

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 3 - Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico

20/02/2015

PRIME ENGENHARIA

EIA/RIMA para a Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha**Frente 1 - Licenciamento Ambiental****Volume I – Textos****Tomo 3 – Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico****Sumário**

6.4.	Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico.....	1
6.4.1.	Cobertura Vegetal da All.....	1
6.4.1.1.	Metodologia dos Estudos de Flora para a All	1
6.4.1.2.	Aspectos Gerais da Vegetação na All.....	1
6.4.1.3.	Caracterização da Vegetação dos Municípios da All.....	3
6.4.1.4.	Representatividade Ambiental da Vegetação Nativa na All	4
6.4.1.5.	Caracterização das Tipologias Vegetacionais na All	5
6.4.1.6.	Estudos Florísticos Anteriores Desenvolvidos para a All.....	8
6.4.2.	Vegetação na AID e ADA. Levantamentos Fitofisionômico e Florístico	9
6.4.2.1.	Metodologia dos Estudos de Flora para a AID e ADA	9
6.4.2.2.	Caracterização Fitofisionômica	11
6.4.2.3.	Levantamentos Florísticos.....	17
6.4.2.4.	Síntese dos Resultados do Levantamento Florístico	27
6.4.3.	Vegetação Potencialmente Afetada	30
6.4.4.	Diagnóstico da Fauna de Vertebrados Terrestres	31
6.4.4.1.	Objetivos	32
6.4.4.2.	Delineamento Amostral	32
6.4.4.3.	Avifauna	33
6.4.4.4.	Herpetofauna	50
6.4.4.5.	Mastofauna	60
6.4.4.6.	Considerações Finais	76
6.4.5.	Biota Aquática.....	78
6.4.5.1.	Índices de Qualidade para Biota Aquática	78
6.4.5.2.	Informações Limnológicas do Sistema Cantareira.....	81
6.4.5.3.	Informações Limnológicas do Rio Paraíba do Sul	86
6.4.5.4.	Campanha de Limnologia nos Reservatórios Jaguari e Atibainha	90
6.4.5.5.	Ictiofauna. Campanha nos reservatórios Jaguari e Atibainha.....	104
6.4.5.6.	Comunidades Bentônicas.....	114
6.4.5.7.	Considerações sobre a Transferência de Organismos entre Bacias.....	124
6.4.6.	Áreas Naturais Protegidas.....	130
6.4.6.1.	Reservas da Biosfera – Unesco	130
6.4.6.2.	Unidades de Conservação do SNUC	132
6.4.6.3.	Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação e Conectividade....	142
6.4.6.4.	Interfaces com as Áreas de Proteção de Mananciais da RMSP	145
6.4.6.5.	Interface do Projeto com a APA Federal Mananciais do Paraíba do Sul.....	152
6.4.6.6.	Interface do Projeto com o Parque Estadual Itaberaba	153
6.4.6.7.	Interface do Projeto com as APAs Piracantareira	153

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, Corte 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 3

Vegetação

Figura 6.4.1-1. Vegetação remanescente na Área de Estudo

Figura 6.4.2-1. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F3.

Figura 6.4.2-2. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F8.

Figura 6.4.2-3. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F24

Figura 6.4.2-4. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F28

Figura 6.4.2-5. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F33

Figura 6.4.2-6. Transeções percorridas para realização do levantamento florístico na área F37

Figura 6.4.2-7. Curvas de acumulação de espécies em função do tempo de amostragem

Figura 6.4.2-8. Similaridade florística entre as áreas de amostragem F3, F8, F24, F28, F33 e F37, na Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha

Figura 6.4.2-9. Número de famílias e espécies registradas nas áreas de levantamento florístico na AID da Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha

Figura 6.4.2-10. Número de espécies para cada classe sucessional registrado nas diferentes fitofisionomias de ocorrência na AID

Figura 6.4.2-11. Número de espécies para cada classe sucessional registrado nas áreas de levantamento florístico, na AID e ADA

Fauna Silvestre

Figura 6.4.4-1. Número de espécies registradas para cada família Passeriforme e Não-passeriforme por meio de dados primários e secundários

Figura 6.4.4-2. Curva do Coletor (rarefação baseada na amostra) e estimador de riqueza de Avifauna, calculados para a AID do empreendimento.

Figura 6.4.4-3. Número de espécies de Aves registradas em cada área amostral e número de espécies exclusivas por área

Figura 6.4.4-4. Similaridade entre as cinco áreas amostrais de Avifauna

Figura 6.4.4-5. Distribuição dos Índices Pontuais de Abundância calculados para todas as espécies de Aves registradas na área de estudo através dos pontos de escuta

Figura 6.4.4-6. Preferência de habitat para as aves registradas em campo nas diferentes áreas amostrais.

Figura 6.4.4-7. Sensibilidade a distúrbios de origem antrópica para as espécies de Aves encontradas em cada área pesquisada

Figura 6.4.4-8. Avifauna. Distribuição das guildas tróficas para os dados primários e secundários

Figura 6.4.4-9. Riqueza da herpetofauna registrada por área amostral na AID

Figura 6.4.4-10. Composição da herpetofauna registrada na AID

Figura 6.4.4-11. Espécies de anfíbios anuros encontradas na AID

Figura 6.4.4-12. Curva do coletor aleatorizada (1000 randomizações, intervalo de confiança de 95%) e curva de riqueza estimada (Jackknife 1) com base na fauna de anfíbios e répteis registrada na AID

Figura 6.4.4-13. Localização geográfica das armadilhas fotográficas 1 e 2 utilizadas para o Levantamento da Mastofauna

Figura 6.4.4-14. Localização geográfica das armadilhas fotográficas 3, 4, 5 e 6 utilizadas para o Levantamento da Mastofauna

Figura 6.4.4-15. Localização geográfica das armadilhas fotográficas 7, 8, 9 e 10 utilizadas para o Levantamento da Mastofauna

Figura 6.4.4-16. Curva de acúmulo de espécies de médios e grandes mamíferos silvestres registrados e o intervalo de confiança máximo e mínimo para o Levantamento da Mastofauna

Figura 6.4.4-17. Riqueza de mamíferos grandes e médios de acordo com o habitat preferencial registrado

Figura 6.4.4-18. Riqueza de mamíferos grandes e médios de acordo com o período de atividade

Figura 6.4.4-19. Riqueza de mamíferos grandes e médios de acordo com a dieta

Biota Aquática

Figura 6.4.5-1. Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios

- Figura 6.4.5-2. Densidade de organismos fitoplactônicos no Reservatório Cachoeira
- Figura 6.4.5-3. Densidade de organismos fitoplactônicos do Reservatório Atibainha
- Figura 6.4.5-4. Variação da densidade de cianobactérias. 2002 a 2008
- Figura 6.4.5-5. Desenvolvimento de cianobactérias
- Figura 6.4.5-6. IET, Rio Paraíba do Sul no período de 2006 a 2010
- Figura 6.4.5-7. IVA, Rio Paraíba do Sul no período de 2006 a 2010
- Figura 6.4.5-8. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica da represa de Atibainha
- Figura 6.4.5-9. Análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica da represa de Atibainha
- Figura 6.4.5-10. Análise qualitativa da comunidade zooplanctônica da represa de Atibainha
- Figura 6.4.5-11. Análise quantitativa da comunidade zooplanctônica da represa de Atibainha
- Figura 6.4.5-12. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica da represa Jaguari/CESP
- Figura 6.4.5-13. Análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica da represa Jaguari/CESP
- Figura 6.4.5-14. Análise qualitativa da comunidade zooplanctônica da represa Jaguari/CESP
- Figura 6.4.5-15. Análise quantitativa da comunidade zooplanctônica da represa Jaguari/CESP
- Figura 6.4.5-16. Imagem de satélite da área de estudo com os pontos de amostragem de Ictiofauna
- Figura 6.4.5-17. Pontos amostrados no levantamento de dados primários de ictiofauna
- Figura 6.4.5-18. Apetrechos de pesca utilizados no levantamento de dados primários de ictiofauna
- Figura 6.4.5-19. Espécies capturadas no levantamento de dados primários da Ictiofauna
- Figura 6.4.5-20. Ictiofauna. Abundância total das espécies capturadas no reservatório Atibainha
- Figura 6.4.5-21. Ictiofauna. Abundância total das espécies capturadas no reservatório Jaguari
- Figura 6.4.5-22. Ictiofauna. Curva de rarefação
- Figura 6.4.5-23. Ictiofauna. Análise de agrupamento
- Figura 6.4.5-24. Bentos no reservatório Jaguari-Jacareí (Cantareira). 2009
- Figura 6.4.5-25. Bentos no reservatório Jaguari-Jacareí (Cantareira). 2010
- Figura 6.4.5-26. Bentos no reservatório Jaguari-Jacareí (Cantareira). 2011
- Figura 6.4.5-27. Bentos no reservatório Jaguari (CESP). 2012
- Figura 6.4.5-28. Bentos no reservatório Jaguari (CESP). 2013

Áreas Naturais Protegidas

- Figura 6.4.6-1. Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – RBCVSP
- Figura 6.4.6-2. Áreas Naturais Protegidas All
- Figura 6.4.6-3. Áreas Naturais Protegidas Detalhe
- Figura 6.4.6-4. Áreas Prioritárias para a Conservação e Conectividade
- Figura 6.4.6-5. Fragmentos Indicados para Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Figura 6.4.6-6. A Interligação na APM Jaguari em Santa Isabel
- Figura 6.4.6-7. Localização da futura APRM Alto Juquery e a Interligação

Lista de Tabelas. Tomo 3

Vegetação

Tabela 6.4.1-1. Vegetação Nativa Remanescente. Tipologia e área de cobertura, por UGRHI

Tabela 6.4.1-2. Vegetação Nativa Remanescente. Tipologia e área de cobertura, por município

Tabela 6.4.1-3. Vegetação Nativa Remanescente. Nº de fragmentos, por área e município, All

Tabela 6.4.2-1. Cobertura vegetal na AID, por município.

Tabela 6.4.2-2. Localização e características gerais das áreas de levantamento de Flora, 2014, na AID da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha.

Tabela 6.4.2-3. Matriz de similaridade entre os pontos de amostragem. Coeficiente de Jaccard.

Tabela 6.4.3-1. Formações Vegetais presentes na ADA – Sistema Hidráulico

Tabela 6.4.3-2. Formações Vegetais presentes na ADA – LT. Município de Santa Isabel

Tabela 6.4.3-3. Fragmentos Florestais mais Significativos na ADA

Fauna Silvestre

Tabela 6.4.4-1. Listagem de estudos de cunho técnico/científico utilizados para a composição do levantamento de dados secundários da avifauna de potencial ocorrência na AID

Tabela 6.4.4-2. Estações amostrais de Avifauna, metodologia empregada, data, período do dia e seus respectivos horários de amostragem, e esforço empregado

Tabela 6.4.4-3. Índice de diversidade de Shannon calculado para cada área de estudo de Avifauna

Tabela 6.4.4-4. Número de espécies de aves endêmicas, ameaçadas, incluídas nos Apêndices da CITES e IN nº 1, cinegéticas, de interesse econômico, migratórias e exótico-invasoras, com potencial ocorrência e registradas em campo nas Áreas de Influência do empreendimento

Tabela 6.4.4-5. Descrição dos cinco fragmentos selecionados para a amostragem da herpetofauna, entre os dias 30/09 e 05/10/2014.

Tabela 6.4.4-6. Coordenadas (UTM, DATUM SAD 69) dos pontos onde foram encontrados exemplares de répteis ou anfíbios e demais pontos de interesse nos fragmentos escolhidos e regiões próximas às obras

Tabela 6.4.4-7. Esforço amostral empregado em cada método por área durante as amostragens da herpetofauna

Tabela 6.4.4-8. Lista das espécies de anfíbios e répteis registradas em campo durante amostragem da herpetofauna

Tabela 6.4.4-9. Principais referências utilizadas para caracterização regional da Mastofauna por meio de dados secundários

Tabela 6.4.4-10. Coordenadas (UTM, DATUM SAD 69) das armadilhas fotográficas dispostas durante o Levantamento de Mastofauna na AID da Interligação das represas Jaguari e Atibainha

Tabela 6.4.4-11. Mastofauna. Esforço empregado em cada método por área de amostragem

Tabela 6.4.4-12. Breve descrição das áreas de amostragem da mastofauna

Tabela 6.4.4-13. Lista das espécies de mamíferos registradas em campo e os métodos de amostragem

Biota Aquática

Tabela 6.4.5-1. Classificação do Estado Trófico para Rios segundo Índice de Carlson modificado

Tabela 6.4.5-2. Classificação do Estado Trófico para Reservatórios segundo Índice de Carlson modificado

Tabela 6.4.5-3. Classificação do IVA

Tabela 6.4.5-4. Classificação do Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF

Tabela 6.4.5-5. Densidade (org/ml) de organismos fitoplactônicos no reservatório Cachoeira

Tabela 6.4.5-6. Densidade (org/ml) de organismos fitoplactônicos no reservatório Atibainha

Tabela 6.4.5-7. Clorofila e cianobactérias nas represas do Sistema Cantareira

Tabela 6.4.5-8. Clorofila e cianobactérias na bacia do Paraíba do Sul

Tabela 6.4.5-9. IET no Reservatório de Atibainha por ocasião da coleta

Tabela 6.4.5-10. IET no reservatório Jaguari/CESP por ocasião da coleta

Tabela 6.4.5-11. Fitoplâncton - Comparação entre os reservatórios Atibainha e Jaguari/CESP

Tabela 6.4.5-12. Zooplâncton - Comparação entre os reservatórios Atibainha e Jaguari/CESP

Tabela 6.4.5-13. Coordenadas geográficas pontos de amostragem de Ictiofauna

Tabela 6.4.5-14. Lista taxonômica das espécies capturadas no levantamento de ictiofauna

Tabela 6.4.5-15. Riqueza, número de indivíduos, índices de Shannon (diversidade), Margalef (riqueza) e Pielou (equabilidade), na amostragem de ictiofauna nas represas Jaguari e Atibainha

Tabela 6.4.5-16. Índice da Comunidade Bentônica para zona sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

Tabela 6.4.5-17. Índice da Comunidade Bentônica para zona profunda de reservatórios (ICB_{RES-P})

Tabela 6.4.5-18. Índice da Comunidade Bentônica para rios (ICB_{RIO})

Tabela 6.4.5-19. Macroinvertebrados Bentônicos no reservatório Jaguari (Cantareira)

Tabela 6.4.5-20. Macroinvertebrados Bentônicos no reservatório Jacareí (Cantareira)

Tabela 6.4.5-21. Macroinvertebrados Bentônicos. Reservatório Jaguari (PS). IG-101A

Tabela 6.4.5-22. Comparativo da Comunidade Fitoplanctônica nos dois Reservatórios

Tabela 6.4.5-23. Comparativo da Comunidade Zooplanctônica nos dois Reservatórios

Áreas Naturais Protegidas

Tabela 6.4.6-1. Presença de UCs (SNUC) nas Áreas de Influência do Empreendimento

Tabela 6.4.6-2. Presença do Empreendimento na APA Mananciais Paraíba do Sul (ADA)

Tabela 6.4.6-3. Presença do Empreendimento na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Itaberaba (ADA)

Tabela 6.4.6-4. Presença do Empreendimento na APA Piracantareira (ADA)

6.4. Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico

6.4.1. Cobertura Vegetal da AII

6.4.1.1. Metodologia dos Estudos de Flora para a AII

Objetivando uma análise integrada das possíveis alterações ambientais decorrentes da implantação da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha, o estudo da flora avaliou informações referentes aos três contextos de Áreas de Influência: AII, AID e ADA.

Assim, o diagnóstico da flora visa fornecer elementos para a caracterização da vegetação nas diferentes Áreas de Influência, gerando subsídios para: (a) avaliação de possíveis impactos decorrentes da supressão de vegetação; e (b) proposição de medidas mitigadoras e/ou de compensação, como alternativas para viabilização desse processo. Destaca-se que todo o trabalho foi conduzido de forma a observar os preceitos estabelecidos na Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428, de 22/12/2006, e Decreto nº 6.660, de 21/11/2008) e no novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012).

Para a Área de Influência Indireta (AII), as informações referem-se às bacias hidrográficas do Paraíba do Sul (UGRHI 2) e Piracicaba, Capivari, Jundiá (UGRHI 5); com maior detalhamento para as bacias do rio Jaguari e do rio Atibaia, onde está inserido o empreendimento, bem como para os municípios envolvidos: Santa Isabel (captação na represa Jaguari), Igaratá e Nazaré Paulista (represa Atibainha).

A fim de definir o grau de alteração existente sobre os ecossistemas presentes em AII, foi considerado o histórico de ocupação e de interferências antrópicas ou de conservação/preservação nessa região, utilizando-se dados secundários. Para tanto, foi dada ênfase à caracterização geral da paisagem, observando-se: (a) informações sobre os Biomas e representatividade pretérita e atual de suas diferentes fitofisionomias; (b) identificação de áreas prioritárias para conservação e criação de unidades de conservação; e (c) identificação de áreas potenciais para formação de corredores ecológicos.

No diagnóstico dos aspectos ambientais pertinentes à AII, houve ênfase na caracterização geral da paisagem e na quantificação das diferentes fitofisionomias existentes, por meio de informações bibliográficas, análise de imagens de satélite, observações gerais de campo.

Foram especialmente utilizados dados obtidos nas seguintes fontes:

- Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (São Paulo, 2005);
- “Mapeamento Preliminar da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica” (MMA, 2007);
- Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA/SBF, 2007);
- “Mapa de Conectividade” (SMA, 2008);
- Subsídios ao planejamento ambiental da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos Paraíba do Sul: UGRHI 02 (São Paulo: SMA, 2011);
- Atlas Biota (<<http://www.cria.org.br/mapcria>>, 2014); além de dados provenientes de prefeituras, órgãos do governo e artigos científicos.

As informações disponíveis, no entanto, apresentam diferenças quanto ao grau de detalhamento na classificação das diferentes fitofisionomias, que se devem ao tipo de objetivo dos mapeamentos e das fontes utilizadas. Também existem variações quantitativas associadas aos diferentes períodos em que se ocorreram as amostragens. Assim, o presente estudo procurou abordar de forma abrangente estes dados secundários, pautando-se naqueles com maior grau de detalhamento.

6.4.1.2. Aspectos Gerais da Vegetação na AII

A AII da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha engloba os municípios de Santa Isabel (captação na Represa Jaguari), Igaratá e Nazaré Paulista (Represa Atibainha) que, por sua vez, são integrantes de duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGHRIs 2 e 5),

ambas localizadas sob o domínio predominante do Bioma Mata Atl, cujas características gerais são posteriormente abordadas.

Segundo dados fornecidos pelo Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (Kronka *et al.*, 2005), a tipologia vegetacional de maior ocorrência na AII é a Floresta Ombrófila Densa Montana, em diferentes graus de preservação, predominando sua formação secundária. Também destaca-se em extensão, a Floresta arbórea/arbustiva-herbácea em região de várzea, com ocorrência nas planícies ao longo de cursos d'água.

A região em AII apresenta histórico de relação com antigas fazendas de café, com grandes espaços posteriormente abandonados que deram lugar a extensas florestas secundárias, resultado do processo de regeneração natural (Zablith, 2013).

Atualmente, a vegetação nativa apresenta-se com variados graus de antropização, constituindo mosaicos em diferentes estágios sucessionais. De modo geral, encostas e topos de morro concentram grande parte das formações florestais remanescentes em estágio sucessional mais avançado; já áreas marginais às rodovias e estradas concentram fragmentos secundários em estágio sucessional inicial a médio, campos antrópicos, pastagens, reflorestamentos e usos agrícolas.

A distribuição destas diferentes formações e fisionomias é descrita a seguir, considerando-se dados abrangentes, relativos às UGRHIs 2 e 5, bem como dados mais específicos para os municípios que possuem relação direta com a Interligação Jaguari Atibainha.

Os municípios de Santa Isabel e Igaratá fazem parte da UGRHI 2 - Rio Paraíba do Sul, a qual compreende uma área de drenagem de aproximadamente 13.900 km², e 39 municípios no estado de São Paulo.

Em 2008, os usos do solo rural da bacia do Rio Paraíba do Sul, em São Paulo, estavam concentrados em: (a) áreas de pastagem, representando mais de 60% da sua superfície agrícola; (b) áreas de vegetação natural, ocupando algo como 20%, e (c) áreas com reflorestamentos, aproximadamente 10% (São Paulo: SMA, 2011).

De acordo com dados do Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA), comparando-se a área ocupada pelas atividades agrícolas em 1995/1996 e em 2007/2008, observa-se um aumento na área total da ordem de 74 mil hectares (5,3% do território da UGRHI 2). Entre as atividades agrícolas, observa-se retração de 13 mil ha (0,9% do território) na área dedicada à agricultura e aumento de 27 mil ha (1,9%) e 61 mil ha (4,3%) nas áreas de silvicultura e pastagens, respectivamente (São Paulo: SMA, 2011).

