatórios Jaguarí e
Atibainha e Sub-Bacias

FIGURA 6.3.5-10. FOTO AÉREA DO RESERVATÓRIO JAGUARI. LOCAL DA CAPTAÇÃO PROPOSTA



Fonte: Google Earth, 2012

Reservatório Jaguarí e o local da futura captação na represa, no município de Santa Isabel. À direita, acima, a rodovia D. Pedro I no município de Igaratá.

Parecer emitido pelo SMA/DAIA em 1999 considerou regular a situação do reservatório e UHE Jaguarí (e de outros reservatórios da CESP), com dispensa de regularização mediante a obtenção de Licença Ambiental de Operação, pois eles foram instalados antes da exigência legal de licenciamento ambiental (agosto de 1981). Entretanto, ofício da CETESB/IE de agosto de 2013 comunicou à CESP a necessidade de regularização ambiental das UHEs Paraibuna e Jaguarí, mediante Solicitação de Licença Ambiental de Operação de Regularização, instruídas por Relatórios de Regularização Ambiental (RRAs).

O Relatório de Sustentabilidade CESP 2011 (site CESP 2014) informa sobre a existência de uma política ambiental e de sustentabilidade da Companhia, um programa de gestão patrimonial para bordas de três reservatórios (não sendo citado o Jaguarí), além de programas ambientais desenvolvidos para mitigação de impactos, a saber:

TABELA 6.3.5-10. PROGRAMAS AMBIENTAIS DA CESP NO RESERVATÓRIO JAGUARI

Elemento Impactado no Reservatório Jaguarí	Programa Ambiental
Comunidades florestais	Programa de Manejo de Flora
Fauna aquática e modificações na atual arte de pesca e equipamentos utilizados	Manejo Pesqueiro
Nível e evolução dos estoques pesqueiros do reservatório	
Fauna	Manejo e Conservação da Fauna Silvestre

O Departamento de Meio Ambiente e Recursos Naturais da CESP, criado em 1983, implementa políticas de conservação e gestão do meio ambiente, e um programa de manejo pesqueiro, incluindo estações de aquicultura e hidrobiologia, de ictiologia e biologia pesqueira. Foi também iniciado o manejo da fauna com a conservação de espécies.

O reflorestamento é realizado como parte do Programa de Manejo de Flora, que tem por objetivo implantar faixas reflorestadas no entorno dos reservatórios, para servirem de abrigo, alimentação e corredores de dispersão para a fauna, favorecendo a regeneração vegetal e minimizando

processos erosivos e de assoreamento. Nos reservatórios Jaguari e Paraibuna foram protegidos ou restaurados 770,87 ha de habitats no entorno.

Atualmente a CESP atua junto aos órgãos governamentais e aos comitês de bacias hidrográficas, enfatizando a relevância da redução da degradação dos ambientes aquáticos, provocada por efluentes domésticos e industriais, pela ação de agrotóxicos e devido à erosão e ao assoreamento. Com a utilização prioritária da água como insumo básico para a operação de hidrelétricas, tenta-se compatibilizar a geração de eletricidade e o uso múltiplo dos reservatórios, como navegação, irrigação, abastecimento de água e lazer, buscando harmonizar a produção de energia elétrica, o meio ambiente e a qualidade de vida da população, com projetos socioeconômicos e de educação ambiental.

Nesse sentido, nas Usinas Jaguari e Paraibuna, pertencentes à Unidade de Produção do Rio Paraíba, foram instaladas estações de tratamento de esgoto permitindo o lançamento de efluentes nos corpos d'água, de forma ambientalmente correta, segundo informações do site da CESP (2014).

6.3.5.2. Bacia Hidrográfica do rio Atibaia – UGRHI 5

A. Principais características fisiográficas e hidrológicas

A porção da ALL do empreendimento representada pela bacia do rio Atibainha situa-se no trecho superior da bacia do rio Atibaia, um dos formadores do rio Piracicaba. A bacia hidrográfica do Piracicaba apresenta um desnível topográfico de cerca de 1.400 m em uma extensão da ordem de 370 km, desde suas cabeceiras na serra da Mantiqueira, em MG, até sua foz na margem direita do rio Tietê. Juntamente com as bacias dos rios Capivari e Jundiá, compõem as Bacias PCJ - UGRHI 5.

A bacia do Piracicaba representa 82,1% das Bacias PCJ, que em seu total (porção paulista + mineira) possui 15.304 km², sendo 92,6% no estado de São Paulo e 7,4% no estado de Minas Gerais, segundo informado no Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 (SHS, 2006) e no Relatório de Situação 2004-2006 (IRRIGART, 2007). Situa-se entre os meridianos 46° e 49° O e latitudes 22° e 23,5° S, apresentando extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul.

No estado de SP, as bacias PCJ, apresentadas na **Figura 6.3.5-11**, estendem-se por 14.138 km², correspondendo 11.403 km² à bacia do rio Piracicaba (porção paulista), 1.621 km² à bacia do rio Capivari e 1.114 km² à bacia do rio Jundiá. No estado de MG, a área das Bacias PCJ corresponde principalmente a uma parcela da bacia do rio Jaguari, com um total de 1.126 km².

Em termos hidrográficos, as bacias PCJ são compostas por sete sub-bacias principais, sendo cinco pertencentes à bacia do Piracicaba (Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia), e as sub-bacias do Capivari e Jundiá, afluentes do rio Tietê. No conjunto, as bacias PCJ drenam o território de 92 municípios, total ou parcialmente inseridos nas porções mineira e paulista das bacias. Do ponto de vista do gerenciamento da UGRHI 5, segundo o Relatório de Situação 2004-2006 (IRRIGART, 2007), faziam parte do plenário dos Comitês PCJ 61 municípios paulistas e 4 mineiros, e mais os novos municípios integrantes Mogi-Mirim e Socorro, além de Itirapina e Serra Negra, que, mesmo não integrando os Comitês PCJ, possuem área significativa nas bacias PCJ.

Parte significativa das vazões da bacia do rio Piracicaba são aproveitadas no Sistema Cantareira, o mais importante sistema produtor de água para abastecimento da RMSP, com reversão de até 31 m³/s para a bacia do Alto Tietê. O Sistema Cantareira é responsável por aproximadamente 45% do abastecimento público da metrópole paulistana, além de fornecer 5 m³/s para as Bacias PCJ. As principais características fisiográficas das sub-bacias que compõem a bacia principal do PCJ podem ser observadas na **Tabela 6.3.5-11**.

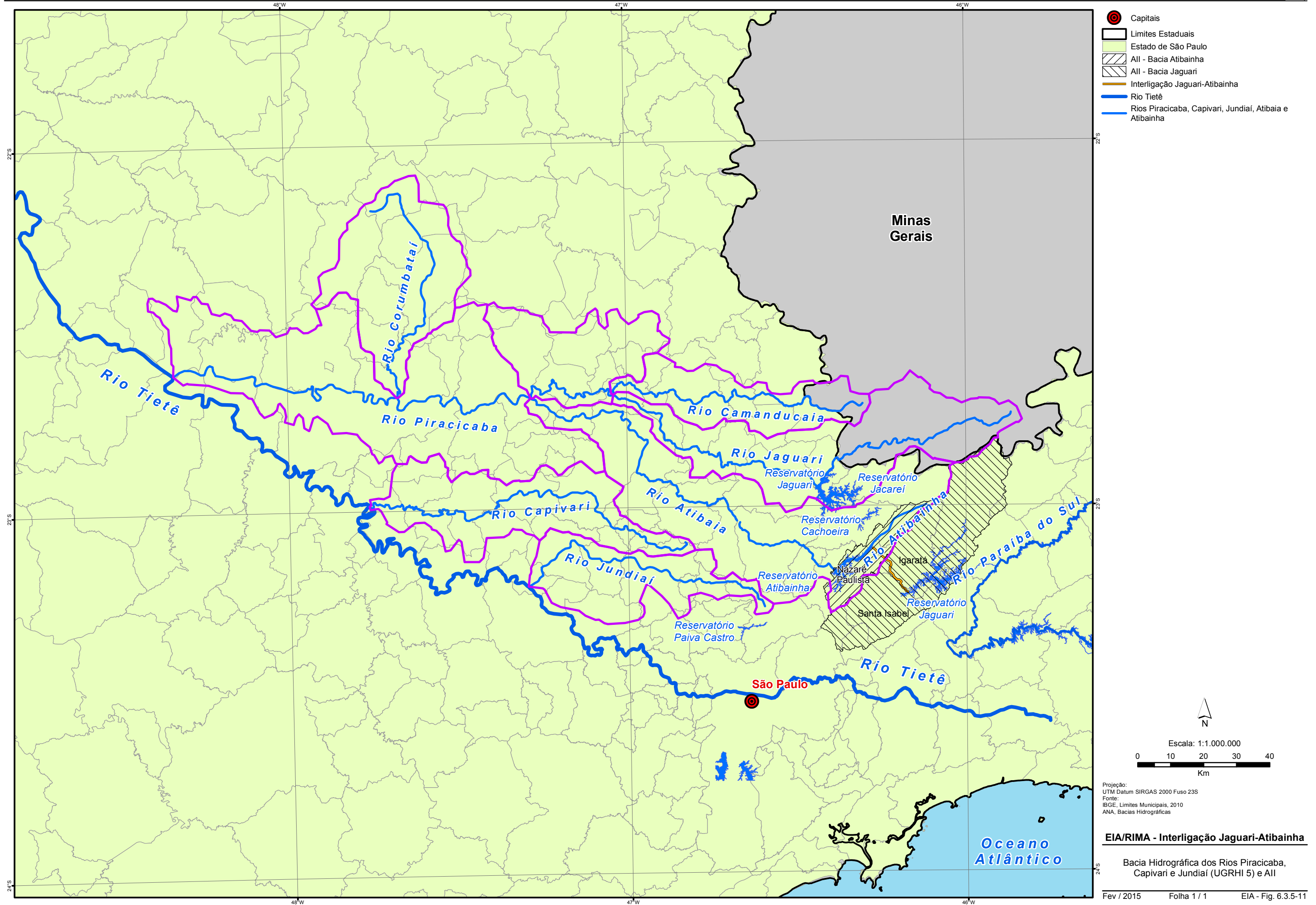


TABELA 6.3.5-11. ÁREAS DAS SUB-BACIAS DO RIO PIRACICABA

Sub-Bacia	Área SP (km ²)	Área MG (km ²)	Área total da bacia	%	Área no Sistema Cantareira	
					(km ²)	(%)
Camanducaia	870,68	159,32	1.030,00	8,2	-	-
Jaguari	2.323,42	966,58	3.290,00	26,2	1.252,00	9,9
Atibaia	2.828,76	39,98	2.868,74	22,8	715,00	5,7
Corumbataí	1.679,19	-	1.679,19	13,4	-	-
Piracicaba	3.700,79	-	3.700,79	-	29,4	-
Total Bacia Piracicaba	11.402,84	1.165,88	12.568,72	100,0	1.967,00	15,6

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004 - 2006 (Agência PCJ)

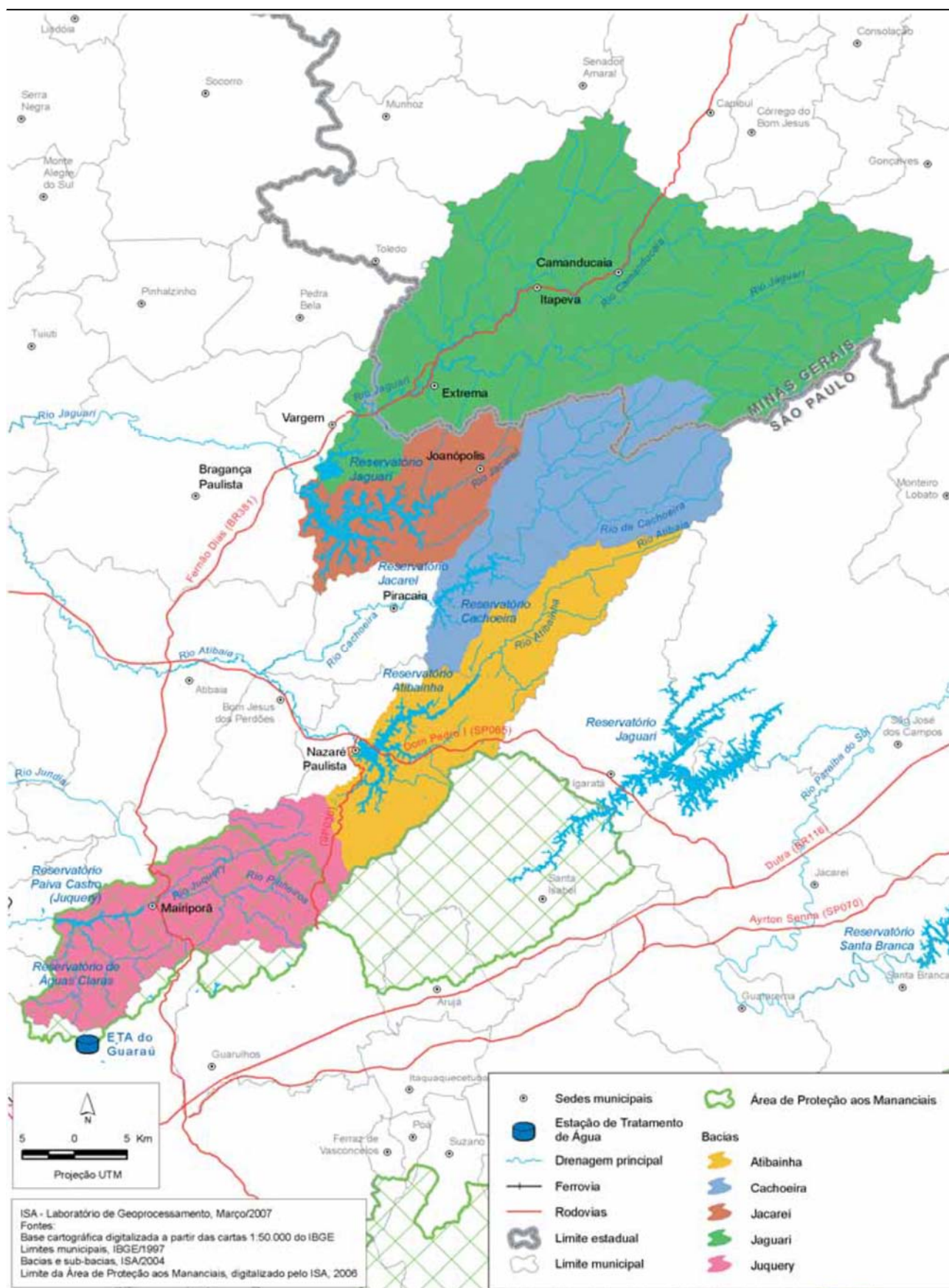
O Sistema Cantareira é composto por quatro reservatórios de regularização: Jaguari-Jacareí (interligados); Cachoeira; Atibainha e Juqueri (ou Paiva Castro, no Alto Tietê), dispostos em série; túneis e canais de interligação para transferência de água de uma represa para outra a jusante; Estação Elevatória de Santa Inês, responsável por recalcar a água captada no reservatório Paiva Castro para o reservatório Águas Claras, pequeno reservatório “tipo pulmão” que tem por finalidade manter o fluxo contínuo de água para a ETA Guaraú; e uma estação de tratamento de água, a ETA Guaraú.

A outorga do Sistema Cantareira, após 30 anos de validade, foi renovada em agosto de 2004 (Portaria DAEE nº 1213/2004) para um período de dez anos. A Agência Nacional de Águas (ANA) prorrogou o prazo de vigência de outorga do Sistema Cantareira concedido à Sabesp, até 31 de outubro de 2015, segundo resolução publicada no Diário Oficial da União do dia 11/07/2014.

Atualmente, sem poder contar com o incremento de chuvas normais nos últimos quatro anos, estando os índices pluviométricos extremamente baixos em 2013-2014, na pior crise hídrica registrada em 80 anos, os volumes úteis normais de armazenamento das represas do Sistema Cantareira (982,1 milhões m³) estão zerados. Em maio 2014 iniciou-se o aproveitamento da 1ª parcela da reserva técnica do Sistema Cantareira, o que acrescentou 182,5 milhões de m³ de água (18,5%) ao volume útil total do sistema. Em novembro de 2014 iniciou-se a utilização da 2ª parcela da reserva técnica do Sistema, de 106 milhões de m³.

A **Figura 6.3.5-12**, obtida de ISA 2006 (Whately & Cunha, 2007), ilustra a disposição das bacias do Sistema Cantareira, com destaque para a bacia do rio e reservatório Atibainha, em amarelo.

FIGURA 6.3.5-12. BACIAS DO SISTEMA CANTAREIRA



Fonte: ISA, 2006

A bacia hidrográfica do rio Atibaia possui área total de drenagem de 2.869 km², sendo 40 km² em território mineiro. Do total da bacia, 715 km² são de áreas integrantes do Sistema Cantareira, nas sub-bacias dos reservatórios Cachoeira e Atibainha. A bacia do rio Atibaia faz divisa a sudeste com a bacia do rio Paraíba do Sul (sub-bacia do rio Jaguari), da qual é separada por meio de diversas ramificações de subsistemas serranos da serra da Mantiqueira.

O rio Atibaia possui direcionamento dominante no sentido nordeste-sudoeste e é formado pelos rios Atibainha e Cachoeira, percorrendo 230,18 km em seu trajeto até a confluência com o rio Jaguari, onde juntos passam a conformar o rio Piracicaba. Na bacia do rio Atibaia estão localizados 21 municípios, a saber: Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Camanducaia (MG), Campinas, Campo Limpo Paulista, Cosmópolis, Extrema (MG), Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiaí, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaia, Valinhos e Vinhedo.

A. Disponibilidade hídrica superficial

Conforme informado no “Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 a 2020” (Agência PCJ/Cobrape), a vazão $Q_{7,10}$ foi definida como a vazão de referência para a determinação da disponibilidade hídrica superficial para as Bacias PCJ e inclusive para simulação dos cenários de detalhamento do respectivo Plano.

Segundo o Plano de Bacia, existem duas transposições que influenciam na disponibilidade hídrica das sub-bacias. A bacia do rio Jundiaí outorga para reverter 1,2 m³/s do rio Atibaia para o rio Jundiaí-Mirim. A bacia do Rio Mogi-Guaçu, que não faz parte das Bacias PCJ, recebe 0,1 m³/s do rio Camanducaia, captadas pelo município de Serra Negra, que lança os efluentes na bacia do Rio Mogi-Guaçu. Por destinarem-se diretamente ao abastecimento público, não foram incluídas no cálculo da disponibilidade hídrica as importações realizadas a partir do rio Jaguari para abastecimento de Hortolândia (sub-bacia do rio Piracicaba) e de Monte Mor (bacia do rio Capivari) e a importação a partir do rio Atibaia para o abastecimento de Sumaré (sub-bacia do rio Piracicaba). As mesmas estão computadas no balanço hídrico em função de suas demandas.

Para o cálculo de disponibilidade hídrica real nas sub-bacias do rio Atibaia e rio Jaguari foram ainda computadas as vazões descarregadas pelos reservatórios do Sistema Cantareira, subtraindo-se a $Q_{7,10}$ relativa à área de contribuição a montante dos reservatórios. Foi admitido que estas vazões somam 5 m³/s, sendo um terço de cada reservatório, isto é, 1,67 m³/s do reservatório Jaguari-Jacaré para a sub-bacia do rio Jaguari e 3,33 m³/s no total dos reservatórios Cachoeira e Atibainha para a sub-bacia do rio Atibaia. Foi destacado que para os cálculos das vazões disponíveis não foram consideradas as vazões estimadas pelo Banco de Águas. A **Tabela 6.3.5-12** apresenta as vazões disponíveis nas bacias dos reservatórios da bacia PCJ, com destaque para a bacia do rio Atibaia, onde se encontra o reservatório Atibainha.

TABELA 6.3.5-12. DISPONIBILIDADE HÍDRICA DAS BACIAS PCJ

Sub-Bacias	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Q Disponível (m ³ /s)
Camanducaia	3,60	3,50
Jaguari	10,29	7,20
Atibaia	9,01	8,54
Corumbataí	4,70	4,70
Piracicaba	8,16	8,16
Total da Bacia do rio Piracicaba	35,76	32,10
Total da Bacia do Capivari	2,38	2,38
Total da Bacia do Jundiaí	2,30	3,50
Total PCJ	40,44	37,98

Fonte: Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 a 2020. Agência PCJ/Cobrape

Segundo projeções efetuadas no Plano das Bacias PCJ (Agência PCJ/Cobrape), “as demandas totais na região deverão chegar a 39,00 m³/s no ano 2014 e 41,61 m³/s em 2020 (sendo 22,63 m³/s destinados ao abastecimento humano), indicando, com isso, uma demanda incremental de 5,27 m³/s em relação às demandas atuais (em torno de 36,34 m³/s). Ainda que os sistemas não sejam integrados (à exceção dos municípios de Hortolândia, Paulínia e Monte Mor), há forte

interdependência entre eles em função de muitas captações situarem-se ao longo do mesmo rio, como é o caso das sedes municipais que exploram as águas em diversos pontos dos rios Camanducaia, Jaguari, Atibaia, Capivari e Piracicaba, as quais, por sua vez, são sensivelmente influenciadas pelo Sistema Cantareira.

Entre os estudos de alternativas e aproveitamentos para a região, oriundos do Plano de Bacia ou de propostas antecedentes (Hidroplan, PQA etc), previu-se que o atendimento mais imediato das demandas de abastecimento público seria equacionado por meio das seguintes alternativas:

- Soluções locais, na forma de ampliação de captações a fio d'água ou da exploração de pequenos ou dispersos mananciais, inclusive subterrâneos. Está incluído, nesse âmbito, o aumento das captações diretamente no rio Atibaia, vinculado ao aumento das vazões descarregadas do Sistema Cantareira;
- Barramento do rio Capivari Mirim, ampliando em 316 l/s as captações para a região de Indaiatuba;
- Barramento do rio Piraí (cerca de 900 l/s), destinados à região de Indaiatuba, Salto, Itu e Cabreúva. Para o município de Indaiatuba, pertencente à Região Metropolitana de Campinas, estima-se que seriam alocados aproximadamente 600 l/s.

Entre as soluções de mais longo prazo, foram previstas as seguintes propostas:

- Incremento da reversão do rio Atibaia para o rio Jundiá-Mirim (de 1.200 l/s para 1.700 l/s), para atendimento de Jundiá, Várzea Paulista e Campo Limpo Paulista igualmente vinculado à operação do Sistema Cantareira;
- Barramentos ao longo dos rios Jaguari e Pirapitingui, abrangendo sete eixos incluindo Panorama e Pedreira no rio Jaguari, a montante da confluência com o rio Camanducaia; Rubinho, Duas Pontes e Camanducaia no rio Camanducaia; e em Cosmópolis, no rio Jaguari e Pirapitingui. Estes barramentos foram propostos no âmbito dos estudos recentes da Refinaria do Planalto – REPLAN em Paulínia, a qual desenvolveu o “Estudo de Alternativas para Ampliação da Disponibilidade Hídrica a Montante da Captação de Água da REPLAN, nas Sub-bacias dos Rios Camanducaia e Jaguari” para atendimento da demanda atual e futura;
- Transferência do rio Jundiuvira (da bacia Tietê/Sorocaba - UGRHI-10) para o Ribeirão Piraí, por meio de barragens e reservatórios, além de túnel para assegurar a transposição (Hidroplan);
- Barragem Campo Limpo no rio Jundiá, pouco a montante da cidade de Campo Limpo, regularizando vazões para o abastecimento urbano das cidades de Campo Limpo e Várzea Paulista e das indústrias da região. O Hidroplan (1995) indicou vazões regularizadas em torno de 0,78 m³/s, enquanto o Plano de Bacia PCJ 2004-2007 apontou para o potencial de 1,2 m³/s;
- Aproveitamentos na represa de Barra Bonita, ponderando os conflitos socioculturais e de qualidade das águas, retrocitados;
- Aproveitamento do Aquífero Guarani, entre outros.

Sob a perspectiva da evolução das demandas, as soluções locais e/ou de viabilidade facilitada, neste caso, correspondem ao próprio aumento das captações a fio d'água e aproveitamentos locais, tais como as captações no rio Atibaia, o represamento do rio Capivari Mirim (0,3 m³/s) e o barramento do Ribeirão Piraí, para ampliação do atendimento ao município de Indaiatuba. Essas soluções seriam capazes de atender as demandas incrementais até o ano 2018, a partir do qual serão necessárias soluções consideradas integradas e/ou complexas, tais como os estudos de barramentos nos rios Camanducaia, Jaguari e Pirapitingui, barragem de Campo Limpo, aproveitamento do Aquífero Guarani, entre outros.

Em todas as situações, o Plano ressalta o papel estratégico do aumento das vazões a jusante do Sistema Cantareira na manutenção das condições hídricas da região.

B. Usos e demandas de água

O Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020 apresenta as demandas urbanas, a partir do cruzamento entre a população urbana e os índices de demanda *per capita* para a bacia do rio Piracicaba, utilizando as informações do Relatório de Situação 2004-2006. Para as captações rurais foi aplicada metodologia à parte para as demandas destinadas à irrigação e à dessedentação de animais, bem como consulta à primeira fase do Cadastro de Irrigantes. O uso urbano nas Bacias PCJ é responsável por mais da metade das demandas (52%). Os usos industrial e de irrigação são menos expressivos e representam, respectivamente, 29% e 18% do total das demandas nas Bacias PCJ.

As demandas consuntivas estimadas para os principais usos nessa bacia estão apresentadas por sub-bacia na **Tabela 6.3.5-13**. Nota-se que estas demandas incorporam as parcelas que devem ser atendidas tanto pelas captações superficiais como também pelas captações subterrâneas.

TABELA 6.3.5-13. PRINCIPAIS DEMANDAS CONSUNTIVAS POR SUB-BACIA NAS BACIAS PCJ

Sub-bacias	Principais demandas consuntivas (m³/s)			
	Urbana	Industrial	Irrigação	Total
Atibaia	5,26	3,46	1,05	9,78
Camanducaia	0,31	0,16	0,43	0,91
Capivari	1,12	1,16	1,67	3,95
Corumbataí	2,09	0,48	0,38	2,95
Jaguari	2,94	1,10	1,43	5,47
Jundiá	3,30	0,89	0,75	4,94
Piracicaba	4,04	3,33	0,98	8,34
TOTAL	19,06	10,58	6,69	36,34

Fonte: Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020. Agência PCJ/Cobrape

Observa-se que a sub-bacia do rio Atibaia é a que apresenta a maior demanda de água: 9,78 m³/s ou 27% do total das Bacias PCJ. Em seguida tem-se a sub-bacia do rio Piracicaba, com demandas que somam 8,34 m³/s, o que equivale a 23% do total das demandas.