Informações levantadas pelo Inventário Florestal do Estado de São Paulo (Kronka *et al.*, 2005), destacam que a vegetação nativa na UGRHI 2 encontra-se predominantemente sob o domínio do Bioma Mata Atlântica, havendo pequena participação do Bioma Cerrado. Observa-se grande diversidade na ocorrência de formações vegetacionais, com presença de 23 das 32 legendas definidas para todo o estado de São Paulo, incluindo expressivas áreas de contato ou de tensão ecológica. Porém, embora seja uma das bacias hidrográficas com maiores índices de vegetação remanescente, com 26% do território ocupados por vegetação nativa, esta se apresenta bastante fragmentada. Constata-se que 81,6% dos fragmentos registrados apresentam superfície entre 0 e 20 ha.

As categorias de maior ocorrência na UGRHI 2 são a Floresta Ombrófila Densa Montana e correspondente formação com Vegetação Secundária; Floresta Ombrófila Densa Alto Montana e sua Vegetação Secundária; Floresta Estacional Semidecidual e sua Vegetação Secundária; Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e sua Vegetação Secundária, destacando-se nesta formação a ocorrência da espécie *Araucaria angustifolia* (araucária); Floresta Ombrófila em Contato Savana / Floresta Ombrófila e sua Vegetação Secundária (Kronka *et al.*, 2005).

Em AII, o município Nazaré Paulista integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba / Capivari / Jundiá (UGRHI 5), a qual ocupa uma área de 1.520.500 ha, apresentando 6,9% de sua superfície cobertos por vegetação nativa. Nazaré

Paulista é o município com maior área de vegetação remanescente (9.263 ha, 28,8% de sua superfície) (Kronka *et al.*, 2005).

A UGRHI 5 está predominantemente sob domínio do Bioma Mata Atlântica, com pequena participação do Bioma Cerrado. Suas formações, no entanto, encontram-se bastante fragmentadas, havendo registro de que 86,9% de seus fragmentos apresentam superfície entre 0 e 20 ha. As categorias vegetacionais de maior ocorrência são a Floresta Ombrófila Densa Montana e correspondente formação com Vegetação Secundária; Floresta Estacional Semidecidual e sua Vegetação Secundária; Floresta Estacional em Contato Savana / Floresta Estacional e sua Vegetação Secundária (Kronka *et al.*, 2005).

As **Tabelas 6.4.1-1 e 6.4.1-2**, a seguir, apresentam dados quantitativos para as diferentes formações vegetacionais de ocorrência nas UGRHIs 2 e 5 e nos municípios de Santa Isabel, Igaratá e Nazaré Paulista, com dados de 2009, fornecidos pelo Instituto Florestal de São Paulo, utilizando Legenda IBGE – RADAM.

TABELA 6.4.1-1. VEGETAÇÃO NATIVA REMANESCENTE. TIPOLOGIA E ÁREA DE COBERTURA, POR UGRHI

Tipologia Vegetacional	Paraíba do Sul UGRHI 2	Piracicaba/Capivari/Jundiá UGRHI 5
Floresta Estacional Semidecidual (ha)	29.082	62.829
Floresta Ombrófila Densa (ha)	327.308	121.787
Floresta Ombrófila Mista (ha)	26.861	--
Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea (ha)	--	5.124
Savana (ha)	1.424	1.408
TOTAL (ha)	384.674	191.148
Área de Drenagem (ha)	1.432.953	1.513.853

Fonte: Quantificação da Vegetação Natural Remanescente para Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo - Legenda IBGE - RADAM - 2009 (IF, 2009, acessado em 2014).

TABELA 6.4.1-2. VEGETAÇÃO NATIVA REMANESCENTE. TIPOLOGIA E ÁREA DE COBERTURA, POR MUNICÍPIO

Tipologia Vegetacional	Santa Isabel	Igaratá	Nazaré Paulista
Floresta Estacional Semidecidual (ha)	--	35	--
Floresta Ombrófila Densa (ha)	13.706	8.344	11.978
Floresta Ombrófila Mista (ha)	--	--	--
Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea (ha)	--	--	4
Savana (ha)	--	--	--
TOTAL (ha)	13.706	8.379	11.982
Área do município (ha)	36.149	29.332	32.654

Fonte: Quantificação da Vegetação Natural Remanescente para Municípios do Estado de São Paulo - Legenda IBGE - RADAM - 2009 (IF, 2009, acessado em 2014).

A **Tabela 6.4.1-3**, a seguir indica a área com cobertura florestal nativa e o número de fragmentos remanescentes para os municípios atravessados pela Interligação.

TABELA 6.4.1-3. VEGETAÇÃO NATIVA REMANESCENTE. Nº DE FRAGMENTOS, POR ÁREA E MUNICÍPIO, AII

Município	Área Total km²	Veg. Nativa km²	<10 ha	10-20 ha	20-50 ha	50-100 ha	100-200 ha	> 200 ha	Total
Santa Isabel	36.100	8.393 (23,2%)	493	104	44	14	9	3	667
Igaratá	30.100	6.657 (22,1%)	174	36	43	9	7	4	273
Nazaré Paulista	32.200	9.263 (28,8%)	236	77	64	14	10	7	408

Fonte: Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (Kronka *et al.*, 2005)

6.4.1.3. Caracterização da Vegetação dos Municípios da AII

Considerando-se a representatividade da vegetação nativa nos municípios integrantes da AII, são detalhadas, a seguir, questões específicas a cada um deles, com especial atenção para suas relações com áreas ambientalmente protegidas.

a) MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL - Integrante da RMSP, localiza-se na zona fisiográfica do Médio Paraíba, em altitudes entre 650 e 1.250 metros. Dados recentes indicam para o município, a Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana como formação dominante, havendo também destaque, na região da represa Jaguari, para as formações secundárias da

Floresta Ombrófila Mista em contato Savana – Floresta Ombrófila Mista Montana (Atlas Biota, 2014), esta fisionomia, no entanto, não é citada em levantamento realizado pelo IF (2009).

A região é drenada pelos rios Jaguari, Pilões e afluentes formadores do reservatório Jaguari. Concentra 55,8% da cobertura vegetal da Sub-Região NE da RMSP. Apresenta 82,5% do seu território situado em Área de Proteção aos Mananciais, com restrições à ocupação do solo e ao desmatamento em todo seu território. Faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), bem como da Reserva Biosfera do Cinturão Verde (RBCV) (Emplasa, 2006; São Paulo: SMA, 2011).

Destaca-se que a parte oeste do município está relacionada como em alto grau de relevância entre as áreas e ações prioritárias para o Bioma Mata Atlântica, indicadas pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) (Emplasa, 2006; São Paulo: SMA, 2011).

Com metodologia desenvolvida pela Emplasa (2006) foram identificadas sete Unidades de Informações Territoriais (UITs) em Santa Isabel. A UIT 5 – Jaguari, que inclui a represa Jaguari e sua faixa envoltória, e a UIT 7 – Pedra Branca são as unidades territoriais menos impactadas pela presença antrópica, abrigando áreas de mata e mananciais estratégicos para o abastecimento de água da RMSP.

b) MUNICÍPIO DE IGARATÁ – Localiza-se na microrregião de São José dos Campos, estando a uma altitude de 745 metros. Dados recentes indicam para o município, as formações secundárias da Floresta Ombrófila Mista em contato Savana – Floresta Ombrófila Mista Montana como predominantes na região da represa Jaguari (sem citação – IF, 2009); com destaque também para a Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana (Atlas Biota, 2014).

O território do município de Igaratá está inteiramente contido na bacia do reservatório Jaguari, e parcialmente na APA Federal Mananciais do Paraíba do Sul; apresentando restrições à ocupação do solo e ao desmatamento. Igaratá faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), bem como Reserva Biosfera do Cinturão Verde (RBCV). A parte oeste do município está relacionada como de alto grau de relevância entre as áreas e ações prioritárias para o Bioma Mata Atlântica, indicadas pelo PROBIO (São Paulo: SMA, 2011).

O município também faz parte do Mosaico de Unidades de Conservação da Serra da Mantiqueira, reconhecido pela Portaria MMA nº 351, de 11/12/2006, que abrange área com cerca de 4.456,15 km², 37 municípios e 19 Unidades de Conservação e suas zonas de amortecimento, nos Estados de MG, RJ e SP, este último representado majoritariamente pela UGRHI 02 (São Paulo: SMA, 2011).

c) NAZARÉ PAULISTA - Localiza-se na microrregião de Bragança Paulista, estando a uma altitude de 845 metros. Dados recentes indicam para o município, a Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana como formação dominante, havendo também ocorrência das formações secundárias da Floresta Ombrófila Mista em contato Savana – Floresta Ombrófila Mista Montana (Atlas Biota, 2014); esta fisionomia, no entanto, não é citada em levantamento realizado pelo IF (2009).

6.4.1.4. Representatividade Ambiental da Vegetação Nativa na AII

Conforme anteriormente destacado, as Unidades de Conservação presentes na área de estudo são abrangidas pela Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, pela Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e encontram-se relacionadas entre as Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA/SBF – 2007).

A partir de uma revisão de seus limites e zoneamento, parcialmente desenvolvido em escala municipal e incorporando componentes urbanos às zonas tradicionais da Reserva da Biosfera, a RBCV passou a incluir alguns municípios da região oeste da UGRHI 02, devido à incorporação de uma visão dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo cinturão verde às áreas urbanas.

Assim, neste novo desenho, podem-se observar áreas de mananciais (reservatórios Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari), Áreas de Proteção Ambiental (APA Mananciais do Paraíba do Sul) adjacentes ao antigo limite; e, integral ou parcialmente, os municípios de Santa Isabel, Guararema, Igaratá, São José dos Campos, Santa Branca, Paraibuna, Natividade da Serra, Redenção da Serra, Jambuí e Jacareí (São Paulo: SMA, 2011).

Segundo seu Plano de Gestão, na linha de ação correspondente à “Unidades de Conservação”, a RBCV atua: na promoção de diálogo entre UCs e áreas de entorno; na elaboração de planos de manejo. Em estudos para criação de novas UCs, a RBCV participou, junto à equipe técnica da SMA, FF e IF, de todo o processo de criação das quatro novas UCs do “Contínuo da Cantareira”, entre elas os Parques Estaduais de Itaberaba e Itapetinga, abrangendo porções dos municípios de Nazaré Paulista (9,38%) e Santa Isabel (16,40%) (São Paulo: SMA, 2011).

A **Figura 6.4.1-1** apresenta o mapeamento da vegetação remanescente na Área de Estudo, segundo levantamento da SMA/CPLA 2010 (“Mapeamento de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo - 2010, escala 1:100.000”, SMA/CPLA, 2013), onde se observa o contínuo Cantareira – Mantiqueira e o eixo da Interligação Jaguari Atibainha. O mesmo mapeamento está apresentado de forma ampliada na **Figura 6.5.5**, no **Volume I Tomo 4**, onde se pode observar com mais detalhe a localização dos grandes fragmentos remanescentes na região da All.

6.4.1.5. Caracterização das Tipologias Vegetacionais na All

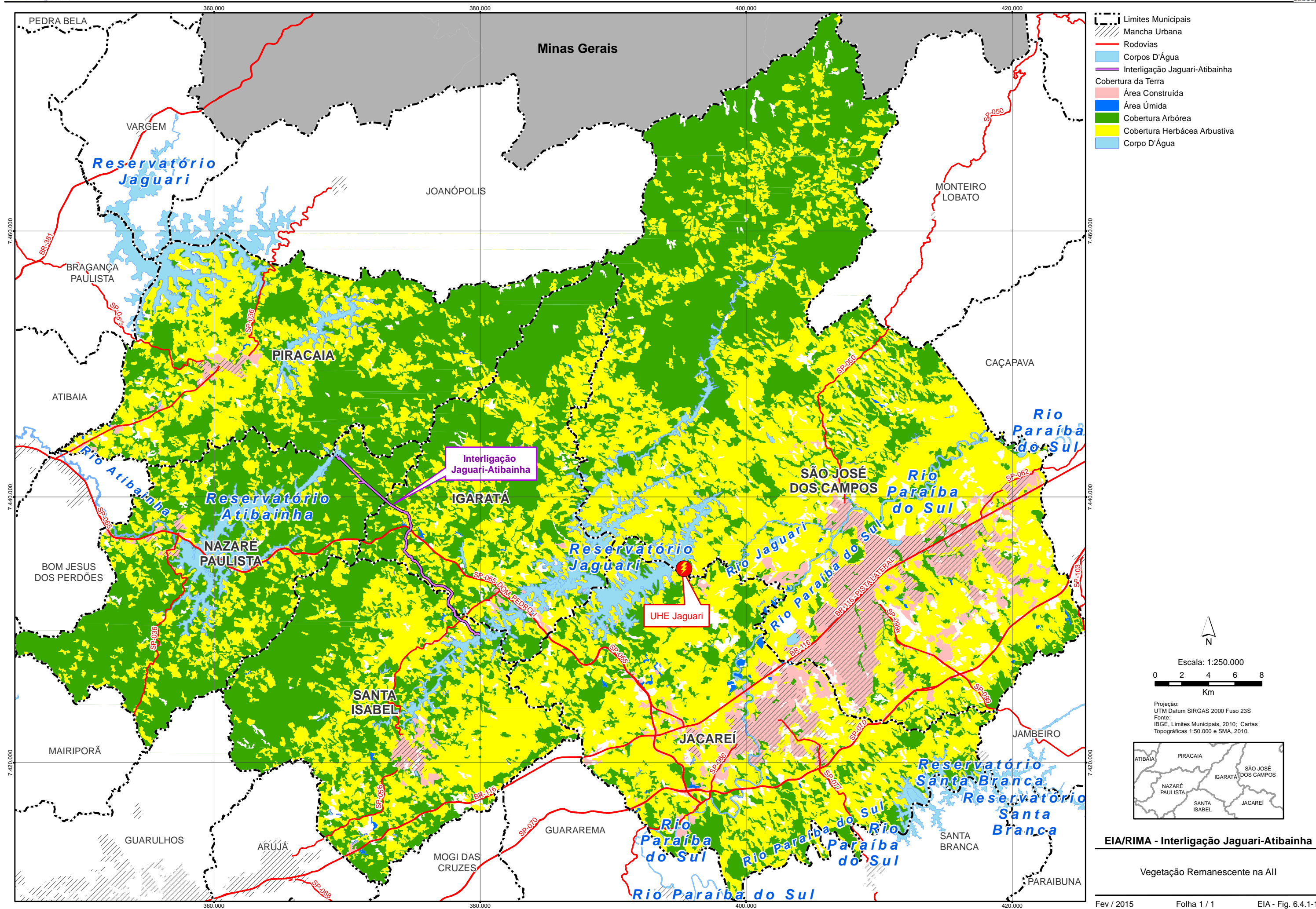
Os limites de distribuição do Bioma Mata Atlântica alcançam desde as formações ombrófilas restritas ao complexo montanhoso da Serra do Mar até as formações estacionais semidecíduas ou decíduas do interior do país. Suas diferentes formações apresentam forte relação florística com fatores como umidade do solo e variação de precipitação ao longo do ano (Oliveira-Filho & Fontes, 2001 e Rizzini, 1997).

Nas áreas de abrangência do presente estudo, conforme anteriormente relatado, existe o predomínio das formações classificadas como Floresta Ombrófila Densa. Trata-se de uma formação com vegetação característica de regiões tropicais com temperaturas elevadas (média 25°C) e com alta precipitação pluviométrica bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), sem período biologicamente seco.

Nas UGRHs 2 e 5 é especialmente observada a Floresta Ombrófila Densa Montana, que ocorre em altitudes entre 500 e 1500 m, e a Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana, em altitudes superiores a 1500 m (Kronka *et al.*, 2005). Porém, no entorno da represa Jaguari também se destaca a Floresta Ombrófila em Contato Savana - Floresta Ombrófila Mista Montana (Atlas Biota, 2014); além destas, também é frequente a formação Vegetação de Várzea.

Descrevem-se, a seguir, características abrangentes das principais formações de ocorrência nos municípios da All.

a) FLORESTA OMBRÓFILA DENSA MONTANA (Veloso *et al.*, 1991) – Trata-se de floresta perenifolia que se inicia na crista da Serra do Mar e estende-se para o interior do Planalto Atlântico. Situa-se entre as Florestas Estacionais Semidecíduas, típicas do interior do Estado, e as Florestas Ombrófilas que recobrem a Serrania Costeira. O gradiente entre uma ou outra formação depende das variações na precipitação, regime pluviométrico e substrato.



Caracteriza-se pela elevada densidade e heterogeneidade florística e por apresentar três ou mais estratos arbóreos, com elevada riqueza de epífitas e lianas. A vegetação que ocorre na base das encostas apresenta-se bem desenvolvida, constituída por árvores de copas densas de espécies seletivas higrófilas, acompanhadas de espécies indiferentes, enquanto a do meio das encostas é mais heterogênea. No alto das encostas, a vegetação é mais uniforme e menos desenvolvida, devido às condições edáficas menos favoráveis, com solos mais rasos e de rápida drenagem.

O porte desta floresta, de acordo com Roderjan & Kuniyoshi (1988), pode variar em função das diferenças edáficas localizadas, sendo normalmente mais desenvolvidas aquelas situadas em vales profundos e nos planaltos, atingindo, em média, de 20 a 25 metros de altura. As famílias Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae e Melastomataceae contribuem significativamente para a composição e a fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Montana. Estão entre as espécies características desta formação: *Tibouchina* spp. (quaresmeira); *Miconia* spp. (jacatirão); *Hieronyma alchorneoides* (licurana); *Alchornea* spp (tapiá); *Nectranda* spp. (canela); *Euterpe edulis* (palmitreiro-jussara).

O estrato herbáceo arbustivo é denso e principalmente constituído por espécies dos gêneros *Piper*, *Leandra* (Marino, 1990). Entre as epífitas, destacam-se os vegetais inferiores (criptógamas), Araceae (*Phyllodendrum*, *Monstera*), as Bromeliaceae (*Vriesea*, *Aechmaea*, *Nidularium*, *Tillandsia*), as Gesneriaceae (*Codonanthe*, *Nematanthus*) e Orchidaceae (*Cattleya*, *Oncidium*, *Brassavola*) (Fundação SOS Mata Atlântica, 1991).

b) VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa MONTANA – Apresenta características semelhantes às descritas para a Floresta Ombrófila Densa Montana, porém a composição de espécies e estrutura será dependente do grau de interferência antrópica e de distúrbios sofridos.

c) FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (Veloso *et al.*, 1991) – A Floresta Ombrófila Mista é uma região fitoecológica típica do Sul do Brasil, presente em área contínua nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Veloso, 1992). No entanto, algumas manchas disjuntas são encontradas em áreas de maior altitude na região Sudeste, é o caso do planalto de Campos do Jordão, que se configura como uma paisagem de exceção, inserida em região caracterizada por formações tropicais (Ab'Sáber, 1977).

A partir do Século XX, a exploração madeireira, a substituição da vegetação pela agropecuária e a ampliação das zonas urbanas provocaram a redução da área originalmente ocupada por Floresta Ombrófila Mista. Esse cenário resultou na inclusão do ecossistema na categoria de criticamente ameaçado e sua espécie típica, *Araucaria angustifolia* (araucária), considerada em perigo de extinção (Medeiros *et al.*, 2005).

O processo de sucessão da Floresta Ombrófila Mista está relacionado com a dinâmica populacional da *Araucaria angustifolia*. Essa espécie é emergente e determinante da fisionomia da vegetação. O conhecimento sobre a estrutura, composição e dinâmica da Floresta Ombrófila Mista ainda é incipiente, sobretudo para os remanescentes paulistas. Nas áreas disjuntas da região sudeste do Brasil foram realizados estudos florísticos na Serra da Mantiqueira em Minas Gerais (Meireles *et al.* 2008) e levantamentos florísticos (Robim *et al.*, 1990) e fitossociológicos (Los, 2004; Souza *et al.*, 2012) em São Paulo.

Sua composição florística é fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência regular de geadas no inverno (Roderjan *et al.*, 2002). Em São Paulo, o clima temperado e a sazonalidade de temperaturas, com incidência de geadas em trechos de elevadas altitudes da Serra da Mantiqueira, permitem a ocorrência de espécies características da Floresta Ombrófila Mista, como é o caso de *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii*, *Drimys brasiliensis*, *Ilex theezans* e *Styrax leprosus* (Jarenkow, 1985; Nascimento *et al.*, 2001).

Myrtaceae e Lauraceae têm aumento em importância na comunidade de acordo com a maturidade da floresta (Tabarelli & Mantovani, 1999). Já Fabaceae, Meliaceae e Sapindaceae, apresentam tendência de decréscimo de riqueza com o aumento da altitude (Gentry, 1988; Jarenkow & Baptista, 1987). Outra população que merece destaque devido à sua importância

para a conservação é a composta por indivíduos de *Dicksonia sellowiana*, samambaia arborescente conhecida popularmente por "xaxim" e típica de sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista. A espécie encontra-se ameaçada devido à exploração econômica no passado para fins de ornamentação e paisagismo.

d) VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA – Apresenta características semelhantes às descritas para a Floresta Ombrófila Mista, porém a composição de espécies e estrutura será dependente do grau de interferência antrópica e de distúrbios sofridos.

Na All, áreas anteriormente ocupadas pela Floresta Ombrófila Densa (Atlas Biota, 2014), após histórico de perturbações, passaram a apresentar elementos da Floresta Ombrófila Mista, a exemplo de indivíduos esparsos de *Araucaria angustifolia*, provavelmente por sua relação com a Serra da Mantiqueira onde se destaca a Floresta Ombrófila Mista.

Cabe destacar que as formações da Floresta Ombrófila Mista de ocorrência em All fazem parte de uma zona de ecótono e apresentam, portanto, características próprias com influência de outras formações vegetais, como a Savana e a Floresta Ombrófila Densa Montana.

e) FLORESTA ARBÓREA/ARBUSTIVA-HERBÁCEA EM REGIÃO DE VÁRZEA – Compreende formações vegetais estabelecidas sobre solos hidromórficos ou aluviais, sujeitas à presença de água superficial em caráter permanente. Ocorrem em várzeas, planícies de inundação, nascentes ou margens de rios ou lagos (Ivanauskas, 1997). Podem ainda ocorrer em baixadas ou depressões onde a saturação hídrica do solo é o resultado do afloramento da água do lençol freático (Toninato *et al.* 1998).

Nas áreas onde a água no solo está distribuída de maneira difusa, permanecendo por um período de tempo mais prolongado, desenvolvem-se as formações campestres, os campos úmidos, frequentemente chamados de brejo, que muitas vezes apresentam o predomínio de taboas (*Thypha* sp.), gramíneas e cyperáceas. Nas áreas onde a água no solo corre em canais superficiais com certa orientação, tendo, portanto, menores tempos de permanência, desenvolvem-se as formações florestais - Florestas Paludícolas (Rodrigues, 1999).

Em função de sua restrição ambiental e fragmentação natural, apresenta características florísticas, estruturais e fisionômicas muito particulares, o que a diferencia das demais florestas. Caracterizam-se como florestas de baixa diversidade, perenifólias, com dois estratos arbóreos, sendo que o superior atinge até 12 m de altura. Externamente aparentam um aspecto homogêneo, normalmente sem indivíduos emergentes.

Segundo Rodrigues (1999) encontram-se nas áreas florestais espécies como: cedro-do-brejo (*Cedrela odorata*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), peito-de-pombo (*Tapirira guianensis*), figueira (*Ficus* spp). O subdossel apresenta-se com uma altura de 4-10 m, apresentando espécies como capororoca (*Myrsine* spp.), marinho (*Guarea guidonia*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*). O sub-bosque é formado por arbustos como os da família Piperaceae (*Piper aduncum* e *P. arboreum*) e Melastomataceae (*Miconia* spp.).

6.4.1.6. Estudos Florísticos Anteriores Desenvolvidos para a All

Considerando-se a representatividade ambiental do Parque Itaberaba, evidenciada a partir de levantamentos citados em literatura, relata-se, a seguir, uma compilação de informações obtidas em estudos realizados nessa área para criação do sistema de áreas protegidas do contínuo da Cantareira: Serras do Itaberaba e Itapetinga (Fundação Florestal, 2010), com resultados que servem de base para caracterização da vegetação designada como Floresta Ombrófila Densa, presente na All da Interligação Jaguari Atibainha.

O levantamento foi desenvolvido nas Serras de Itaberaba e de Itapetinga, em região montanhosa, entre altitudes que variam de 660 m a 1420 m, próximo da latitude de 23° S, sendo a floresta classificada como Floresta Ombrófila Densa (FOD). Os fragmentos visitados são remanescentes de uma floresta contínua que sofreu alterações entre 20 a 80 anos atrás, resultando em formações secundárias de floresta ombrófila densa, de idades distintas e em gradientes sucessionais de estágio médio.

Nestes levantamentos, foram amostradas 223 espécies arbóreas, pertencentes a 136 gêneros e 57 famílias sendo 33 morfo-espécies classificadas até gênero e 6 espécies exóticas. Deste total, apenas 12 famílias apresentaram 5 ou mais espécies: Fabaceae (29 espécies), Myrtaceae (23), Lauraceae e Melastomataceae (14), Rubiaceae (12), Euphorbiaceae (11), Meliaceae, Sapindaceae e Asteraceae (7), e Moraceae, Solanaceae e Urticaceae, cada uma com 5 espécies, totalizando 63% das espécies nativas registradas.

Ocorreram em abundância espécies pioneiras e secundárias iniciais como *Croton macrobothrys*, *Croton floribundus*, *Alchornea triplinervia*, *Alchornea sidifolia*, *Inga sessilis*, *Cupania oblongifolia*, *Cordia sellowiana*, *Casearia sylvestris*, *Machaerium nyctitans*, *Machaerium villosum*, *Campomanesia guazumifolia*, *Miconia cinnamomifolia*, *Prunus myrtifolia*, *Piptadenia gonoacantha*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea puberula*, *Luehea grandiflora*, *Pera glabrata*, e *Vochysia magnifica*.

Embora a maioria das espécies arbóreas seja comum em trechos secundários, também foi amostrado o maior número de espécies tardias, que podem ser utilizadas como indicadoras de qualidade dos ecossistemas (Mamede & Durigan, 2006) e que estão presentes em pelo menos três dos cinco sítios. Entre elas, pode-se citar a Lauraceae *Endlicheria paniculata*, a Moraceae *Ficus insipida* e as Rubiaceae *Posoqueria acutifolia*, *Psychotria suterella* e *Psychotria vellosiana*.

Especificamente no Ponto amostral 3, na Serra de Itapetinga, foram amostradas outras espécies características de estádios sucessionais mais avançados, representadas por *Cariniana estrellensis*, *Heisteria silvianni*, *Aspidosperma olivaceum* e *Cryptocarya aschersoniana*, confirmando a importância ambiental dessa região.

Para a região da represa Jaguari existe o levantamento realizado para implantação da RPPN Rio dos Pilões, criada em 1999, com área total de 407 hectares, localizada no município de Santa Isabel. Entre as espécies arbóreas com maior número de indivíduos amostrados, estiveram: *Myrcia splendens* (guamirim), *Protium heptaphyllum* (almecega), *Clethra scabra* (vassourão), *Andira anthelmia* (angelim), *Machaerium brasiliense*, *Machaerium villosum* (jacarandá-paulista), *Endlicheria paniculata* (canela-peluda) e *Cupania vernalis* (camboatã).

6.4.2. Vegetação na AID e ADA. Levantamentos Fitofisionômico e Florístico

6.4.2.1. Metodologia dos Estudos de Flora para a AID e ADA

As informações referentes à Área de Influência Direta (AID), correspondente ao entorno imediato, em faixa de 500 m a cada lado do eixo da Interligação, foram obtidas a partir de dados primários e secundários, com enfoque para: (i) caracterização dos remanescentes florestais, de acordo com bioma, fitofisionomia e estágio de sucessão ecológica; (ii) identificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e respectivos corpos d'água; e (ii) identificação de Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM), entre outros.

Para a Área Diretamente Afetada (ADA), a qual engloba áreas passíveis de intervenção direta e/ou supressão de vegetação, foram consideradas informações mais específicas, relativas à: (i) composição florística da vegetação remanescente; (ii) ocorrência de espécies endêmicas e/ou ameaçadas; e (iii) quantificação das áreas de cobertura vegetal nativa a serem suprimidas.

A caracterização ambiental específica da AID e ADA envolveu, além dos recursos anteriormente citados, amostragens qualitativas da vegetação remanescente.

Os levantamentos de campo foram realizados em setembro de 2014 e contemplaram: (i) caracterização fitofisionômica da vegetação ao longo do traçado e fragmentos próximos; (ii) levantamento florístico sistematizado, nos principais fragmentos remanescentes, próximos da ADA. Descrevem-se, a seguir, os procedimentos referentes aos trabalhos de campo.

Caracterização Fitofisionômica: O sistema utilizado para a descrição das diferentes fitofisionomias existentes nas Áreas de Influência correspondeu a uma correlação entre os sistemas de classificação de Eiten (1979), de Veloso et al. (1991), buscando suporte também nas informações contidas em estudos específicos disponíveis na literatura, dentre eles, o Mapa

de Vegetação do Brasil (IBGE, 2004) e o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (SMA/IF, 2005).

A caracterização sucessional da vegetação nativa foi realizada conforme as orientações dos seguintes instrumentos legais: Resolução CONAMA nº 10, de 01/10/1993, Resolução CONAMA nº 1, de 31/01/1994, e Resolução Conjunta IBAMA/SMA nº 1/1994.

Como subsídio para a definição dos estágios sucessionais, foram observadas características gerais da vegetação, entre as quais: estratificação, continuidade do dossel, presença ou ausência de epífitas e cipós, quantidade de serapilheira, com coleta de material botânico de espécies arbóreas e arbustivas, preferencialmente apresentando flor e/ou fruto, para garantia da identificação taxonômica. Tal avaliação permitiu uma visão global das condições ambientais das áreas percorridas.

Levantamento Florístico: A fim de identificar as principais famílias e espécies vegetais de ocorrência na região de estudo, uma amostragem florística abrangente foi realizada nas várias fitofisionomias, envolvendo variadas formas de vida, buscando-se cobrir toda a AID e ADA.

Além desta amostragem, foi realizado um levantamento florístico sistematizado em 6 fragmentos considerados relevantes em função de seu estágio sucessional e extensão. O método utilizado foi o de caminhamento, que proporciona maior abrangência qualitativa das espécies, com ênfase na identificação de espécies arbóreas, arbustivas, estipes, fetos arborescentes e epífitas.

Para tanto, em cada um dos 6 fragmentos, foram selecionados pontos amostrais de forma aleatória, onde se percorreu uma ou mais transecções a depender das características do fragmento e do relevo, sendo amostradas as diferentes formas de vida numa faixa de 10 a 20 metros de largura, ao longo de cada transecção.

Para que se pudesse ter uma ideia do incremento de novas espécies ao longo de cada transecção, a amostragem foi dividida em intervalos de 15 minutos, onde eram computados os registros de novas espécies. Essas informações serviram de base para elaboração de curva de acumulação de espécies para cada fragmento. Assim, o comprimento de cada transecção foi variável e dependente do número de novas espécies registradas, bem como das características de cada área. O tempo de permanência nos fragmentos foi variável, em torno de 2 a 3 horas.

Para entender a distribuição das espécies ao longo da região amostrada, foi realizada uma comparação de similaridade florística entre os 6 fragmentos, por meio de dados de presença e ausência das espécies em cada fragmento. A visualização da similaridade dos trechos de amostragem foi realizada através de análise estatística com o índice de Jaccard utilizando-se o programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece, 1997), gerando uma matriz de similaridade entre os trechos, e um clado com a distância euclidiana entre eles.

Identificação e processamento do material coletado: Uma identificação prévia das espécies foi realizada in loco, também sendo realizado registro fotográfico e coleta de material botânico para complementação dos dados e conferência. Os exemplares coletados foram preparados de acordo com a metodologia usual (Fidalgo & Bononi, 1984; Mori et al., 1985). A identificação taxonômica foi realizada através de consulta a bibliografia especializada, herbários virtuais, contando com auxílio de especialistas.

As espécies foram classificadas seguindo APG III (2009) e a listagem de espécies florestais amostradas foi comparada com as seguintes listas: “Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção” (Instrução Normativa MMA nº 6, de 23/09/2008), bem como na “Lista Oficial de Espécies da Flora do Estado de São Paulo Ameaçadas de Extinção” (Resolução SMA nº 48 de 21/09/2004).

A classificação sucessional das espécies nativas inventariadas seguiu os critérios estabelecidos por Budowski (1965), abrangendo os seguintes grupos ecológicos: pioneiras (Pi); secundárias iniciais (Si); secundárias tardias (St) e de espécies clímax (CI), havendo o acréscimo de categoria referente às espécies típicas de sub-bosque (Sb), segundo proposta de Tabarelli et al. (1993).

Quanto à frequência de ocorrência na amostragem, foram consideradas:

- (R) Rara, espécies com registro de até 3 indivíduos na área levantada, ou com distribuição muito restrita;
- (O) Ocasional, espécies com até 10 indivíduos na área levantada, ou com distribuição esparsa ao longo das áreas de amostragem e das formações;
- (C) Comum, espécies com até 30 indivíduos na área levantada, ou com ampla distribuição ao longo da área e das formações;
- (A) Abundante, espécies com registro superior a 30 indivíduos e com ampla distribuição na área levantada e nas formações.

Identificação das Áreas de Proteção Permanente. O mapeamento das APPs na AID e ADA foi realizado com base nas cartas do IGC na escala 1:10.000, e de imagens aéreas do Google Earth Pro de 2014, corrigidas localmente com base no levantamento planialtimétrico. A definição adotada para as APPs levou em consideração a Lei 12.651/2012 (Código Florestal) e alterações, e Resoluções CONAMA 302/02 e 303/02 que definem os limites das APPs de corpos d'água, áreas de declividade acentuada e topos de morro.

6.4.2.2. Caracterização Fitofisionômica

Descrevem-se, a seguir, características fitofisionômicas e florísticas gerais registradas na AID da Interligação Jaguari Atibainha. O **Anexo 1.1** apresenta fichas individuais de caracterização fitofisionômica de 39 áreas selecionadas distribuídas ao longo do traçado, onde se detalha fitofisionomia, estágio sucessional, espécies e aspectos relevantes para a análise adequada dos impactos, em caso de supressão dessa vegetação nativa. A **Figura A5**, escala 1:7.500, no **Volume III** apresenta a localização das 39 áreas selecionadas.

Os fragmentos remanescentes na área de estudo apresentaram-se em mosaicos constituídos por distintos estágios sucessionais. Esse caráter resulta do histórico de uso e ocupação antrópicos, marcado pela presença de médias e pequenas propriedades, incluindo chácaras e áreas agrícolas, bem como áreas de plantio de *Pinus* e, em maior escala, *Eucalyptus*.

Assim, de forma mais abrangente, além da vegetação nativa, a AID apresenta cobertura vegetal proveniente de intervenção antrópica com diferentes origens e finalidades:

Pastagem – Áreas que sofreram corte total da vegetação nativa e que, atualmente, encontram-se recobertas por gramíneas. As áreas de pastagem são predominantes no trecho próximo à represa Jaguari e na estrada da Boa Vista, no traçado da adutora, até a região do emboque do túnel.

Pastagem, com indivíduos arbóreos isolados – Áreas que sofreram corte da vegetação nativa e que, atualmente, apresentam predomínio de gramíneas no estrato herbáceo com ocorrência de indivíduos arbóreos remanescentes isolados, que se caracterizam pela não formação de dossel e ausência de sub-bosque.



Áreas de pastagem junto a represa Jaguari, AID, com ocorrência de fragmentos remanescentes.



Pastagem com indivíduos arbóreos isolados, AID. Lado esquerdo do traçado, sentido represa Atibainha. Km 8,9.

Campo Antrópico – Áreas que sofreram corte da vegetação nativa e que, atualmente, apresentam indivíduos herbáceos e arbustivos regenerantes, podendo ocorrer também em pastagens abandonadas.

Cercas Vivas – Predominam nas áreas de vias de acesso, nos limites entre as propriedades e a estrada de rodagem, sendo compostas principalmente por espécies exóticas a exemplo do cipreste (*Cupressus* sp.) e da tuia (*Thuja* sp.), entre outras, bem como por sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*), espécie da região nordeste do Brasil, introduzida em outras regiões para a formação de cercas vivas.



Campo antrópico, AID, lado esquerdo do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 10,5.



Cerca viva, ADA da adutora, lado esquerdo do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 10,8.

Cultivo – Áreas representadas pelo plantio de cultura perene ou anual ou horticultura, podendo ainda incluir pomares de grande extensão, foram escassos ao longo das áreas de influência da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha.

Reflorestamento - Áreas representadas pelo plantio de espécies madeireiras com fins comerciais, a exemplo de *Pinus* e *Eucalyptus*, e caracterizadas como formações arbóreas homogêneas. As áreas de reflorestamento foram predominantes junto a represa Jaguari e na região da represa Atibainha, bem como ao longo do trecho de túnel da Interligação.



Cultivo com plantio de Napier, ADA da adutora, lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 8,7.



Reflorestamento, próximo à Rodovia, em área de ADA, destinada a passagem da adutora. Região do Km 1,7.

Vegetação Antrópica – Áreas representadas predominantemente por espécies ornamentais, exóticas e frutíferas, com eventual ocorrência de espécies nativas, plantadas no entorno das residências para formação de jardins e pequenos pomares.

Vegetação Antropizada – Áreas representadas por formações mistas, onde a regeneração natural promoveu a ocorrência conjunta de espécies nativas e exóticas oriundas do abandono de terrenos ou de áreas de reflorestamento e pomares.



Vegetação antrópica, AID, lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 5,0.



Vegetação antropizada, ADA da adutora, lado esquerdo do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 7,1.

Devido ao histórico de perturbações antrópicas e as características de mosaico que a vegetação nativa apresenta na área de levantamento, para o presente estudo optou-se por classificar os fragmentos remanescentes, de forma genérica, como Floresta Ombrófila. Isto se justifica, uma vez que diferentes fontes apontam para a região da represa Jaguari, ora ocorrência de Floresta Ombrófila Densa, ora ecótono da Floresta Ombrófila Mista, devido principalmente à presença esparsa de indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* (araucária), a qual não esteve presente nos fragmentos avaliados, bem como outros elementos típicos dessa formação.

Desta forma, foram identificadas cinco principais fitofisionomias na vegetação nativa existente na AID, as quais apresentam variações florísticas e fisionômicas em função do grau de antropização, como sintetizado a seguir:

Estágio Sucessional Pioneiro – Predominantemente observado em locais de pasto abandonado, esse tipo vegetacional caracteriza-se pela presença de espécies arbustivas, sem estratificação definida, serapilheira ausente ou descontínua, podendo ocorrer arvoretas isoladas, geralmente de caráter pioneiro. Entre as espécies observadas nesta região predominam as asteráceas como alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*, *Vernonia* spp.) e as solanáceas (*Solanum* spp.) e a exótica ipê de jardim (*Tecoma stans*). Entre as espécies herbáceas mais frequentes estiveram asteráceas como o picão (*Blainvillea rhomboidea*), serralhinha (*Emilia sonchifolia*) braquiárias (*Brachiaria* spp.) e tiriricas (*Cyperus* spp.).

Floresta Ombrófila em Estágio Inicial de Sucessão – Os remanescentes desta fitofisionomia na AID apresentam cobertura variando de aberta a fechada, com estratificação pouco definida e árvores do dossel medindo entre 6 e 8 m de altura, podendo ou não ocorrer emergentes.

Além de espécies de ocorrência na vegetação pioneira, os indivíduos arbóreos, no estágio inicial são representados por espécies pioneiras e secundárias iniciais, sendo abundantes: guaçatonga (*Casearia sylvestris*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), quaresmeiras (*Tibouchina* spp.), embaúbas (*Cecropia* spp.) e capororocas (*Myrsine* spp.), entre outras. No sub-bosque há baixa ocorrência de arbustos umbrófilos e, nas áreas mais abertas, o predomínio de gramíneas. A diversidade biológica é considerada baixa, com reduzida, ou inexistente, presença de epífitas. A presença de cipós é relativamente alta, sendo frequentes: *Ipomoea* spp. (Convolvulaceae), *Mikania* spp. (Asteraceae) e *Serjania* sp. (Sapindaceae).



Vegetação pioneira, AID, lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 11,9.



Vegetação em estágio inicial. AID, lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 5,9.

Floresta Ombrófila em Estágio Médio de Sucessão – Os remanescentes desta fitofisionomia na AID apresentam cobertura variando de aberta a fechada, com presença de 3 estratos, árvores do dossel variando entre 6 e 8 m, e emergentes com até 12 metros de altura.

Além de espécies de ocorrência no estágio inicial, os indivíduos arbóreos no estágio médio são representados por espécies secundárias iniciais e tardias, sendo abundantes: camboatã (*Cupania vernalis*), tapiá (*Alchornea* spp.), quaresmeiras (*Tibouchina* spp.), sapateiro (*Pera obovata*), angelim (*Andira* sp.), angico (*Anadenanthera colubrina*), pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), **guamirim (*Myrcia splendens*)**, **almecega (*Protium heptaphyllum*)**, **vassourão (*Clethra scabra*)**, **jerivá (*Syagrus romanzoffiana*)**, entre outras. No sub-bosque ocorrem arbustos umbrófilos, principalmente de espécies das famílias Rubiaceae (*Psychotria* spp.), Melastomataceae (*Miconia* spp.), Myrtaceae (*Myrcia* spp.), Piperaceae (*Piper* spp.); havendo diversidade biológica significativa, com eventual ocorrência de samambaia-açu (*Cyathea* sp.). A presença de cipós é mais intensa em áreas de borda destes fragmentos e as epífitas representadas, especialmente, pelas famílias Bromeliaceae (*Tillandsia* spp., *Aechmea* spp.) e Polypodiaceae (*Polypodium* spp., *Microgramma* spp.).