Segundo os estudos de densidade das demandas consuntivas, a bacia do rio Atibaia é a que apresenta a maior densidade (1,208 l/s.km²) e a maior demanda industrial dentre as bacias PCJ, como se observa na **Tabela 6.3.5-14**:

TABELA 6.3.5-14. DENSIDADE DAS DEMANDAS CONSUNTIVAS NAS BACIAS PCJ

Bacia	Densidade das principais demandas consuntivas (m³/s)			
	Urbana	Industrial	Irrigação	Total
Atibaia	1,834	1,208	0,367	3,408
Camanducaia	0,310	0,164	0,437	0,911
Capivari	0,693	0,714	1,032	2,439
Corumbataí	1,243	0,287	0,229	1,759
Jaguari	0,886	0,333	0,430	1,648
Jundiá	2,316	0,623	0,524	3,463
Piracicaba	0,853	0,702	0,206	1,761
MÉDIA	1,162	0,576	0,461	2,198

Fonte: Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020. Agência PCJ/Cobrape

Com relação aos usos não consuntivos, segundo o Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007, “nas bacias do Piracicaba/Capivari/Jundiá, a Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL opera uma série de usinas hidrelétricas, que constituem um sistema com capacidade instalada de pouco mais de 50 MW. Os principais aproveitamentos são os de Americana e Jaguari.

O primeiro, com 30 MW de potência instalada, situa-se no rio Atibaia, próximo à confluência com o rio Jaguari. A operação dessa usina, em regime de ponta, é condicionada aos níveis d'água observados a jusante em épocas de estiagem, o que acarreta grandes variações no regime do rio Piracicaba e dificuldades nas diversas captações existentes ao longo do rio. A usina do Jaguari, com 14,4 MW instalados, situa-se no rio Jaguari, entre Morungaba e Pedreira. Os oito outros aproveitamentos da CPFL são menores, todos com menos de 5 MW de potência instalada cada um.

Além das usinas hidrelétricas da CPFL, uma série de usinas de pequeno porte é encontrada na bacia do rio Piracicaba, operadas por entidades privadas situadas nos rios Jaguari, Piracicaba, Atibaia e Pirapitingui. Essas usinas totalizam uma potência instalada de 9,2 MW” (Agência PCJ/Cobrape).

C. Bacia do rio Atibainha na AII

A bacia do rio Atibainha possui 314,8 km² e compreende parcialmente os municípios de Nazaré Paulista e Piracaia. O rio principal possui eixo preferencial alongado no sentido nordeste-sudoeste e é formador do rio Atibaia, juntamente com o rio Cachoeira. A Figura 6.3.5-9, anterior, permite visualizar a rede hidrográfica que compõe a bacia do rio e reservatório Atibainha.

O reservatório Atibainha, um dos reservatórios integrantes do Sistema Cantareira operados pela Sabesp, localiza-se inteiramente no território do município de Nazaré Paulista. O reservatório Atibainha entrou em operação em Fev. 1975, na 1ª etapa de implantação do Sistema Cantareira, e contribui com cerca de 4 m³/s para esse Sistema Produtor. Ocupa posição intermediária entre os reservatórios Cachoeira e Paiva Castro. Além das contribuições naturais do rio Atibainha, o reservatório recebe as águas provenientes dos rios Jaguari, Jacaré e Cachoeira.



Fonte: ISA, 2006

“A ligação entre os reservatórios Atibainha e Paiva Castro é feita por um túnel de quase 10 km de extensão (túnel 5, com 9.840 m), por um canal à jusante do leito do rio Juquery-Mirim, e segue por mais 2 km do represamento deste rio até o início do reservatório Paiva Castro. Neste trecho estão implantados cinco vertedores, dispostos ao longo do canal retificado do rio Juquery, para dissipação de energia e impedimento de erosão no canal” (ISA, *op cit*).

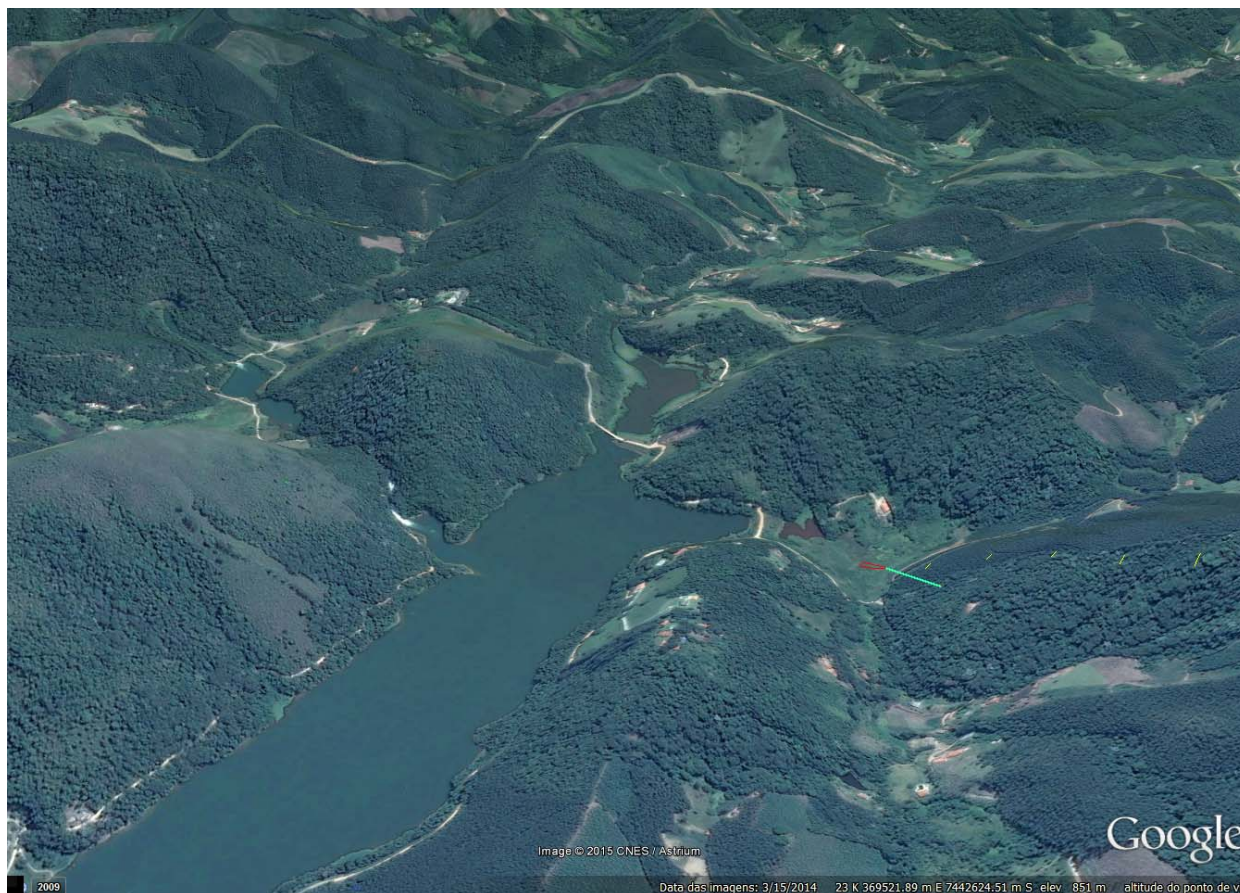
A **Tabela 6.3.5-15** apresenta as principais características do reservatório Atibainha.

TABELA 6.3.5-15. CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO ATIBAINHA

Bacia	Área de drenagem (km ²)	Volume total (hm ³)	Vazão mínima jusante (m ³ /s)	Nível máximo normal (m)	Área inundada (km ²)	Volume útil (hm ³)
Atibaia	305	301,5	3.0	786,86	22,50	104,0

A cobertura do uso do solo na bacia do rio Atibainha apresenta uso predominante por campo antrópico e uso econômico por pastagens de forma generalizada e reflorestamentos pontuais.

No entorno do ponto de entrega da água revertida, em porção final do reservatório Atibainha, observa-se predominância de uso florestal, por vegetação nativa e reflorestamentos, como mostra a **Foto** a seguir, que ilustra aspecto do reservatório em imagem de março de 2014.



Fonte: Google Earth, 2014

Foto. Aspecto do reservatório Atibainha no local da entrega da água, no município de Nazaré Paulista.

6.3.5.3. Recursos Hídricos Superficiais na AID e ADA

As bacias Jaguari e Atibainha possuem, ambas, alta densidade de canais em sua rede hidrográfica. No geral, a drenagem secundária é constituída por canais curtos e de padrão dendrítico, à exceção dos rios principais Jaguari e Atibainha, de perfil alongado, fortemente condicionados pelos lineamentos estruturais regionais. Ambas as bacias estendem-se em eixo preferencial NE-SW, e desenvolveram-se paralelas entre si, separadas por relevante divisor de águas que atinge os níveis de erosão regional, em torno dos 1000-1100 m de altitude na AID.

Ambas as bacias constituem importantes mananciais de abastecimento público regional, e é conhecida como parte da região “entre serras e águas”. A região do Sistema Cantareira na bacia PCJ e a porção superior da bacia do Paraíba do Sul, conforme caracterizado no item anterior, possuem, juntas, vários grandes reservatórios de aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos, além de represamentos e açudes onde a aquicultura é atividade produtiva importante.

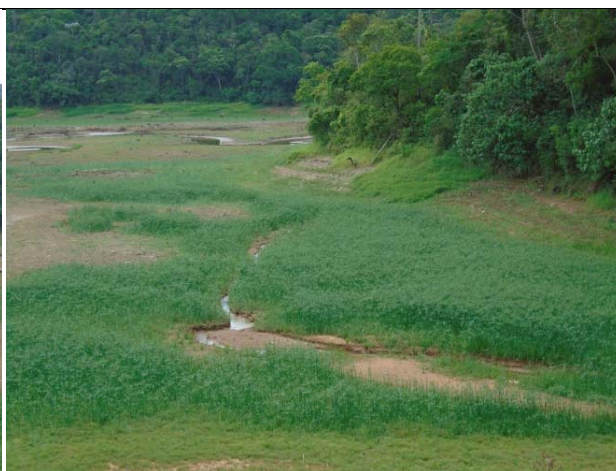
No entanto, apesar de constituírem bacias hidrográficas em região subtropical a tropical, com influência de sistemas atmosféricos polares e atlânticos que proporcionam umidade elevada e índices pluviométricos considerados altos, em média em torno dos 1.400 mm/ano, tem se observado linhas de drenagem intermitentes e até secas em alguns meses do ano, inclusive fora do período de estiagem, costumeiramente ocorrente no inverno.

Os baixos totais de precipitação verificados nos últimos anos, especialmente em 2014, produziram uma queda muito acentuada no nível dos reservatórios, açudes e cursos d’água das duas bacias.

As **Fotos 3 a 10** mostram aspectos dos reservatórios Jaguari e Atibainha, na AID e ADA da Interligação no 2º semestre de 2014, onde se observa as marcas da descida do nível d’água na faixa de depleção do reservatório.



Fotos 3 e 4 – Reservatório Jaguari, próximo à captação proposta (Nov. 2014)



Fotos 5 e 6 – Reservatório Atibainha, na altura da descarga proposta (Dez. 2014)

Entretanto, os açudes avistados em propriedades lindeiras ao longo do caminhamento da adutora indicam que tem se mantido um nível d'água aparentemente normal, em outubro e novembro de 2014, como mostram as **Fotos 7 a 10**.



Foto 7 - Açude utilizado para aquicultura em propriedade lindeira ao traçado, na sub-bacia do ribeirão Boa Vista (bacia Jaguari), alt. Km 4,35



Foto 8 - Açude utilizado para aquicultura em propriedade lindeira ao traçado, sub-bacia do ribeirão Boa Vista (bacia Jaguari), alt. Km 5,33



Foto 9 - Açude utilizado para aquicultura em propriedade limdeira ao traçado, sub-bacia do ribeirão Boa Vista (bacia Jaguari), alt. Km 7,0



Foto 9 e 10 - Açudes utilizados para aquicultura em propriedades limdeiras ao traçado, sub-bacia do ribeirão Boa Vista (bacia Jaguari), alt. Km 9,1

Na faixa de 500 m a cada lado do traçado da Interligação (AID) verifica-se a presença de grande número de corpos hídricos (rios e córregos perenes ou intermitentes, nascentes, açudes, reservatórios) e suas áreas de preservação permanente - APP.

Na maior parte do caminhamento, a adutora percorre terrenos da bacia do Jaguari, sendo do km 0,0 até km 3,1 na sub-bacia do ribeirão da Jararaca; a partir daí passa a percorrer divisor de águas desta com a sub-bacia do ribeirão Boa Vista, e nesta segue acompanhando ou atravessando pequenos canais de drenagem intermitente e alguns perenes, até o emboque do túnel, altura do km 13,55.

No trecho em túnel, o Projeto prevê a implantação da janela de acesso ao túnel principal, uma intervenção que cruza o ribeirão Acima (bacia do Atibainha, em Nazaré Paulista) e contempla obras de terraplenagem e emboque na margem direita do curso d'água (**Fotos 11 a 14**).



Foto 11 - Local da abertura da janela de acesso ao túnel principal, em trecho de vale aberto no médio curso do ribeirão Acima. Vista de montante.



Foto 12 - Local da abertura da janela de acesso ao túnel principal, em trecho de vale aberto no médio curso do ribeirão Acima. Vista de jusante.



Foto 13 - Talvegue e vale do ribeirão Acima, em Nazaré Paulista, a jusante do local da futura intervenção de acesso ao túnel.



Foto 14 - Ribeirão Acima a jusante do local da janela de acesso e a montante do desembocque do túnel no reservatório Atibainha.

A **Figura A5**, no **Volume III**, apresenta planta escala 1:7.500 (Folhas 1 a 8), sobre imagem aérea, com o mapeamento dos corpos d'água presentes em uma faixa de 500 m de cada lado do eixo da Interligação (AID), e a delimitação das respectivas APP de rios, nascentes e de ambos reservatórios. A indicação da ocorrência de nascentes e cursos d'água, toponímia e regime fluvial (perenidade ou intermitência) segue a cartografia oficial do IGC, na escala 1:10.000.

A **Figura A2**, no **Volume III**, apresenta planta escala 1:1.000 (Folhas 1 a 35), sobre imagem aérea, com o mapeamento dos cursos d'água, nascentes e suas APP, para os quais poderá haver travessia ou interferência direta com o corpo hídrico ou sua APP.

A **Tabela 6.3.5-16** apresenta as os corpos hídricos presentes na ADA, por sub-bacia, com indicação da sua localização em relação à adutora (lado esquerdo ou direito, considerando o sentido Jaguari a Atibainha). No total, verifica-se a presença na ADA de 11 rios ou ribeirões perenes e de outros 9 córregos intermitentes, e locais onde haverá travessia ou intervenção no corpo hídrico, além da presença de 9 APPs de nascente, de 21 APPs de cursos d'água e de 2 APP de reservatório (que também serão atravessadas).

TABELA 6.3.5-16. CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS PRESENTES NA ADA

Localização		Corpos d'Água presentes na ADA			Intervenção em APP na ADA, por tipo
Situação na bacia e em relação à Interligação *	Km	Curso Perene	Curso Intermitente	Nascente / Olho d'água	
Bacia do rio Jaguari, município de Santa Isabel					
Península da captação	0,0	Intervenção	-	-	Reservatório Jaguari
Drenagem direta ao reservatório - LE	0,28 a 0,32	-	-	-	Nascente
		-	-	-	Córrego
Drenagem interflúvio - LD	0,72 a 0,78	-		-	Nascente
Afluente do rib. da Jararaca, tributário do reservatório	1,94	Travessia	-	-	Córrego
Bacia do rio Jaguari, município de Igaratá					
Afluente do rib. Boa Vista - LD	3,55	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista - LD	3,93 a 4,22	-	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	5,10	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	5,37	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista - LE	5,40 a 5,50	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista - LD	5,59 a 5,68	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista	5,96	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	6,60	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	7,20	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	7,58	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	8,27	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	8,59	-	Travessia	-	Córrego

Localização		Corpos d'Água presentes na ADA			Intervenção em APP na ADA, por tipo
Situação na bacia e em relação à Interligação *	Km	Curso Perene	Curso Intermitente	Nascente / Olho d'água	
Afluente do rib. Boa Vista	8,72	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	8,95	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	9,02	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	9,29	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista – LD	9,38 a 9,75	-	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista – LD	9,75 a 9,89	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista – LD	10,0 a 10,7	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista	11,39	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista - LD	11,86 a 11,99	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	12,07	-	Travessia	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista - LD	12,50	-	-	-	Nascente
Afluente do rib. Boa Vista	12,74	Travessia	-	-	Córrego
Afluente do rib. Boa Vista	13,24	Travessia	-	-	Córrego
Bacia do rio Atibainha, município de Nazaré Paulista					
Ribeirão Acima	Janela de acesso ao túnel	Intervenção	-	-	Córrego
Afluente reservatório Atibainha – LE do túnel	19,70	Intervenção	-	-	-
Reservatório Atibainha	19,71	Intervenção	-	-	Reservatório Atibainha

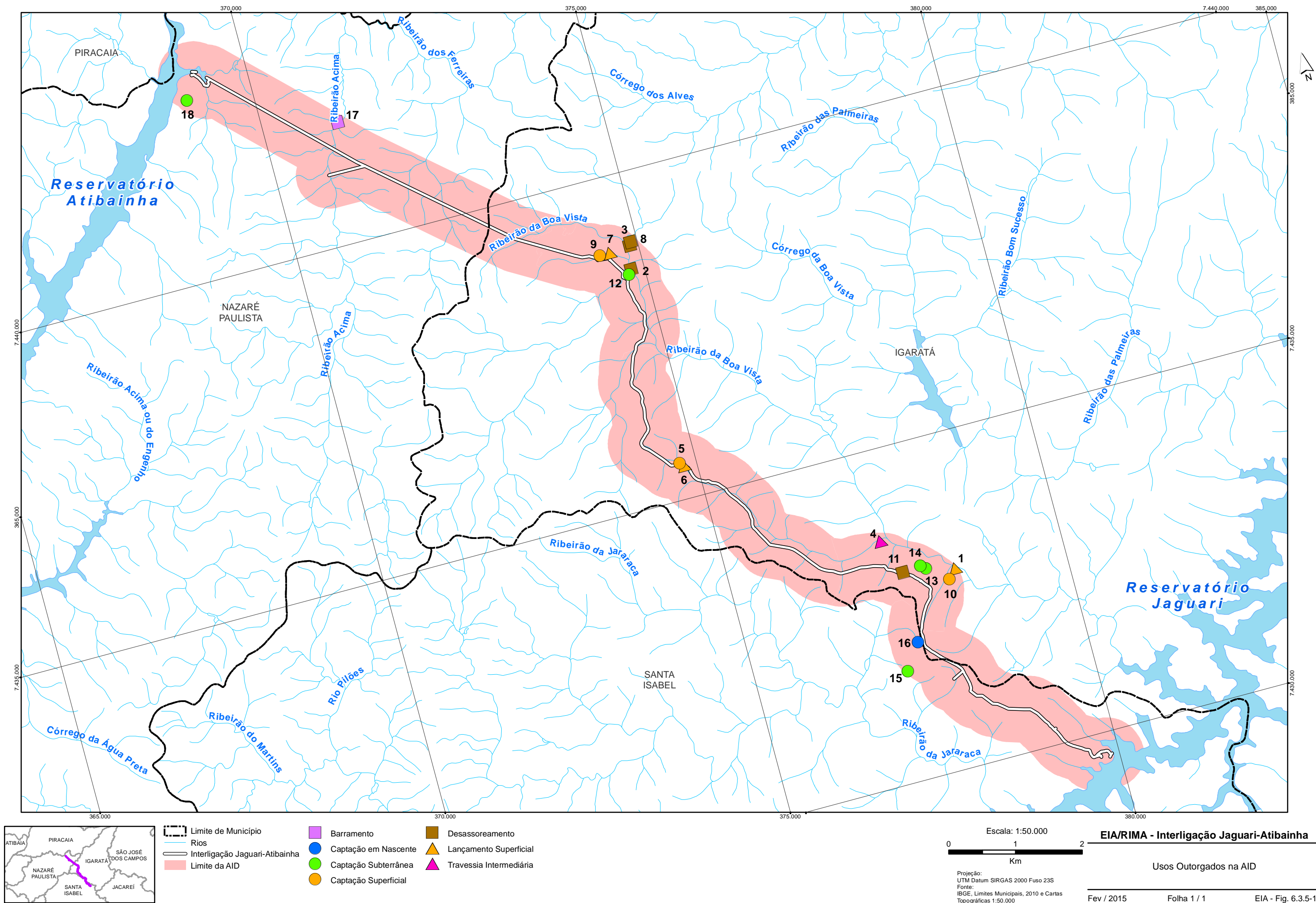
* LE = lado esquerdo, LD = lado direito, em relação à Interligação.

6.3.5.4. Usos Outorgados

A **Tabela 6.3.5-17** apresenta os usos dos recursos hídricos que receberam outorgas do DAEE ou que se encontram em processo de solicitação, localizados na faixa da AID do empreendimento. A **Figura 6.3.5-13** apresenta a localização dos usos outorgados na AID.

TABELA 6.3.5-17. OUTORGAS NA AID

Nº ID	Corpo Hídrico	Município	Código	Usuário	Uso	Situação Administrativa	Vazão (m³/h)	UTM Sul m	UTM Leste m
1	Rib. Boa Vista	Igaratá	215008	Aquicultor	Lançamento Superficial	Portaria	0.87	7.432.960	378.330
2	Rib. Boa Vista	Igaratá	215008	Público	Desassoreamento	Serviço Autorizado	0	7.438.550	374.800
3	Rib. Boa Vista	Igaratá	215008	Público	Desassoreamento	Serviço Autorizado	0	7.438.900	374.870
4	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500801	Público	Travessia Intermediária	Portaria	0	7.433.640	377.350
5	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500801	Irrigante	Lançamento Superficial	Portaria	43	7.435.500	374.800
6	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500801	Irrigante	Captação Superficial	Portaria	43	7.435.550	374.750
7	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500803	Aquicultor	Lançamento Superficial	Portaria	3	7.438.870	374.550
8	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500803	Público	Desassoreamento	Serviço Autorizado	0	7.438.950	374.900
9	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500803	Aquicultor	Captação Superficial	Portaria	3	7.438.870	374.400
10	Rib. do Funil	Igaratá	21500806	Aquicultor	Captação Superficial	Portaria	1.98	7.432.820	378.210
11	Rib. Boa Vista	Igaratá	21500811	Público	Desassoreamento	Serviço Autorizado	0	7.433.100	377.560
12	Aquífero Cristalino	Igaratá	3050004	Público	Captação Subterrânea	Portaria	9	7.438.480	374.750
13	Freático	Igaratá	3050025	Uso Urbano	Captação Subterrânea	Cadastrado DAEE	3	7.433.070	377.910
14	Freático	Igaratá	3050026	Uso Rural	Captação Subterrânea	Cadastrado DAEE	0.5	7.433.130	377.840
15	Freático	Santa Isabel	-	Aquicultor	Captação Subterrânea	Portaria	4	7.431.650	377.250
16	Rib. Jararaca	Santa Isabel	2150230201	Uso Rural	Captação em Nascente	Cadastrado DAEE	4	7.432.030	377.510
17	-	Nazaré Paulista	-	Uso Rural	Barramento	Req Indeferido	0	7.441.820	371.120
18	Aquífero Cristalino	Nazaré Paulista	-	Uso Rural	Captação Subterrânea	Lic. Perf e Impl.	0,2	7.442.720	369.020



Na bacia do rio Jaguari, UGHRI 2 (PS), verifica-se a presença de 16 usos outorgados ou em processo de obtenção de outorga na faixa da AID do empreendimento, dos quais 14 situam-se no município de Igaratá e 2 em Santa Isabel. Alguns usos estão situados próximos à faixa da futura obra, sendo um deles com Cadastro para Captação em Nascente no município de Santa Isabel (ribeirão da Jararaca) e duas Portarias para Captações Superficiais (ribeirão Boa Vista).

Deve-se mencionar na bacia do rio Jaguari, a jusante da barragem da UHE Jaguari no município de Jacareí, a existência de grande usuário industrial (Ambev), que possui outorga do DAEE para captação de cerca de 1.414 m³/h (0,393 m³/s) a jusante das descargas da usina. Este usuário possui outras duas outorgas nessa mesma região, sendo uma para lançamento (1.250 m³/h) e outra para travessia, como indicado na **Figura 6.3.5-14**.

FIGURA 6.3.5-14. OUTORGAS NO RIO JAGUARI, A JUSANTE DA UHE



Na bacia do rio Atibainha, UGRHI 5 (PCJ), município de Nazaré Paulista, observa-se um requerimento indeferido (para barramento) e somente uma outorga (licença para perfuração e implantação) para Captação Subterrânea no aquífero Cristalino. Essa captação se encontra próxima ao local de entrega da água após o desemboque do túnel em Nazaré Paulista.

6.3.5.5. Enquadramento das Águas Superficiais em Classes de Uso

Enquadramento é o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um dado segmento do corpo de água ao longo do tempo. As classes de corpos de águas, definidas pela legislação ambiental a partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, com procedimentos gerais dispostos pela Resolução CNRH nº 91/2008 – estão associadas a conjuntos de condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos

preponderantes, atuais ou futuros (inc. IX, art. 2º, da Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005). O procedimento para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes deve ser desenvolvido em conformidade com os Planos de Recursos Hídricos (art. 4º, da Resolução CNRH nº 12/2000, revista pela Resolução nº 91/2008).

O enquadramento dos corpos de água nas classes de uso deve ser encaminhado pelos Comitês de Bacia ao respectivo Conselho Nacional (inc. XI, art. 1º, do Decreto nº 4.613, de 11/03/2003) ou Estaduais de Recursos Hídricos para aprovação. O enquadramento dos corpos d'água das bacias PCJ e Paraíba do Sul é fixado pelo Decreto Estadual Paulista nº 10.755 de 23/11/1977, que obedeceu aos padrões fixados pelo Decreto Estadual Paulista nº 8.468 de 08/09/1976. Em âmbito federal, a Resolução Conama nº 357/2005 estabeleceu os padrões de qualidade para cada classe de uso.

Na bacia hidrográfica do rio Piracicaba os corpos d'água estão enquadrados nas classes 1, 2, 3 e 4 (ANA, 2005). O estudo "Bacia do rio Piracicaba: Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento dos Corpos d'Água", concluído em setembro de 1994 pela SMA-SP, apresentou alternativas de reenquadramento para os cursos d'água da bacia do rio Piracicaba seguindo as diretrizes da Resolução CONAMA 20, vigente à época. Para o grupo composto pelos corpos d'água utilizados na época como mananciais para abastecimento urbano, e os que seriam futuramente, como é o caso dos rios Jaguari e Atibainha objeto deste EIA, foi proposto o enquadramento desses rios na Classe Especial se suas bacias não fossem ocupadas por áreas urbanas ou não recebessem efluentes domésticos ou industriais. Para o grupo dos corpos d'água localizados nos perímetros das APAs, foram formuladas propostas de enquadramento na Classe Especial e Classe 1, conforme restrições maiores ou menores definidas no âmbito do zoneamento ambiental elaborado pela SMA/CPLA. Para o grupo de corpos d'água que cortavam áreas urbanas (exceto aqueles previstos como de Classe 3 e 4 pela legislação), enquadrou-se em Classe 1 aqueles corpos hídricos que cortavam áreas urbanas de pequeno porte.

A legislação do Estado de São Paulo que dispõe sobre o enquadramento dos cursos de água (Decreto nº 8.468/76) é anterior à Resolução CONAMA nº 357/2005. O enquadramento efetuado por São Paulo, baseado na sua legislação, para a parte paulista da bacia do Paraíba do Sul e para as bacias PCJ (Decreto nº 10.755/77) continua em vigor. Outro decreto paulista alterou a legislação básica sobre o assunto (Decreto nº 43.594/98), ao permitir o lançamento de efluentes, devidamente tratados, em cursos de água enquadrados na Classe 1 que já recebem despejos de origem doméstica. Ou seja, esse decreto legaliza o lançamento dos efluentes domésticos em rios enquadrados em Classe 1 estadual (ou Classe Especial CONAMA), antes proibido, mesmo com tratamento avançado.