Floresta Ombrófila em Estágio Avançado de Sucessão – Os remanescentes desta fitofisionomia na AID apresentam cobertura fechada, com presença de 3 estratos, árvores do dossel variando entre 8 e 10 m, e emergentes com até 18 metros de altura.

No estágio avançado, além das espécies citadas para o estágio médio, destaca-se a ocorrência de espécies clímax, a exemplo das canelas (*Ocotea* spp., *Nectandra* spp.). Também estão presentes: guatambu (*Aspidosperma* spp.), cedro (*Cedrela* spp.), figueiras (*Ficus* spp.), carne de vaca (*Roupala* sp.), mamica-de-porca (*Zanthoxylum* spp.), bico-de-pato (*Machaerium* spp.), entre outras.

No sub-bosque ocorrem arbustos umbrófilos, principalmente das famílias Rubiaceae (*Psychotria* spp., *Manettia* sp.), Melastomataceae (*Clidemia* spp., *Miconia* spp.), Myrtaceae (*Myrcia* spp., *Eugenia* spp.), Piperaceae (*Piper* spp.), havendo alta diversidade biológica e ocorrência de samambaia-açu (*Cyathea* sp.). A presença de cipós é pouco expressiva e as epífitas apresentam alta diversidade, representadas especialmente pelas famílias Bromeliaceae (*Tillandsia* spp., *Vriesea* spp., *Canistrum* sp., *Aechmea* spp.), Orchidaceae (*Oncidium* sp., *Catasetum* sp.), Cactaceae (*Rhipsalis* spp.), Gesneriaceae (*Codonanthe* sp.), Piperaceae (*Peperomia* spp.) e Polypodiaceae (*Polypodium* spp., *Microgramma* spp.).



Trecho de Floresta Ombrófila em estágio médio, lindeira à via de acesso. AID. Km 15,4.



Trecho de Floresta Ombrófila em estágio avançado, próxima a via de acesso. AID, Coord. UTM 23k 371.892 m E, 7.439.612 m S.

Vegetação Ciliar e ou de Várzea - Em toda a extensão percorrida em ADA e AID, a faixa ciliar apresentou um mosaico de fisionomias, estando principalmente relacionada com áreas de várzea.

Nos locais de maior retenção de água no solo, caracterizados como áreas de brejo, a fisionomia é herbácea, podendo chegar até a 2 metros; epífitas e lianas são ausentes, com presença predominante de espécies invasoras, a exemplo de taboa (*Typha domingensis*) e lírio do brejo (*Hedychium coronarium*); sendo também comum a ocorrência de *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae).

Em áreas com boa drenagem, porém de maior umidade do solo, ocorrem formações florestais que variam entre os estágios pioneiro a médio de regeneração e, nesta situação, apresentaram cobertura de aberta a fechada, com presença de 3 estratos, dossel entre 6 e 8 m de altura, e emergentes com até 12 metros.

São predominantes as espécies: eritrina (*Erythrina speciosa*), ingá (*Inga sessilis*), embaúba (*Cecropia* spp.), marinho (*Guarea* spp.) e aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*). Nos trechos de maior diversidade ocorreram: figueiras (*Ficus* spp.), almecega (*Protium* sp.), **jerivá (*Syagrus romanzoffiana*)**, entre outras, havendo destaque para a ocorrência de elevado número de indivíduos de palmito (*Euterpe edulis*), juntamente com espécies de potencial madeireiro como cedro (*Cedrela odorata*). Quando existente, o sub-bosque foi representado por jovens regenerantes do dossel e espécies herbáceo arbustivas, predominando aquelas típicas de ambientes úmidos e ciliares, correspondentes às famílias Piperaceae (*Piper* spp.), Rubiaceae (*Psychotria* spp.); além de espécies de Myrtaceae (*Myrcia* spp., *Eugenia* spp., *Psidium* spp.). Cipós ocorreram em pontos mais alterados e, entre as epífitas, sobressaíram-se as Bromeliaceae (*Tillandsia* spp., *Aechmea* spp., *Vriesea* spp.), Cactaceae (*Rhipsalis* spp.), Araceae (*Philodendron* spp.), Polypodiaceae (*Polypodium* spp., *Microgramma* spp.) e as Orchydaceae (*Oncidium* spp., *Catasetum* sp.), muitas das quais alvo de coleta predatória devido ao seu valor ornamental.



Vegetação típica de brejo seguida por vegetação ciliar, em AID, lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 5,6.



Vegetação ciliar, em ADA da adutora, com ocorrência de *Euterpe edulis* (palmito jussara), lado direito do traçado, sentido reservatório Atibainha. Km 4,0.

Uma quantificação abrangente das diferentes formas de cobertura vegetal de ocorrência na AID (faixa de 500 m a cada lado do eixo) foi realizada a partir dos dados levantados em campo, considerando-se as áreas por município (**Tabela 6.4.2-1**).

TABELA 6.4.2-1. COBERTURA VEGETAL NA AID, POR MUNICÍPIO (HA)

Cobertura Vegetal e Outros Usos do Solo na AID	Santa Isabel		Igaratá		Nazaré Paulista		Total (ha)
	Situação APP		Situação APP		Situação APP		
	Dentro	Fora	Dentro	Fora	Dentro	Fora	
Estágio Avançado	-	-	22,99	48,31	85,20	117,98	274,48
Estágio Médio	28,42	22,08	30,44	33,71	32,24	25,21	172,11
Estágio Inicial	9,24	9,19	23,18	26,58	3,47	2,22	73,88
Estágio Pioneiro	4,07	3,09	9,41	13,83	0,24	0,17	30,82
Várzea/ Brejo	1,41	0,00	17,48	2,95	1,38	0,12	23,33
Vegetação Antropizada	0,82	2,01	8,13	11,50	1,38	1,00	24,84
Reflorestamento	16,90	64,37	24,90	151,32	39,14	120,60	417,23
Agrupamento/ Cerca Viva	-	0,08	0,38	0,98	0,51	0,28	2,24
Campo Antrópico	31,44	63,76	90,42	224,41	33,35	54,52	497,89
Pastagem	21,95	69,23	42,84	165,81	1,31	5,14	306,29
Chácaras	0,34	6,84	12,18	46,79	2,19	2,58	70,92
Cultivo	0,12	2,46	0,05	2,73	0,02	1,27	6,65
Solo Exposto	1,03	4,19	3,72	9,88	2,57	4,70	26,10
Área Urbanizada	-	-	1,29	4,91	-	-	6,20
Equipamentos	1,69	3,31		0,22	-	-	5,21
Edificação	0,08	0,67	1,10	5,18	0,45	0,80	8,29
Agroindústria	-	-	0,12	0,54	-	-	0,67
Via Pavimentada	0,33	0,45	0,65	3,28	-	-	4,71
Via Não Pavimentada	0,59	4,12	4,16	11,56	3,08	2,46	25,97
Reservatório	0,88	0,01	13,38	4,68	1,11	0,08	20,14
Lago/Açude	41,72	-	-	-	14,06	-	55,78
Total	161,04	255,88	306,82	769,17	221,71	339,13	2.053,75

Fonte: PRIME (2014)

6.4.2.3. Levantamentos Florísticos

Os levantamentos florísticos realizados na AID da Interligação Jaguari Atibainha buscaram cobrir as diferentes formações vegetais existentes, priorizando áreas significativas em extensão e representativas das diferentes formações vegetacionais.

A avaliação mais detalhada da vegetação remanescente ocorreu em seis áreas amostrais (F3, F8, F24, F28, F33 e F37) representadas por fragmentos ou contínuos representativos em função do tamanho e do grau de preservação. Estas áreas foram distribuídas junto a captação na represa Jaguari, ao longo do traçado da adutora e vias de acesso, bem como no desemboque junto a represa Atibainha. Para a amostragem, procurou-se priorizar, nos fragmentos, os trechos mais próximos da ADA, ou sujeitos a maior interferência em virtude de sua localização junto a vias de acesso. Porém, trechos localizados em AID foram também amostrados objetivando maior detalhamento na caracterização de cada fragmento, bem como fornecer subsídios para os estudos da fauna.

Com base nas características fitofisionômicas e florísticas observadas durante os estudos de campo, e considerando-se o histórico de interferência antrópica destes locais, pode-se classificar a vegetação nativa presente nas áreas avaliadas como Floresta Ombrófila secundária, com características de mosaico, predominantemente em estágio médio de sucessão, com trechos variando entre os estágios inicial a avançado (Deliberação Normativa nº 73, 08/9/2004 e Resolução CONAMA 1, 31/01/94).

Os levantamentos realizados nas diferentes fitofisionomias percorridas ao longo do traçado resultaram na amostragem de **365** espécies botânicas, algumas das quais com ampla distribuição nos ambientes avaliados. Dentre estas, apresentam ocorrência constante nos fragmentos remanescentes espécies características de ambientes em regeneração, a exemplo de *Cupania vernalis* (camboatã), *Alchornea* spp. (tapiá), *Vernoranthura* spp. (vassourão), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Croton floribundus* (capixingui), *Cecropia* spp. (embaúba), *Myrsine* spp. (capororoca), *Syagrus romanzoffiana* (jervá), entre outras, evidenciando a condição secundária das formações percorridas.

Outras espécies com ampla distribuição, mas que já denotam maior grau de preservação foram *Machaerium* spp. (bico de pato), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Protium heptaphyllum* (almecega), *Guarea* spp. (marinheiro), *Cupania* spp. e *Matayba* spp. (camboatã), *Dalbergia brasiliensis* (jacarandá branco), *Cedrela* spp. (cedro), esta última representada tanto por *Cedrela fissilis* (cedro rosa) quanto por *Cedrela odorata* (cedrinho), coexistentes. Destaca-se, ainda, a representatividade da família Melastomataceae, com elevado número de indivíduos e de espécies, entre as quais *Tibouchina* spp. (manacá), *Miconia* spp. (jacatirão) e *Leandra* spp. (pixirica).

Espécies típicas de estágios mais avançados foram observadas em locais de difícil acesso, íngremes, bem como nos fragmentos de maior extensão. Notadamente na região mais próxima à represa Atibainha. Nestes locais, foram registradas *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Myrocarpus frondosus* (cabrúva), *Nectandra* spp., *Cinnamomum* sp. e *Ocotea* spp., incluindo *Ocotea odorifera* (canelas), *Machaerium villosum* (jacarandá paulista), entre outras. Além destas, salienta-se a ocorrência de *Euterpe edulis* (palmiteiro), geralmente observado em áreas mais preservadas, formando aglomerados de indivíduos.

Espécies arbustivas, epífitas e fetos arbórescentes predominaram em sub-bosque nos fragmentos de estágio sucessional mais avançado. Também foi observado que estes grupos apresentaram ocorrência e distribuição relacionadas ao grau de umidade de solo, assim, locais próximos a cursos d'água registram maior riqueza e densidade sobretudo de espécies das famílias Myrtaceae (*Myrcia*, *Eugenia*, *Psidium*, *Calyptantes*), Rubiaceae (*Psychotria*, *Palicourea*, *Randia*), Piperaceae (*Piper*, *Peperomia*), Orchidaceae (*Campylocentrum*, *Oncidium*, *Catasetum*, *Vanilla*) e Bromeliaceae (*Vriesea*, *Aechmea*, *Canistrum*, *Tillandsia*).

Pteridófitas tiveram alta representatividade em sub-bosque, destacando-se ampla ocorrência de *Cyathea* spp. (samambaiaçu), *Pteridium* sp. e *Blechnum* sp.

Já as lianas apresentaram tendência de maior ocupação em locais com histórico de perturbação e nas áreas de borda dos fragmentos. De modo geral, no entanto, não foi observado grande excesso populacional de lianas, as quais, em áreas mais preservadas apresentaram alta riqueza de espécies em baixo número de indivíduos. Destacando-se *Anchietia salutaris* (Violaceae), *Manettia* sp. (Rubiaceae), *Serjania* sp. (Sapindaceae), *Cleobulia multiflora* (Fabaceae), *Pyrostegia venusta* e *Pithecoctenium* sp. (Bignoniaceae), entre outras.

Do total de espécies amostradas ao longo do traçado, 3 estão citadas nas listas oficiais do IBAMA e SMA, com grau de ameaça de extinção. *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás), *Euterpe edulis* (palmito jussara), *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-Paraná) são citadas como ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo, pela Instrução Normativa IBAMA nº 6 de 2008. A exceção de *Ocotea odorifera*, estas espécies também aparecem na listagem da Resolução SMA 48 de 2004, classificadas como vulneráveis.

Quanto à distribuição destas espécies, observou-se que *Euterpe edulis* (palmito jussara), teve maior ocorrência nas proximidades da represa Atibainha, formando populações densas nas áreas mais preservadas, especialmente em locais de maior umidade do solo. *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-Paraná) apresentou registro de moderado número de indivíduos, especialmente junto ao traçado da adutora, originários de plantios feitos predominantemente em áreas lindeiras às estradas; de forma pouco expressiva, também foram observados indivíduos isolados em fragmentos remanescentes. Enquanto para *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) foram identificados poucos indivíduos, apenas em locais com maior grau de preservação no interior de fragmentos.

Vale ressaltar que houve uma estreita semelhança florística entre a AID e as áreas lindeiras ao traçado, reflexo do bom grau de preservação dos fragmentos naturais na região de estudo bem como da proximidade entre esses compartimentos, uma vez que a maior parte do trajeto da adutora localiza-se em vias de acesso, atingindo principalmente as bordas de fragmentos remanescentes.

O **Anexo 1.2** apresenta os dados florísticos registrados nas diferentes formações vegetais amostradas. Salienta-se que, para espécies correspondentes a grupos taxonômicos que necessitam de material fértil para confirmação da espécie, mas este não se encontrava disponível, foi utilizada a partícula *cf.* (confers = comparar com), ou foram mantidos apenas os níveis de gênero e família. O **Anexo 1.2** fornece também informações comparativas quanto a formas de vida, ocorrência e classes sucessionais das espécies amostradas nas diferentes fitofisionomias percorridas; junto com as coordenadas geográficas dos trechos de amostragem dentro de cada área.

São descritos, a seguir, resultados do levantamento realizado nas áreas amostrais F3, F8, F24, F28, F33 e F37, junto com informações sobre as características gerais destas áreas.

Área F3 - Área amostral situada no município de Santa Isabel, nas proximidades do local de captação na represa Jaguari e de passagem da adutora.

Os trechos percorridos para levantamento florístico foram correspondentes a Floresta Ombrófila em estágio sucessional inicial a médio de regeneração natural, sendo seu entorno representado por pastagens e plantio de Eucalyptus.

Nesse fragmento o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 7 e 9 m, havendo emergentes de até 14 metros de altura. O sub-bosque é pouco estratificado, com predomínio de Piperaceae. A ocorrência de lianas é moderada, predominando em áreas de borda. Registra-se baixa ocorrência de epífitas, com presença de *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae).

As espécies arbóreas predominantes são *Tetrorchidium rubrivenium*, *Alchornea* spp., *Endlicheria paniculata*, *Casearia sylvestris*, *Cupania vernalis*, *Myrcia splendens*, *Ficus insipida*, *Vernonanthura divaricata*, *Syagrus romanzoffiana*, *Sapium glandulosum*, *Piptadenia gonoacantha*, com ocorrência de *Machaerium villosum*.

FIGURA 6.4.2-1. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F3 (EM AMARELO)



Vista geral de fragmento correspondente a área F3 de amostragem. Trecho 1.



Vista interna de fragmento correspondente a área F3 de amostragem. Trecho 2.

Área F8 - Área amostral situada no município de Igaratá, local de passagem da adutora. Os trechos percorridos para levantamento florístico foram correspondentes a Floresta Ombrófila em estágio sucessional inicial a médio (trecho 1), e médio a avançado (trecho 2) de regeneração natural. Seu entorno é representado por plantio de *Eucalyptus*, residências e fragmentos remanescentes.

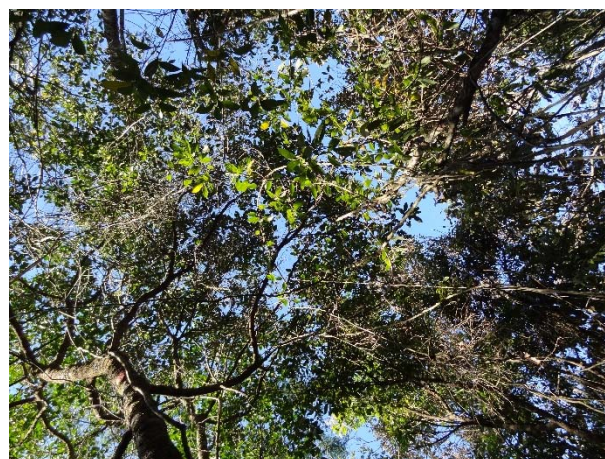
Nesse fragmento o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 6 e 8 m, havendo emergentes de até 12 metros de altura. O sub-bosque é estratificado, com ocorrência de Piperaceae (*Piper* spp.), *Cyathea* cf. *atrovirens* e predomínio de Rubiaceae (*Psychotria* spp.) e Melastomataceae (*Leandra* spp.). A ocorrência de lianas é moderada, predominando em áreas de borda. Registra-se moderada ocorrência de epífitas, com presença de *Tillandsia* sp., *Aechmea* sp., *Vriesea* sp. (Bromeliaceae) e *Campylocentrum* sp., *Oncidium* sp. (Orchidaceae).

Espécies arbóreas predominantes são *Protium heptaphyllum*, *Miconia* spp., *Tibouchina* spp., *Cupania vernalis*, *Xylopia brasiliensis*, *Cabralea canjerana*, *Psychotria vellosiana*, *Ficus* spp., *Psidium cattleianum*, *Myrcia* spp., *Calypttranthes* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Andira fraxinifolia*, *Croton floribundus*, *Myrsine* spp., *Syagrus romanzoffiana*, *Alchornea* spp., *Aegiphyla sellowiana*.

FIGURA 6.4.2-2. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F8 (EM AMARELO)



Vista geral de fragmento correspondente a área F8 de amostragem. Trecho 1.



Vista interna do dossel em fragmento correspondente a área F8 de amostragem. Trecho 2.

Área F24 - Área amostral situada no município de Igaratá, local de passagem da adutora e próximo do emboque do túnel. Os trechos percorridos para levantamento florístico foram correspondentes a Floresta Ombrófila em estágio sucessional inicial (Trecho 1) a médio (Trecho 2) de regeneração natural, além de trecho correspondente a vegetação de várzea. Seu entorno é representado por plantio de *Eucalyptus* sp. e pastagens.

Nesse fragmento o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 7 e 9 m, havendo emergentes de até 15 metros de altura. O sub-bosque é estratificado, com ocorrência de Piperaceae (*Piper* spp.), *Cyathea* sp. e predomínio de Melastomataceae (*Leandra* spp.). A ocorrência de lianas é baixa, predominando em áreas de borda. É registrada baixa ocorrência de epífitas, com presença de *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae) e *Microgramma* spp. (Polypodiaceae). Nos trechos de várzea prevalecem compósitas, gramíneas e ciperáceas.

As espécies arbóreas predominantes são *Tibouchina* spp., *Miconia* spp., *Aspidosperma* cf. *olivaceum*, *Alchornea* *sidifolia*, *Casearia* *sylvestris*, *Piptadenia* *gonoacantha*, *Sapium* *glandulosum*, *Anadenanthera* *colubrina*, *Pera* *glabrata*, *Machaerium* *nyctitans*, *Ficus* sp., *Cecropia* spp., *Croton* *floribundus*, *Vernonanthura* *divaricata*, com ocorrência de *Euterpe* *edulis* junto ao curso d'água.

FIGURA 6.4.2-3. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F24 (EM AMARELO)



Vista geral de fragmento correspondente a área F24 de amostragem. Trecho 2.

Vista da região correspondente ao emboque de túnel na área F24 de amostragem. Próxima ao Trecho 1.

Área F28 - Área amostral situada no município de Nazaré Paulista, na Serra do Rio Acima, junto a via de acesso à obra, em setor em que a Interligação segue em túnel. Os pontos percorridos para levantamento florístico foram correspondentes a Floresta Ombrófila em estágio sucessional médio a avançado (Trechos 1, 2 e 3) de regeneração natural. Seu entorno é representado por plantio de *Eucalyptus* sp., fragmentos remanescentes e residências.

Nesse fragmento o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 8 e 10 m, havendo emergentes de até 15 metros de altura. O sub-bosque é estratificado, com ocorrência de Piperaceae (*Piper* spp.), Rubiaceae (*Psychotria* spp.), Melastomataceae (*Leandra* spp.) e Cyathea cf. *delgadii*. A ocorrência de lianas é moderada, predominando em áreas de borda. Registra-se moderada ocorrência de epífitas, com presença de *Tillandsia* sp., *Vriesea* spp. (Bromeliaceae) e *Microgramma* spp. (Polypodiaceae).

As espécies arbóreas predominantes são *Miconia* spp., *Tibouchina* spp., *Cupania vernalis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Cedrela* spp., *Xylopia brasiliensis*, *Machaerium* spp., *Roupala montana*, *Myrsine* spp., *Alchornea* spp., *Cabralea canjerana*, *Calypttranthes* sp., *Inga* spp., *Croton floribundus*, *Casearia sylvestris*, *Psidium cattleianum*, *Vochysia* cf. *magnifica*, com presença de grande número de indivíduos da espécie *Euterpe edulis*.

FIGURA 6.4.2-4. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F28 (EM AMARELO)



Vista geral de fragmento correspondente a área F28 de amostragem, atravessado por via de acesso. Trecho 1.

Vista interna do dossel em fragmento correspondente a área F8 de amostragem. Trecho 2.

Área F33 - Área amostral situada no município de Nazaré Paulista, na Serra do Rio Acima, junto a via de acesso à obra. Os pontos percorridos para levantamento florístico foram correspondentes a Floresta Ombrófila em estágio sucessional médio a avançado (Trechos 1 e 2) e estágio Médio de regeneração natural (Trecho 3), além de vegetação de várzea. Seu entorno é representado por Floresta Ombrófila.

Nas áreas de mata o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 8 e 10 m, havendo emergentes de até 15 metros de altura. O sub-bosque é estratificado, com ocorrência de Piperaceae (*Piper* spp.), Rubiaceae (*Psychotria* spp.), Melastomataceae (*Leandra* spp.) e Cyathea cf. *delgadii*. A ocorrência de lianas é moderada, predominando em áreas de borda. Registra-se moderada ocorrência de epífitas, com presença de *Tillandsia* sp., *Vriesea* spp., *Aechmea* sp. (Bromeliaceae) e *Microgramma* spp. (Polypodiaceae). A vegetação de várzea é dominada por *Schoenoplectus californicus*, gramíneas e ciperáceas.

As espécies arbóreas predominantes são *Tibouchina* spp., *Miconia* spp., *Alchornea sidifolia*, *Anadenanthera colubrina*, *Croton floribundus*, *Cupania vernalis*, *Myrsine* spp., *Cedrela* spp., *Machaerium nyctitans*, *Casearia sylvestris*, *Cecropia* spp., *Aspidosperma* cf. *olivaceum*, *Vernonanthura divaricata*, *Syagrus romanzoffiana*, *Matayba* spp., com ocorrência de *Machaerium villosum*.

FIGURA 6.4.2-5. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F33 (EM AMARELO)



Vista geral de fragmento correspondente a área F33 de amostragem, contíguo a área de várzea. Trecho1.



Vista geral em fragmento correspondente a área F33 de amostragem. Trecho 2.

Área F37 – Área amostral situada no município de Nazaré Paulista, nas proximidades do local de desemboque do túnel. Os trechos percorridos para levantamento florístico corresponderam a vegetação de várzea e Floresta Ombrófila em estágio inicial (Trecho 1), e médio a avançado de regeneração natural (Trechos 2 e 3). Seu entorno é representado por fragmentos remanescentes, plantio de *Eucalyptus*, além de chácaras.

Nas áreas de mata o dossel é predominantemente contínuo, com indivíduos arbóreos com altura entre 8 e 10 m, havendo emergentes de até 15 metros de altura. O sub-bosque é estratificado, com ocorrência de Piperaceae (*Piper* spp.), Rubiaceae (*Psychotria* spp.), Melastomataceae (*Leandra* spp.) e *Cyathea* cf. *delgadii*. A ocorrência de lianas é baixa, predominando em áreas de borda. Registra-se moderada ocorrência de epífitas, entre elas *Tillandsia* sp., *Vriesea* spp., *Aechmea* sp. (Bromeliaceae), *Microgramma* spp. (Polypodiaceae).

As espécies arbóreas predominantes são *Anadenanthera colubrina*, *Tibouchina* spp., *Croton floribundus*, *Cupania vernalis*, *Matayba* sp., *Cedrela* cf. *odorata*, *Machaerium* spp., *Alchornea sidifolia*, *Andira* sp., *Cecropia* spp., *Syagrus romanzoffiana*, *Myrsine* spp., com predomínio de *Bambusa* sp. em trechos alterados. A vegetação de várzea é dominada por *Typha domingensis* nas áreas mais encharcadas, além de *Hedychium coronarium*, *Miconia* spp., *Leandra* sp., gramíneas e ciperáceas em borda.

FIGURA 6.4.2-6. TRANSEÇÕES PERCORRIDAS PARA REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA ÁREA F37 (EM AMARELO)

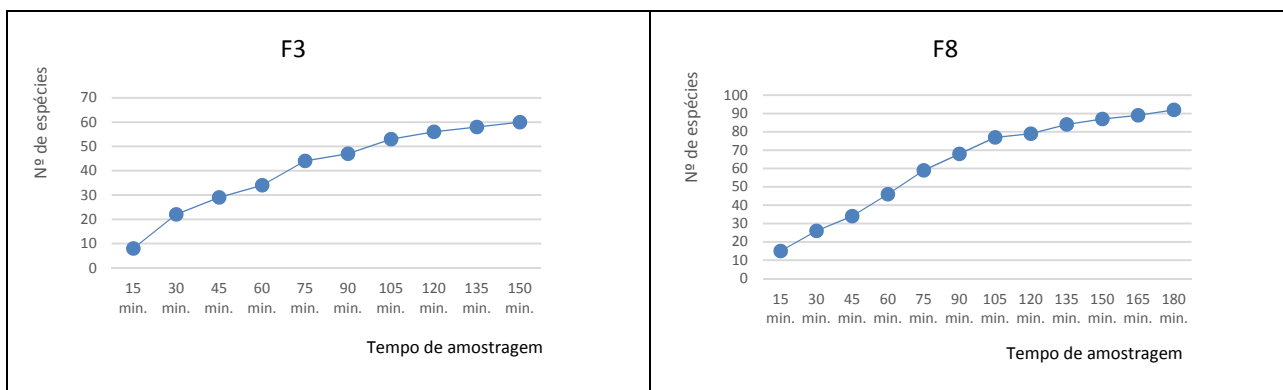


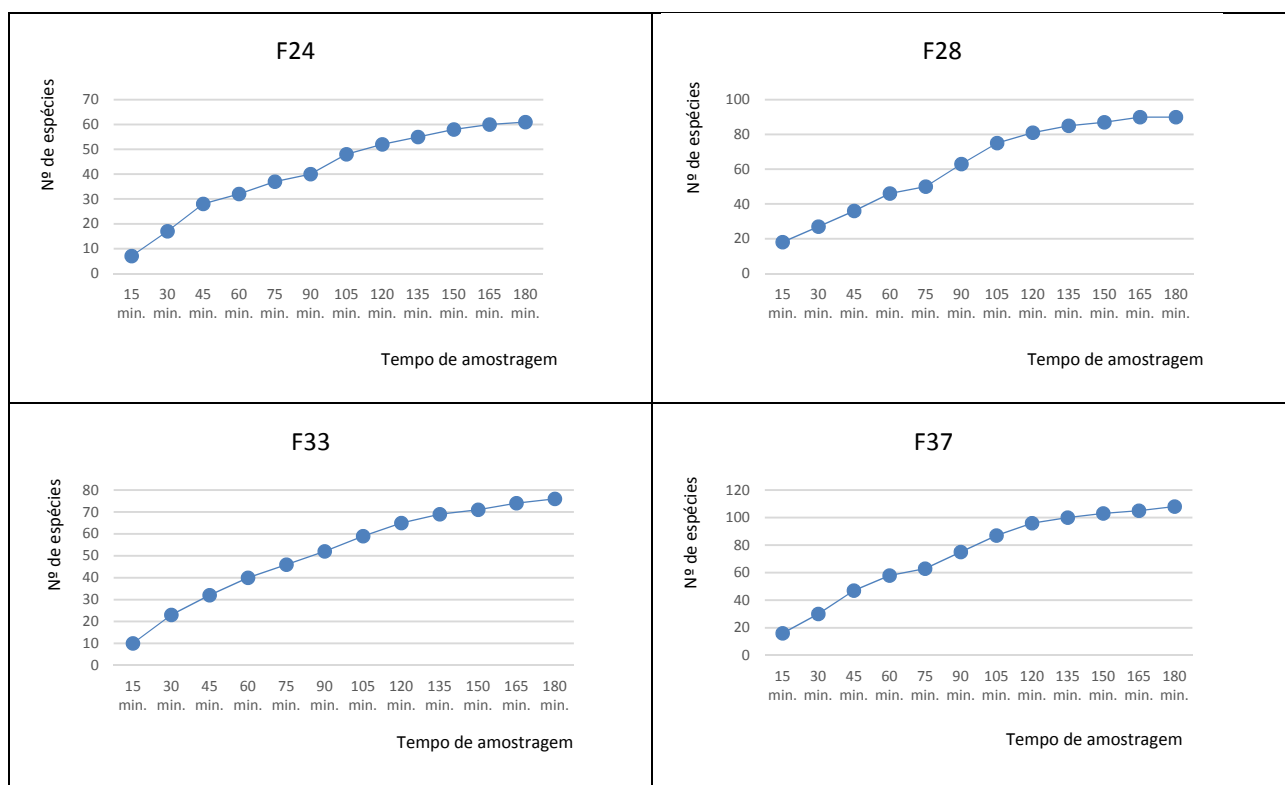
Vista geral correspondente a área F37 de amostragem. Trecho 1.

Vista interna de fragmento correspondente a área F37 de amostragem. Trecho 3.

A suficiência amostral, para cada área de levantamento sistematizado, pode ser observada por meio das curvas de acumulação de espécies apresentadas a seguir, considerando-se intervalos com duração de 15 minutos, onde foi computado o incremento de novas espécies correspondentes a indivíduos arbóreos, arbustivos, além de estipes, fetos arborescentes e epífitas. Pelo escopo do presente trabalho, indivíduos de outras formas de vida, a exemplo de herbáceas e lianas, não foram incluídos para elaboração da curva, já que apenas espécies mais abundantes foram amostradas, sendo citadas na tabela geral de espécies (**Anexo 1.2**).

FIGURA 6.4.2-7. CURVAS DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES EM FUNÇÃO DO TEMPO DE AMOSTRAGEM





Nota - Levantamento florístico realizado em setembro de 2014, nas áreas F3, F8, F24, F28, F33 e F37, na AID da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha.

Considerando-se os resultados globais para as 6 áreas de amostragem sistematizada, foram registradas 235 espécies, pertencentes a 47 famílias, que incluíram indivíduos arbóreos (180 sps), arbustivos (29 sps), estípes (3 sps), fetos aborescentes (3 sps) e epífitas (19 sps) e uma espécie terrestre de bromélia. Destacaram-se, em número de espécies, as famílias: Fabaceae (30), Melastomataceae (26), Rubiaceae e Myrtaceae (13), Lauraceae (12), Euphorbiaceae (11), Compositae, Bromeliaceae e Piperaceae (9), Sapindaceae e Solanaceae (7).

Buscando ampliar o entendimento sobre a distribuição das espécies ao longo do traçado, foi realizada análise de similaridade florística entre as seis áreas amostrais (F3, F8, F24, F28, F33 e F37), conforme procedimentos descritos anteriormente na Metodologia. Para tanto, foram comparados os registros de espécies arbóreas, arbustivas, de estípes, fetos arborescentes e epífitas de ocorrência nos trechos florestais percorridos.

A **Tabela 6.4.2-2** apresenta as características gerais das áreas de amostragem, enquanto a **Figura 6.4.2-8** apresenta o resultado de similaridade, onde foi utilizado o índice de Jaccard e distância euclidiana para análise.

TABELA 6.4.2-2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ÁREAS DE LEVANTAMENTO DE FLORA, 2014, NA AID DA INTERLIGAÇÃO ENTRE AS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA.

Áreas Amostrais	F3	F8	F24	F28	F33	F37
Localização UTM (23K)	379.606 m E, 7.429.702 m S	375.626 m E, 7.434.241 m S.	373.956 m E, 7.438.821 m S	372.833 m E, 7.439.747 m S	371.131 m E, 7.441.834 m S	369.396 m E, 7.442.898 mS.
Interferência Futura	Adutora	Adutora	Adutora, Emboque do Túnel	Via de acesso	Via de acesso	Desemboque do Túnel, Reservatório
Nº de famílias registradas	30	33	25	20	27	36
Nº de espécies registradas	61	91	60	93	75	107
Estágio Sucessional	Médio (Trecho 1) Inicial a Médio (Trecho 2)	Inicial a Médio (Trecho 1), Médio a Avançado (Trecho 2)	Inicial a Médio	Médio a Avançado (Trechos 1,2 e 3)	Médio a Avançado (Trechos 1,2) Médio (Trechos 3 e 4)	Inicial (Trecho 1), Médio a Avançado (Trechos 2 e 3)

Áreas Amostras	F3	F8	F24	F28	F33	F37
Grau de Declividade	Moderada	Baixa	Baixa a Elevada	Baixa a Moderada	Moderada a Elevada	Baixa a Moderada
Presença de curso d'água nos trechos amostrados	Não (Proximidade da represa Jaguari)	Sim	Sim	Sim (Trecho 1)	Sim (Trechos 3 e 4)	Sim (Trecho 1)

Fonte: PRIME, 2014

FIGURA 6.4.2-8. SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE AS ÁREAS DE AMOSTRAGEM F3, F8, F24, F28, F33 E F37, NA INTERLIGAÇÃO ENTRE AS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA.

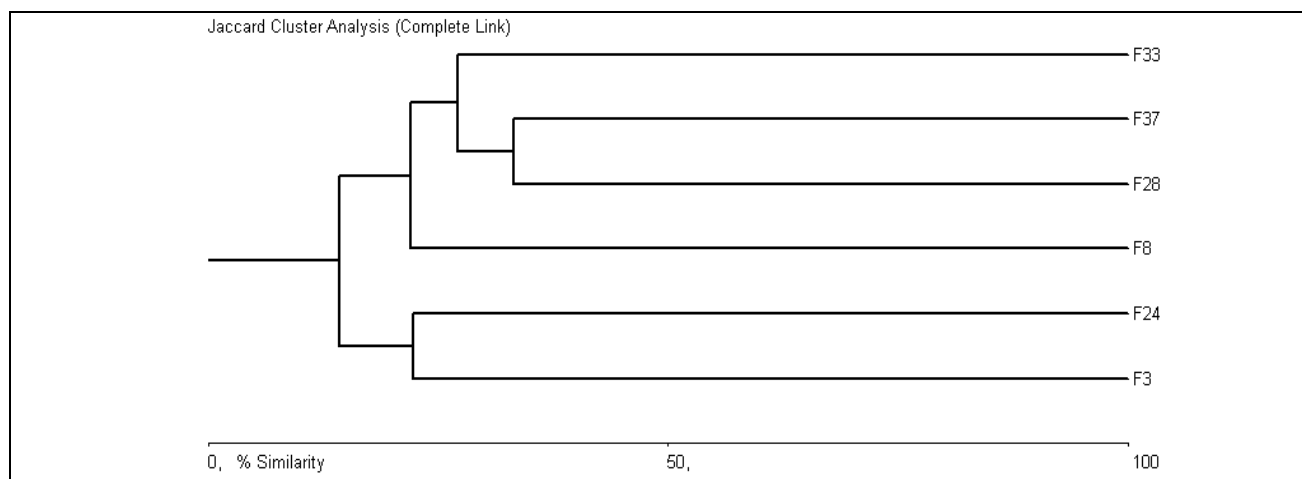


TABELA 6.4.2-3. MATRIZ DE SIMILARIDADE ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM. COEFICIENTE DE JACCARD

	F3	F8	F24	F28	F33	F37
F3	*	19,685	22,2222	14,1791	19,469	20,8633
F8	*	*	17,6923	25	21,8978	29,0323
F24	*	*	*	17,5573	24,7706	21,5827
F28	*	*	*	*	29,2308	33,1126
F33	*	*	*	*	*	27,0833
F37	*	*	*	*	*	*

Os resultados de análise da similaridade florística foram condizentes com as observações gerais de campo, sendo registrada maior similaridade entre fragmentos que se encontram em estágios sucessionais semelhantes: (a) Médio a avançado - F28, F33, e F37, que também apresentam proximidade geográfica, F8, mais distante geograficamente; (b) Inicial a médio - F3 e F24, distantes geograficamente.

Vale destacar que apesar de se tratarem, em grande parte, de formações secundárias, de modo geral os locais amostrados preservam espécies características de estágios mais avançados, entre elas *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) e *Euterpe edulis* (palmito jussara). Destaca-se ainda a alta diversidade de espífitas, sobretudo Bromeliaceae (*Tillandsia*, *Vriesea*, *Aechmea*, *Canistrum*), Orchidaceae (*Campylocentrum*, *Oncidium*, *Catasetum*, *Vanilla*) e Cactaceae (*Rhipsalis*), evidenciando a riqueza florística desses remanescentes.



Detalhe da área de amostragem F28, em AID da Adutora. Destaca-se a ocorrência de *Euterpe edulis* (palmito jussara). Trecho 1.



Detalhe da área de amostragem F8, em AID da Adutora. Destaca-se a ocorrência de *Campylocentrum* sp. (Orchidaceae). Trecho 1.

6.4.2.4. Síntese dos Resultados do Levantamento Florístico

Através de uma caracterização detalhada das fitofisionomias de ocorrência na AID e nas áreas lindeiras ao traçado, foram identificadas como principais categorias de uso e ocupação do solo: (a) Pastagens e Campos Antrópicos; (b) Cultivos; (c) Reflorestamentos; (d) Vegetação Antrópica e Cercas Vivas; (e) Vegetação Antropizada; (f) Vegetação Pioneira; (g) Floresta Ombrófila Estágio Inicial; (h) Floresta Ombrófila Estágio Médio; (i) Floresta Ombrófila Estágio Avançado; (j) Vegetação em área de Várzea. Ocorre, de modo geral, um grau moderado de fragmentação da vegetação nativa na área de estudo.

Ao longo de todo o traçado da adutora, de uma forma mais específica, nota-se a ocupação por chácaras, pastagens, predominantes na região da represa Jaguari; reflorestamentos, intercalados por fragmentos remanescentes de tamanhos e estágios sucessionais variados, com maior representatividade na região da represa Atibainha. Além destes, destaca-se a vegetação de várzea, com ampla distribuição em todo traçado, nas áreas planas de drenagem com solo encharcado.

Por tratar-se de uma região com restrições de uso do solo, muitos dos fragmentos, em especial aqueles localizados em áreas de difícil acesso, encontram-se em estágio sucessional médio a avançado, contendo elevada riqueza de espécies.

Os resultados de levantamento florístico abrangente, com foco na amostragem de espécies predominantes e representativas das diferentes fitofisionomias de ocorrência na AID evidenciaram elevada riqueza florística para a região, totalizando o registro de 365 espécies. Dessas, 354 espécies estão distribuídas em 70 famílias botânicas, além do grupo das Pteridófitas, com 11 espécies, que apresentaram maior representatividade em número de indivíduos. Os dados completos são fornecidos nas tabelas do **Anexo 1.2**.

As Figuras apresentadas a seguir permitem uma rápida comparação entre as informações registradas nas diferentes áreas de amostragem florística.