Na comparação apresentada por COPPETEC/AGEVAP-CEIVAP (2007), verifica-se que os usos referentes à Classe 1 estadual são equivalentes aos da Classe Especial federal; os usos definidos nas duas legislações para os rios enquadrados nas classes 2 a 4 são semelhantes, à exceção dos usos para abastecimento industrial e irrigação, estabelecidos apenas para a Classe 4 estadual.

Dessa forma, levando-se em conta que as águas superficiais das UGRHs PS e PCJ estão classificadas e enquadradas de acordo com os Decretos Estaduais 8.468/76 e 10.755/77, ainda vigentes, embora estudos tenham sido desenvolvidos com base na legislação específica mais recente e nos planos de bacia, o enquadramento dos cursos d'água dos rios nos trechos das bacias objeto deste EIA ainda deve ser sintetizado da seguinte forma:

- **Bacia do rio Jaguari (Paraíba do Sul):** o rio Jaguari e todos os seus afluentes, (exceto o ribeirão Araraquara), até a barragem da UHE Jaguari, são enquadrados na **Classe 1**.
- **Bacia do Rio Atibainha (Bacia PCJ):** O rio Atibainha e todos os seus afluentes até a barragem do Atibainha no município de Nazaré Paulista são enquadrados na **Classe 1**.

Cabe salientar, no entanto que, de acordo com a Lei Nº 7.663/91, a aprovação do enquadramento dos cursos d'água passou a ser atribuição dos Comitês das Bacias Hidrográficas.

O Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010-2020 (Cobrape, *op cit*) encaminhou proposta de meta de enquadramento para os cursos d'água das Bacias PCJ, tendo em vista os usos previstos e os investimentos necessários para alcançá-la. Anteriormente, o Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (FIGUEIREDO-FERRAZ-COPLASA, 1999) encaminhou a proposta do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA do Ministério do Planejamento e Orçamento, com duas proposições de enquadramento dos principais cursos d'água da UGRHI-PCJ como sugestões iniciais para essa atividade a ser desenvolvida pelo CBH-PCJ. (...) Essas duas proposições tiveram por base “as classes dos principais cursos d'água para os parâmetros OD e DBO, obtidas através da aplicação do modelo de simulação de qualidade das águas, com $Q_{7,10}$ e Q_{95} , para a situação planejada para o ano de 2020, considerando a implantação dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e industriais”. Os resultados das simulações para 2020, com projeto - vazão Q_{95} para a bacia do rio Atibaia podem ser assim sintetizados:

- OD: Classe 2 até Paulínia, classes 3 e 4 nos últimos 20 km
- DBO: Classe 2 em toda a extensão, Classe 3 no lançamento de Paulínia

O Plano da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul - UGRHI 02 2009-2012, elaborado em 2009 pela FCR-Fundação Christiano Rosa/IPT/CBH-OS, propôs a manutenção do atual enquadramento de todos os corpos d'água da UGRHI 02. O documento ressalta que, “longe de sinalizar inércia, esta decisão pressupõe a execução de uma série de ações para trazer todos os corpos d'água da UGRHI para a conformidade em relação aos parâmetros de qualidade de suas respectivas classes de enquadramento”.

6.3.5.6. Domínio das Águas

Conforme discutido no Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020 – R8 / Relatório Final (Agência PCJ/Cobrape, 2010), a Constituição Brasileira de 1988 definiu o domínio dos recursos hídricos não em função da bacia hidrográfica em que estão inseridos, mas sim por corpos d'água. A Constituição determinou dois níveis de domínio:

- São bens da União: lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;
- São bens dos Estados: as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, nesse caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A Agência Nacional de Águas especificou na Resolução nº 399, de julho de 2004, os critérios para definição do domínio, elencados a seguir.

- Cada curso d'água, desde a sua foz até a sua nascente, será considerado como unidade indivisível, para fins de classificação quanto ao domínio;
- Os sistemas hidrográficos serão estudados, examinando-se as suas correntes de água sempre de jusante para montante e iniciando-se pela identificação do seu curso principal;
- Em cada confluência será considerado curso d'água principal aquele cuja bacia hidrográfica tiver a maior área de drenagem;
- A determinação das áreas de drenagem será feita com base na Cartografia Sistemática Terrestre Básica;
- Os braços de rios, paranás, igarapés e alagados não serão classificados em separado, uma vez que não são consideradas partes integrantes do curso d'água principal.

Segundo informado no Plano das Bacias PCJ (Agência PCJ/Cobrape, *op cit*), “o curso d'água principal da bacia do rio Atibaia compreende esse rio desde a sua foz na confluência com o rio Piracicaba e segue pelo mesmo até a confluência com os rios Atibainha e Cachoeira. A partir deste ponto o curso principal da bacia segue o rio da Cachoeira até a confluência com o ribeirão do Cancã. A partir desse ponto, o curso principal da bacia segue pelo ribeirão do Cancã até a sua nascente, em Minas Gerais.

Portanto, o curso principal do rio Atibaia, composto pelos rios Atibaia, Cachoeira e ribeirão do Cancã ou Cachoeirinha transpassa o limite estadual de MG e resulta rio de domínio federal. Já o rio Atibainha, situado integralmente em território paulista, da sua foz no rio Atibaia até a nascente, é de domínio do estado de São Paulo.

A Agência Nacional de Águas, pautada na Resolução nº 399/2004, emitiu a Nota Técnica nº 018/2005/NGI, definindo o domínio dos cursos d'água das Bacias PCJ (Novembro de 2005). De acordo com esse documento, “os trechos de rios que compõem os cursos principais das bacias que transpassam ou compõem limites estaduais – rios Piracicaba, Jaguari, Camanducaia e Atibaia – são de domínio federal, bem como os seus formadores, os Córregos do Campestre, Pitangueiras, do Abel e Guaraiuva” (Cobrape, *op cit*).

O rio Paraíba do Sul é de domínio federal. Na foz do rio Jaguari, o curso principal segue para montante pelo próprio Paraíba do Sul, que possui área de drenagem muito maior que seu afluente o rio Jaguari. Portanto, o rio Jaguari, situado integralmente em território paulista, é de domínio do estado de São Paulo.

6.3.6. Recursos Hídricos Subterrâneos

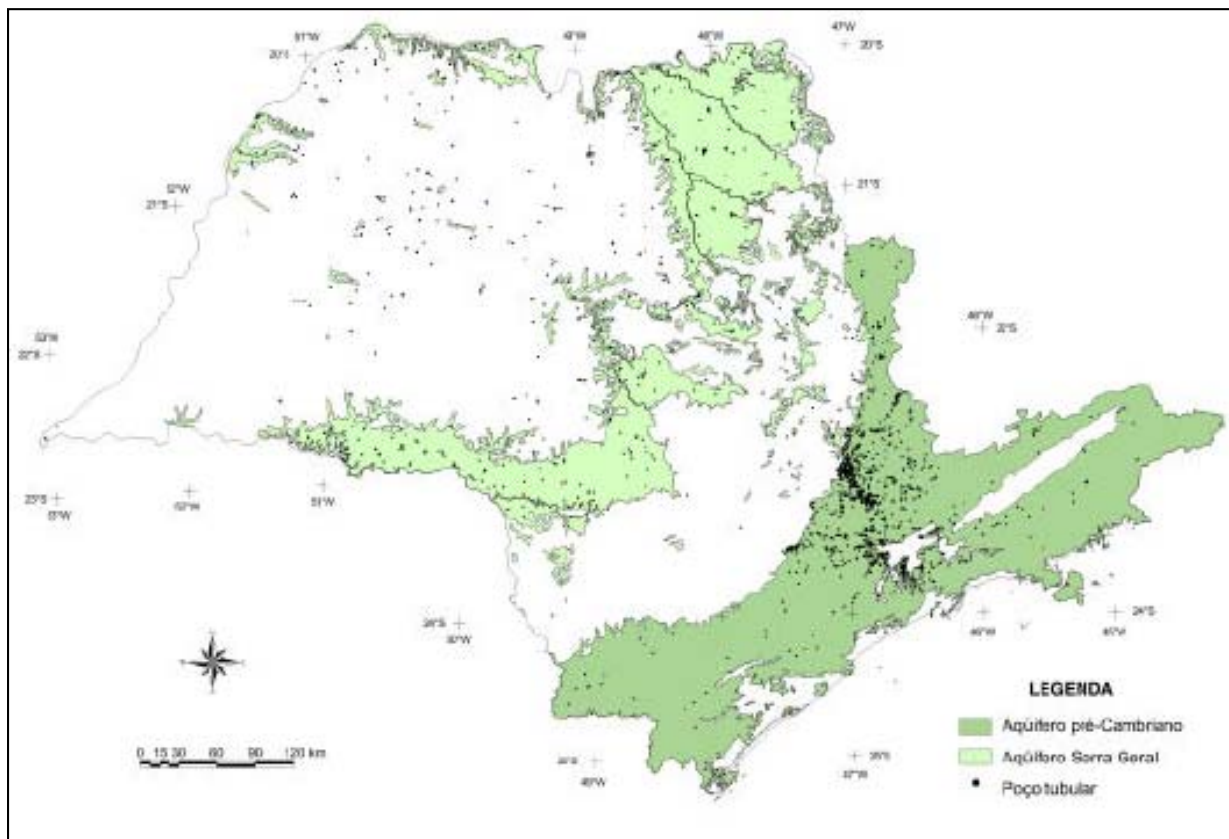
A potencialidade e a disponibilidade de águas subterrâneas dos terrenos situados na All do Projeto de Interligação estão relacionadas a dois sistemas aquíferos principais, o fraturado e o sedimentar, segundo o Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

6.3.6.1. Aquíferos Fraturados

É encontrado nas rochas cristalinas pré-cambrianas, dominante na All e sobre o qual se assentam ambos os reservatórios de interesse. Esse aquífero é descontínuo, possui extensão regional, porosidade e permeabilidade, onde a água percola em fendas, fissuras e fraturas. Apresenta condições aquíferas locais e é explotado por algumas dezenas de poços tubulares de pequeno rendimento, podendo alcançar de 1 m³/h a 12 m³/h. É constituído por rochas pré-cambrianas (mais antigas que 542 milhões de anos), que correspondem a rochas metamórficas (gnaisses, xistos, quartzitos, entre outras) e rochas ígneas (granitos maciços e foliados). Este aquífero é denominado de pré-Cambriano (p1) e aflora na porção leste do Estado de São Paulo, onde se encontra a All. Localmente ocorrem rochas intrusivas mais jovens (do início do Fanerozóico ou do Cretáceo) que apresentam comportamento hidráulico similar às rochas pré-cambrianas.

O potencial de produção de águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano é, de modo geral, mais baixo que o dos aquíferos granulares, no entanto é de grande importância para o abastecimento local de indústrias, propriedades rurais e condomínios. A **Figura 6.3.6-1** permite observar a presença de inúmeros poços tubulares que exploram os aquíferos p1, p1c e Ksg na região em que se encontra a All (pontos pretos de ocorrência concentrada).

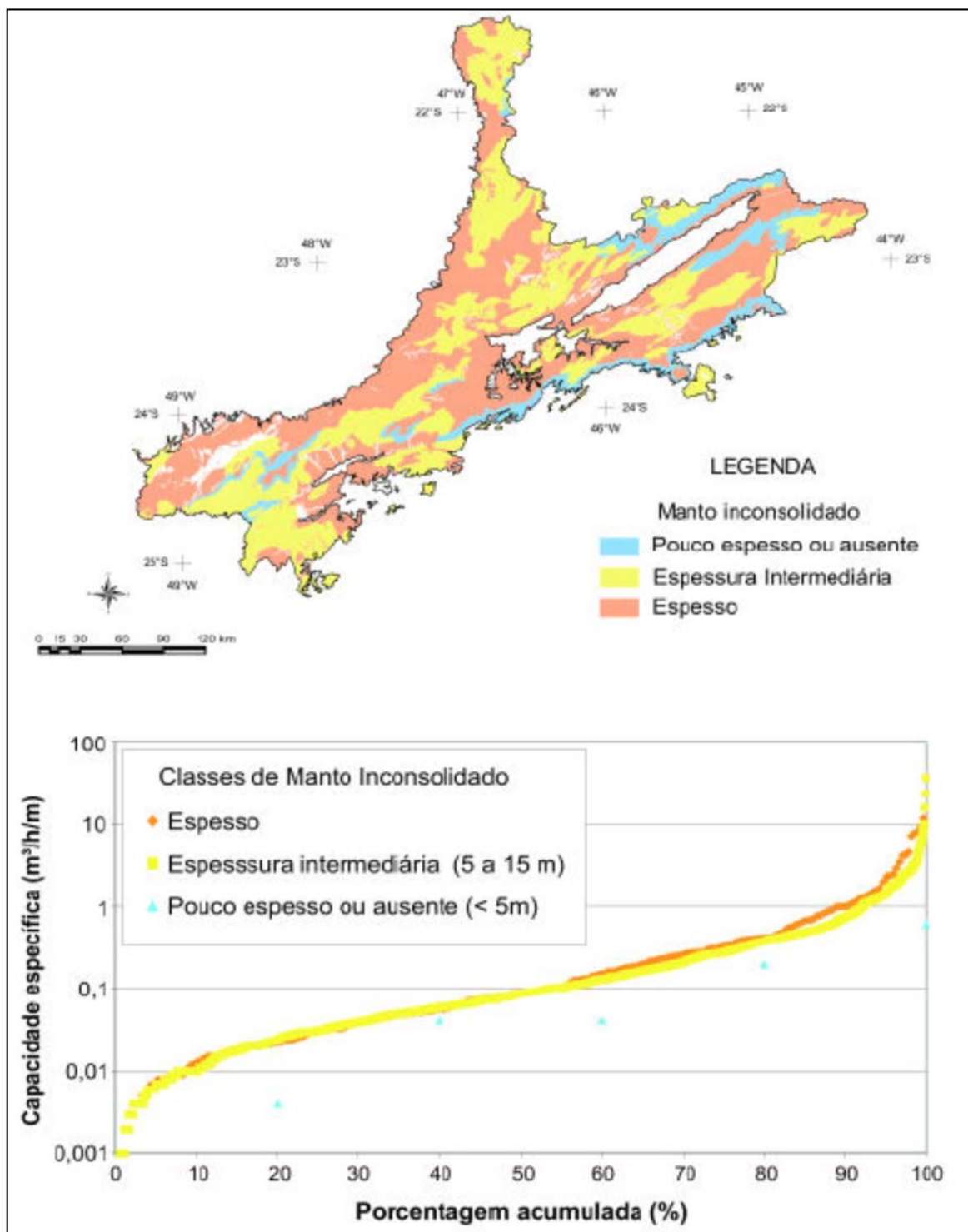
FIGURA 6.3.6-1. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE AFLORAMENTO DOS AQUÍFEROS FRATURADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO E DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS QUE EXPLORAM OS AQUÍFEROS P1, P1C E KSG



Fonte: DAEE, 2005

Também é relevante observar que na AII, nas zonas do aquífero fraturado formado nas rochas cristalinas, o manto inconsolidado possui espessura entre espessa a intermediária, como se observa na **Figura 6.3.6-2**.

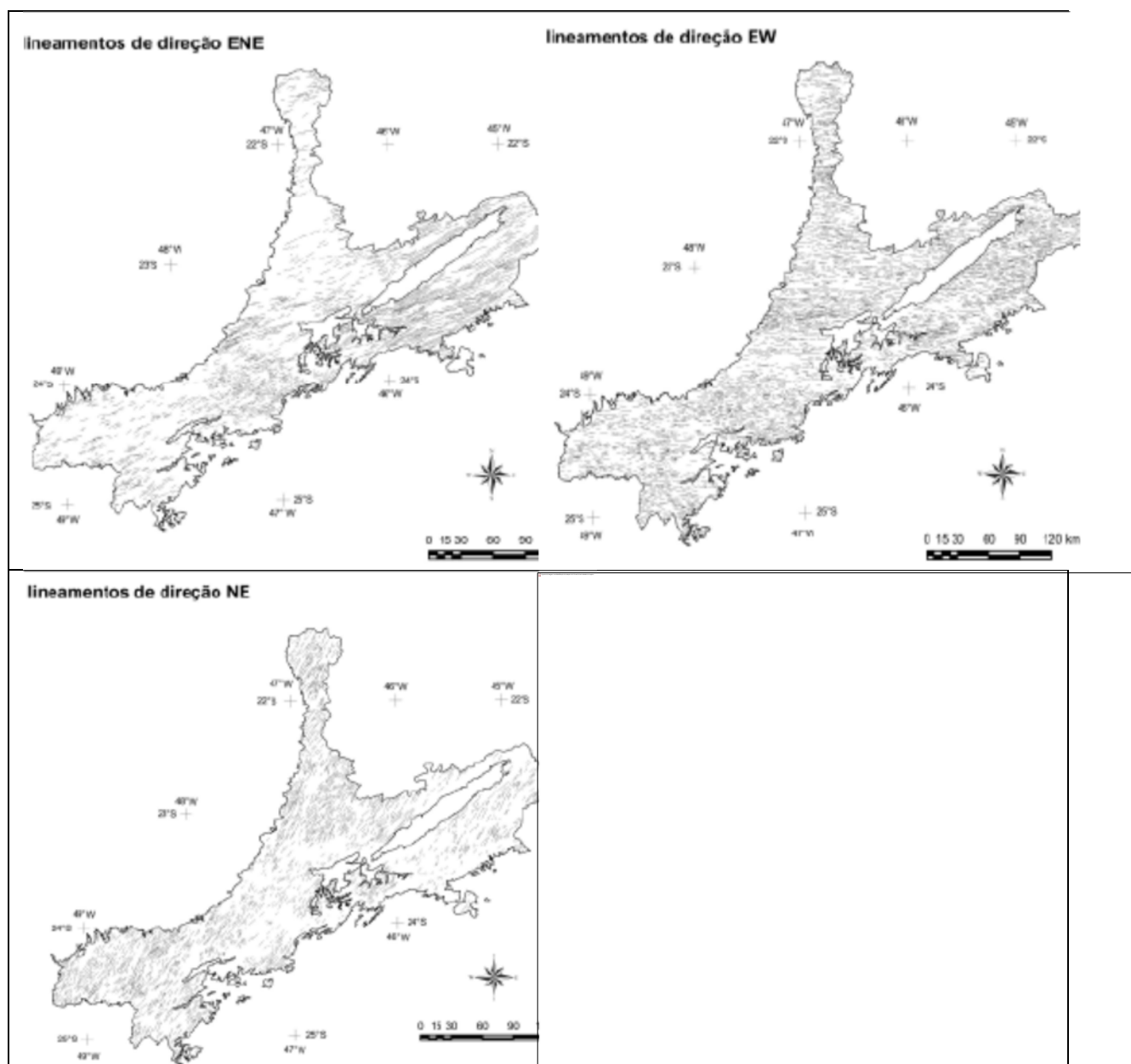
FIGURA 6.3.6-2. CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA PARA AS VÁRIAS CLASSES DE ESPESSURA DE MANTO INCONSOLIDADO NOS AQUIFEROS FRATURADOS E DISTRIBUIÇÃO DESTAS CLASSES EM ÁREAS DE ROCHAS PRÉ-CAMBRIANAS



Fonte: DAEE, 2005

As fraturas presentes na região do empreendimento constituem caminhos preferenciais de circulação e armazenamento de água em aquíferos fraturados. Com relação a isso, o DAEE elaborou um mapa de lineamentos sobre imagens LANDSAT TM-5, sobre modelo digital de elevação (MDE). O resultado para a região em que se encontra a AII é de muito alta densidade de lineamentos, mostrados na **Figura 6.3.6-3**, separadas em quadros, por direcionamento, para facilitar a visualização.

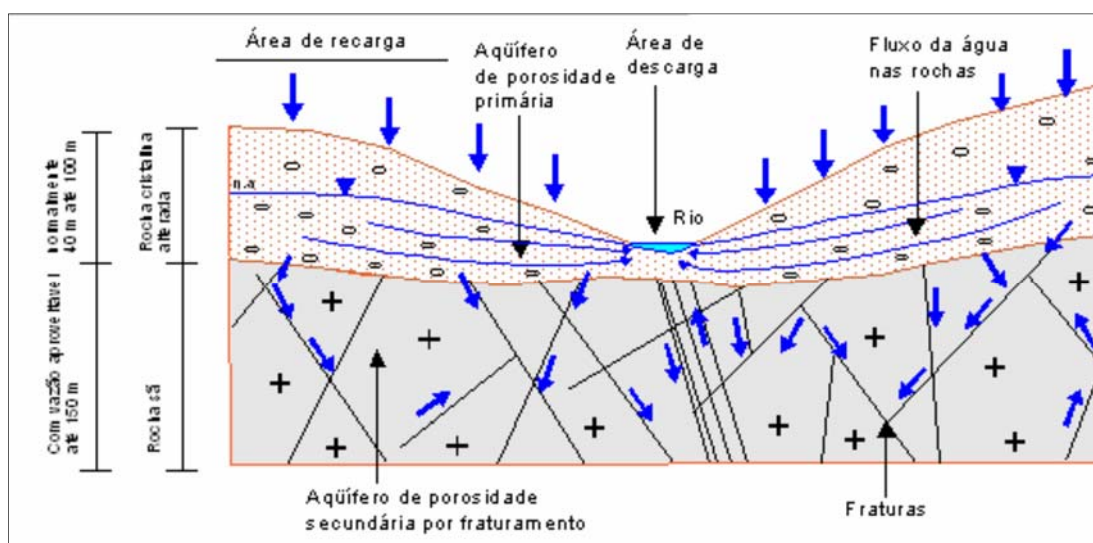
FIGURA 6.3.6-3. MAPA DE LINEAMENTOS DAS ROCHAS PRÉ-CAMBRIANAS DO ESTADO



Fonte: DAEE, 2005 (org.)

O aquífero Cristalino apresenta porosidade de fissuras, portanto está condicionado à existência de discontinuidades nas rochas, causadas principalmente pela ocorrência de estruturas geológicas como falhamentos, fraturas e outras, as quais estão associadas às zonas aquíferas, razão de seu caráter de aquífero eventual.

FIGURA 6.3.6-4. CIRCULAÇÃO DA ÁGUA E RECARGA EM AQUIFÉROS FRATURADOS



Fonte: Modelo de circulação de água e recarga em aquíferos fraturados (FUSP, 1999)

Horizontes de rocha cristalina alterada e semi-alterada, quando suficientemente espessos e em situação hidráulica favorável, ou seja, ocorrendo abaixo da superfície potenciométrica e, portanto, saturados com água, podem comportar-se como aquíferos de porosidade granular, podendo constituir um potencial interessante para o aproveitamento de água subterrânea em suas áreas de ocorrência. O horizonte de rocha alterada, que alcança espessuras de até 60 m em algumas regiões onde predominam gnaisses, granitos e outras rochas metamórficas ou ígneas, é responsável por parcelas elevadas do escoamento básico nas sub-bacias situadas nessas regiões.

Na bacia do rio Atibaia a disponibilidade hídrica subterrânea está associada ao afloramento de quatro aquíferos associados às unidades geológicas de ocorrência na bacia. Na AII, representada pela sub-bacia do rio Atibainha, há ocorrência apenas do aquífero Cristalino, o expressivo e principal fornecedor de água subterrânea da bacia do Atibaia e também das bacias PCJ como um todo. A **Tabela 6.3.6-1** mostra as características desses aquíferos na bacia do rio Atibaia.

TABELA 6.3.6-1. CARACTERÍSTICAS DOS AQUIFÉROS NA BACIA DO RIO ATIBAIA

Aquífero	Área (km ²)	Vazão (m ³ /s)
Cenozóico	137,76	0,163
Diabásio	102,60	0,094
Tubarão	105,85	0,125
Cristalino pré-cambriano (AII)	2.522,53	2,300
Total	2.868,74	2,682

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004 - 2006 (Agência PCJ)

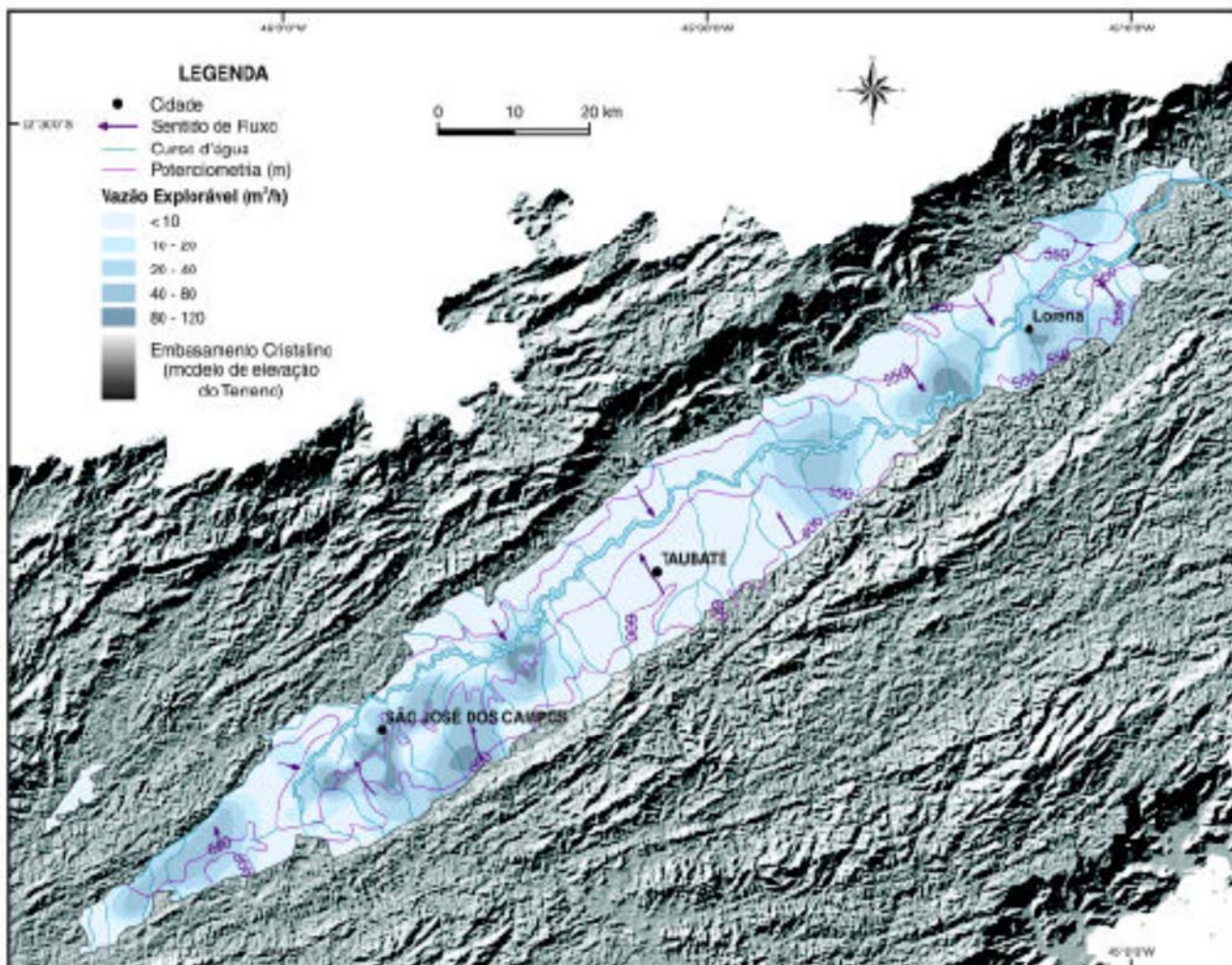
6.3.6.2. Aquífero Sedimentar Taubaté

Encontrado nas rochas sedimentares, constitui o melhor e mais intensamente explorado aquífero da bacia do Paraíba do Sul, e se encontra em terrenos próximos à AII. É descontínuo, possui extensão regional limitada, tipo multicamada, semiconfinado ou confinado, com transmissividade variável, baixa a elevada. A vazão explotável por poço nesse aquífero varia de 10 m³/h a 40 m³/h.

O Aquífero Sedimentar Taubaté, na região compreendida entre Taubaté e Pindamonhangaba, no centro da bacia do Paraíba do Sul, apresenta vazões variáveis de 20 m³/h a 40 m³/h. Merece destaque “a porção sedimentar na região de São José dos Campos, que tem apresentado capacidades específicas três vezes superiores à média dos demais poços perfurados no vale do Paraíba do Sul”, segundo o Plano da Bacia para o período 2007-2010 (COPPETEC/AGEVAP-CEIVAP, 2007). Com relação à qualidade, as águas do aquífero sedimentar Taubaté foram consideradas adequadas para todos os tipos de cultivo, porém para uso industrial o Plano de

Bacia (*op cit*) recomenda o exame da qualidade das águas e, se necessário, o seu tratamento antes de sua utilização (indústrias mais exigentes, como as de laticínios e bebidas). A **Figura 6.3.6-5** ilustra a ocorrência do aquífero Taubaté e as vazões exploráveis nas adjacências da AII.

FIGURA 6.3.6-5. AQUÍFERO TAUBATÉ NAS CERCANIAS DA AII



Fonte: DAEE, 2005

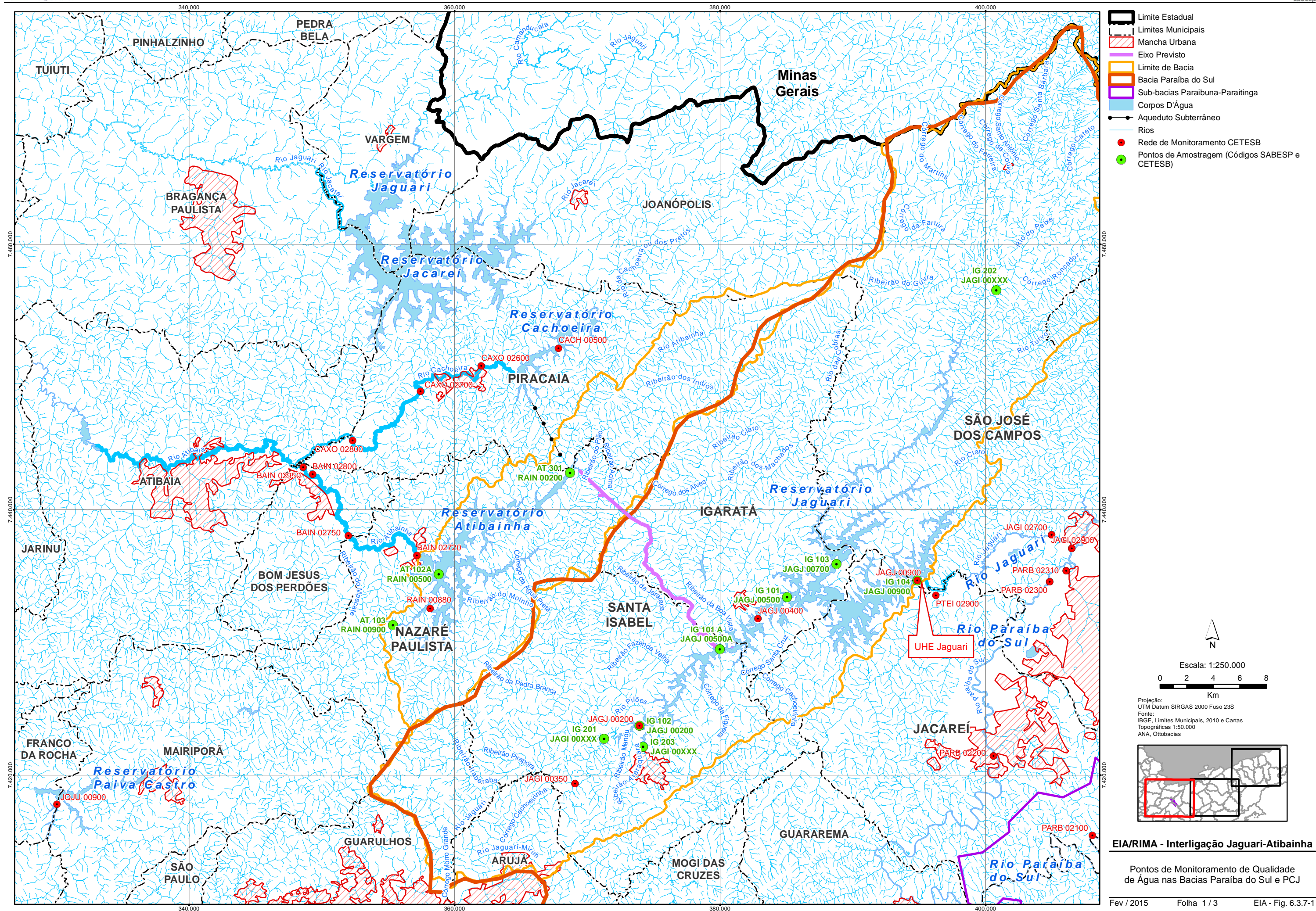
6.3.7. Qualidade das Águas Superficiais

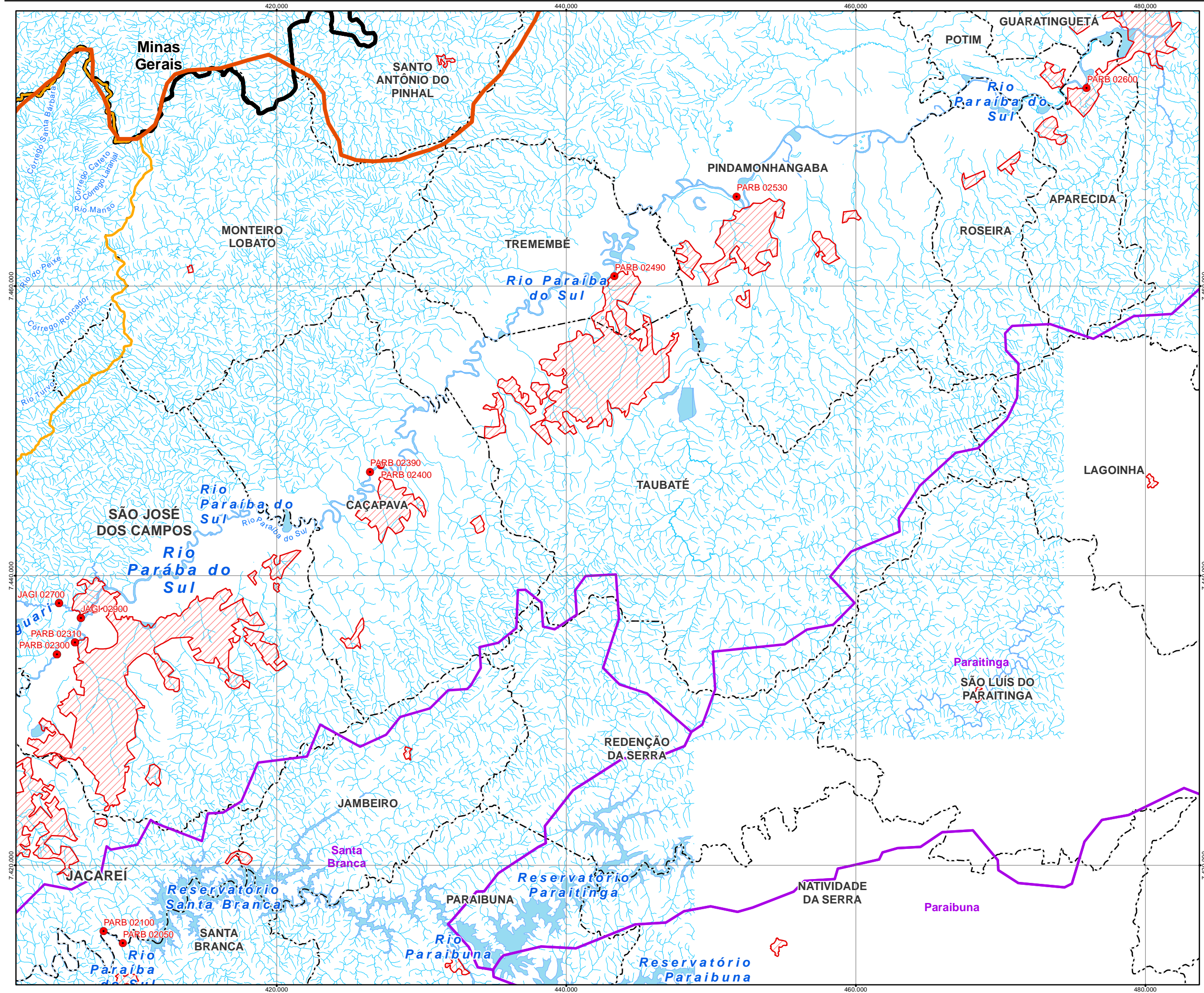
Este item apresenta informações provenientes de dados secundários de qualidade da água na AII e as principais conclusões sobre o tema.

6.3.7.1. Informações do InfoÁguas CETESB

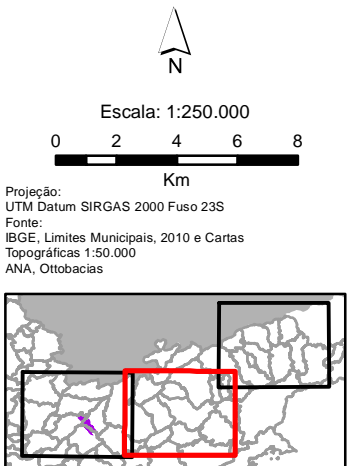
Este item analisa a qualidade da água dos rios e das represas de interesse para o Projeto da Interligação, em termos da evolução do Índice de Qualidade de Água (IQA) medido pela CETESB em pontos da sua rede básica nos últimos anos. A fonte utilizada é o banco de dados InfoÁguas da CETESB, e dados que constam do Relatório de Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013 [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2014.

A **Figura 6.3.7-1**, Folhas 1, 2 e 3 apresenta planta escala 1:250.000 com a localização dos pontos de monitoramento de qualidade de água nas bacias do Paraíba do Sul e PCJ, mencionados neste item, no contexto da rede hidrográfica e dos principais núcleos urbanos da região.



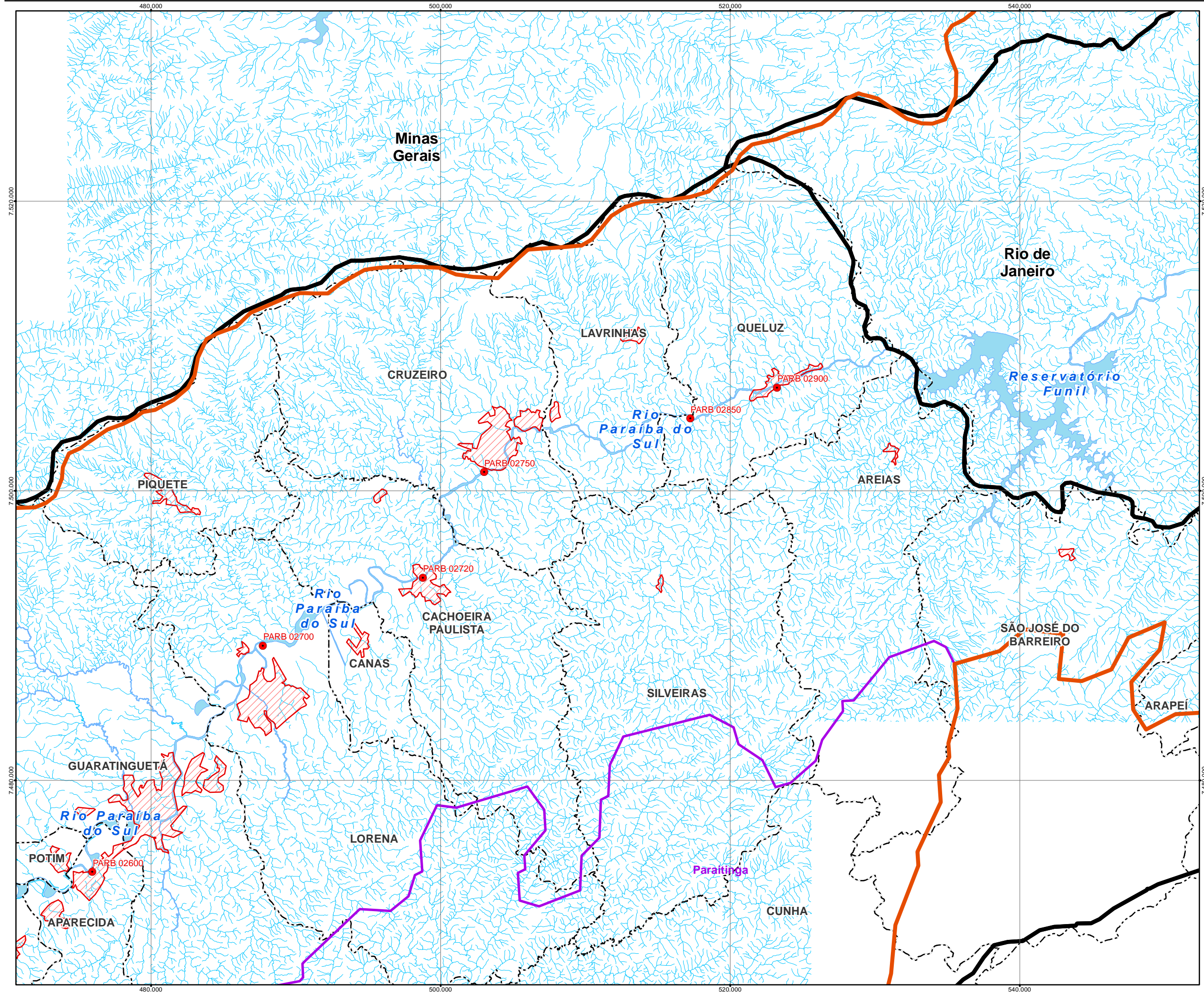


- Limite Estadual
- Limites Municipais
- Mancha Urbana
- Eixo Previsto
- Limite de Bacia
- Bacia Paraíba do Sul
- Sub-bacias Paraibuna-Paraitinga
- Corpos D'Água
- Aqueduto Subterrâneo
- Rios
- Rede de Monitoramento CETESB
- Pontos de Amostragem (Códigos SABESP e CETESB)

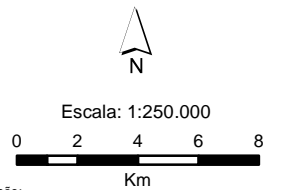


EIA/RIMA - Interligação Jaguari-Atibainha

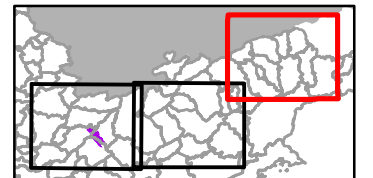
Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água nas Bacias Paraíba do Sul e PCJ



- Limite Estadual
- Limites Municipais
- Mancha Urbana
- Eixo Previsto
- Limite de Bacia
- Bacia Paraíba do Sul
- Sub-bacias Paraibuna-Paraitinga
- Corpos D'Água
- Aqueduto Subterrâneo
- Rios
- Rede de Monitoramento CETESB
- Pontos de Amostragem (Códigos SABESP e CETESB)



Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000
ANA, Ottobacias



EIA/RIMA - Interligação Jaguari-Atibainha

Pontos de Monitoramento de Qualidade
de Água nas Bacias Paraíba do Sul e PCJ

Rio Paraíba do Sul (UGHRI 2). Os pontos que têm dados no InfoÁguas estão apresentados na **Tabela 6.3.7-1** a seguir. Os pontos PARB 02050 até PARB 02310 estão a montante da foz do rio Jaguari no Paraíba do Sul e portanto não estão sujeitos a alterações por mudanças na operação do reservatório Jaguari. Os demais pontos estão a jusante; o mais próximo é o PARB 02400, em Caçapava.

Os pontos a jusante da foz do rio Jaguari no Paraíba do Sul são influenciados pela drenagem das áreas urbanas das cidades localizadas nas suas margens. Entre elas estão São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé, Pindamonhangaba, Aparecida, Guaratinguetá, Lorena, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Lavrinhas e Queluz.

TABELA 6.3.7-1. PONTOS DE MONITORAMENTO DA CETESB NO RIO PARAÍBA DO SUL

Código	Corpo Hídrico	Descrição	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
PARB 02050	Rio Paraíba	Captação de Santa Branca, no bairro Angola de Cima.	Santa Branca	Sim	23 22 32	45 53 12	01/01/2004	
PARB 02100	Rio Paraíba	Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca.	Santa Branca	Não	23 22 05	45 53 59	01/01/1979	
PARB 02200	Rio Paraíba	Junto à captação do município de Jacareí	Jacareí	Sim	23 18 48	45 58 20	01/10/1999	
PARB 02300	Rio Paraíba	Ponte de acesso ao loteamento Urbanova, em São José dos Campos.	São José dos Campos	Não	23 11 42	45 55 48	01/09/1983	
PARB 02310	Rio Paraíba	Na captação de São José dos Campos.	São José dos Campos	Sim	23 11 16	45 55 04	01/01/2001	
PARB 02400	Rio Paraíba	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus.	Caçapava	Não	23 04 42	45 42 39	01/01/1979	
PARB 02490	Rio Paraíba	Na captação da SABESP em Taubaté que abastece Tremembé	Tremembé	Sim	22 57 40	45 33 10	01/09/1995	
PARB 02530	Rio Paraíba	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba	Pindamonhangaba	Sim	22 54 42	45 28 13	01/01/2004	
PARB 02600	Rio Paraíba	Na captação de Aparecida	Aparecida	Sim	22 50 40	45 14 04	01/10/1974	
PARB 02700	Rio Paraíba	Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete.	Lorena	Não	22 42 12	45 07 10	01/09/1995	
PARB 02720	Rio Paraíba	Ponte na R. Eurídice Ramos, ao lado do ginásio municipal.	Cachoeira Paulista	Não	22 39 40	45 00 43		
PARB 02900	Rio Paraíba	Ponte na cidade de Queluz.	Queluz	Não	22 32 32	44 46 26	01/10/1974	

O Rio Paraíba do Sul a montante da foz do Rio Jaguari apresentou, no período de 01/06/2010 a 08/10/2014, IQA correspondente a água de qualidade boa a ótima nos pontos de Santa Branca a Jacareí (PARB 02050, PARB 02100 e PARB 0220, sendo este último o pior deles), com grande intervalo de variação (52 a 85), refletindo as descargas do reservatório.

Os pontos após Jacareí, já em São José (PARB 02300 e PARB 02310), apresentam IQA muito semelhantes, mas menores que nos pontos de montante. A qualidade variou de regular a boa.

Figura 6.3.7-2. IQA Rio Paraíba do Sul
Santa Branca a Jacareí

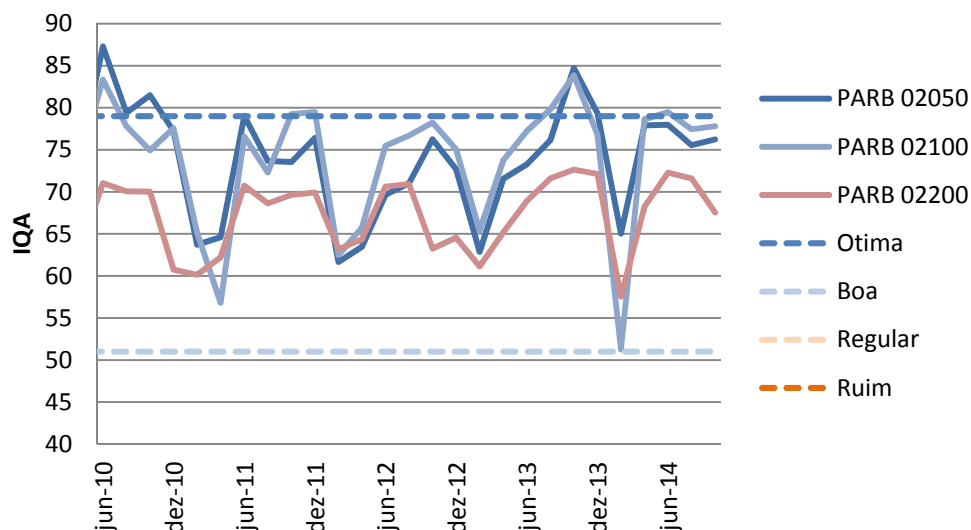
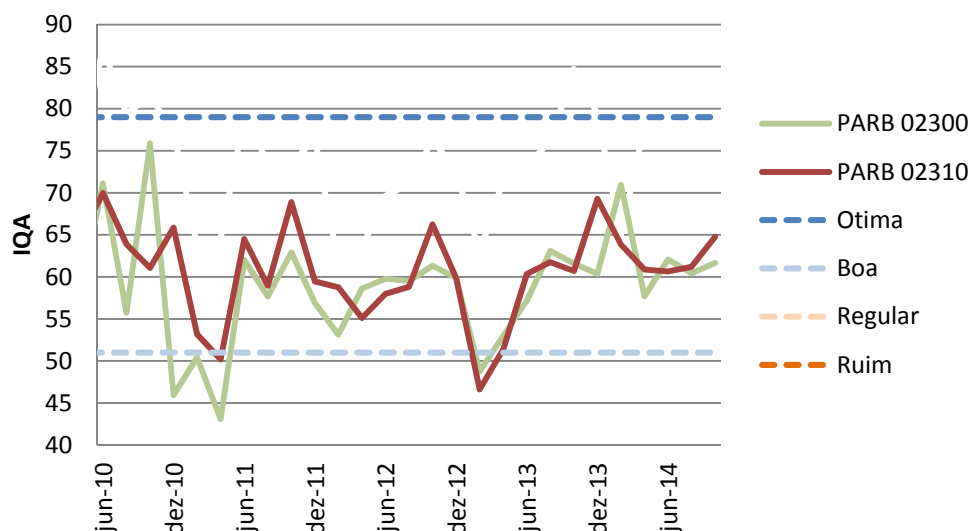
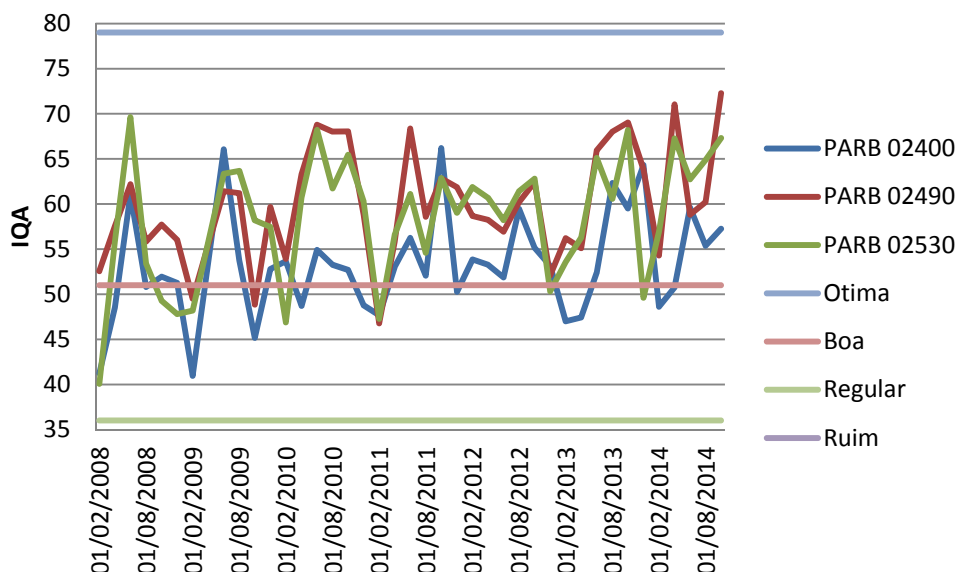


Figura 6.3.7-3. IQA Rio Paraíba do Sul
São José a montante da foz do Jaguari



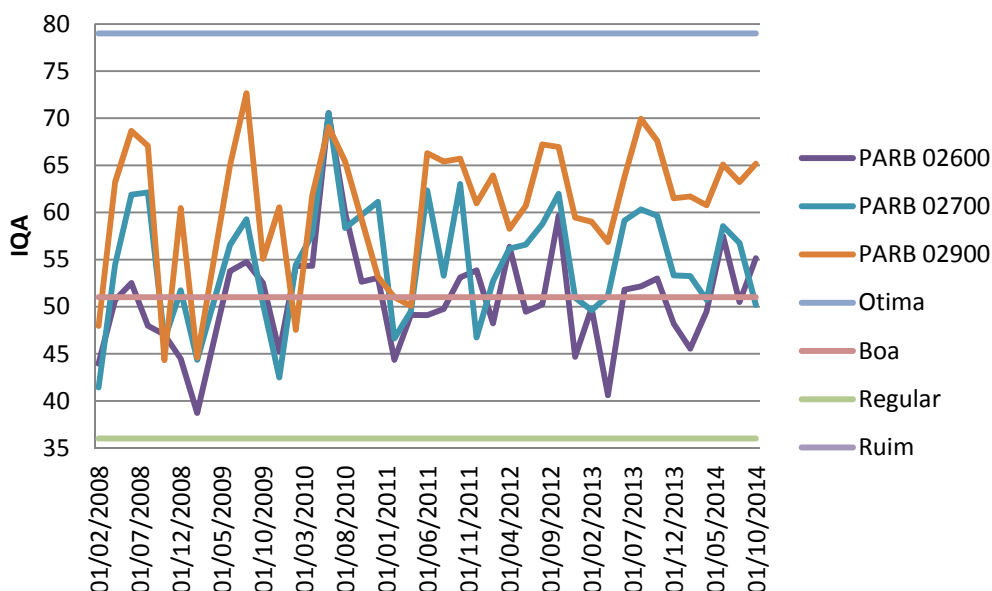
O Rio Paraíba do Sul a jusante da foz do Rio Jaguari apresentou, no período de 01/02/2008 a 08/10/2014, IQA correspondente a água de qualidade regular a boa nos pontos de Caçapava a Pindamonhangaba (PARB 02400, PARB 02490 e PARB 02530), sendo que os dois últimos apresentam melhora em relação ao primeiro, com grande intervalo de variação nos valores do IQA (46 a 70), refletindo talvez as descargas dos reservatórios.