FIGURA 6.4.2-9. NÚMERO DE FAMÍLIAS E ESPÉCIES REGISTRADAS NAS ÁREAS DE LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA AID DA INTERLIGAÇÃO ENTRE AS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA

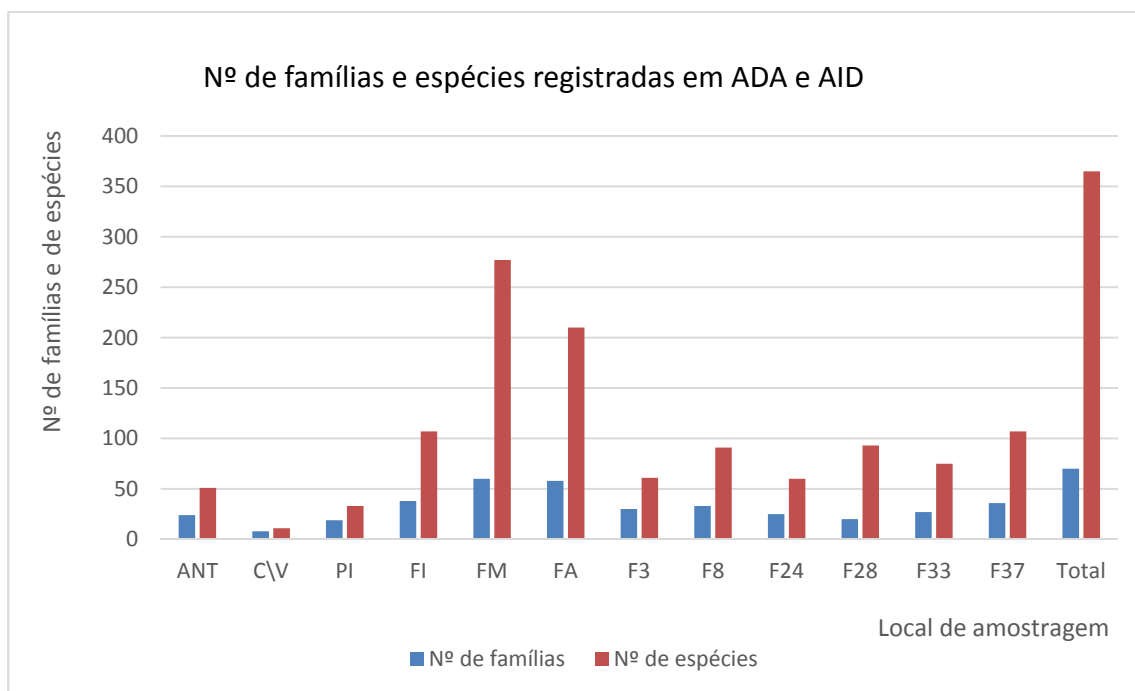
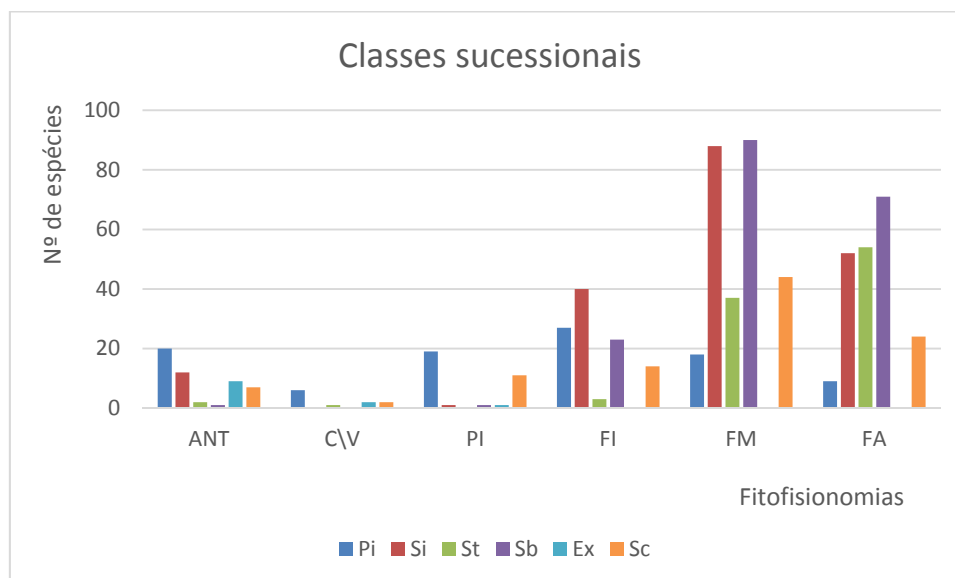


FIGURA 6.4.2-10. NÚMERO DE ESPÉCIES PARA CADA CLASSE SUCESSIONAL REGISTRADO NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE OCORRÊNCIA NA AID



Nota - Antropizada (ANT); Campo, Várzea (C\V); Vegetação Pioneira (PI); Floresta Ombrófila estágio Inicial (FI); Floresta Ombrófila estágio médio (FM); Floresta Ombrófila estágio Avançado (FA).

A ampliação desta amostragem foi realizada em 6 fragmentos remanescentes, priorizando-se a vegetação mais próxima da área de intervenção (ADA), porém abrangendo também a AID. Os dados obtidos evidenciaram grande semelhança entre as áreas amostrais, quanto a espécies pioneiras e secundárias iniciais registradas. Verificou-se maior diferenciação na presença e quantidade de espécies de sub-bosque, secundárias tardias e de epífitas, bem como daquelas com algum risco de extinção, as quais se mostraram mais restritas a ambientes preservados, tendo distribuição irregular ao longo do traçado.

Para estas 6 áreas amostrais, foi registrado o total de 235 espécies, pertencentes a 47 famílias. Destacam-se, em número de espécies, as famílias: Fabaceae (30), Melastomataceae (26),

Rubiaceae e Myrtaceae (13), Lauraceae (12), Euphorbiaceae (11), Compositae, Bromeliaceae e Piperaceae (9) (**Anexo 1.2**).

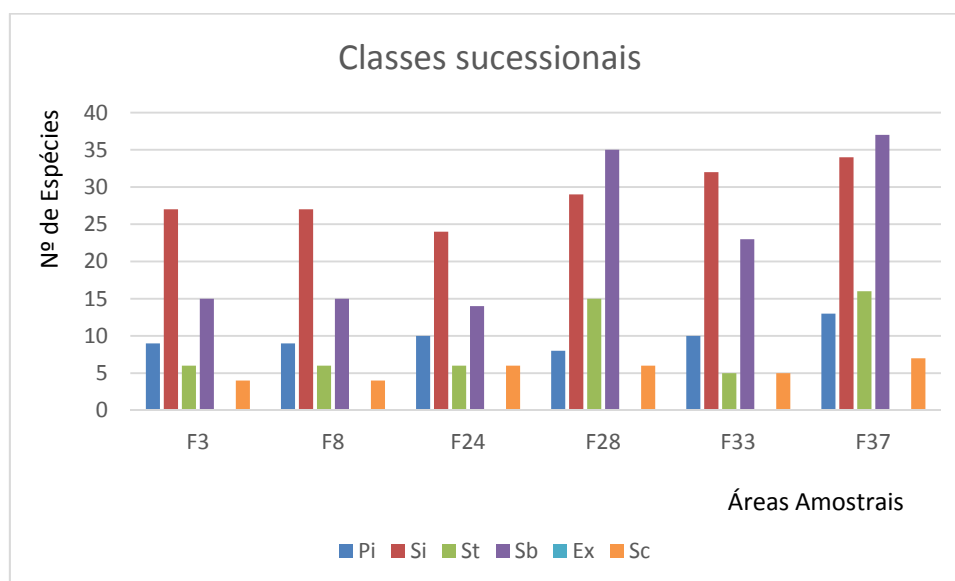
Considerando-se o escopo do trabalho, a forma de vida predominante quanto ao número de espécies registradas foi a arbórea. Destaca-se a tendência ao aumento do número de epífitas e de espécies arbustivas nas áreas mais preservadas e com maior proximidade de cursos d'água.

Quanto às classes sucessionais, em todas as áreas amostrais foram predominantes espécies secundárias iniciais e aquelas típicas de sub-bosque, porém, observa-se na **Figura 6.4.2-10** uma confirmação dos resultados até aqui abordados, onde F28, F33 e F37, classificadas como em estágio médio a avançado, e concentradas na região da represa Atibainha, de fato apresentam maior proporção de espécies de sub-bosque e secundárias tardias, que as demais áreas de amostragem.

Vale destacar que a maior expressão florística foi observada nas proximidades da represa Atibainha, em especial nos pontos F28, F33 e F37, bem como no ponto amostral F29 (caracterização fitofisionômica).

A área localizada entre os pontos F28 e F29, em especial, também apresenta elevada riqueza de espécies de fauna. Em termos florísticos e de preservação, destaca-se a representatividade das Famílias Orchidaceae, Bromeliaceae e Lauraceae, além da espécie *Euterpe edulis* (palmiteiro), que possui grau de ameaça. Por estas razões recomenda-se especial cuidado ambiental neste trecho, buscando-se evitar a supressão de vegetação para abertura de vias de acesso.

FIGURA 6.4.2-11. NÚMERO DE ESPÉCIES PARA CADA CLASSE SUCESSIONAL REGISTRADO NAS ÁREAS DE LEVANTAMENTO FLORÍSTICO SISTEMATIZADO, ADA E AID



Considera-se que os resultados obtidos representam de forma satisfatória a realidade observada em campo. Informações complementares poderão ser fornecidas pelo Inventário Florestal a ser realizado na seguinte etapa de licenciamento, que poderão englobar espécies com baixo número de indivíduos ou distribuição espacial mais restrita, que eventualmente não tenham sido observadas no presente estudo.

Vale ainda destacar a semelhança entre a composição florística aqui registrada com informações provenientes de levantamento desenvolvido nas Serras de Itaberaba e de Itapetinga (Fundação Florestal, 2010), em região próxima à área de estudo, cujos dados gerais são apresentados no item "Estudos florísticos anteriores desenvolvidos para a AII".

De fato, a região de estudo apresenta importância biológica alta, fazendo parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), bem como da Reserva Biosfera do Cinturão Verde (RBCV), sendo também destacada no Mapa de Conectividade (2008). Todos estes fatores conferem

importância às formações vegetais avaliadas, sendo recomendável um esforço especial para reduzir ao mínimo a supressão de formações florestais e o efeito de borda sobre fragmentos florestais adjacentes ao traçado e às vias de acesso.

Considerando-se que a sobrevivência das espécies nos fragmentos e a regeneração da floresta secundária podem ser fortemente influenciadas pelo histórico de uso passado, pela frequência e tipo de distúrbio, e pelo tempo de isolamento (Tilman *et al.*, 1994), os resultados florísticos, aliados aos valores de riqueza registrados no presente estudo, permitem concluir que, a despeito do grau de antropização das áreas avaliadas, as mesmas ainda preservam espécies típicas de estágios sucessionais mais avançados e características da região. Assim, o Projeto de Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha deverá contemplar o resgate de epífitas e de germoplasma de espécies de interesse, além de outras medidas conducentes à preservação e enriquecimento de áreas vegetadas remanescentes.

6.4.3. Vegetação Potencialmente Afetada

A vegetação a ser afetada pela implantação do empreendimento foi determinada a partir dos levantamentos efetuados em campo e da delimitação da área de intervenção (ADA), com base no levantamento planialtimétrico e no Anteprojeto consolidado do sistema hidráulico e da linha de transmissão, envolvendo: (i) a localização do eixo da adutora e LT, (ii) a localização da faixa de trabalho necessária para o assentamento da adutora e faixa de segurança da LT; e (iii) os limites das áreas de intervenção nas obras localizadas.

As formações vegetais presentes na ADA das instalações hidráulicas e LT foram mapeadas a partir de reconhecimento em campo das fitofisionomias presentes nas áreas de intervenção e da interpretação das imagens aéreas Google Earth na escala 1:500, recentes (várias datas, período 2013 a 2014). Foram consideradas todas as tipologias vegetais presentes ao longo dos traçados e nas obras localizadas, sendo quantificadas por tipo de vegetação e por estágio sucessional, nesse caso, as ocorrências da vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa.

Estão presentes na ADA as seguintes tipologias de vegetação nativa: vegetação em estágios avançado, médio, inicial e pioneiro e vegetação de várzea e/ou de brejo. Da vegetação antropizada (mista), estão presentes as tipologias vegetação antropizada, campo antrópico, agrupamento / cerca viva e reflorestamento. As **Figuras A2 e A5**, escala 1:1.000 e 1:7.500, no **Volume III**, apresentam o mapeamento das tipologias de cobertura vegetal e outros usos.

As **Tabelas 6.4.3-1 e 6.4.3-2** apresentam, respectivamente, o detalhamento quantitativo das formações vegetais na ADA do sistema hidráulico e da LT da Interligação, por trecho e estrutura, em cada município percorrido. A LT está presente somente no município de Santa Isabel.

TABELA 6.4.3-1. FORMAÇÕES VEGETAIS PRESENTES NA ADA – SISTEMA HIDRÁULICO

Categorias	Tipologias de Uso do Solo	Santa Isabel		Igaratá		Nazaré Paulista		Total Geral	Total	
		Dentro de APP	Fora de APP	Dentro de APP	Fora de APP	Dentro de APP	Fora de APP		Dentro de APP	Fora de APP
Vegetação Nativa	Floresta Ombrófila Densa Est. Avançado	-	-	0,0005	0,0012	-	-	0,0017	0,0005	0,0012
	Floresta Ombrófila Densa Estágio Médio	0,0323	0,0089	0,0204	0,0941	0,1005	-	0,2563	0,1532	0,1031
	Floresta Ombrófila Densa Estágio Inicial	0,1178	0,0265	0,2762	0,3015	0,2039	-	0,9260	0,5980	0,3280
	Floresta Ombrófila Densa Est. Pioneiro	0,1107	0,0818	0,0164	0,0558	-	-	0,2647	0,1271	0,1376
	Vegetação de Várzea / Brejo	0,0182	-	0,1728	-	-	-	0,1910	0,1910	-
	Subtotal	0,2790	0,1173	0,4863	0,4526	0,3044	-	1,6396	1,0697	0,5698
Vegetação Antropizada	Veg. Antropizada	-	-	0,1894	0,8124	-	-	1,0018	0,1894	0,8124
	Campo Antrópico	0,2769	0,3344	1,0708	2,6068	0,4118	0,1801	4,8809	1,7596	3,1213
	Reflorestamento	0,2297	1,0308	0,2511	3,5156	0,0192	-	5,0464	0,5000	4,5464
	Agrupamento / Cerca Viva	-	0,0059	0,1303	0,2419	0,0047	0,0041	0,3868	0,1350	0,2519
	Subtotal	0,5066	1,3711	1,6416	7,1766	0,4357	0,1842	11,3159	2,5839	8,7320
Total Geral – Sist. Hidráulico		0,7856	1,4884	2,1279	7,6292	0,7402	0,1842	12,9554	3,6536	9,3018

TABELA 6.4.3-2. FORMAÇÕES VEGETAIS PRESENTES NA ADA – LT. MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL

Categorias	Tipologias de Uso do Solo	Dentro de APP (m²)	Fora de APP (m²)	Total geral (m²)
Vegetação Nativa	Floresta Ombrófila Densa	1	-	1
	Estágio Pioneiro			
	Subtotal	1	-	1
Vegetação Antropizada	Campo Antrópico	2.769	-	2.769
	Reflorestamento	383	530	913
	Subtotal	3.152	530	3.682
Total Geral – LT		3.154	530	3.683

A **Tabela 6.4.3-3** apresenta os fragmentos florestais mais significativos (em termos de tamanho) adjacentes ao eixo da Interligação e das estradas de acesso à obra. A **Figura A5**, escala 1:7.500, no **Volume III** permite observar essas ocorrências.

TABELA 6.4.3-3. FRAGMENTOS FLORESTAIS MAIS SIGNIFICATIVOS NA ADA

Trecho entre Estacas	Extensão	Município	Bacia	Instalação prevista
22+20m a 25+50m	330 m	Santa Isabel	Rio Jaguari	Adutora
32+00m a 33+00m	100 m			
62+50m a 63+50m	100 m			
73+00m a 78+00m (lado direito)	500 m			
76+00m a 77+00m (lado esquerdo)	100 m			
148+00m a 149+20m	120 m	Igaratá		
149+20m a 150+20m	100 m			
Trecho de 400 m (fora do eixo)	400 m			
		Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Melhoria no acesso viário paralelo ao túnel (aprox.)

Os fragmentos adjacentes à adutora devem sofrer algum efeito de borda permanente em face da supressão de estreitas franjas de vegetação lindeiras ao traçado. Estima-se, a princípio, que não haverá necessidade de supressão de vegetação ao longo das estradas de acesso à obra, com o que o efeito de borda deve ficar limitado ao impacto temporário de ruído e emissões veiculares durante a obra.

6.4.4. Diagnóstico da Fauna de Vertebrados Terrestres

Para a elaboração do diagnóstico da fauna de vertebrados terrestres foram consideradas duas escalas de abrangência. A primeira escala considerou o contexto regional e teve o intuito de identificar e caracterizar, através de dados secundários, a fauna com potencial presença na área do empreendimento. Os grupos considerados nessa etapa foram aves (avifauna), anfíbios e répteis (herpetofauna), mamíferos não voadores (pequenos mamíferos, mamíferos de médio e grande porte) e mamíferos voadores (morcegos). Com base na vasta literatura pertinente e em bancos de dados disponíveis dos principais museus brasileiros, foram listadas as espécies de provável ocorrência na área de influência indireta (AII). As listas de espécies foram interpretadas buscando diagnosticar o grau de integridade da fauna regional e seu estado de conservação.

A segunda escala abordada para complementar o estudo foi a local, a qual foi realizada com uma incursão a campo entre os dias 30/09 e 05/10/2014 para o levantamento da fauna presente nas imediações do empreendimento. Nessa etapa, os grupos amostrados foram avifauna, herpetofauna e mamíferos de médio e grande porte. Dentre os ambientes presentes na AID, optou-se por concentrar os esforços de amostragem nas áreas com melhor estado de conservação, sem, no entanto, descartar as áreas mais degradadas e alteradas.

A seguir apresentam-se a descrição das áreas de amostragem e os diagnósticos de cada grupo da fauna terrestre nas duas escalas de abordagem, com considerações metodológicas e seus pontos amostrais. De forma geral, todos os grupos foram amostrados em cinco áreas em comum; estas áreas foram escolhidas por representar os principais ambientes e fisionomias presentes na área de influência direta do empreendimento.

6.4.4.1. Objetivos

O presente diagnóstico tem como objetivo principal detectar e caracterizar a fauna de vertebrados terrestres nas áreas de influência da interligação das represas Jaguari e Atibainha, SP, visando gerar mais dados acerca da biodiversidade presente na área de estudo, auxiliando desta maneira na tomada de decisões a respeito dos potenciais impactos sobre a fauna e medidas mitigadores para minimizar os potenciais impactos.

Entre os objetivos específicos, estão:

- Caracterizar a fauna terrestre por meio de dados secundários da região na qual se insere o empreendimento.
- Caracterizar a fauna terrestre nos remanescentes florestais atuais da área de influência direta (AID) por meio de dados primários.
- Subsidiar a avaliação de impactos para elaboração de medidas mitigadoras dos impactos negativos e medidas potencializadoras dos impactos positivos à fauna.

6.4.4.2. Delineamento Amostral

Para atingir os objetivos deste diagnóstico foram designadas cinco áreas amostrais, todas comuns ao levantamento de mamíferos, aves, répteis e anfíbios:

Área 1 – Santa Isabel - SP (379.606 E / 7.429.620 S) - Pequeno fragmento florestal localizado no município de Santa Isabel às margens da represa de Jaguari, próximo à Captação. Esta área está incluída em uma paisagem rural dominada por gramíneas exóticas e presença de diversas pequenas propriedades de veraneio. Em paralelo, faz-se notar uma área adjacente ao fragmento florestal dedicada à silvicultura de eucalipto, cultura predominante na região. Possui dossel entre cinco e sete metros de altura, com aspecto de borda e forte presença de lianas e cipós, sub-bosque denso e pequena camada de serapilheira.

Área 2 – Igaratá - SP (375.666 E / 7.434.473 S) - Fragmento florestal localizado no município de Igaratá, altura dos Km 7,0 a 8,0 da adutora, conecta-se a outros fragmentos através de silvicultura de eucalipto. No seu entorno pode-se observar diversos tanques de aquicultura que contribuem para a heterogeneidade de habitats, fornecendo nichos específicos para espécies dependentes de ambientes úmidos. O interior do fragmento apresenta sub-bosque aberto, com presença de taquara e altura de dossel que em alguns trechos alcança 15 metros de altura.

Área 3 – Igaratá - SP (374.017 E / 7.438.883 S) - Pequeno fragmento no município de Igaratá em formato alongado localizado em área periurbana do bairro Boa Vista, com diversas habitações em seu entorno. Situa-se próximo do emboque do túnel. Nota-se no interior da mata forte presença de cipós, bem como um sub-bosque bastante denso, característica de localidades sujeitas ao efeito de borda. Ressalta-se ainda a existência de uma área brejosa dominada por taboa (*Tipha* sp.) localizada na parte mais baixa do fragmento.

Área 4 – Igaratá e Nazaré Paulista (372.320 E / 7.439.909 S) - Maior fragmento florestal amostrado e também com aspecto ambiental mais saudável. Localizado na Serra de Rio Acima, em setor que a Interligação atravessa em túnel, a principal interação com a obra será em função das vias de acesso que serão utilizadas para transporte de materiais. Situa-se majoritariamente no município de Nazaré Paulista, com um pequeno trecho em Igaratá. Em seu interior nota-se a grande presença de espécies chave para diversos grupos ornitológicos, como palmito-juçara, samambaiçu e ainda diferentes tipos de taquara. Destaca-se ainda na paisagem a grande quantidade de bromélias existentes nas árvores. O dossel em alguns trechos supera os 15 metros de altura e o sub-bosque encontra-se aberto, devido basicamente à dominância de palmito no interior da mata.

Área 5 – Nazaré Paulista (369.504 E / 7.443.224 S) - Fragmento florestal localizado às margens da represa de Atibainha, no entorno do desemboque do túnel, no município de Nazaré Paulista. No período da amostragem a represa estava extremamente seca, deixando a mostra o solo que outrora se encontrava submerso. No entorno da área observa-se uma paisagem florestal, entremeada de pequenas propriedades rurais e algumas áreas dedicadas à silvicultura de

eucalipto. A mata apresenta características de um fragmento florestal em avançado estado de regeneração, com sub-bosque denso e dossel que em alguns trechos alcança 10 metros de altura.

Os procedimentos amostrais específicos para cada grupo de vertebrados terrestres são apresentados separadamente a seguir.