Figura 6.3.7-4. IQA Rio Paraíba do Sul
Cacapava a Pinda

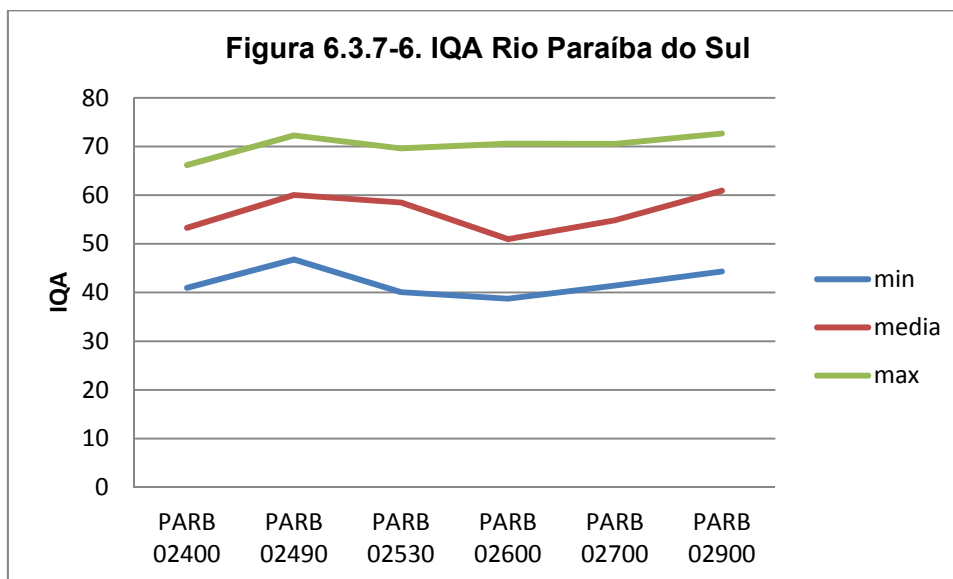


Os pontos após Aparecida (PARB 02600, PARB 0270 e PARB 02900), também apresentam IQA que corresponde a água de qualidade regular a boa. Sendo que há uma melhora da qualidade no sentido de jusante do rio.

Figura 6.3.7-5. IQA Rio Paraíba do Sul
Aparecida a Queluz



Considerando os valores médios do IQA observa-se que de Caçapava (PARB 02400) para Tremembé (PARB 024900) há uma melhora na qualidade, daí para Pinda (PARB 02530) há um decréscimo que continua até Aparecida (PARB 02600). Nesse ponto novos acréscimos até atingir Lorena (PARB 02700) e Queluz (PARB 02900). Essa piora entre Pinda e Aparecida pode estar relacionada a influência das áreas urbanas incrementais no trecho, e a melhora de Aparecida em diante pode estar relacionada com ações de saneamento realizadas.



Rio Jaguari (UGRHI 02) e Rio Parateí. Os pontos que tem dados no InfoÁguas são JAGI 00350, JAGI 02900 e PTEI 02900. Esses pontos não estão em captações de água. O ponto JAGI 00350 drena área com predominância de cobertura herbácea e arbustiva e cobertura arbórea. Os pontos JAGI 02900 e PTEI 02900 situam-se em áreas mais antropizadas.

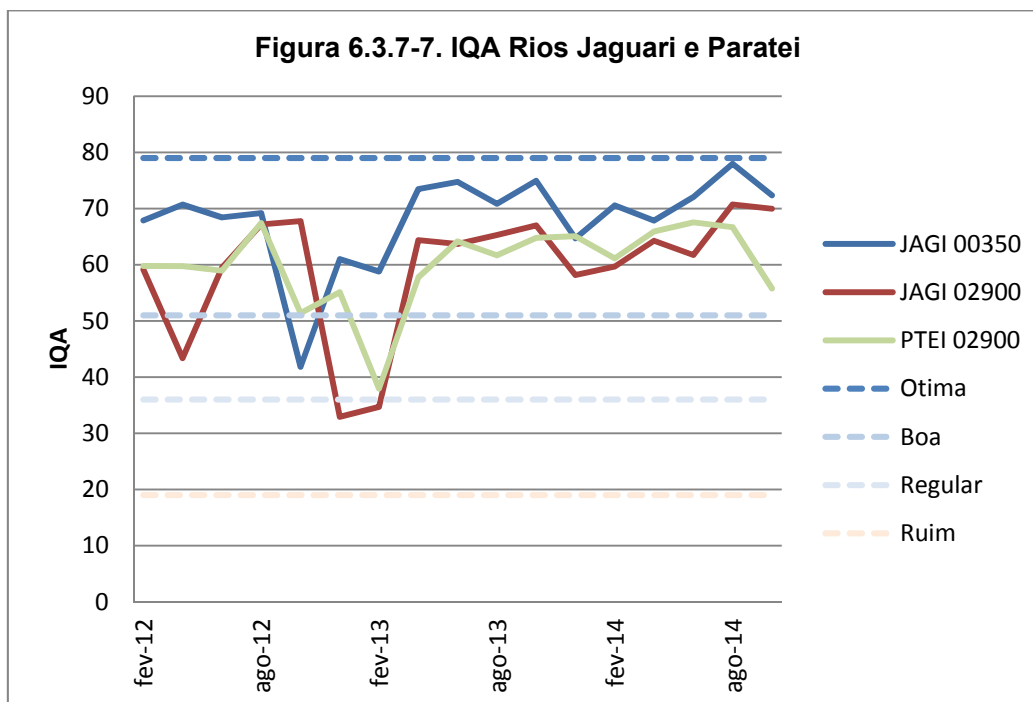
TABELA 6.3.7-2. PONTOS DE MONITORAMENTO DA CETESB NOS RIOS JAGUARI E PARATEÍ

Código	Corpo Hídrico	Descrição	Município	Latitude	Longitude	Início	Término
JAGI 00350	Rio Jaguari - UGRHI 02	Na régua da CESP, a montante da Cachoeira do Jaguaribe.	Santa Isabel	23 19 48	46 16 50	01/01/2012	
JAGI 02900	Rio Jaguari - UGRHI 02	Próximo à foz no rio Paraíba, no município de São José dos Campos.	São José dos Campos	23 10 21	45 54 49	07/12/1995	
PTEI 02900	Rio Parateí	Ponte na estrada de acesso ao Res. Jaguari, próximo à cervejaria Brahma, em Jacareí.	Jacareí	23 12 14	46 00 50	01/03/2000	

O Rio Jaguari apresentou, no período de 29/02/2012 a 22/10/2014, IQA correspondente a água de qualidade regular a boa no ponto JAGI 00350 (que drena áreas mais preservadas) e de qualidade ruim a boa no ponto JAGI 02900 (que drena áreas mais antropizadas).

O Rio Parateí no mesmo período apresentou qualidade regular a boa.

Os três pontos apresentaram em dez/2012 e fev/2013 uma queda muito grande do IQA.



Reservatório Jaguari (UGHRI 2). Para o reservatório do Jaguari (UGHRI 2), constam 3 pontos no InfoAguas. O ponto JAGJ 00200, situado na ponte na rodovia SP-056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel, corresponde ao ponto IG-102 (braço do rio Jaguari), do monitoramento realizado pela Sabesp em maio e julho de 2014, a montante do ribeirão Araraquara, que drena a área urbana de Santa Isabel.

O ponto JAGJ 00900 está situado próximo da tomada de água da UHE Jaguari, no município de São José dos Campos. A localização desse ponto é próxima ao ponto IG-104 (Barragem CESP), do monitoramento realizado pela Sabesp em maio e julho de 2014.

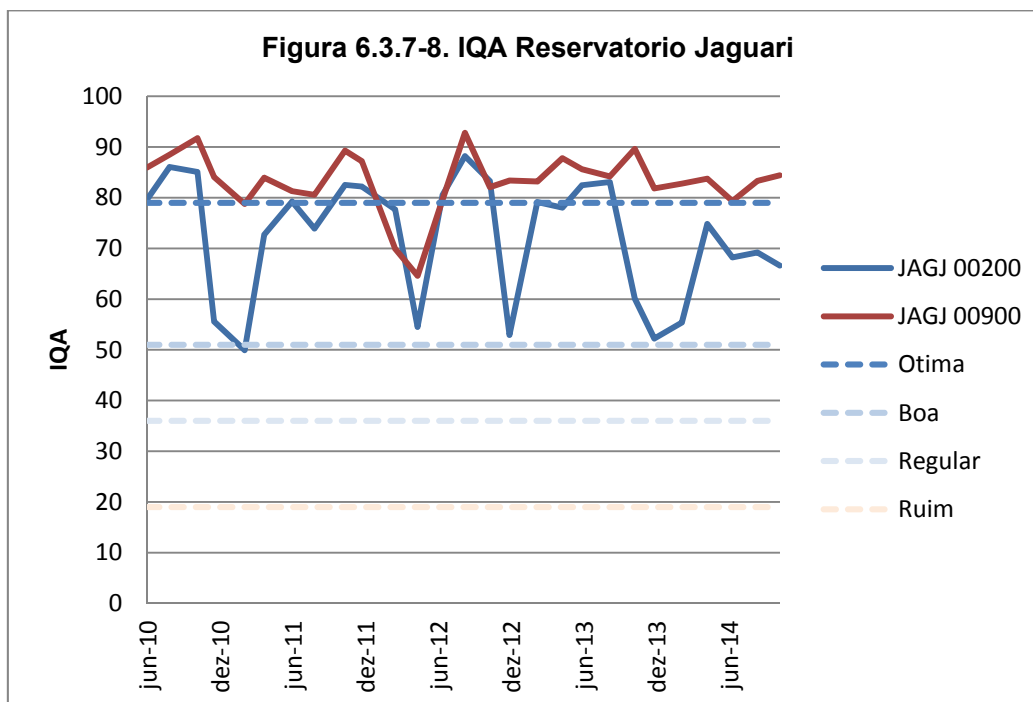
O terceiro ponto é o JAGJ 00400, situado na ponte da rodovia Dom Pedro I (SP-065).

TABELA 6.3.7-3. PONTOS DE MONITORAMENTO DA CETESB NO RESERVATÓRIO JAGUARI

Código	Corpo Hídrico	Descrição	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
JAGJ 00200	Reservatório Jaguari UGRHI 02	Ponte na rodovia SP-056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.	Santa Isabel	Sim	23 17 38	46 14 02	01/01/1996	
JAGJ 00400	Reservatório Jaguari UGRHI 02	Ponte na rodovia D. Pedro I (SP-065), no município de Igaratá.	Igaratá	Não	23 13 08	46 08 42	01/01/1992	31/12/2000
JAGJ 00900	Reservatório Jaguari UGRHI 02	Na tomada d'água da UHE Jaguari.	São José dos Campos	Não	23 11 37	46 01 39	01/08/2008	

Fonte <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>

O reservatório Jaguari apresentou, no período de 16/06/2010 a 22/10/2014, IQA correspondente a água de qualidade boa e ótima, sendo que em uma medida no JAGJ 00200 ela mostrou qualidade regular. Do ponto JAGJ 00200 até o ponto JAGJ 00900, a qualidade da água tem uma grande melhora, indicando uma grande capacidade de assimilação da carga poluidora proveniente da cidade de Santa Isabel, parcialmente aferida no ponto JAGJ 00200. A média do IQA no ponto JAGJ 00900, no período é 83.

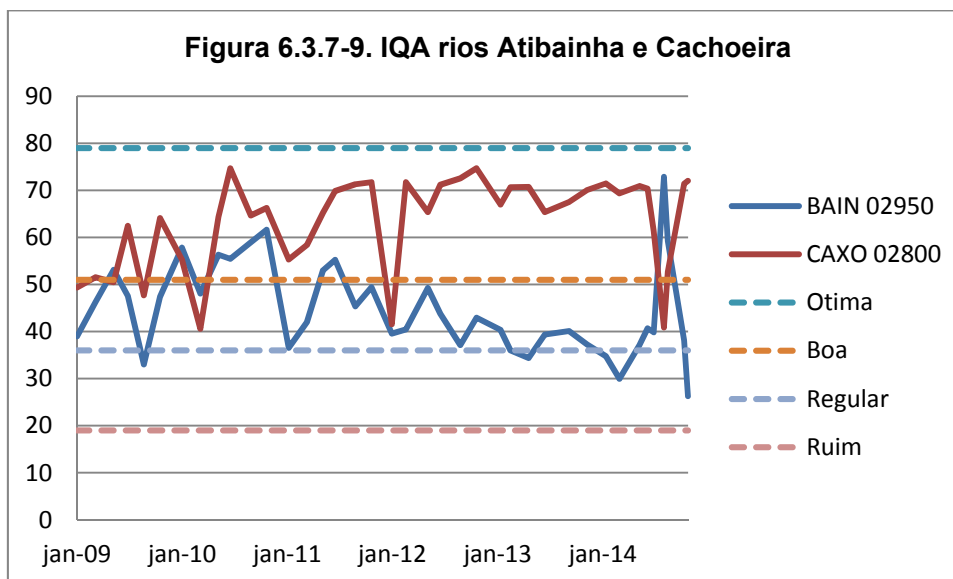


Rio Cachoeira e Rio Atibainha. Os pontos imediatamente a jusante dos reservatórios, com dados no InfoÁgua são CAXO 02800 e BAIN 02950. Esses pontos não estão em captações de água. O ponto CAXO 02800 drena área urbana de Piracaia e o ponto BAIN 02950 drena as áreas urbanas de Nazaré Paulista e Bom Jesus dos Perdões.

TABELA 6.3.7-4. PONTOS DE MONITORAMENTO DA CETESB NOS RIOS CACHOEIRA E ATIBAINHA

Código	Corpo Hídrico	Descrição	UGRHI	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
CAXO 02800	Rio Cachoeira	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	5	Bom Jesus dos Perdões	Não	23 05 43	46 26 31	01/01/2003	
BAIN 02950	Rio Atibainha	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	5	Bom Jesus dos Perdões	Não	23 06 46	46 28 43	01/01/2003	

Os pontos apresentaram, no período de 19/01/2009 a 10/11/2014, IQA correspondente a água de qualidade ruim e boa, sofrendo o efeito das áreas urbanas que drenam. O ponto CAXO 02800 apresentou melhor qualidade (regular a boa) que o ponto BAIN 02950 (ruim a boa), ambos com grande flutuação em torno da média, talvez decorrente do regime de liberação de vazões dos reservatórios Cachoeira e Atibainha.



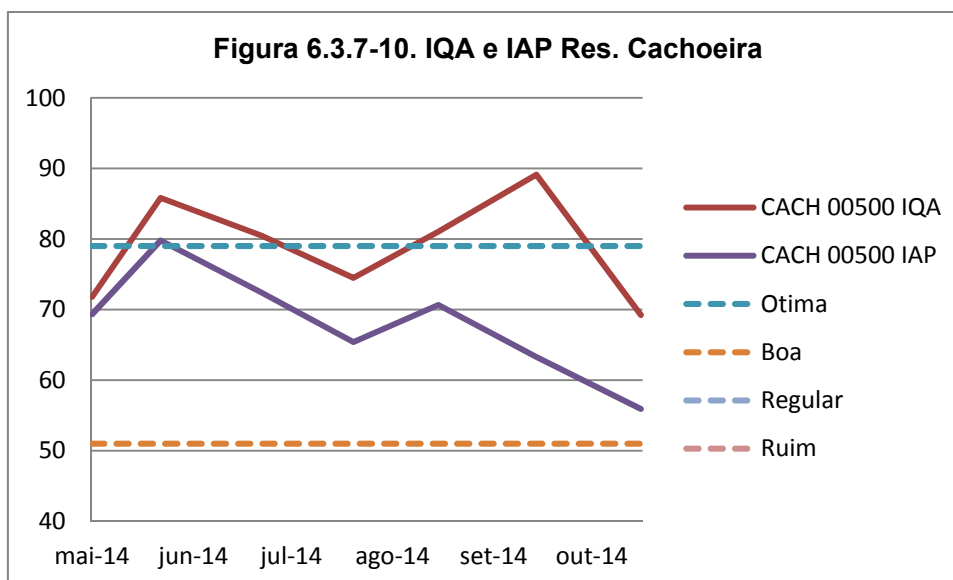
Reservatório Cachoeira (UGHRI 5). Para o reservatório Cachoeira consta, no InfoAguas, o ponto CACH 00500, situado no meio do corpo central. Ele começou a operar recentemente, em 01/05/2014. Não tem correspondente ponto Sabesp.

TABELA 6.3.7-5. PONTO DE MONITORAMENTO DA CETESB NO RESERVATÓRIO CACHOEIRA

Código	Corpo Hídrico	Descrição	UGHRI	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
CACH 00500	Reservatório Cachoeira	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem	5	Piracaia	Não	23 02 01	46 17 24	01/05/2014	

Fonte <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>

O reservatório Cachoeira apresentou, no período de maio a novembro de 2014, IQA correspondente a água de qualidade boa e ótima. Ele alimenta o reservatório Atibainha.



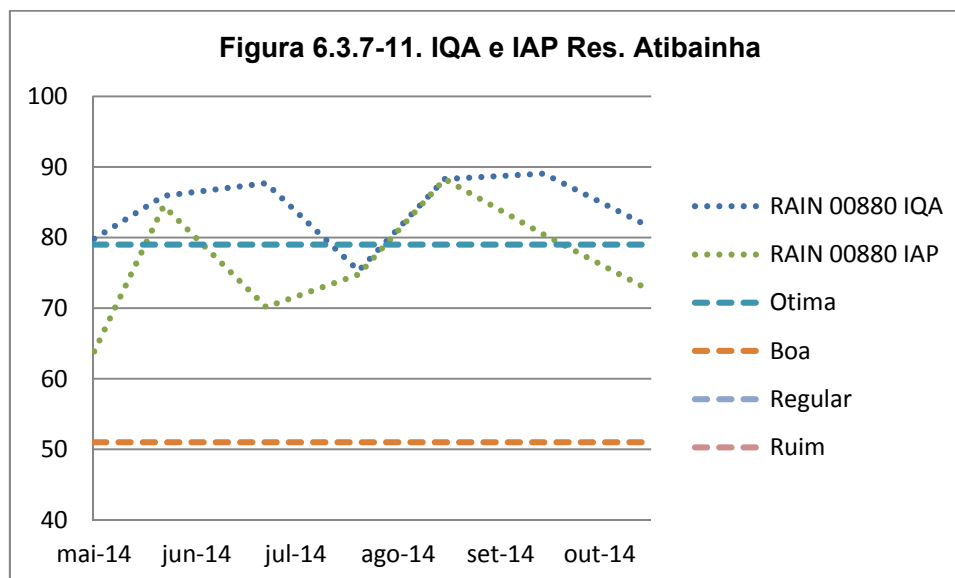
Reservatório Atibainha (UGHRI 5). Para o reservatório Atibainha consta, no InfoAguas, o ponto RAIN 00880, situado em frente às bombas para captação do volume morto. Ele começou a operar recentemente, em 23/04/2014. A localização desse ponto é próxima ao ponto AT-102A (RAIN 00500) do monitoramento realizado pela SABESP em maio e julho de 2014.

TABELA 6.3.7-6. PONTO DE MONITORAMENTO DA CETESB NO RESERVATÓRIO ATIBAINHA

Código	Corpo Hídrico	Descrição	UGRHI	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
RAIN 00880	Represa do Rio Atibainha	Em frente as obras de colocação da bomba para captação do volume morto, antes da ensecadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré-Guarulhos.	5	Nazaré Paulista	Não	23 12 35	46 23 10	23/04/2014	

Fonte <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>

O reservatório Atibainha, que é alimentado pelo reservatório Cachoeira apresentou, no período de maio a novembro de 2014, IQA correspondente a água de qualidade boa e ótima. A média dos IQAs no reservatório Cachoeira, no período, foi de 79 e a do Atibainha 84, indicando uma melhora na qualidade da água de um para o outro.



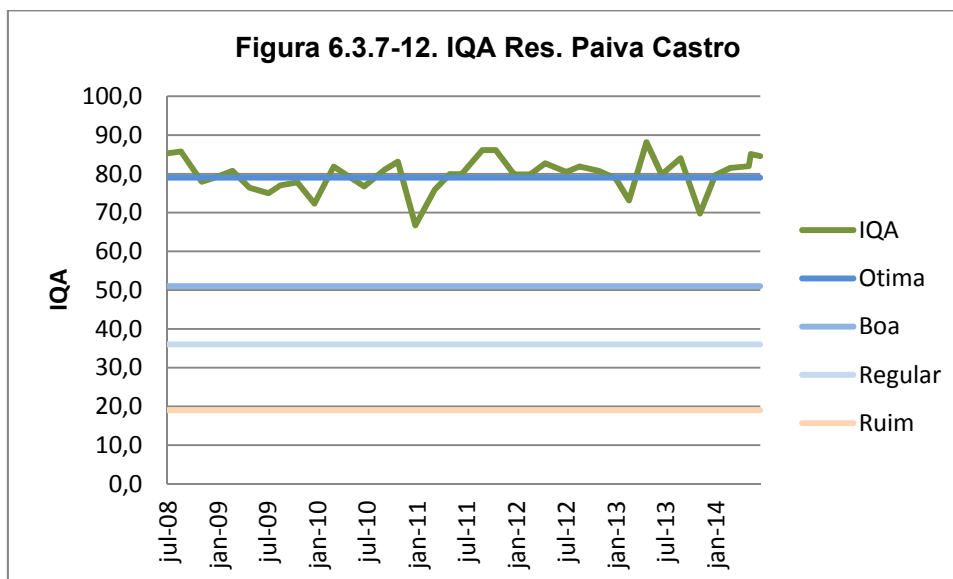
Reservatório Paiva Castro ou Juqueri (UGRHI 6). Para o reservatório Paiva Castro consta, no InfoAguas, o ponto JQJU 00900, situado na ponte Santa Inês.

TABELA 6.3.7-7. PONTO DE MONITORAMENTO DA CETESB NO RESERVATÓRIO PAIVA CASTRO

Código	Corpo Hídrico	Descrição	UGRHI	Município	Captação	Latitude	Longitude	Início	Término
JQJU 00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	6	Mairiporã	Sim	23 20 25	46 39 45	01/01/1977	

Fonte <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>

O reservatório Paiva Castro recebe águas do reservatório Atibainha. No período de 23/07/2008 a 07/07/2014, ele apresentou IQA correspondente a água de qualidade boa a ótima, semelhante aos reservatórios Atibainha e Cachoeira. A média dos IQAs no reservatório Paiva Castro, no período, foi 80.



Conclusões. Em relação ao IQA, as águas do reservatório Jaguari (IQA médio) são semelhantes ao Atibainha e melhores que o Cachoeira e Paiva Castro.

TABELA 6.3.7-8. COMPARATIVO DE IQA MÉDIO NOS RESERVATÓRIOS

Reservatório	UGRHI 2	UGRHI 5		
	Jaguari	Cachoeira	Atibainha	Paiva Castro
IQA médio	83	79	84	80

6.3.7.2. Informações do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de SP 2013

Este item analisa a qualidade da água no rio e reservatório Jaguari, em termos dos valores médios, em 2013 e nos últimos anos, para cada um dos parâmetros que compõem os vários índices utilizados pela CETESB para avaliação da qualidade da água na sua Rede Básica.

Fonte: CETESB (São Paulo, 2014) - Relatório de Qualidade da Qualidade das Águas Superficiais no estado de São Paulo 2013.

Rede de pontos de monitoramento. Os pontos de interesse na bacia do Rio Jaguari são JAGI 00350 e JAGI 02900, no próprio rio e JAGJ 00200 e JAGJ 00900 no reservatório.

A **Tabela 6.3.7-9** apresenta as médias de 2013 e as médias históricas (2008 a 2012) das seguintes variáveis de qualidade: Condutividade, Turbidez, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido, DBO, Fósforo, Escherichia coli e Clorofila a. As unidades de medida não mencionadas estão expressas em mg/L.

No rio observam-se valores baixos de condutividade e turbidez. O OD e a DBO apresentaram valores compatíveis com a classe 2, os parâmetros de nutrientes apresentam-se no limite de ambientes mesotróficos, o Fósforo está tendendo a ambientes mesotróficos. Os coliformes superam 1.000 NMP/100 mL. A clorofila apresenta-se baixa (o limite é 10 ug/L para a classe 1). Os parâmetros denunciam a presença de poluição urbana.

No reservatório observam-se valores baixos de condutividade e turbidez. O OD e a DBO apresentaram-se compatíveis com as classes 1 e 2, os parâmetros de nutrientes apresentaram-se no limite de ambientes mesotróficos, o Fósforo está tendendo a ambientes mesotróficos. Os coliformes foram baixos, bem inferiores a 200 NMP/100 mL. A clorofila apresentou-se alta no ponto de montante, sofrendo forte atenuação no sentido do barramento, onde se apresenta baixa. Os parâmetros denunciam a presença de poluição urbana.

TABELA 6.3.7-9. MÉDIAS DE 2013 E NO PERÍODO 2008 A 2012, DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS DE QUALIDADE

Corpo Hídrico	Nome do Ponto	Condutividade (µS/cm)		Turbidez (UNT)		Nitrato		Nitrogênio Amoniacal		Oxigênio Dissolvido		DBO (5, 20)		Fósforo		E. coli (UFC/100mL)		Clorofila-a (µg/L)	
		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média	
		2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12	2013	2008-12
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI00350	60	60	11	31	0,46	0,64	0,06	0,52	8,4	7,6	4	4	0,039	0,030	878	2,9E+03	1,2	0,67
	JAGI02900	49	47	54	41	0,15	0,67	0,09	0,26	5,4	5,2	5	4	0,049	0,036	3,2E+03	2,9E+03	0,53	0,30
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200	53	41	8	2	0,10	0,10	0,05	0,25	7,3	5,5	5	3	0,061	0,025	29	35	72	23
	JAGJ00900	30	30	2	2	0,10	0,11	0,05	0,28	6,9	6,8	3	3	0,014	0,023	7	3	0,73	0,40

A **Tabela 6.3.7-10** mostra as porcentagens de não conformidades com os padrões da legislação das seguintes variáveis de qualidade: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cobre Dissolvido, Mercúrio, Níquel, Zinco e Toxicidade Crônica (Ensaio Ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*). Ressalta-se que a Toxicidade é empregada para avaliar a presença de substâncias tóxicas. As variáveis Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Manganês podem indicar também a intensificação de processos erosivos, com o transporte de material advindo de fonte edáfica. Apresenta-se, também, o Número de Células de Cianobactérias, pois a presença desses organismos pode indicar a presença de cianotoxinas no meio aquático.

No rio não foram observadas desconformidades com o padrão para os parâmetros níquel, zinco, cádmio, mercúrio e cobre, mais fortemente associados a poluição industrial. Foram observadas desconformidades para os parâmetros associados a agricultura e a ambientes anóxicos: manganês (50% das medidas), alumínio (25% das medidas), ferro (até 100% das medidas) e toxicidade (25% das medidas).

No reservatório não foram observadas desconformidades com o padrão para os parâmetros níquel, zinco, chumbo, cádmio e mercúrio, mais fortemente associados a poluição industrial. Foram observadas desconformidades para os parâmetros associados a agricultura e a ambientes anóxicos (fundo do reservatório): manganês (13% das medidas), alumínio (4% das medidas), ferro (até 9% das medidas), cobre (4% das medidas) e toxicidade (50%).

TABELA 6.3.7-10. PORCENTAGEM DE RESULTADOS NÃO CONFORMES (NC) COM OS PADRÕES DE QUALIDADE, PARA 2013 E NO PERÍODO 2008 A 2012.

Corpo Hídrico	Nome do Ponto	Manganês Total		Níquel Total		Zinco Total		Ens. Ecotoxic. / <i>Ceriodaphnia dubia</i>		Cádmio Total		Mercúrio Total		Chumbo Total		Número de Células de Cianobactérias		Alumínio Dissolv.		Ferro Dissolv.		Cobre Dissolv.	
		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média		Média	
		2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012	2013	2008-2012
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI00350	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	25	0	100	75	0	0
	JAGI02900	50	46	0	0	0	0	25	19	0	0	0	0	0	4	-	-	25	15	25	31	0	0
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0
	JAGJ00900	0	13	0	0	0	0	50	48	0	0	0	0	0	0	-	-	0	4	0	9	0	0

IQA – Índice de Qualidade de Água. Em 2013, foi feito o cálculo do IQA para os 4 pontos da Rede Básica da CETESB, conforme apresenta a **Tabela 6.3.7-11**.

Observou-se no rio qualidade boa em todos os meses, exceto no ponto JAGI 02900 em fevereiro, que teve qualidade ruim.

Observou-se no reservatório qualidade boa em todos os meses no ponto de montante e ótima no ponto de jusante. Indicando capacidade de melhoria no caminho entre o ponto de montante e o de jusante.

TABELA 6.3.7-11. RESULTADOS MENSIS E MÉDIA ANUAL DO IQA. 2013

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média IQA 2013
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI00350		59		73		75		71		75		65	70
	JAGI02900		35		64		64		65		67		58	59
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200		79		78		82		83		60		52	73
	JAGJ00900		83		88		86		84		90		82	85

Legenda: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

IAP – Índice de Qualidade de Água para fins de Abastecimento Público. Entre os 4 pontos de monitoramento da Rede Básica, um coincide com a captação de água para abastecimento público de Santa Isabel. A **Tabela 6.3.7-12** apresenta os valores do IAP para esse ponto.

Observou-se variação do IAP na água entre péssima e ótima, denunciando a influência de cargas poluidoras da área urbana de Santa Isabel a montante da captação. Os melhores meses estão no período seco.

TABELA 6.3.7-12. RESULTADOS MENSIS E MÉDIA ANUAL DO IAP. 2013

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mai	Jun	Jul	Ago	Nov	Dez	Média IAP 2013
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200		79		82		83		9	63

Legenda: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

IET – Índice de Estado Trófico. A **Tabela 6.3.7-13** apresenta o resultado do IET de 2013 para os 4 pontos da Rede Básica, tanto o IET do Fósforo quanto o IET da Clorofila a.

Observou-se no rio variação do estado entre mesotrófico e ultraoligotrófico, indicando que a água é pobre em nutrientes; o pior mês foi dezembro quando ambos os pontos apresentaram-se mesotróficos.

Observou-se no reservatório uma variação entre o estado ultraoligotrófico e hipereutrófico. Em dezembro houve o registro de hipereutrófico, no ponto de montante (mais fortemente impactado pela urbanização de Santa Isabel).

TABELA 6.3.7-13. RESULTADOS MENSIS E MÉDIA ANUAL DO IET. 2013

Corpo Hídrico	Ponto	JAN	FEV	MAI	JUN	JUL	AGO	NOV	DEZ	Média IET 2013
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI00350		50		47		55		55	52
	JAGI02900		40		46		51		53	47
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200		52		*51		*49		71	56
	JAGJ00900		46		*48		*48		*49	48

Legenda: ■ Ultraoligotrófico ■ Oligotrófico ■ Mesotrófico ■ Eutrófico ■ Supereutrófico ■ Hipereutrófico

IVA – Índice de qualidade de água para proteção da Vida Aquática. Em 2013, foi calculado o IVA para os 4 pontos, conforme apresentado na **Tabela 6.3.7-14**.

Observou-se no rio e no reservatório variação entre regular e ótima, em todos os meses; contudo o ponto de jusante do reservatório teve maior percentual de estado regular.

TABELA 6.3.7-14. RESULTADOS MENSIS E MÉDIA ANUAL DO IVA. 2013

Corpo Hídrico	Ponto	JAN	FEV	MAI	JUN	JUL	AGO	NOV	DEZ	Média IVA 2013
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI00350		2,2		1,7		3,2		3,2	2,6
	JAGI02900		2,9		2,9		2,2		4,4	3,1
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ00200		2,2		*2,2		*2,2			2,2
	JAGJ00900		1,7		*2,2		*3,4		*3,4	2,7

Legenda: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

6.3.7.3. Qualidade dos Sedimentos - Reservatório Jaguari

Em 2013, foi monitorado um ponto (JAGJ 00250, ao lado do JAGJ 0200) para avaliação da qualidade do sedimento no reservatório Jaguari, em local que recebe esgoto *in natura* da cidade de Santa Isabel.

A qualidade do sedimento foi avaliada por meio do Critério de Qualidade dos Sedimentos que contempla a classificação para diferentes linhas de evidência. Os diagnósticos: químico, componente biótico (comunidade bentônica), potencial mutagênico e variáveis microbiológicas são apresentados em cinco classes de qualidade. A presença de Fósforo no sedimento é avaliada por meio de três classificações com base na sua concentração total. Com relação ao seu potencial de ecotoxicidade, os sedimentos são avaliados em quatro classes de qualidade de acordo com os tipos e intensidades de efeitos observados nos ensaios com *Hyaella azteca*. Os resultados do teste de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®), realizado na água intersticial, também são apresentados em quatro classes de intensidade.

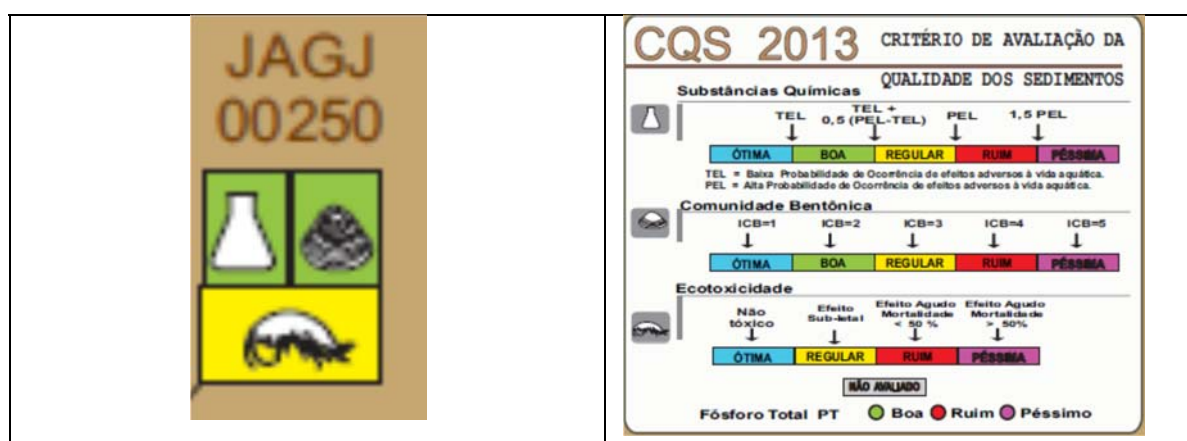
A qualidade variou em função do parâmetro considerado, entre péssima (quanto ao conteúdo de Fósforo), regular (quanto a ecotoxicidade), e boa (quanto aos Químicos, ICB e Microbiológico).

TABELA 6.3.7-15 - CRITÉRIO DE QUALIDADE DO SEDIMENTO

Corpo Hidrico	PONTOS	Pontos Consolidados	Q(s)PEL	ICB	Ecotoxicidade <i>H. azteca</i>	Ames	Microtox	Microbio-lógicos ¹	PT	Frequência deformidade
Res. do Jaguari	JAGJ 00250							++		nr
n.r = análises não realizadas		¹ <i>Clostridium</i> e <i>Coliformes</i>								
QUALIDADE	ótima		boa		regular		ruim		péssima	
QUÍMICA										

Resumidamente a figura abaixo apresenta uma representação visual para os resultados de três índices, bem como os seus critérios de avaliação. Um é o de substâncias químicas (verde) qualificado como boa, outro é o de comunidade bentônica (verde) qualificado como boa e o terceiro é a ecotoxicidade (amarela) qualificado como regular.

FIGURA 6.3.7-13. SÍNTESE DA QUALIDADE DO SEDIMENTO NO PONTO JAGJ 00250



A CETESB apresentou também uma avaliação **integrada da qualidade dos sedimentos** no ponto JAGJ 00250, indicando que nesse setor, próximo da cidade de Santa Isabel, o reservatório Jaguari está eutrofizado, com elevadas concentrações de fósforo no sedimento, adensamento de macrófitas nas margens e altas densidades de organismos bentônicos, especialmente na região profunda. Os efeitos tóxicos observados para *H. azteca* indicaram a presença de agentes que também podem ter influenciado a composição da comunidade bentônica, que não apresentou organismos sensíveis. Concluiu também que o efeito genotóxico observado pode estar associado a contaminantes químicos orgânicos não analisados ou não quantificados.

6.3.8. Campanha de Monitoramento de Limnologia e Qualidade de Água

6.3.8.1. Levantamentos de campo realizados

A Sabesp, em parceria com a CETESB, realizou uma campanha preliminar de limnologia e qualidade de água nos reservatórios Jaguari e Atibainha, e em formadores do Jaguari, em final de Abril – início de Maio 2014. Após a definição de novo local para captação no reservatório Jaguari, uma medição complementar foi feita em no início de Julho 2014 na altura desse ponto (JAGJ 00500A, IG-101A).

As coletas de abril-maio e julho foram realizadas com o reservatório na cota 613,40 m aproximadamente, o que corresponde a cerca de 42,5% do volume útil (volume total = 443 + 337 = 780 milhões m³). Nessa condição intermediária, o NA estava 9,60 m abaixo do NA máximo normal (623,00 m) e 10,20 m acima do NA mínimo operacional (603,20 m).

A campanha preliminar realizada atende, no essencial, as especificações contidas no “Plano de Caracterização dos Corpos d’Água, Reservatório Jaguari (Igaratá) e Atibainha”, que faz parte do TdR emitido pela CETESB para o presente EIA do Projeto de Interligação.

A **Figura 6.3.8-1** apresenta planta geral escala 1:150.000 com a localização dos pontos de amostragem de limnologia e qualidade de água adotados na campanha. A **Figura 6.3.8-2** apresenta planta escala 1:75.000 das cabeceiras do rio Jaguari, que mostra o contexto urbano-ambiental da região que drena para a captação proposta.

Os pontos de amostragem no reservatório Jaguari e formadores abrangem:

- Três locais na zona de montante do braço do rio Jaguari no reservatório, na altura da cidade de Santa Isabel, quais sejam:
 - IG-201, rio Jaguari, na ponte da estrada da Barroca Funda, pouco a montante da foz no reservatório;
 - IG-203, rib. Araraquara, na ponte da rua Ver. Sebastião Claudiano, pouco a montante da foz no reservatório;
 - JAGJ 00200 (IG-102), reservatório Jaguari, na ponte da SP-056, ponto da rede de monitoramento da CETESB.

Os pontos IG-201 e IG-203 situam-se em locais pouco a jusante de descargas de esgotos da cidade de Santa Isabel. O ponto JAGJ 00200 fica a jusante do IG-201, mas a montante da foz do rib. Araraquara (principal corpo receptor dos esgotos da cidade de Santa Isabel), com o que o JAGJ 00200 não reflete completamente o efeito, no reservatório, das descargas de efluentes da cidade.

- Dois locais no braço do rio Jaguari no reservatório, de montante para jusante:
 - JAGJ 00500A (IG-101A), na altura da captação proposta;
 - JAGJ 00500 (IG-101), próximo da confluência do braço do Jaguari com o braço do rio do Peixe, na altura da captação inicialmente prevista, posteriormente descartada.

Estes dois pontos representam adequadamente as águas que serão captadas pelo sistema de Interligação na quase totalidade do tempo, pois são mínimas as possibilidades de ocorrerem afluições naturais tão baixas que impliquem em refluxo de águas do corpo central ou do braço do rio do Peixe.

- Dois locais no braço do rio do Peixe:
 - IG-202, rio do Peixe a montante do reservatório;
 - JAGJ 00700 (IG-103), braço do rio do Peixe no reservatório, próximo da confluência com o braço do rio Jaguari.
- Um local no corpo central do reservatório Jaguari:
 - JAGJ 00900 (IG-104), ponto da rede de monitoramento da CETESB, junto à barragem da CESP.

Os pontos de amostragem no reservatório Atibainha abrangem:

- Ponto RAIN 00200 (AT-301), no braço do rio Atibainha no reservatório, na altura do local projetado de descarga da Interligação, a montante do desemboque do Túnel 6.

Este ponto não sofre influência da vazão revertida dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Cachoeira através do Túnel 6.

- Ponto RAIN 00500 (AT-102A), no meio do reservatório Atibainha, corpo central.
- Ponto RAIN 00900 (AT-103), emboque do Túnel 5, saída do Atibainha para reversão ao reservatório Paiva Castro.

Os pontos RAIN 00500 e 00900 recebem forte influência das águas revertidas dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Cachoeira.

O Plano de Caracterização dos Corpos d'Água, Reservatório Jaguari (Igaratá) e Atibainha prevê a determinação dos parâmetros indicados a seguir.

Parâmetros em amostras de água em pontos nos reservatórios:

- Básicos - pH, condutividade, turbidez, transparência, temperatura (perfil de metro em metro) e OD (perfil de metro em metro)
- Matéria Orgânica - DBO/DQO e COT
- Nutrientes - serie de nitrogênio e fósforo total
- Substancias químicas - potencial de formação de THMs, ferro, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Zn, Cu, Ni, Fe, manganês e alumínio
- Microbiológicos - E. Coli
- Hidrobiológicos - clorofila a, fitoplâncton (espécies e grupos), zooplâncton (espécies e grupos), número de células de cianobactérias
- Ecotoxicológicos - teste de toxicidade crônica (*ceriodaphnia dubia*) e cianotoxinas.

Parâmetros em amostras de sedimentos em pontos nos reservatórios:

- Granulométrica, CNP (carbono, nitrogênio e fósforo), metais (Cd, Cr, Pb, Hg, As, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn e Al), compostos orgânicos (PCBs, organoclorados e HPAs).

Parâmetros em amostras de água em pontos nos formadores:

- Vazão, pH, condutividade, temperatura, OD, DBO, serie de nitrogênio, fósforo total, E. coli, resíduo total e turbidez.

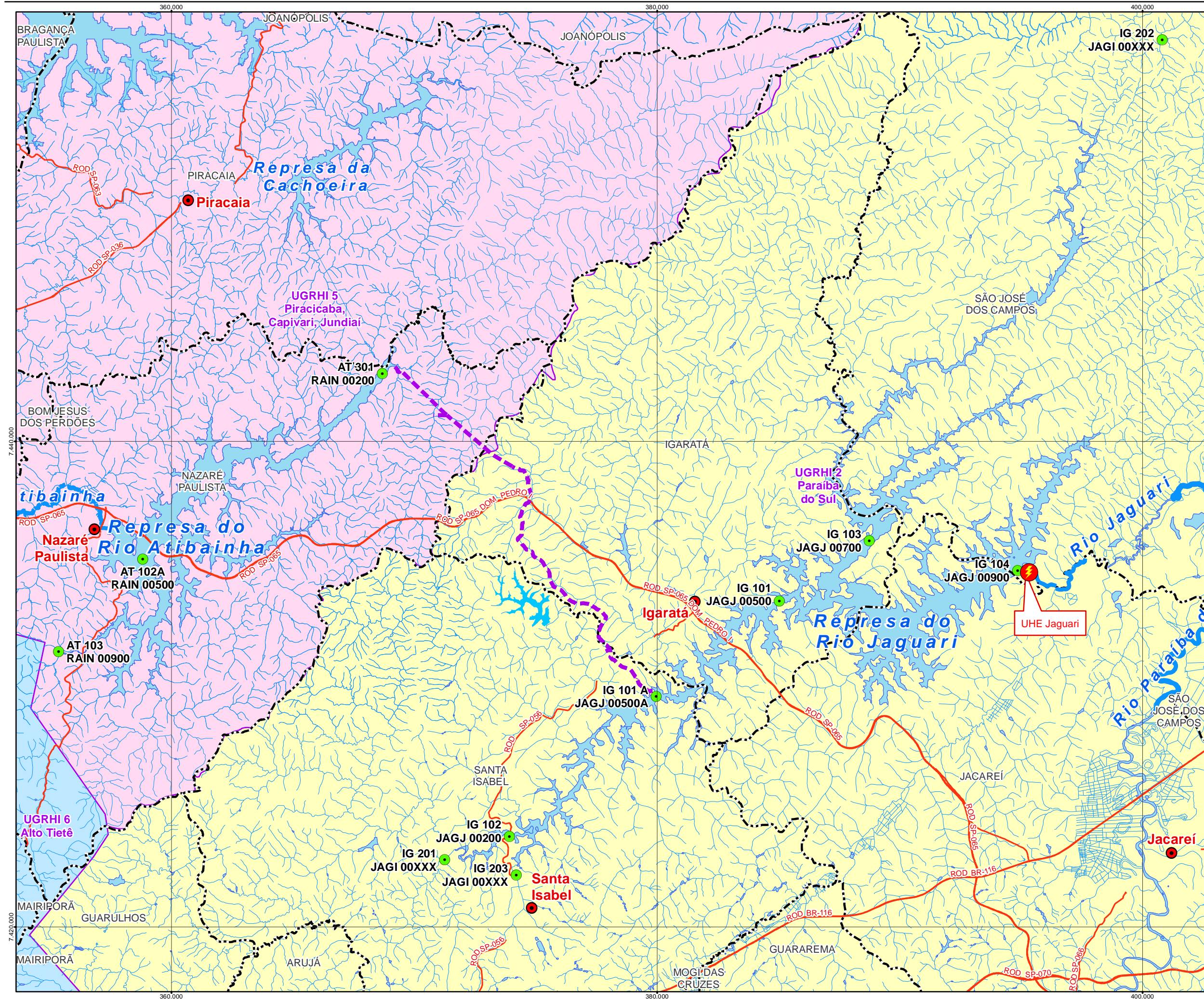
Em reunião realizada em 08/10/2014, a CETESB concordou em que a Sabesp utilize os resultados dessa campanha preliminar, realizada em conjunto por ambas instituições, como a campanha requerida no TdR para o EIA/RIMA da Interligação.

Ficou estabelecido que o EIA deverá conter, adicionalmente, os seguintes elementos não levantados na referida campanha preliminar:

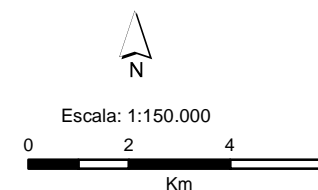
- Amostragem de sedimentos e bentos no ponto JAGJ 00500A, na altura da captação proposta;
- Campanha de levantamento de ictiofauna.

A PRIME Engenharia realizou a amostragem de sedimentos na altura da captação em 07/11 e protocolizou no DeFau a Solicitação de Autorização de Manejo *in situ* para levantamento de Macroinvertebrados Bentônicos em 14/11. O DeFau emitiu a Autorização em 22/12/2014 e a coleta foi realizada em 08/01/2015.

A PRIME Engenharia protocolizou a Solicitação de Autorização de Manejo *in situ* para levantamento de ictiofauna em 27/10 e o DeFau emitiu a Autorização em 12/11/2014. A campanha de ictiofauna foi realizada na 1ª quinzena de Dez 2014.



- Sede Municipal
- Limites Municipais
- Corpos D'Água
- Rios
- Pontos de Amostragem (Códigos SABESP e CETESB)
- Interligação Jaguarí - Atibainha
- UGRHI**
- 2 - Paraíba do Sul
- 5 - Piracicaba, Capivari, Jundiá
- 6 - Alto Tietê

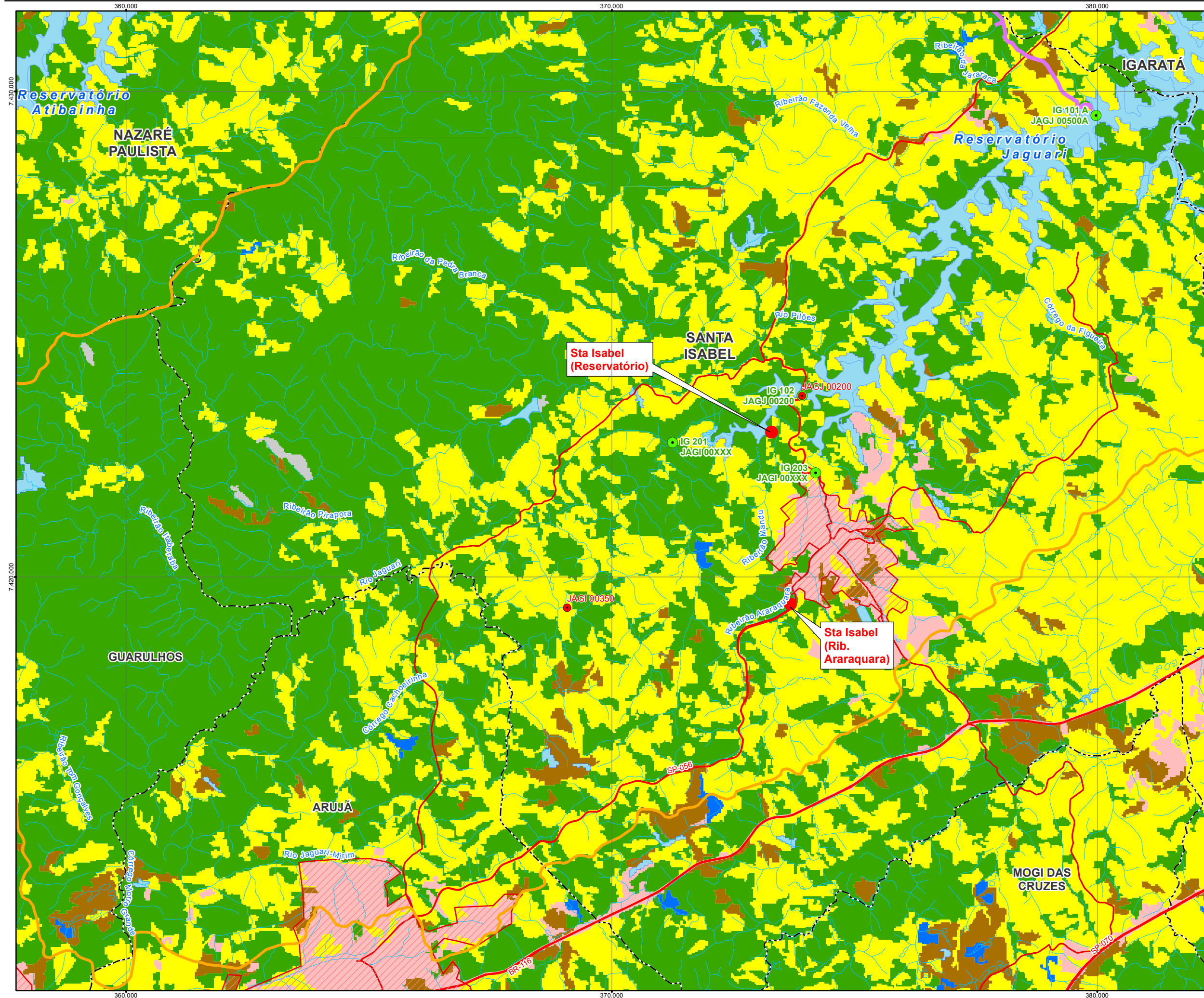


Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000

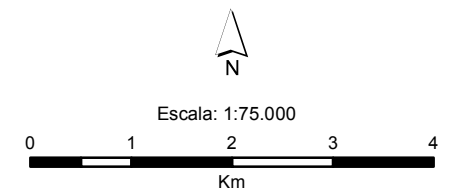


EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibainha

Pontos de Amostragem de Limnologia e Q.A.



- Limite Estadual
 - Limites Municipais
 - Mancha Urbana
 - Eixo Previsto
 - Limite de Bacia
 - Corpos D'Água
 - Aqueduto Subterrâneo
 - Rios
 - Rede de Monitoramento CETESB
 - Pontos de Amostragem (Códigos SABESP e CETESB)
 - Pontos de Captação de Água (Sta Isabel)
- Cobertura da Terra**
- Área Construída
 - Área Úmida
 - Cobertura Arbórea
 - Cobertura Herbácea Arbustiva
 - Corpo D'Água
 - Solo Exposto
 - Sombra e Nuvem



Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010 e Cartas
Topográficas 1:50.000
ANA, Ottobacias



EIA/RIMA - Interligação Jaguari-Atibainha

Cabeceiras do Rio Jaguari
Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água

O **Anexo 3** apresenta as planilhas com os resultados tabulados da campanha, os laudos das análises físico-químicas das amostras de água e sedimentos, e os laudos das análises de fitoplâncton, zooplâncton e bentos.

Os resultados dessas campanhas são apresentados da seguinte forma:

- Esta seção apresenta os resultados das análises de qualidade de água e sedimentos;
- A seção Biotas Aquáticas apresenta os resultados das análises de fitoplâncton, zooplâncton e bentos; e do levantamento de ictiofauna.

6.3.8.2. Resultados de Qualidade da Água

As coletas (feitas na superfície) e as análises realizadas pela Sabesp e CETESB permitiram uma caracterização com dados recentes da condição dos reservatórios Jaguari e Atibainha. Os dados das campanhas representam a situação no momento da amostragem, sujeita a variação ao longo do tempo; contudo os resultados foram avaliados considerando a situação atual de uso e ocupação do solo e do estágio atual da coleta e tratamento de esgoto de Santa Isabel, Igaratá e Nazaré Paulista. Assim, mesmo que alguns parâmetros possam não ter se apresentado em estado crítico, em alguns pontos, eles foram considerados à luz dos demais parâmetros e da ocupação a montante da bacia. Os locais de coleta, suas descrições e coordenadas estão apresentados na **Tabela 6.3.8.1**.

TABELA 6.3.8-1. PONTOS DA REDE - CÓDIGO, DESCRIÇÃO E COORDENADAS

Represa	Código do Ponto de Coleta		Descrição do Ponto de Coleta	Coordenadas do Ponto de Coleta	
				Latitude	Longitude
JAGUARI - CESP	JAGI 00XXX	IG 201	Rio Jaguari - Ponte da estrada da Barroca Funda	23°17'58,23"S	46°15'32,41"O
	JAGI 00XXX	IG 202	Rio do Peixe	22°59'47,19"S	45°58'04,42"O
	JAGI 00XXX	IG 203	Rib. Araraquara - Ponte da Rua Vereador Sebastião Claudiano	23°18'19,26"S	46°13'49,01"O
	JAGJ 00500	IG 101	Captção para transposição - descartada	23°12'15,35"S	46°05'13,23"O
	JAGJ 00500A	IG 101A	Captção para transposição - proposta	23°14'10,08"S	46°10'24,12"O
	JAGJ 00200	IG 102	Braço do Rio Jaguari	23°17'27,43"S	46°13'58,32"O
	JAGJ 00700	IG 103	Braço do Rio do Peixe	23°10'55,27"S	46°05'13,23"O
	JAGJ 00900	IG 104	Barragem CESP	23°11'37,00"S	46°01'39,00"O
ATIBAINHA	RAIN 00500	AT 102A	Meio do reservatório	23°11'11,81"S	46°22'45,91"O
	RAIN 00900	AT 103	Emboque Túnel 5	23°13'14,76"S	46°24'48,88"O
	RAIN 00200	AT 301	Desemboque do túnel 6	23°07'06,43"S	46°16'56,27"O

O ponto mais crítico em relação a coliformes foi o IG-203 (Rib. Araraquara - Ponte da Rua Vereador Sebastião Claudiano) seguido pelo IG-201 (Rio Jaguari - Ponte da estrada da Barroca Funda), ambos tributários do reservatório Jaguari que recebem esgotos de Santa Isabel. No ponto IG-203 a influência de Santa Isabel reflete-se também nos valores elevados de outros parâmetros como carbono orgânico total (COT), oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade, ferro, manganês e nitrogênio amoniacal. No ponto JAGJ 00200 no reservatório, a poluição verificada no ponto IG-201 já se apresenta abatida, no entanto ainda são relevantes os valores de coliformes totais, fósforo e clorofila. No braço do rio Jaguari no reservatório (locais de captação) observam-se concentrações baixas de clorofila, microcistina e alumínio. No corpo do reservatório Atibainha (local da descarga) observa-se apenas maior concentração de clorofila que no Jaguari.