6.4.4.3. Avifauna

A. Introdução

As aves se destacam como o grupo de vertebrados com o maior número de espécies da Mata Atlântica, característica que somada a sua alta sensibilidade a alterações ambientais faz com que elas também ocupem o lugar dos vertebrados com o maior número de espécies ameaçadas do bioma. De fato, das 193 espécies de aves presentes na lista brasileira (Machado *et al.* 2008) e mundial (IUCN 2013) de espécies ameaçadas, 112 ocorrem na Mata Atlântica (Marini e Garcia, 2005; Olmos, 2005). Além disso, 75% das espécies de aves ameaçadas e endêmicas do Brasil são características deste bioma (Marini e Garcia, 2005).

De acordo com projeções históricas, estima-se que originalmente 82% da área de São Paulo eram cobertos pela Floresta Atlântica (Fundação S.O.S. Mata Atlântica/INPE 2002; COSTA-NETO, 1997). Por ser um Estado de ocupação antiga, atravessou diversos ciclos econômicos de exploração e de produção, no qual a vegetação original foi sendo progressivamente eliminada restando atualmente pouco mais de 15% da cobertura original (Costa-Neto, 1997).

Apesar dessa considerável perda da cobertura florestal, São Paulo destaca-se no cenário nacional pela sua expressiva avifauna que engloba 793 espécies (Silveira e Uezu, 2011), o que representa pouco mais de 45% de todas as aves conhecidas para o Brasil. Alguns fatores podem ser considerados decisivos para esta riqueza, destacando-se aqui contribuições históricas de naturalistas viajantes que percorreram diversas partes do estado a partir do início do século XIX, bem como a grande presença de ornitólogos e observadores de aves, que fizeram com que São Paulo fosse uma das unidades federativas com a avifauna melhor conhecida em todo país.

Esta elevada riqueza está associada a grande heterogeneidade de ambientes presentes em seu território, que inclui diferentes fisionomias de Mata Atlântica que se estendem do nível do mar (Florestas de Baixada) até formações campestres localizadas a mais de 2500 metros de altitude, e também ecossistemas associados, como restingas e mangues, além de formações de Cerrado e uma expressiva zona costeira, incluindo praias e ilhas (Silveira e Uezu, 2011).

Parte desta riqueza deve-se a presença de dois importantes maciços que atravessam o estado longitudinalmente, a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira. Estas regiões ainda abrigam importantes remanescentes vegetacionais, e consequentemente mantêm uma variedade de espécies considerada das mais elevadas em todo o mundo, fato que justificou a inclusão de diversas áreas presentes nesta região como IBAs (Áreas Importantes para a Conservação de Aves), pela *Birdlife International* (Bencke *et al.*, 2006).

Neste contexto destaca-se regionalmente o grande bloco florestal no qual se encontra o Parque Estadual (P.E) da Cantareira e os recém-criados PE Itaberaba e PE Itapetinga. Tais áreas englobam parte dos municípios de Santa Isabel e Nazaré Paulista, que por sua vez, são atravessados pela Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha. Devido a expressiva presença de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, essas UCs foram consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade, reconhecida tanto em âmbito federal pelo Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação (Portaria MMA nº 09/2007), quanto em âmbito estadual, pelo Mapa de Áreas Prioritárias para Conectividade do Estado de São Paulo, por conectarem a Serra do Mar (Maciço da Cantareira) à Serra da Mantiqueira, através de uma área contínua de aproximadamente 30 mil hectares de floresta (Fundação Florestal, 2010).

No que tange a avifauna, esta importância fica ainda mais evidente quando se considera que o P.E da Cantareira, área contínua as Serras de Itaberaba e Itapetinga, foi incluída como uma

“Área Importante para a Conservação de Aves no Brasil” (do inglês IBA – *Important Bird Area*; Bencke et al., 2006) com um conhecimento ornitológico acumulado considerado representativo.

B. Material e Métodos

B.1. Levantamento de Dados Secundários

As informações bibliográficas ou dados secundários, referentes à avifauna de potencial ocorrência nas áreas de Influência da Interligação entre as represas Jaguari e Atibainha foram obtidos em notas, artigos e em outros documentos técnico-científicos pesquisados em bibliotecas especializadas e na plataforma online de revistas científicas *ISI Web of Knowledge SM*, além de bancos de dados digitais de listas de espécies de diferentes localidades.

Levando em consideração que a área de influência indireta (All) situa-se entre os maciços da Mantiqueira e da Cantareira, nos municípios de Nazaré Paulista, Igaratá e Santa Isabel, buscaram-se referências bibliográficas e levantamentos ornitólogos exclusivamente realizados nessas localidades, priorizando sempre dados recentes e oriundos de regiões com fisionomias semelhantes às observadas na área de influência do empreendimento. Assim, os dados secundários aqui apresentados basearam-se principalmente nas informações oriundas de:

- GUSSONI e SANTOS (2004): que entre julho de 2000 e dezembro de 2002 realizaram um inventário ornitológico baseado em observações *ad libitum* na Serra de Itaberaba, em seu trecho incluído na Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do rio Paraíba do Sul, nos municípios de Arujá e Santa Isabel, em um esforço de 20 dias de campo distribuídos em três anos de pesquisa (2000-2002) e aproximadamente 265 horas de atividades, chegando a um total de 234 espécies de aves.
- LONGO (2007): que entre maio de 2005 e maio de 2006 realizou um estudo de caracterização da avifauna da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Rio dos Pilões, localizado no município de Santa Isabel, através de observações *ad libitum* e uso de redes de neblina, ao longo de 12 campanhas distribuídas em um ano de pesquisas, em um esforço de campo de 1824 horas de atividades, chegando a um total de 138 espécies de aves.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL (2010): que entre novembro de 2009 e janeiro de 2010 realizou um estudo de caracterização de avifauna para a criação do Sistema de Áreas Protegidas Contínuo da Cantareira nas Serras de Itaberaba e Itapetinga, em um esforço de 20 dias de campo, a partir de observações *ad libitum*, pontos de escuta e redes de neblina, chegando a um total de 160 espécies de aves.

Diante do exposto, a lista de avifauna de potencial ocorrência nas Áreas de Influência do empreendimento foi baseada em uma ampla revisão bibliográfica que reuniu três trabalhos técnico-científicos, resultando num total de 269 espécies de potencial ocorrência, todas registradas em fisionomias semelhantes às encontradas em campo e localizadas a uma distância máxima de aproximadamente 10 km dos limites da área de influência deste empreendimento, fato que torna essas informações bastante representativas da área de estudo.

Cabe destacar que embora outras fontes bibliográficas estejam disponíveis para esta grande região do Estado de São Paulo, como por exemplo, os trabalhos da Serra do Japi (SILVA, 1992; WILLIS e ONIKI, 1981) e da Serra da Cantareira (LEONEL, 2009), tais publicações representam dados mais antigos e de localidades mais distantes das de influência do presente empreendimento, incluindo, portanto, diversas fisionomias inexistentes na área alvo deste estudo. Desta forma, optou-se por não utilizá-los como fonte secundária, uma vez que sua inclusão certamente enviesaria as bases comparativas de informações, inflando a lista secundária com diversas espécies com poucas possibilidades de ocorrência na área de estudo.

A **Tabela 6.4.4-1** apresenta um resumo dos trabalhos utilizados para caracterização da avifauna de potencial ocorrência na área de estudo, bem como seus respectivos métodos e localidades de trabalho.

TABELA 6.4.4-1. LISTAGEM DE ESTUDOS DE CUNHO TÉCNICO/CIENTÍFICO UTILIZADOS PARA A COMPOSIÇÃO DO LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS DA AVIFAUNA DE POTENCIAL OCORRÊNCIA NA AID

Referência	Período	Riqueza	Método	Localidade
GUSSONI e CAMPOS, 2004	07/2000 a 12/2002	234	Observação oportunista	Arujá e Santa Isabel
LONGO, 2007	05/2005 a 05/2006	138	Observação oportunista e redes de neblina	Santa Isabel
FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010	11/2009 a 01/2010	160	Observações oportunistas, pontos de escuta e redes de neblina.	Santa Isabel, Guarulhos, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Nazaré Paulista, Atibaia.

B.2. Levantamento de Dados Primários

O levantamento de campo ocorreu entre os dias 29/09 e 04/10/2014, em fragmentos florestais incluídos na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento. Embora a amostragem tenha sido realizada durante a estação seca na Mata Atlântica, uma pequena precipitação pluviométrica foi registrada nos primeiros dias de atividade, fato que não influenciou a confiabilidade das informações aqui apresentadas.

As áreas amostrais e os métodos empregados seguiram o estabelecido no Termo de Referência do EIA/RIMA da Interligação das Represas Jaguari e Atibainha (processo IMPACTO 113/14). Desta forma, a amostragem envolveu dois diferentes métodos de Avaliação Ecológica Rápida, consagrados no meio ornitológico, sendo eles a amostragem por meio de pontos de escuta e a transecção de varredura (busca aleatória).

B.2.1. Pontos de Escuta

Visando uma padronização do esforço de campo dedicado as cinco áreas de estudo, optou-se pela realização da amostragem por meio de pontos fixos como principal método de levantamento ornitológico neste trabalho. Esse método tem como objetivo fornecer uma estimativa da abundância das espécies de aves da comunidade, sendo o mais completo dentre todos os métodos de amostragem quantitativa disponível (RIBON, 2010; VIELLARD *et al.*, 2010; BLONDEL *et al.*, 1970). Este método possibilita também a obtenção de índices pontual de abundância (IPA), o cálculo de índices de diversidade e o cálculo de estimativas de riquezas de espécies (POULSEN *et al.*, 1997, HERZOG *et al.*, 2002).

Desta forma, oito pontos fixos de escuta foram definidos com auxílio de GPS (Garmin Map 62sc) em cada uma das cinco áreas amostrais. Cada ponto foi amostrado por 10 minutos consecutivos, em três diferentes dias (duas manhãs e uma tarde), totalizando um esforço de 240 minutos por área e 20 horas para todo o empreendimento.

Durante a aplicação deste método, o pesquisador anota registros visuais e auditivos de todas as espécies detectadas e seus respectivos números de indivíduos registrados conforme recomendações de Blondel *et al.* (1970), num raio pré-estabelecido, que neste estudo foi de 50 m. Para garantir a independência das amostras, a distância mínima entre os pontos de escuta foi de 200 metros.

B.2.2. Transecção de Varredura

Como método complementar aplicou-se a transecção de varredura ou busca aleatória por espécies. Nesse método, o observador, em constante movimento, registra todas as espécies observadas ou ouvidas em determinada área, por meio de caminhadas em estradas vicinais e trilhas preexistentes, realizando observações ocasionais e oportunistas com o propósito de aumentar o esforço e consequentemente incluir espécies até então não registradas, contemplando assim, espécies noturnas, geralmente negligenciadas em estudos de impacto ambiental.

Devido a constante movimentação, é possível cobrir maiores áreas quando comparado a métodos mais estáticos, como os pontos fixos, fato que favorece o registro de espécies mais raras ou de difícil detecção, permitindo uma noção precisa da magnitude da riqueza de espécies das áreas inventariadas (POULSEN *et al.*, 1997, HERZOG *et al.*, 2002).

Esse método foi empregado principalmente no final da manhã e no início da tarde, e ainda durante o deslocamento entre as áreas de estudo, atingindo o montante de 30 horas/pesquisador de esforço dedicadas.

Todos os métodos empregados neste levantamento concentraram-se principalmente entre às 05h00 e 11h00 da manhã e entre às 15h00 e 19h00 da tarde, horário que as aves são conhecidamente mais ativas. Desta forma, o esforço total atingiu o montante de 50 horas de atividades de campo.

A técnica de *playback* (reprodução de sons gravados) foi amplamente utilizada para a atração das aves e confirmação da identificação (BUDNEY & GROTHKE, 1997). O termo *playback* é frequentemente usado em pesquisas ornitológicas como a reprodução de vocalizações gravadas com o intuito de atrair ou provocar a resposta vocal da espécie, principalmente as de hábitos inconspícuos, raras e ameaçadas de extinção (JOHNSON *et al.*, 1981). Os *playbacks* foram realizados com o auxílio de uma caixa amplificadora *Radioshack* (**Foto 1 1**) acoplada a um reproduzidor de sons munido de ampla diversidade de vocalizações das espécies da Mata Atlântica.

As observações foram realizadas com auxílio de binóculo Nikon Monarch 42x10 (**Foto 2**). Espécies não identificadas diretamente em campo tiveram suas vocalizações registradas para análise posterior, conforme proposto por Parker (1991). As gravações foram realizadas com gravador digital Marantz PMD 661 e microfone direcional Sennheiser ME67 (**Foto 3**). Com o auxílio das câmeras fotográficas Canon 50D e Canon 7D, acopladas a lentes Canon L300mm F4 e Canon L 300mm F2.8, procurou-se registrar o maior número possível de espécies (**Foto 4**), criando-se, assim, um banco fotográfico de referência para o atual trabalho (**Anexo 2.2**). Tal banco funciona também como testemunho da presença das espécies aqui listadas na área de estudo. Destaca-se que todas as imagens de aves que ilustram este relatório, foram tomadas em campo durante a realização deste levantamento (**Anexo 2.2**).



Foto 1. Realização de *playback*.



Foto 2. Observação de avifauna com auxílio de binóculo durante realização de ponto fixo de escuta.



Foto 3. Gravação de vocalização de indivíduo de avifauna



Foto 4. Tomada de documentação fotográfica

B.2.3. Áreas Amostras

As áreas a serem estudadas, bem como os pontos foram previamente selecionados com auxílio de imagens de satélite. O esforço empregado em cada método, o horário de amostragem e o georreferenciamento das áreas amostrais pode ser observado na **Tabela 6.4.4-2**. Nas **Fotos** a seguir é possível observar parcialmente cada área de amostragem.

TABELA 6.4.4-2. ESTAÇÕES AMOISTRAIS DE AVIFAUNA, METODOLOGIA EMPREGADA, DATA, PERÍODO DO DIA E SEUS RESPECTIVOS HORÁRIOS DE AMOSTRAGEM, E ESFORÇO EMPREGADO.

Área Amostral	Período	Horário	Dia de amostragem	Município	Ponto	Coordenadas UTM (23K Sirgas 2000)		Esforço
						E	S	
Área 1	Tarde	15h00-19h00	29/09/2014	Santa Isabel	P1	379493	7429890	10h
	Manhã	05h00-08h00	3/10/2014		P2	379703	7429889	
					P3	379588	7429717	
					P4	379744	7429579	
					P5	379655	7429437	
					P6	379550	7429547	
					P7	379376	7429597	
					P8	379403	7429755	
Área 2	Tarde	15h00-19h00	30/09/2014	Igaratá	P1	375745	7434039	10h
	Manhã	05h00-08h00	01/10/2014		P2	375663	7434201	
					P3	375603	7434490	
					P4	375521	7434839	
					P5	375863	7435025	
					P6	376101	7434795	
					P7	375868	7434634	
					P8	376031	7434395	
Área 3	Tarde	15h00-19h00	01/10/2014	Igaratá	P1	374424	7439002	10h
	Manhã	05h00-08h00	30/10/2014		P2	374180	7439074	
					P3	373941	7439144	
					P4	373784	7439099	
					P5	373871	7438925	
					P6	374059	7438824	
					P7	374257	7438808	
					P8	374516	7438797	
Área 4	Tarde	15h00-19h00	02/10/2014	Igaratá e Nazaré Paulista	P1	372868	7439730	10h
	Manhã	05h00-08h00	03/10/2014		P2	372685	7439702	
					P3	372393	7439708	
					P4	372425	7439987	
					P5	372448	7440367	
					P6	372159	7439545	
					P7	372173	7439838	
					P8	371862	7439620	
Área 5	Tarde	15h00-19h00	03/10/2014	Nazaré Paulista	P1	369900	7443428	10h
	Manhã	05h00-08h00	30/09/2014		P2	369812	7443247	
					P3	369242	7443657	
					P4	369095	7443513	
					P5	369052	7443248	
					P6	369235	7443138	
					P7	369375	7443189	
					P8	369558	7442925	
Esforço Total								50h



Área amostral 1 no município de Santa Isabel, às margens da represa de Jaguari, sob intensa neblina da manhã.



Vista parcial da área amostral 2, destacando a baixa estatura do dossel.



Pequeno tanque de piscicultura nas imediações da área amostral 2.



Brejo tomado por taboa (*Tifha* sp.) na área amostral 3.



Área amostral 4, com destaque para a elevada altura do dossel, bem como a forte presença de palmito juçara.



Área amostral 5 com destaque para a silvicultura de eucalipto no segundo plano e a escassez hídrica do reservatório de Atibainha.

B.3. Análise de Dados

Os nomes científicos, vernaculares (nomes populares) e a classificação taxonômica seguiram o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2011). Espécies endêmicas da Mata Atlântica foram consideradas conforme Brooks *et al.* (1999), a sensibilidade das espécies foi avaliada de acordo com Stotz *et al.* (1996), a dependência de habitat adaptado de Silva (2003) e Sick (1997), enquanto o caráter migratório seguindo as recomendações do CBRO (2011). Informações a respeito de espécies cinegéticas e de interesse econômico (canoras e decorativas) foram baseadas em Sick (1997) e Simon (2009) enquanto dados a respeito de espécies exóticas e invasoras em Sick (1997).

Averiguou-se a categoria de ameaça de extinção de cada espécie listada com base em informações do “Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção” (Machado *et al.*,

2008), por meio da Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2014) e da “Lista de espécies ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo” (SMA, 2014), dos Apêndices I, II e III da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2011), além da Instrução Normativa MMA nº 1, de 09/12/2010 (Brasil, 2010), que dispõe sobre a implantação da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES).

Definida como o número de espécies amostradas pelos levantamentos, a riqueza e a suficiência amostral foram analisadas por meio da curva do coletor (rarefação baseada na amostra), utilizando-se o estimador *Jackknife* de primeira ordem como parâmetro da riqueza esperada. Os cálculos da curva foram randomizados 1000 vezes e computados pelo *software Estimates 8.2* (Colwell, 2006).

O Índice Pontual de Abundância foi calculado a partir do número total de indivíduos de uma determinada espécie (a), dividido pelo número total de pontos amostrais.

A riqueza e a composição de espécies foram os principais parâmetros utilizados nas comparações entre as áreas amostrais. A diversidade biológica ou biodiversidade pode ser definida como uma medida da riqueza de aves de uma comunidade que leva em consideração a abundância relativa de cada espécie (MAGURRAN, 1988; MARTINS e SANTOS, 1999). Existem diversos índices de diversidade, mas sua interpretação requer atenção, pois geralmente não leva em consideração a composição de espécies da comunidade (MAGURRAN, 1988). Para comparações de diversidade entre as áreas de amostragem foram utilizados os índices de diversidade de *Shannon* (H') e o índice de similaridade de *Sorensen* (Bray-Curtis).

O índice de diversidade de *Shannon* (H') foi calculado pela fórmula $H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$, onde p_i é a abundância relativa de cada espécie na comunidade. Este índice assume que os indivíduos são amostrados aleatoriamente em uma grande população e que todas as espécies foram representadas na amostra (MAGURRAN, 1988). No seu cálculo, as espécies raras recebem um peso menor do que as comuns, sendo muito influenciado pelo número de espécies com valores intermediários de abundância relativa (MARTINS e SANTOS, 1999). Quanto maior o seu valor, maior a diversidade de espécies da comunidade amostrada.

C. Avifauna de provável ocorrência na All

A compilação das informações oriundas dos dados secundários resultou em uma listagem de 269 espécies de aves que possivelmente ocorrem na área de estudo (**Anexo 2.1**). Tais aves distribuem-se em 23 ordens e 61 famílias, sendo 31 não passeriformes e 30 passeriformes. As famílias mais representativas neste levantamento foram os tiranídeos ($n=34$), seguida por furnarídeos ($n=17$), traupídeos ($n=16$), tamnofílídeos ($n=15$) e troquilídeos ($n=11$). Excluindo-se os tiranídeos que invariavelmente são a família mais numerosa em todo levantamento ornitológico conduzido no neotrópico, ganha destaque a grande representatividade de famílias estritamente associadas a ambientes florestados, como é o caso dos furnarídeos e tamnofílídeos.

A riqueza levantada por meio dos dados secundários pode ser considerada elevada, principalmente se levado em conta a média qualidade ambiental das áreas estudadas. Tal fato é reforçado pela comparação das informações aqui compiladas, com a lista de espécies de avifauna em outros fragmentos florestais localizados nas imediações da All do empreendimento (até 80 km). No levantamento ornitológico conduzido para a caracterização da avifauna do P. E. da Cantareira, área contínua a Serra de Itaberaba, foram registradas 234 espécies de aves (Leonel, 2009), valor próximo ao encontrado na Serra do Japi ($n=207$), por Silva (1992) e Willis e Oniki (1981), e na Reserva Estadual do Morro Grande ($n=201$) por Develey e Martensen (2006). Assim, o montante de 269 espécies aqui reunidas, a partir da compilação de três publicações de cunho local pode ser considerado bastante representativo da avifauna esperada para a All do empreendimento.