As amostras foram coletadas nos dias 04, 05 e 06 de maio e 20/07/2014, em horário que variou de 09:46 horas a 15:40 horas e os resultados estão apresentados nas **Tabelas 6.3.8-2, 3 e 4**. A profundidade dos reservatórios nos locais de coleta variou de 5,0 m (IG-102) a 33,0 m (IG-103 ou IG-104) no Jaguari e 4,0 m (AT-102A) a 23,0 m (AT-301) no Atibainha. As amostras dos pontos nos tributários do Jaguari apresentaram temperatura média de 19,2°C, para uma temperatura média do ar de 23,4°C. No reservatório do Jaguari a temperatura média das amostras em maio foi 25,6°C, para uma temperatura média do ar de 28,3°C. No Atibainha a temperatura média das amostras foi de 22,7°C, para uma temperatura média do ar de 26,8°C.

O setor de montante do braço do Jaguari (JAGJ 00200) apresentou o menor valor de transparência (1,13 m), talvez devido a influência da cidade de Santa Isabel. Caminhando no sentido do fluxo dentro do reservatório a transparência aumenta, provavelmente devido a

sedimentação. Assim, os pontos do Jaguari avaliados para futura captação (JAGJ 00500A e JAGJ 00500) apresentaram valores compatíveis com o ponto do emboque do Túnel 5 no Atibainha (da ordem de 2,3 m). O ponto mais a jusante do Jaguari, junto à barragem (JAGJ 00900) apresenta o valor mais elevado (6,0 m) da série.

O tributário que contribui com maior vazão para o reservatório é o rio do Peixe, com vazão instantânea medida de 4,322 m³/s no ponto IG-202, cerca de 3,5 vezes maior que os dois outros tributários juntos. Considerando a vazão total desses três tributários o rio do Peixe corresponde a cerca de 78%, o Jaguari (IG-201) a 19% e o Araraquara (IG-203) a 3%. Aparentemente, as vazões do rio do Peixe contribuem para diluir adicionalmente (no corpo central), as concentrações provenientes do braço do rio Jaguari, já abatidas por autodepuração da poluição proveniente das descargas da cidade de Santa Isabel.

TABELA 6.3.8-2. INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Represa	JAGUARI - CESP									ATIBAINHA		
Código do ponto de coleta	JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGJ 00500	JAGJ 00500A	JAGJ 00200	JAGJ 00700	JAGJ 00900	RAIN 00500	RAIN 00900	RAIN 00200	
	IG201	IG202	IG203	IG101	IG101A	IG102	IG103	IG104	AT102A	AT103	AT301	
Nº da amostra	1118	1119	1120	1121	1789	1122	1123	1124	1116	1117	1115	
Data da coleta	04/05/14	04/05/14	04/05/14	06/05/14	20/07/14	06/05/14	06/05/14	06/05/14	05/05/14	05/05/14	05/05/14	
Hora da coleta	11:25	15:40	9:46	13:12	11:25	12:00	14:00	15:00	12:24	14:18	10:00	
Profundidade total - m	-	-	-	27,0	21,0	5,0	33,0	33,0	23,0	6,0	4,0	
Temperatura amostra - °C	18,1	18,9	20,6	26,0	20,3	24,5	25,8	26,1	23,8	23,0	21,4	
Temperatura do ar - °C	23,8	26,2	20,3	27,8	19,6	26,4	28,9	30,1	25,7	32,6	22,1	
Transparência - m	-	-	-	2,14	2,6	1,13	3,50	6,00	3,47	2,37	-	
Vazão (m³/s)	1.079	4.322	0.172									

Todos os pontos estão enquadrados na classe 1 da Resolução CONAMA 357/2005, e a **Tabela 6.3.8-3** indica os limites máximos admissíveis, bem como os resultados dos ensaios bacteriológicos, orgânicos e físicos.

TABELA 6.3.8-3. RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS, ORGÂNICOS E FÍSICOS

Parâmetros	Classe 1	JAGUARI - CESP								ATIBAINHA		
		JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGJ 00500	JAGJ 00500 A	JAGJ 00200	JAGJ 00700	JAGJ 00900	RAIN 00500	RAIN 00900	RAIN 00200
		IG201	IG202	IG203	IG101	IG101A	IG102	IG103	IG104	AT102A	AT103	AT301
E.Coli - NMP/100mL	200	1.935	135	1,41x10 ⁶	<10	<1,0	98	<10	<10	<10	<10	<10
Coliformes Totais - NMP/100mL	-	14.136	2.224	>2,42x10 ⁶	135	38	9.208	200	10	<10	41	109
DBO 5 dias - mg/L O ₂	≤ 3,0	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾	< g ⁽¹⁾
DQO - mg/L O ₂		< 32	< 32	< 32	< 32	<12	< 32	< 32	<32	<32	<32	<32
Carbono Orgânico Total (COT) mg/L		2,19	1,31	16,25	1,92	2,01	2,88	1,80	1,63	2,10	1,91	1,83
Oxigênio Dissolvido - mg/L	> 6,0	9,0	9,2	0,7	5,8	8,7	13,6	6,8	6,8	8,5	6,8	8,8
Trihalometanos Potencial - µg/L		41,0	33,0	23,0	61,0	31,4	61,0	57,0	37,0	61,0	54,0	69,0
Turbidez - UNT	≤ 40,0	6,0	5,6	20,8	2,3	0,7	8,4	1,2	0,4	0,8	1,42	5,4
pH	6,0 a 9,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	9,7	7,1	7,2	7,6	7,1	7,4
Condutividade - µS/cm		60,5	15,0	283,1	42,6	33,0	154,6	26,8	26,3	32,2	33,8	31,0

(1) - Limite de detecção do método aplicado no laboratório, não atinge valores inferiores a 9,0 mg/L de O₂.

Observa-se que os tributários de montante do reservatório Jaguari apresentam coliformes totais elevados, sendo que os pontos IG-201 (rio Jaguari) e IG-203 (rib. Araraquara) não atenderam o padrão da classe, por causa da poluição doméstica e do escoamento superficial da cidade de Santa Isabel. Os resultados da DBO não puderam ser aproveitados, pois o limite de detecção do

método aplicado no laboratório 9,0 mg/L de O₂ foi muito elevado, contudo o Oxigênio dissolvido (parâmetro associado à DBO) apresentou-se muito baixo no ponto IG-203 (rib. Araraquara) compatível com elevada DBO decorrente de forte poluição doméstica. O ponto IG-101 (antigo local da captação planejada) também apresentou OD relativamente baixo, situação não confirmada dois meses depois no ponto IG-101A (captação proposta), cerca de 9 km a montante do anterior e mais próximo de Santa Isabel. Os pontos IG-201 (rio Jaguari) e IG-202 (rio do Peixe) apresentam OD elevado, compatível com zonas de reaeração ou crescimento algal. O ponto IG-102 (braço do Jaguari) apresenta OD muito elevado, compatível com crescimento algal.

A turbidez apresentou-se baixa em todos os pontos monitorados, exceto no ponto IG-203 (rib. Araraquara), que apresentou o valor de 20,8 UNT. O pH apresentou-se próximo a neutralidade exceto no ponto IG-102 (braço do Jaguari) onde desrespeitou o padrão da classe com o valor 9,7 compatível com crescimento algal.

O potencial de formação de trihalometanos variou de 23 a 69 ug/L, valores inferiores ao padrão de 100 ug/L preconizado pela Portaria MS 2914/11. A condutividade nos pontos IG-102 (braço do Jaguari) e IG-203 (rib. Araraquara) foi elevada, principalmente no IG-203, novamente apontando para a poluição doméstica na sua bacia de drenagem.

Em relação a parâmetros limnológicos e toxicológicos a **Tabela 6.3.8-4** mostra que a clorofila ultrapassa o limite da classe nos pontos IG-102 (braço Jaguari) e AT-102A (meio do reservatório Atibainha), indicando que houve condições de nutrientes e da hidrodinâmica para o crescimento de algas, contudo, as cianobactérias apresentaram-se em baixa densidade e por isso praticamente não se detectou microcistina e saxitoxinas; como referência, os valores preconizados pela Portaria MS 2914/11 são 1 µg/L e 3 µg/L respectivamente.

TABELA 6.3.8-4. PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS E TOXICOLÓGICOS

Parâmetros	Classe 1	JAGUARI - CESP								ATIBAINHA		
		JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGI 00XXX	JAGJ 00500	JAGJ 00500A	JAGJ 00200	JAGJ 00700	JAGJ 00900	RAIN 00500	RAIN 00900	RAIN 00200
		IG201	IG202	IG203	IG101	IG101A	IG102	IG103	IG104	AT102 A	AT103	AT301
Clorofila a - µg/L	10,0	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	8,5	77,4	< 1,8	< 1,8	13,4	3,6	2,4
Densidade de Cianobactérias - cel/mL	20.000				0	0	0	3.827	3.125	840	733	0
Microcistinas - µg/L	1	<0,175	<0,175	<0,175	0,235	<0,175	<0,175	0,190	<0,175	<0,175	<0,175	<0,175
Saxitoxinas - µg/L	3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ecotox. Crônica Ceriodaphnia CEO (i) - %		>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Ecotox. Crônica Ceriodaphnia Ceno (i) - %		100	66,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Os parâmetros químicos arsênio total, cádmio total, chumbo total, cromo total, manganês, mercúrio total e níquel total apresentaram valores abaixo do limite de quantificação ou próximo a ele, sendo portanto muito baixos e com isso pode-se considerar que os corpos d'água não estão contaminados por eles. A seguir são comentados os demais parâmetros.

O laboratório realizou as análises visando o atendimento dos padrões de potabilidade da água, por isso o Alumínio dissolvido não foi analisado, mas sim o alumínio total. Os resultados permitem afirmar que nos pontos IG-201, IG-203, IG-102, IG-103, IG-104, AT-102A e AT-103 não houve desrespeito ao padrão. Nos demais pontos IG-202, IG-101 e IG-101A se houve desrespeito ele foi pequeno, e no AT-301 se houve desrespeito ele pode ter sido grande. Como referência, o padrão de Alumínio total em água para consumo humano é 0,2 mg/L, muito superior aos resultados encontrados.

Da mesma forma, cobre total foi determinado com limite de quantificação cerca de duas vezes superior ao padrão da classe para cobre dissolvido. Apenas no ponto IG-101A pode-se afirmar que o cobre dissolvido atendeu ao padrão da classe. Como referência, o padrão de água para

consumo humano é 2 mg/L e concentrações da ordem de 0,5 mg/L são letais para trutas, carpas e bagres.

O ferro é um parâmetro organoléptico. Ele foi determinado como ferro total com limite de quantificação de 0,3 mg/L, que é o padrão de água para consumo humano. Ele apresentou valores elevados nos tributários de montante do reservatório Jaguari (pontos IG-201, IG-202 e IG-203).

O fósforo total apresentou-se elevado no IG-202 (rio do Peixe), IG-201 (rio Jaguari), IG-102 (braço do Jaguari), IG-104 (barragem da CESP) e AT-301 (desemboque do túnel 6), superior ao padrão da classe e compatível com o nível eutrófico.

Da série do nitrogênio, a forma amoniacal apresentou-se muito elevada e não atendendo o padrão no ponto IG-203 (rib. Araraquara), devido as contribuições de esgoto recente de Santa Isabel.

TABELA 6.3.8-5. PARÂMETROS QUÍMICOS

Parâmetros	Classe 1	JAGUARI - CESP								ATIBAINHA		
		JAGJ 00XXX	JAGJ 00XXX	JAGJ 00XXX	JAGJ 00500	JAGJ 00500A	JAGJ 00200	JAGJ 00700	JAGJ 00900	RAIN 00500	RAIN 00900	RAIN 00200
		IG201	IG202	IG203	IG101	IG101A	IG102	IG103	IG104	AT102A	AT103	AT301
Alumínio total - mg/L Al	(0,1 diss.)	0,058	0,161	0,071	0,113	0,103	0,055	0,051	0,032	0,079	0,025	0,415
Arsênio total - mg/L As	0,01	0,002	<0,001	0,002	0,002	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Cádmio total - mg/L Cd	0,001	0,0005	<0,0005	0,0010	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo total - mg/L Pb	0,01	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total - mg/L Cu	(0,009 diss.)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo total - mg/L Cr	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Ferro total - mg/L Fe	(0,3 diss.)	0,98	0,41	1,83	0,21	0,1	0,14	0,11	<0,03	0,30	0,07	0,14
Fósforo total - mg/L P	0,020*	0,070	1,280	0,014	0,008		0,060	0,012	0,029	0,018	0,012	0,024
Manganês total - mg/L Mn	0,1	0,04	0,02	0,15	0,06	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,08	0,03	0,06
Mercurio total - mg/L Hg	0,0002	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Níquel total - mg/L Ni	0,025	<0,0025	0,0036	0,0032	<0,0025	<0,01	0,0026	0,0026	0,0048	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Nitrato - mg/L N	10,0	1,87	0,14	<0,024	0,08	0,21	0,16	0,12	0,12	0,12	0,10	0,31
Nitrito - mg/L N	1,0	0,0949	0,0017	0,0242	0,0014	0,0017	0,013	0,0010	0,0022	0,0058	0,0073	0,0064
Nitrogênio Albuminóide - mg/L N	-	0,193	0,155	0,895	0,219	0,062	0,075	0,050	0,025	0,095	0,065	0,141
Nitrogênio Amoniacal - mg/L N	3,7 ou 0,5**	<0,2	<0,2	7,54	0,67	<0,2	<0,2	0,26	<0,2	0,24	0,25	0,60
Zinco total - mg/L Zn	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

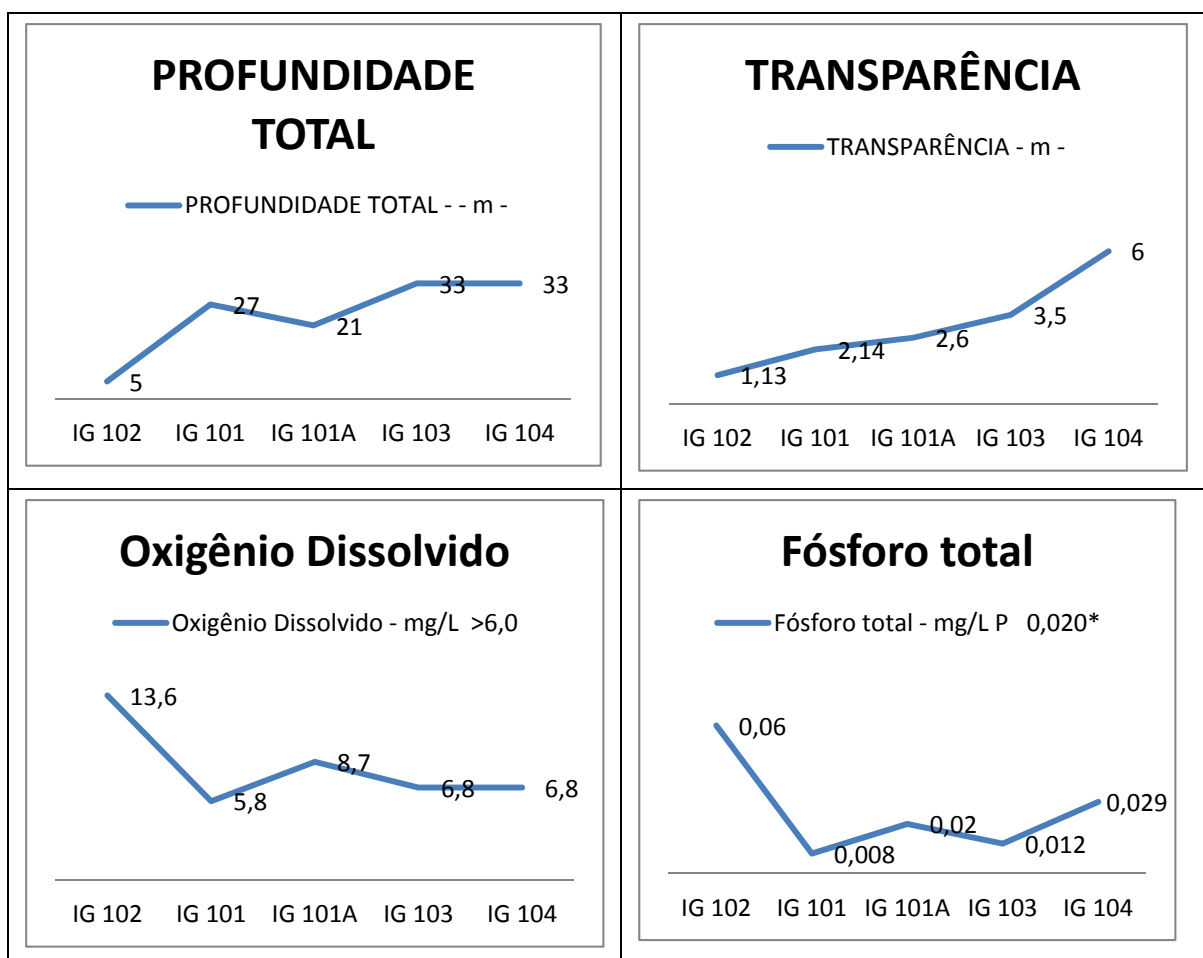
(*) Limites para Fósforo Total – Classes 1: 0,020 mg/L P, para ambiente lêntico e 0,10 mg/L P, para ambiente Lótico

(**) Limites para Nitrogênio Amoniacal Total – Classes 1: 3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5; e 0,5 mg/L N, para pH > 8,5

Obs.: Hachuras em azul: Parâmetros com valores muito baixos

A **Figura 6.3.8-3**, a seguir apresenta gráficos indicativos da variação de alguns parâmetros ao longo do reservatório Jaguari.

FIGURA 6.3.8-3. VARIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS AO LONGO DO RESERVATÓRIO JAGUARI



A seguir é feita uma comparação direta entre os pontos analisados para a retirada de água no reservatório Jaguarí e o ponto no meio do reservatório Atibainha, para os parâmetros que se mostraram sensíveis à poluição nos afluentes e braços do reservatório Jaguarí. Observa-se na **Tabela 6.3.8-6** que os pontos têm profundidades semelhantes, a transparência no Atibainha é quase 1,0 metro maior, o que corresponde a menor quantidade de material na coluna de água e maior penetração de luz. Em relação ao aspecto sanitário de E. Coli os dois reservatórios são equivalentes, indicando valores inferiores a 10 NMP/100 mL, ainda que o Jaguarí apresente maior densidade de coliformes totais. Quanto ao conteúdo de carbono orgânico total ambos os reservatórios também são equivalentes, com baixas concentrações, da ordem de 2 mg/L. O oxigênio dissolvido é elevado em ambos os reservatórios (da ordem de 8,5 mg/L), talvez devido às algas. O potencial de formação de trihalometanos é inferior a 100 µg/L em ambos os reservatórios. A turbidez, o pH e a condutividade também são da mesma ordem de grandeza nos dois reservatórios. A clorofila é maior no Atibainha, onde não atende o padrão da classe 1. A essa clorofila mais elevada está associada a observação de 840 cel/mL de cianobactérias, que a bem da verdade pode ser considerada baixa, por isso as microcistinas e saxitoxinas são também baixas, praticamente inferiores ao limite de quantificação. O parâmetro alumínio aparentemente é mais abundante no Jaguarí. Cobre, ferro total, fósforo, manganês e a série do nitrogênio (considerando seus resultados face aos padrões da classe) podem ser considerados equivalentes. Assim, apenas quatro dos 23 parâmetros: transparência, clorofila, cianobactérias e cobre total apresentam diferenças consideráveis. Cerca de 83% dos parâmetros são equivalentes nos dois reservatórios.

TABELA 6.3.8-6. PONTOS ANALISADOS PARA A TRANSPOSIÇÃO

REPRESA	Classe 1	JAGUARI - CESP	JAGUARI - CESP	ATIBAINHA
Código do Ponto	-	JAGJ 00500	JAGJ 00500A	RAIN 00500
	-	IG-101	IG-101A	AT-102A
Descrição	-	Captação descartada	Captação proposta	Meio do reservatório
Data da coleta	-	mai/14	jul/14	mai/14
Profundidade total - m	-	27	21	23
Transparência - m	-	2,14	2,6	3,47
E.Coli - NMP/100mL	200	<10	<1,0	<10
Coliformes Totais - NMP/100mL	-	135	38	<10
Carbono Orgânico Total (COT) - mg/L	-	1,92	2,01	2,1
Oxigênio Dissolvido - mg/L	>6,0	5,8	8,7	8,5
Trihalometanos Potencial - µg/L	100	61	31,4	61
Turbidez - UNT	≤ 40,0	2,3	0,7	0,8
pH	6,0 a 9,0	7,1	7,1	7,6
Condutividade - µS/cm	-	42,6	33	32,2
Clorofila a - µg/L	10	< 1,8	8,5	13,4
Densidade de Cianobactérias - cel/mL	20.000	0	0	840
Microcistinas - µg/L	1	0,235	<0,175	<0,175
Saxitoxinas - µg/L	3	<0,02	<0,02	<0,02
Alumínio total - mg/L Al	(0,1 diss.)	0,113	0,103	0,079
Cobre total - mg/L Cu	(0,009 diss.)	<0,02	<0,009	<0,02
Ferro total - mg/L Fe	(0,3 diss.)	0,21	0,1	0,3
Fósforo total - mg/L P	0,020	0,008	0,020	0,018
Manganês total - mg/L Mn	0,1	0,06	<0,02	0,08
Nitrato - mg/L N	10	0,08	0,21	0,12
Nitrito - mg/L N	1	0,0014	0,0017	0,0058
Nitrogênio Albuminóide - mg/L N	-	0,219	0,062	0,095
Nitrogênio Amoniacal - mg/L N	3,7	0,67	<0,2	0,24

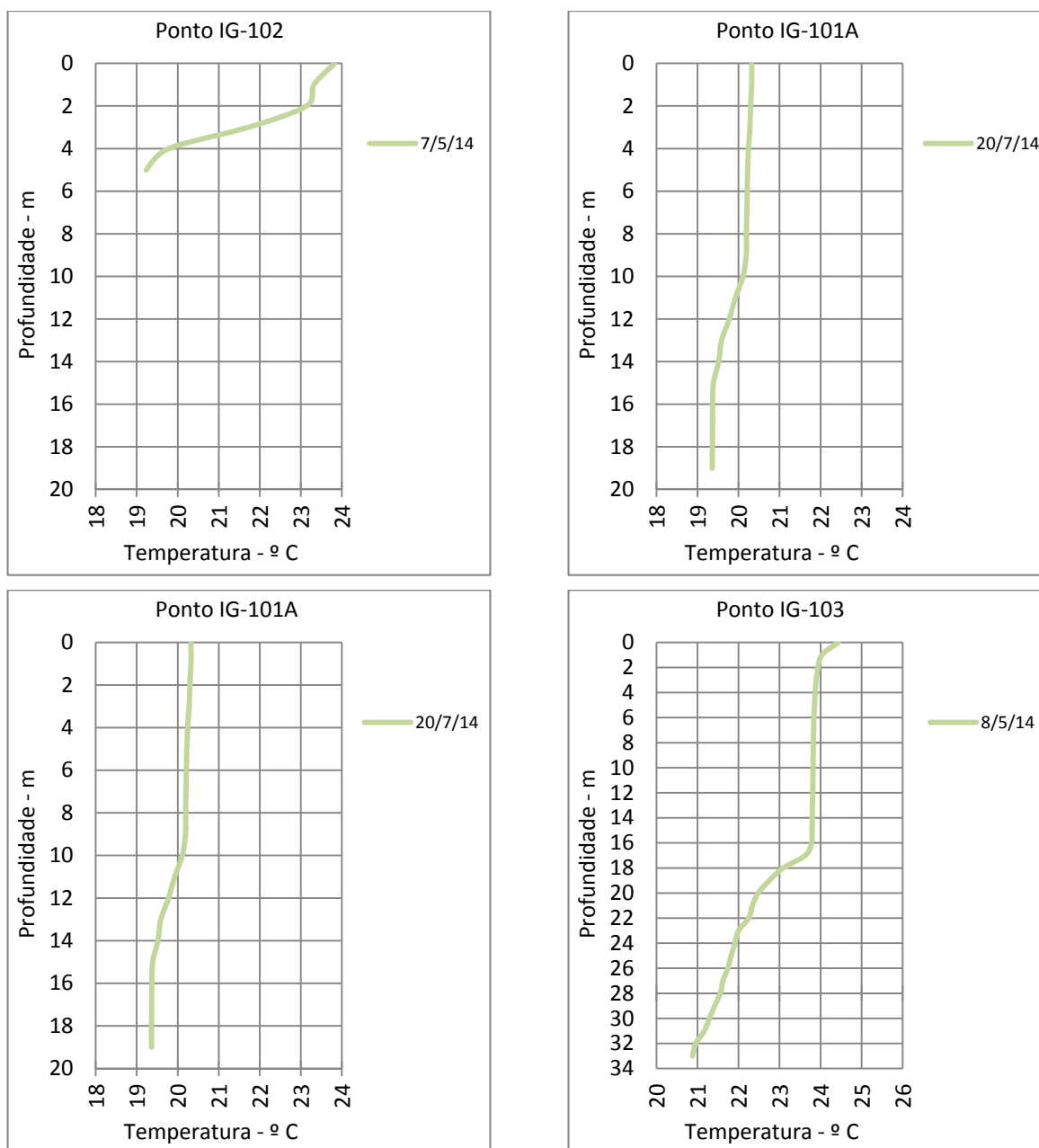
6.3.8.3. Perfis Verticais de Qualidade de Água nos Reservatórios

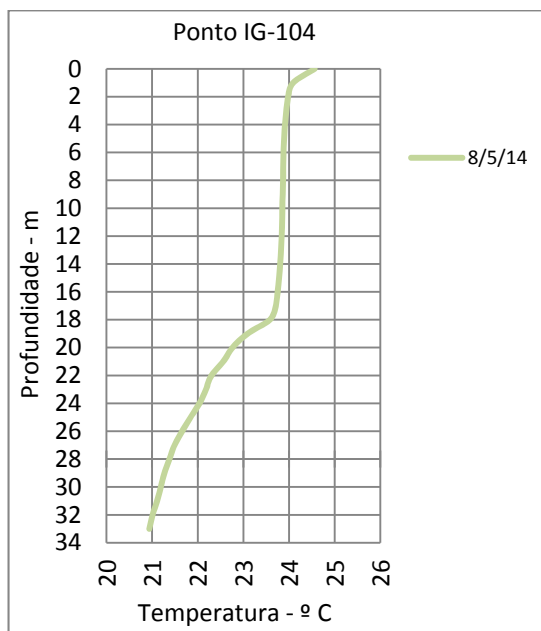
Os perfis verticais de temperatura, condutividade, clorofila e OD são indicativos dos fenômenos de estratificação térmica nos reservatórios, da profundidade da termóclina e do comportamento da qualidade da água nas camadas superior (epilímnio) e inferior (hipolímnio) de cada represa.

A. Perfis Verticais no Reservatório Jaguari

Temperatura. Os perfis foram levantados no inverno e foi observada estratificação térmica em todos os pontos. No ponto IG-102, baixa profundidade, a temperatura teve grande variação ao longo da profundidade (de 23°C para 19°C). Nos pontos IG-101A e IG-101 (braço do Jaguari, captação), com 19 m de profundidade, a variação foi pequena (de 20°C para 19°C), localizando-se a termóclina a 10 m de profundidade. Nos pontos IG-103 e IG-104 (corpo central do reservatório), com 34 m de profundidade, a variação foi grande (de 24°C para 21°C), localizando-se a termóclina a 18 m de profundidade; os pontos IG-103 e IG-104 apresentaram perfis muito semelhantes.

FIGURA 6.3.8-4. PERFIS VERTICAIS DE TEMPERATURA. RES. JAGUARI



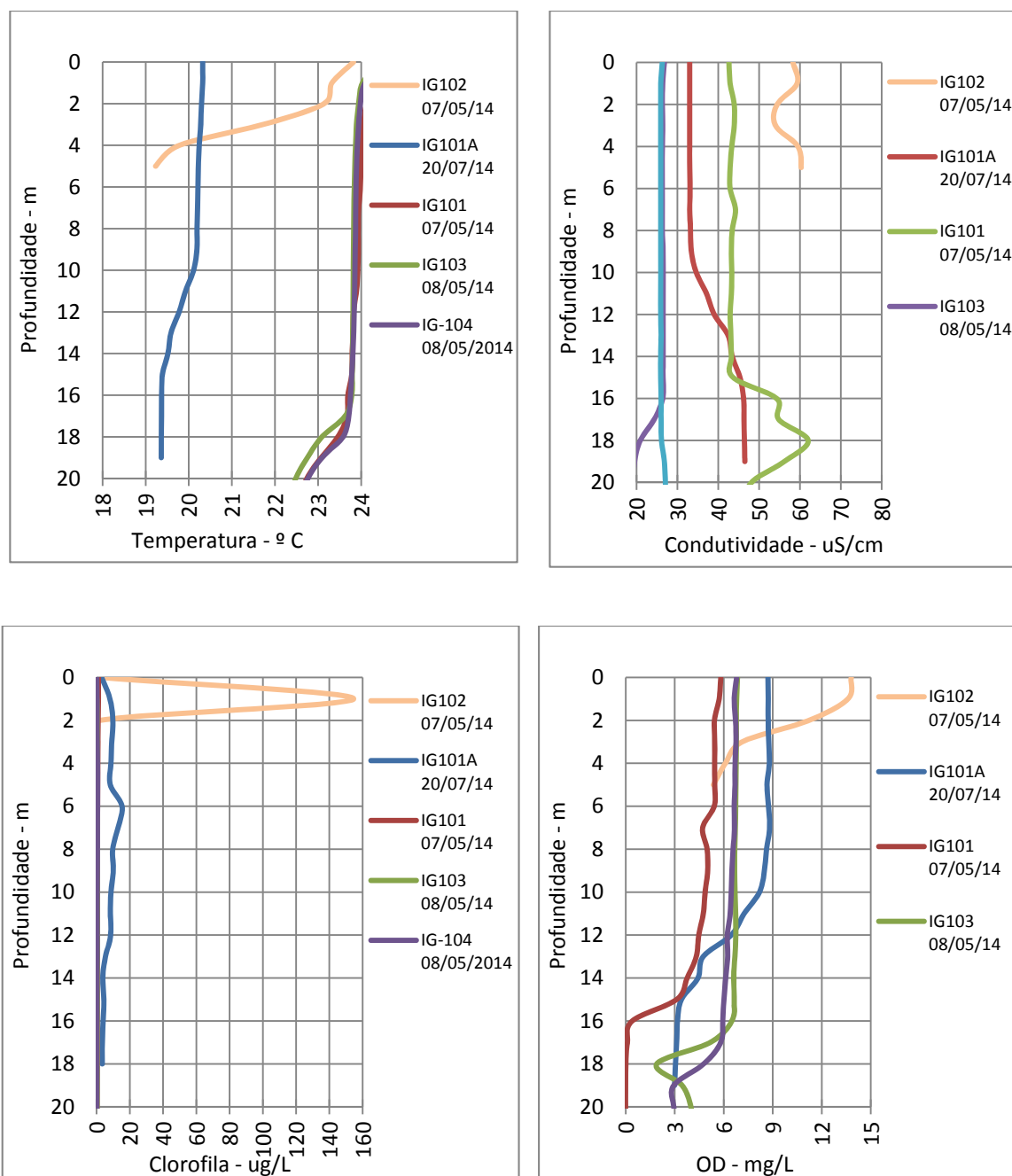


Condutividade. O perfil de Condutividade do ponto IG-102 (que drena a área urbana de Santa Isabel) indica valores da ordem de 70 uS/cm; os perfis dos pontos IG-101 e IG101A (braço do Jaguari) indicam valores mais baixos, entre 35 e 45 uS/cm e o do ponto IG-103 (drena área rural) indica valor mais baixo ainda, 25 uS/cm. Portanto há uma diminuição da condutividade ao longo do reservatório. Nos dois pontos IG-101A e IG-101 observa-se que, após a profundidade de 10 m no IG-101A e 16 m no IG-101 há um aumento da condutividade no epilímnio (provavelmente associada a maior proximidade do fundo). Ressalta-se que a data da medição no ponto IG-101A (Jul. 2014) é diferente da data do ponto IG-101 (Maio 2014).

Oxigênio Dissolvido. O perfil de OD no ponto IG-102 acompanha o perfil de temperatura com forte estratificação, com o OD variando de 12 mg/L a 5 mg/L. No ponto IG-101A (captação), o OD na superfície foi alto (9,0 mg/L) e na profundidade de 10 m, seguindo o perfil de temperatura, iniciou uma estratificação forte que conduziu o OD a 3 mg/L na profundidade de 16 m. O ponto IG-101 apresentou estratificação do OD na profundidade de 14 m (o início da estratificação da temperatura foi a maior profundidade - 18 m). No ponto IG-103 houve estratificação com variação de 6,8 mg/L para 3 mg/L, localizando-se a termoclina a 16 m de profundidade (seguindo a da temperatura); os pontos IG-103 e IG-104 apresentaram perfis semelhantes.

Clorofila. Os perfis de clorofila indicam sua presença acentuada no ponto IG-102 (cerca de 150 ug/L na profundidade de 1 m), que se espalha para dentro do reservatório, de modo sub-superficial. No ponto IG-101A (captação prevista) a concentração alcança 15 ug/L aos 7 m de profundidade e valores menores até os 16 m. Nos demais pontos IG-101 e IG-103 a concentração é baixa, da ordem de 1 ug/L.

FIGURA 6.3.8-5. PERFIS VERTICAIS DE QUALIDADE. RES. JAGUARI



B. Perfis Verticais no Reservatório Atibainha

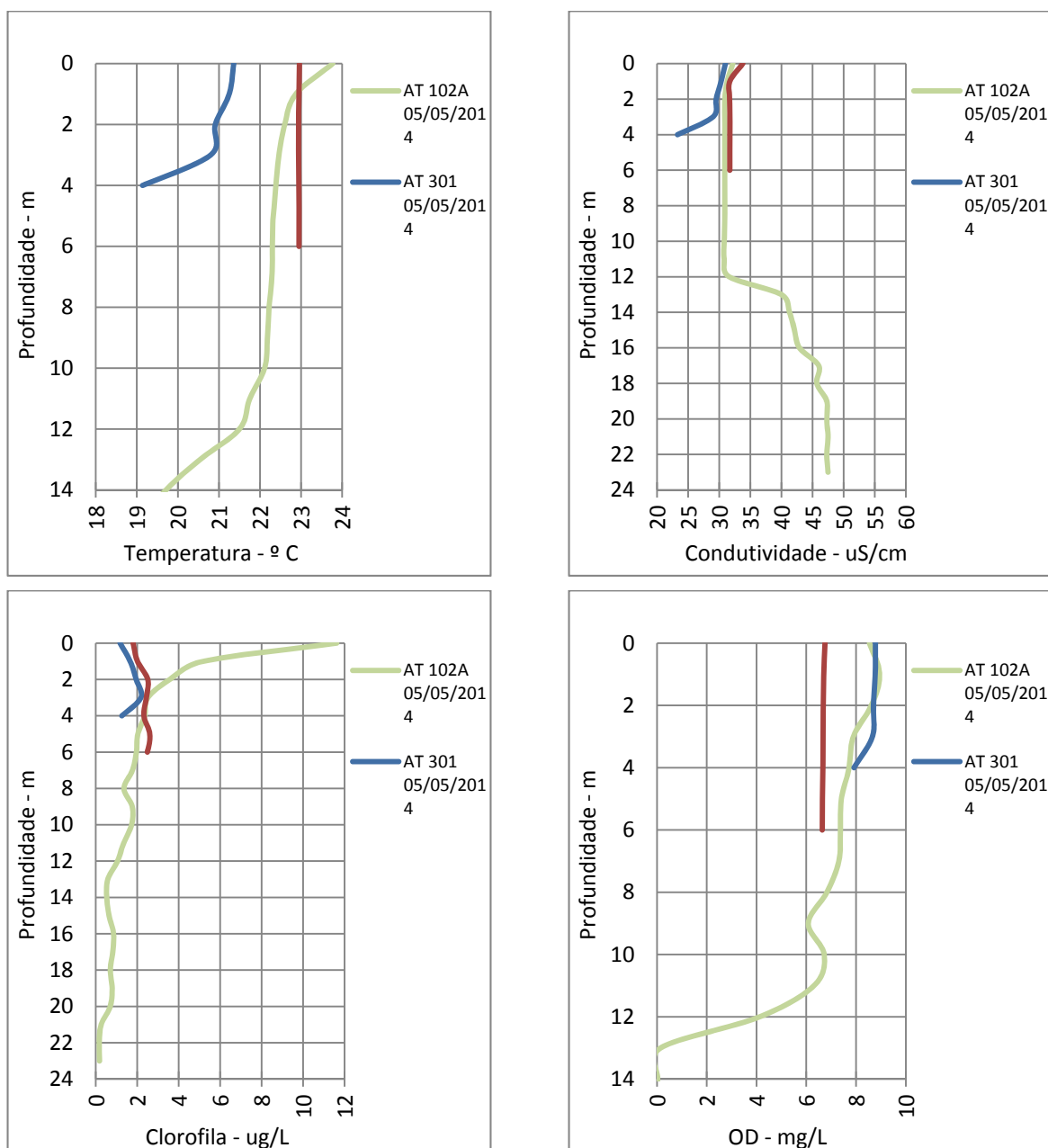
Temperatura. O ponto AT-301 (chegada da água do reservatório Cachoeira) tem profundidade de 4 m e apresenta estratificação aos 3 m. O ponto AT-103 (saída para o Paiva Castro) tem pequena profundidade (6 m) e é completamente misturado. O ponto AT-102A (no meio do reservatório), tem 24 m de profundidade e apresenta estratificação aos 10 m, com baixa variação de temperatura (de 22°C para 20°C).

Condutividade. O perfil de Condutividade do ponto AT-301 acompanha o de temperatura e indica valores baixos, de 30 uS/cm; o perfil do ponto AT-102A também acompanha o de temperatura indica valores entre 30 e 45 uS/cm com aumento da condutividade no epilânio, a partir da profundidade de 12 m (provavelmente associada a maior proximidade do fundo). O ponto AT-103 não é estratificado e indica valores de 35 uS/cm. Os valores de condutividade observados são baixos.

Oxigênio Dissolvido. O perfil de OD, no ponto AT-301 não apresenta estratificação com valores da ordem de 9 mg/L. No ponto AT-102 o perfil de OD acompanha o de temperatura com forte estratificação, com OD variando de 8 mg/L a 0 mg/L. O ponto AT-103 também não apresenta estratificação, com valor da ordem de 7 mg/L.

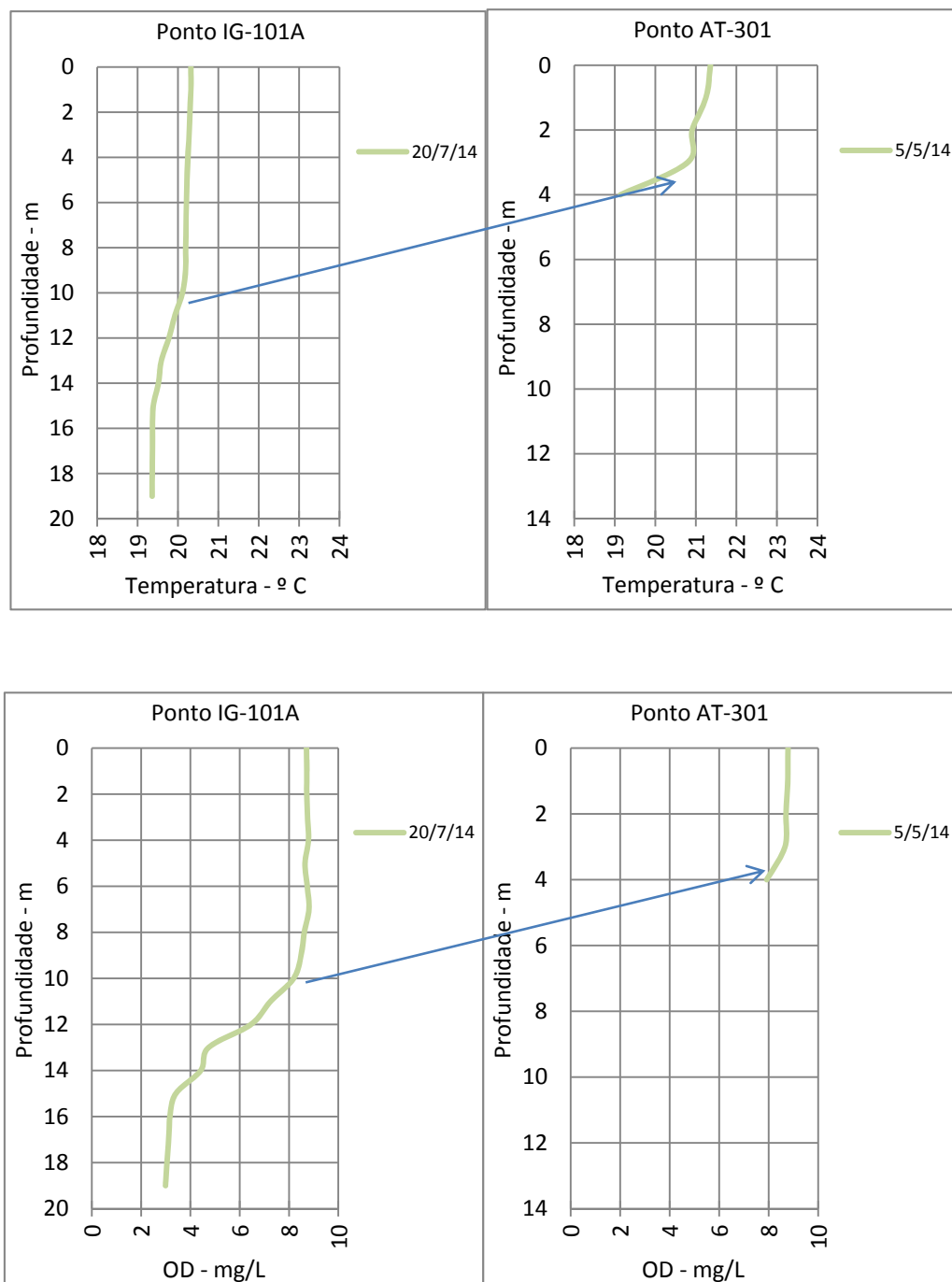
Clorofila. Os perfis de clorofila indicam sua maior presença no ponto AT-102A (cerca de 11 ug/L na superfície), que apresenta estratificação a 2 m de profundidade. Nos pontos AT-301 e AT-103 os valores são baixos, da ordem de 2 ug/L sem apresentar estratificação.

FIGURA 6.3.8-6. PERFIS VERTICAIS DE QUALIDADE. RES. ATIBAINHA



Em relação à transferência de água do reservatório Jaguari para o de Atibainha, verifica-se que a diferença de temperatura entre eles não supera 3°C a qualquer profundidade, portanto sem impacto para a fauna. É sempre preferível que a captação de água seja no epilímnio (camada superior), onde os níveis de OD são altos e similares entre si em ambos reservatórios. A tomada de água projetada, em canal, deve captar em proporção muito alta, água da camada superior, até 10 m de profundidade, onde se observa água de melhor qualidade.

FIGURA 6.3.8-7. RELAÇÃO DE TEMPERATURA E OD ENTRE OS PONTOS DE CAPTAÇÃO E DESCARGA



6.3.8.4. Resultados de Qualidade de Sedimentos

Na campanha preliminar realizada pela Sabesp e CETESB em Abr/Maio 2014 foi feita coleta e análise de sedimentos no ponto JAGJ 00500, correspondente ao então considerado local de captação no reservatório Jaguari, posteriormente descartado. Em 07/11/2014 a PRIME coletou sedimentos no ponto JAGJ 00500A, correspondente ao local da captação proposta.

A seguir, apresentam-se os resultados das análises realizadas.

A. Sedimentos no ponto JAGJ 00500

Esses resultados são indicativos das características e condições de qualidade dos sedimentos na parte central e de jusante do braço do rio Jaguari no reservatório.

Granulometria

A **Tabela 6.3.8-7** apresenta os resultados da granulometria da amostra simples, na superfície do leito do reservatório Jaguari/CESP no Ponto JAGJ 00500 (IG-101).

Observa-se que o material é de natureza silto-argilosa com percentuais superiores a 70% de silte+argila, o que demanda a caracterização química.

TABELA 6.3.8-7. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA NO PONTO JAGJ 00500

Material	Unidade	Porcentagem
Areia	%	27,72
Silte	%	38,92
Argila	%	33,36
Total	%	100

Parâmetros Químicos

A **Tabela 6.3.8-8** indica que as concentrações de arsênio, chumbo, cromo e níquel superaram o Nível 1 estabelecido para esses metais e semimetais. Todos os orgânicos apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação empregado. Ressalta-se, entretanto, que a soma de HPAs nunca superou o valor de 1.000 µg/kg.

Em particular em relação aos Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) do grupo A, o limite de detecção (LQ) empregado para o Dibenzo(a,h)antraceno foi 30 µg/kg, sendo o padrão para o **Nível 1** 6,22 µg/kg. Observa-se contudo que o LQ é bem inferior ao padrão do nível 2 (135 µg/kg). Para os HPAs do grupo B o parâmetro acenafeno o limite de detecção (LQ) empregado foi 20 µg/kg, sendo o padrão para o **Nível 1** 6,71 µg/kg. Observa-se contudo que o LQ é bem inferior ao padrão do nível 2 (88,9 µg/kg).

Como a concentração do arsênio e chumbo foram superiores ao Nível 1 é recomendada a realização de ensaios ecotoxicológicos.

TABELA 6.3.8-8. SEDIMENTO JAGJ 00500. RESOLUÇÃO 454/2012 - QUÍMICOS

Substâncias		Nível 1	Nível 2	JAGJ 00500 29-abr
Metais e Semimetais (mg/kg)	Arsênio	5,9	17	6,6
	Cádmio	0,6	3,5	<0,50
	Chumbo	35	91,3	43,5
	Cobre	35,7	197	23,1
	Cromo	37,3	90	68,2
	Mercúrio	0,17	0,486	<0,10
	Níquel	18	35,9	27,4
	Zinco	123	315	75,4
Pesticidas Organoclorados (µg/kg)	HCH (Alfa-HCH)	-	-	<2,5
	HCH (Beta-HCH)	-	-	<2,5
	HCH (Delta-HCH)	-	-	<2,5
	HCH (Gama-HCH/ Lindano)	0,94	1,38	<1,25
	Clordano (Alfa)	-	-	<5
	Clordano (Gama)	-	-	<5
	DDD	3,54	8,51	<0,5
	DDE	1,42	6,75	<0,5
	DDT	1,19	4,77	<1,5
	Dieldrin	2,85	6,67	<0,5

Substâncias		Nível 1	Nível 2	JAGJ 00500 29-abr
	Endrin	2,67	62,4	<1,0
Bifenilas Policloradas (µg/kg)	Somatório das 7 PCBs	34,1	277	<17,5
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HAPs (µg/kg)	Grupo A			
	Benzo(a)antraceno	31,7	385	<20
	Benzo(a)pireno	31,9	782	<10
	Criseno	57,1	862	<20
	Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<30
	Grupo B			
	Acenafteno	6,71	88,9	<20
	Acenaftileno	5,87	128	
	Antraceno	46,9	245	<20
	Fenantreno	41,9	515	<20
	Flouranteno	111	2355	<20
	Floureno	21,2	144	<20
	2-Metilnaftaleno	20,2	201	
	Naftaleno	34,6	391	<30
	Pireno	53	875	<20
	Somatório de HAPs	1000	-	

Nutrientes e matéria orgânica

A **Tabela 6.3.8-9** mostra que todos os valores de carbono e nutrientes ficaram abaixo dos valores de alerta, indicando que estão afastadas as preocupações quanto aumento da eutrofização devido a mobilização dos sedimentos.

TABELA 6.3.8-9. SEDIMENTO JAGJ 00500. RESOLUÇÃO 454/2012 - CARBONO E NUTRIENTES

Parâmetro	Unidade	Valores de Alerta	Resultado
Carbono Orgânico Total	%	10	1,39
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4.800	1.547
Fósforo Total	mg/kg	2.000	1.049
Umidade a 105°C	%	-	70

B. Sedimentos no ponto JAGJ 00500A

Esses resultados correspondem as características e condições de qualidade dos sedimentos no ponto previsto para fazer a tomada de água da Interligação.

Granulometria

A **Tabela 6.3.8-10** apresenta os resultados da granulometria da amostra simples, na superfície do leito do reservatório Jaguari/CESP no Ponto JAGJ 00500A (IG-101A).

Observa-se que o material é de natureza silto-argilosa com percentuais superiores a 70% de argila, o que demanda a caracterização química.

TABELA 6.3.8.10 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA NO PONTO JAGJ 00500A

Material	Unidade	Porcentagem
Areia	%	0,648
Silte	%	25,9
Argila	%	73,5
Total	%	100

Parâmetros Químicos

A **Tabela 6.3.8-11** indica que a concentração de chumbo superou o Nível 1 estabelecido para esse metal. Todos os orgânicos apresentaram concentrações inferiores ao limite de

quantificação empregado, tanto para pesticidas organoclorados, quanto para bifenilas policloradas e para hidrocarbonetos policíclicos.

Como a concentração do chumbo foi superior ao Nível 1 é recomendada a realização de ensaios ecotoxicológicos.

TABELA 6.3.8.11 - SEDIMENTO JAGJ 00500A. RESOLUÇÃO 454/2012 - QUÍMICOS

Substâncias		Nível 1	Nível 2	JAGJ 00500A 07-nov	
Metais e Semimetais (mg/kg)	Arsênio	5,9	17	<0,50	
	Cádmio	0,6	3,5	<0,25	
	Chumbo	35	91,3	40,8	
	Cobre	35,7	197	15,5	
	Cromo	37,3	90	28,7	
	Mercúrio	0,17	0,486	<0,05	
	Níquel	18	35,9	10,5	
	Zinco	123	315	49,4	
Pesticidas Organoclorados (µg/kg)	HCH (Alfa-HCH)	-	-	<0,1	
	HCH (Beta-HCH)	-	-	<0,1	
	HCH (Delta-HCH)	-	-	<0,1	
	HCH (Gama-HCH/ Lindano)	0,94	1,38	<0,1	
	Clordano (Alfa)	-	-	<0,1	
	Clordano (Gama)	-	-	<0,1	
	DDD	3,54	8,51	<0,1	
	DDE	1,42	6,75	<0,1	
	DDT	1,19	4,77	<0,1	
	Dieldrin	2,85	6,67	<0,1	
	Endrin	2,67	62,4	<0,1	
Bifenilas Policloradas (µg/kg)		Somatório das 7 PCBs	34,1	277	<0,2
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31,7	385	<1
		Benzo(a)pireno	31,9	782	<1
		Criseno	57,1	862	<1
		Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<1
	Grupo B	Acenafteno	6,71	88,9	<1
		Acenaftileno	5,87	128	<1
		Antraceno	46,9	245	<1
		Fenantreno	41,9	515	<1
		Flouranteno	111	2355	<1
		Floureno	21,2	144	<1
		2-Metilnaftaleno	20,2	201	<1
		Naftaleno	34,6	391	<1
		Pireno	53	875	<1
		Somatório de HAPs	1000	-	<1

Nutrientes e matéria orgânica

A Tabela 6.3.8-12 mostra que todos os valores de carbono e nutrientes ficaram abaixo dos valores de alerta, indicando que estão afastadas as preocupações quanto aumento da eutrofização nesse setor do reservatório devido a mobilização dos sedimentos.

TABELA 6.3.8-12 - SEDIMENTO JAGJ 00500A. RESOLUÇÃO 454/2012 - CARBONO E NUTRIENTES

Parâmetro	Unidade	Valores de Alerta	Resultado
Carbono Orgânico Total	%	10	1,71
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4.800	4.350
Fósforo Total	mg/kg	2.000	1.100
Umidade a 105°C	%	-	78,5

6.3.9. Áreas Contaminadas

Em atendimento ao TdR para o EIA/RIMA emitido pela CETESB, o **Anexo 4** apresenta um Diagnóstico Ambiental, em nível de Avaliação Preliminar, visando a identificação e caracterização de áreas potencialmente contaminadas, com suspeitas de contaminação e contaminadas, em faixa de 200 m a cada lado da Área de Intervenção da Interligação.

O estudo abrangeu a análise de fotos, cartas e imagens aéreas pretéritas e atuais, informações do SIPOL, fornecidas pelas Agências Regionais da CETESB, e vistoria de campo ao longo de todo o traçado, com ênfase em edificações tipo galpão, que possam abrigar, ou ter abrigado atividades industriais.

A Avaliação Preliminar identificou uma única Área Potencial (AP), uma antiga tinturaria (atual fábrica de gelo), situada no bairro Boa Vista, logo após a travessia da rodovia Dom Pedro I. Em face da atividade industrial anterior e da topografia do local (com drenagem para a faixa de intervenção), não se pode descartar o risco de contaminação das águas subterrâneas e sua interceptação na escavação da vala para assentamento da adutora.

A Avaliação Preliminar apresenta Plano de Investigação Confirmatória, que deverá ser executado na etapa de obtenção de LI, e diretrizes para o gerenciamento ambiental da execução das obras em áreas com potencial de contaminação.