No que diz respeito à relação das espécies levantadas com seu habitat preferencial, a maior parte das aves potenciais (41%; $n=109$) pode ser considerada dependente de ambientes florestados, enquanto 24% ($n=66$) independem de florestas para sobreviver, ocupando com

frequência áreas antropizadas e campestres. Outros 23% (n=62) são consideradas semi-dependentes de florestas, isto é, ocupam tanto o interior da mata, quanto ambientes de borda e seu entorno imediato. Por fim, 12% (n=32) do total estão estritamente associadas a ambientes úmidos, como matas ciliares, brejos, represas e outros corpos hídricos. Pelo exposto, fica evidente que a All do empreendimento, de uma maneira geral, ainda apresenta formações florestais representativas, fato reforçado pela ampla presença de espécies dependentes ou semi-dependentes de mata que juntas somaram 64% (n=171) do total.

No que tange a sensibilidade das aves a distúrbios de origem antrópica, observa-se uma dominância das espécies de baixa sensibilidade, responsáveis por mais de 51% do total (n=137), seguidas pelas de média sensibilidade, que responderam por aproximadamente 42% (n=117) das espécies, e por fim, as de alta sensibilidade responsáveis por somente 7% do total (n=19). Embora haja uma dominância de espécies de baixa sensibilidade, faz-se notar a grande representatividade de táxons de média e alta sensibilidade, que juntas representam quase metade das espécies que potencialmente ocorrem na All (49%; n=132). Tais dados reforçam as informações supracitadas relativas à relação das espécies com seu habitat preferencial, que indica que a região na qual se insere o empreendimento ainda apresenta fragmentos florestais capazes de manter uma comunidade ornitológica de maior relevância conservacionista.

A avifauna de interesse conservacionista também foi bem representada no levantamento de dados secundários. Ressalta-se aqui, a possibilidade de ocorrência de 64 (24% do total) aves endêmicas de Mata Atlântica, 33 (12%) listadas nos apêndices I ou II do CITES, uma espécie migratória, 24 (9%) cinegéticas, 40 (15%) que possuem algum interesse econômico, sendo recorrentemente alvo de traficantes de animais, seja por suas qualidades canoras, ou para servir de animais de companhia (Xerimbabo), além de 24 (9%) aves consideradas exóticas, invasoras ou introduzidas na região de estudo.

Em relação às aves presentes em alguma das listas de espécies ameaçadas de extinção, seja global, nacional ou regional, cita-se a presença de 21 táxons incluídos em alguma categoria das diferentes listas. Dentre essas, oito são verdadeiramente consideradas ameaçadas de extinção, enquanto 13 figuram em categorias secundárias como “Quase Ameaçadas” ou “Insuficientemente Conhecidas” (DD). Dentre as espécies presentes em categorias primárias de ameaça de extinção, destaca-se juriti-vermelha (*Geotrygon violacea*), o chibante (*Laniisoma elegans*), o pavó (*Pyroderus scutatus*), a araponga (*Procnias nudicollis*), o gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*) e o gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*).

Ainda neste contexto, chama atenção à representatividade de táxons pertencentes a grupos funcionais importantes ecologicamente, como é o caso dos frugívoros de médio e grande porte, como a *G. violacea*, *L. elegans*, *P. scutatus*, *P. nudicollis*, além de espécies florestais consideradas predadoras de topo de cadeia, como *A. lacernulatus* e *S. tyrannus*.

A análise preliminar das informações levantadas a partir dos dados secundários sugere uma comunidade ornitológica bastante representativa de ambientes florestados, indicando que a All, embora situada na região metropolitana da maior cidade do Brasil, ainda apresenta qualidade ambiental satisfatória no que tange a sobrevivência dessas espécies. Esta informação é sustentada pelo elevado número de aves consideradas dependentes ou semi-dependentes de florestas, e também de média e alta sensibilidade a distúrbios de origem antrópica. Destaca-se ainda a grande presença de espécies de distribuição restrita (endêmicas) e em delicada situação conservacionista (ameaçadas), justificando a inclusão da região como “Área Prioritária para a Conservação” e “Área Prioritária para Conectividade do Estado de São Paulo”.

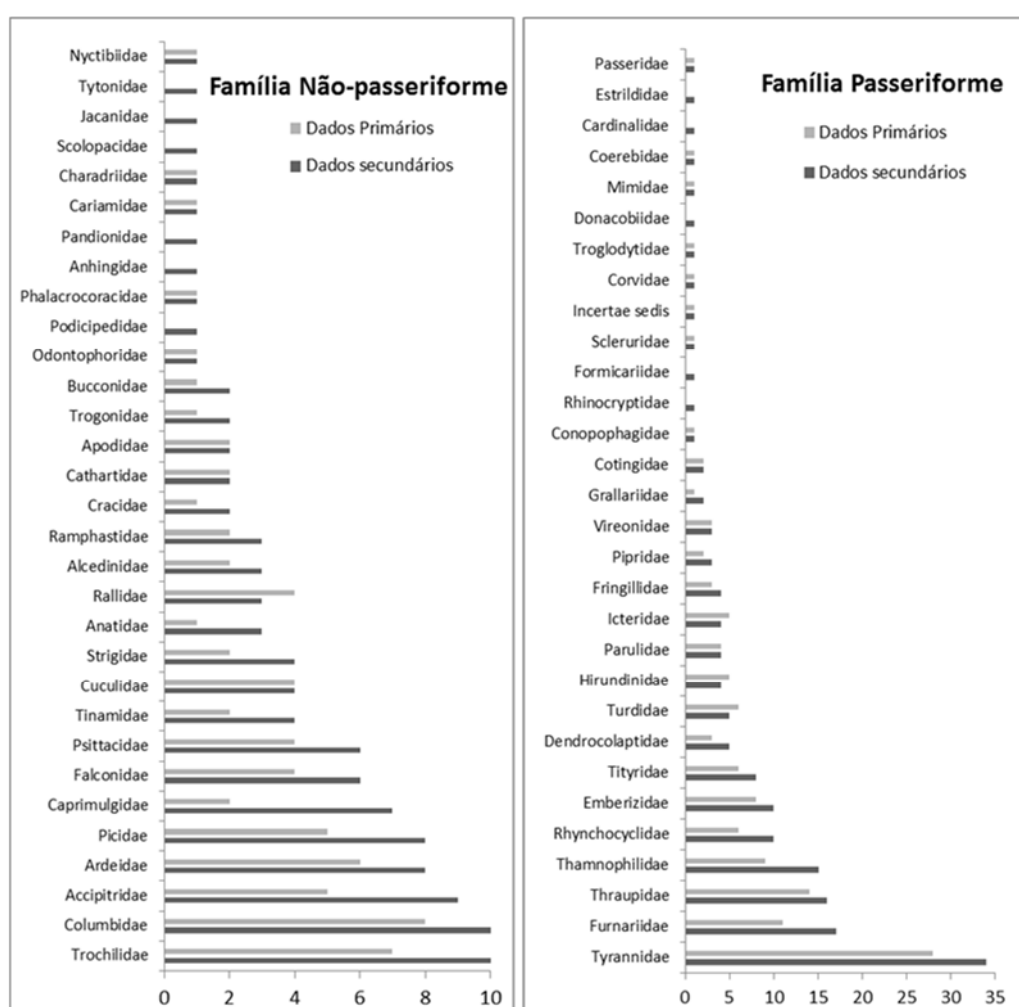
A presença de muitas espécies ameaçadas e endêmicas é um dos critérios utilizados para a eleição de áreas prioritárias para a conservação de aves no Brasil (IBAs). De fato, a possibilidade de ocorrência de 64 endemismos de Mata Atlântica e 25 táxons em delicada situação conservacionista sustenta a inclusão de áreas próximas a da All do empreendimento como uma das IBAs de São Paulo (IBA SP03). Assim, a presença dessas espécies justifica as preocupações necessárias no que tange a conservação dos fragmentos estudados em um contexto regional.

D. Avifauna da AID

D.1. Características Ecológicas da Comunidade Ornitológica

Em todo o inventário realizado na AID do empreendimento registrou-se o equivalente a 65% (n=174) da avifauna esperada para a área de estudo (n=269; dados secundários), além de 20 aves que não foram previamente citadas no levantamento de dados secundários, totalizando assim, 194 espécies (dados primários). Este montante distribui-se em 22 ordens e 51 famílias, sendo 26 Não-passeriformes e 25 Passeriformes, sendo as mais numerosas os Tyrannidae (n=28), seguido pelos Thraupidae (n=14), Furnariidae (n=11), Thamnophilidae (n=9), Emberizidae (n=8) e Columbidae (n=8) (**Anexo 2.1**). Na **Figura 6.4.4-1** está representado graficamente uma imagem comparativa da representatividade de espécies para cada família Passeriforme e Não-passeriforme.

FIGURA 6.4.4-1. NÚMERO DE ESPÉCIES REGISTRADAS PARA CADA FAMÍLIA PASSERIFORME E NÃO-PASSERIFORME POR MEIO DE DADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS.



As espécies acrescidas são em sua maioria de ampla distribuição no Brasil, e o fato de não terem sido citadas anteriormente pode estar associado a um mero artefato amostral, como por exemplo, a inclusão de fisionomias ausentes nos dados oriundos de fontes bibliográficas.

No montante de adendas realizadas, chama atenção o registro de alguns táxons considerados invasores recentes de algumas regiões de Mata Atlântica, como é o caso do periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogetis chiriri*), o arapaçu-do-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), o casaca-de-couro-da-lama (*Furnarius figulus*) e a saíra-de-chapéu-preto (*Nemosia pileata*). Além dessas, destacam-se as aves de rapina que foram acrescidas à lista, representadas neste caso por *Harpagus diodon*, *Pulsatrix koeniswaldiana* e *Heterospizias meridionalis*. Embora tais espécies possuam ampla distribuição em território nacional, este grupo específico no qual estão

a totalidade de espécies dos Falconiformes, Accipitriformes e Strigiformes, são naturalmente incomuns, além de necessitarem de grandes áreas de forrageamento, logo, sua detecção muitas vezes depende do tempo disponível em campo e da extensão da área estudada.

Além dos táxons citados anteriormente, foram adicionados à lista o bico-reto-de-banda-branca (*Heliomaster squamosus*), o piolhinho-chiador (*Tyranniscus burmeisteri*), o suiriri-pequeno (*Satrapa icterophrys*), a andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*), o sabiá-ferreiro (*Turdus subalaris*), o saí-andorinha (*Tersina viridis*), a saíra-ferrugem (*Hemithraupis ruficapilla*), a cigarra-do-coqueiro (*Tiaris fuliginosus*), o japu (*Psarocolius decumanus*), o encontro (*Icterus pyrrhopterus*), o savacu (*Nycticorax nycticorax*), o coró-coró (*Mesembrinibis cayennensis*) e a sanã-parda (*Laterallus melanophaius*).

Diante do exposto, as informações aqui apresentadas contribuem para o conhecimento ornitológico desta região do estado de São Paulo, gerando dados relevantes para a gestão da biodiversidade e, consequentemente, para a conservação de recursos naturais e de espécies de interesse conservacionista.

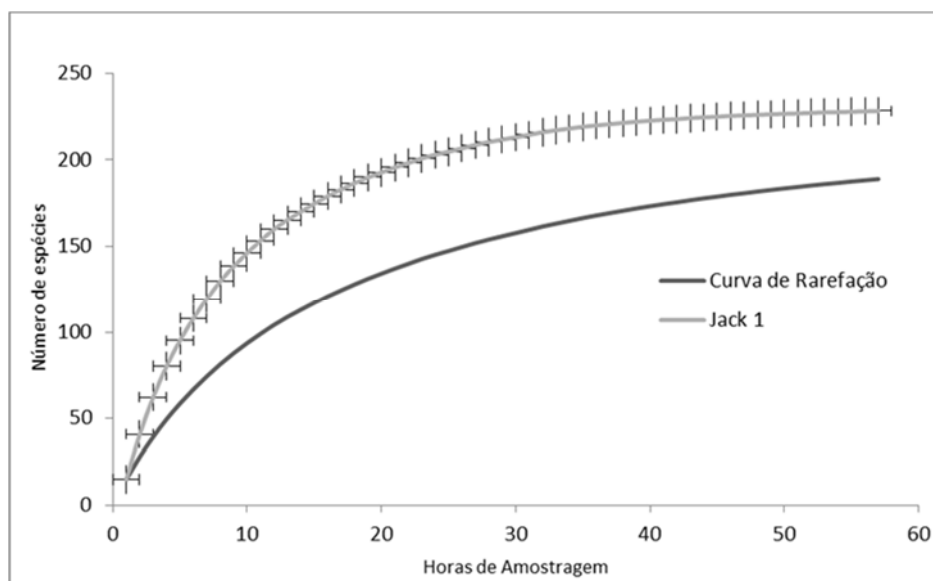
A comparação da riqueza obtida em campo (dados primários; n=194), com a de potencial ocorrência levantada por meio dos dados secundários (n=269), revela uma diferença considerável no número de espécies (n=75). Tal diferença já era esperada, uma vez que o levantamento de dados secundários foi resultado de uma ampla revisão bibliográfica que reuniu três diferentes levantamentos ornitológicos, abrangendo uma região mais ampla, com esforço de campo maior e envolvendo diferentes métodos (e.g. redes de neblina), fato que certamente colaborou para a maior riqueza observada.

Ainda assim, a riqueza específica obtida no levantamento primário pode ser considerada elevada, levando-se em conta o curto período de amostragem, a realização de uma única campanha, curta e pontual e, ainda, a média qualidade de conservação dos ambientes amostrados, localizados junto à Região Metropolitana de São Paulo, em meio a áreas antropizadas e sob intensa atividade rural. Esta afirmação torna-se ainda mais relevante quando os dados primários são comparados isoladamente com cada uma das três fontes bibliográficas utilizadas para compor o levantamento secundário.

Gussoni e Campos (2004), em um esforço de campo consideravelmente maior (20 dias distribuídos em um ano de pesquisa), registraram 235 espécies em uma região localizada nas imediações da AID do presente empreendimento. Longo (2007), por sua vez, observou apenas 138 táxons na RPPN do Rio dos Pilões no município de Santa Isabel-SP, valor próximo ao observado por Fundação Florestal (2010) para o inventário ornitológico dos P.E da Serra de Itaberaba e Itapetinga onde foram registradas 160 aves ao longo de 20 dias de atividades ornitológicas.

Desta forma, fica evidente que o levantamento ornitológico aqui apresentado é bastante representativo da área de estudo, fato corroborado pela análise da curva de acúmulo de espécies apresentada na **Figura 6.4.4-2**, bem como pelo valor do estimador de riqueza *Jackknife* de primeira ordem, utilizado como parâmetro neste trabalho.

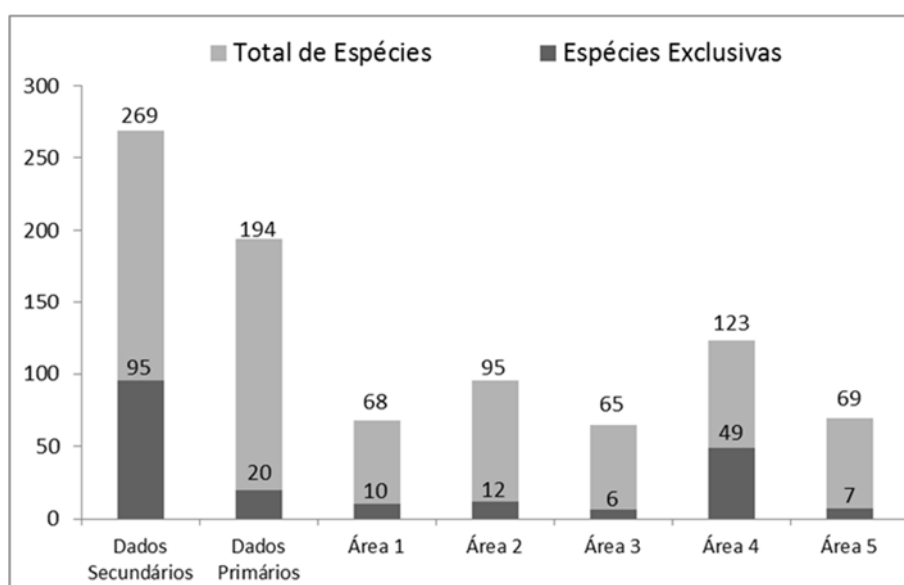
FIGURA 6.4.4-2. CURVA DO COLETOR (RAREFAÇÃO BASEADA NA AMOSTRA) E ESTIMADOR DE RIQUEZA DE AVIFAUNA, CALCULADOS PARA A AID DO EMPREENDIMENTO



A curva do coletor, elaborada contemplando as horas de esforço como unidade amostral apresentou tendência à estabilização a partir da 50ª hora de esforço. De acordo com o estimador *Jackknife* de primeira ordem (*Jack 1*), 83% das espécies esperadas para a AID do empreendimento foram registradas, portanto, pelo menos 34 espécies (para uma estimativa de 228, com desvio padrão de ± 6 espécies) ainda podem ser observadas na área de estudo. Cabe destacar que esses dados são provenientes de uma única campanha, rápida e pontual, contemplando, portanto, somente a estação seca na Mata Atlântica. Novas amostragens realizadas em estações do ano diferentes, certamente resultariam na adenda de espécies a lista de dados primários.

Analisando a riqueza observada em cada uma das cinco áreas amostrais separadamente (**Figura 6.4.4-3**), notar-se-á que a área 4 obteve o maior número de espécies ($n=123$; 63%; sendo 49 exclusivamente registradas neste ponto), seguida pela área 2 ($n=95$; 49%; 12 exclusividades), área 5 ($n=69$; 35%; sete exclusividades), área 1 ($n=68$, 35%; 10 exclusividades) e finalmente a área 3 ($n=65$, 33%; seis exclusividades).

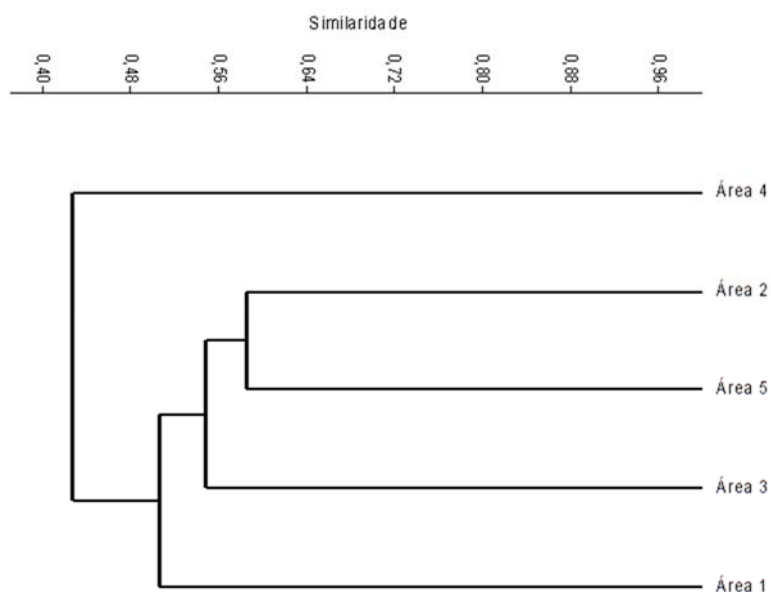
FIGURA 6.4.4-3. NÚMERO DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS EM CADA ÁREA AMOSTRAL E NÚMERO DE ESPÉCIES EXCLUSIVAS POR ÁREA



Algumas características fisionômicas das áreas investigadas contribuíram para esta variação observada. Estações amostrais mais ricas, como as áreas 4 (n=123) e área 2 (n=95), apresentaram maior heterogeneidade de ambientes, associando um bloco florestal de maior representatividade a formações úmidas, como brejos, açudes e ainda formações antrópicas, como áreas de pastagem. Tais características proporcionam diferentes nichos ecológicos ocupados por espécies distintas. As áreas de menor riqueza, área 1 (n=68) e área 3 (n=65), por sua vez, eram formadas por um fragmento florestal mais depauperado e isolado em um contexto de paisagem, fato que deve ter contribuído para a menor riqueza encontrada nessas áreas. A similaridade entre as estações amostrais parece responder basicamente às características de habitat encontradas em cada área visitada, já que a análise foi realizada com base em dados qualitativos (**Figura 6.4.4-4**). As áreas 2 e 3 foram as mais similares entre si, compartilhando 58% do total de aves. Além da proximidade física entre essas áreas, chama atenção também o entorno formado por diferentes paisagens, tais como lagos artificiais e silvicultura de eucalipto.

Secundariamente a essas áreas, aparecem as estações amostrais 5 e 1, que compartilham quase 50% da avifauna presente com as regiões supracitadas. Tal qual a área 2 e 3, as áreas 5 e 1 possuem em seu entorno um corpo hídrico representativo, formado respectivamente pela represa de Atibainha e Jaguari, fato que disponibilizou nicho ecológico para uma série de espécies associadas a ambientes úmidos. Separadamente às demais estações amostrais, encontra-se a Área 4. Esta estação amostral possui o maior bloco florestal, e em melhor estado de conservação de todas as áreas visitadas, fato que colaborou para o encontro de diversas espécies que foram exclusivamente observadas ali (n=49), fazendo com que tal área compartilhe poucas espécies no que tange a comunidade ornitológica com os demais locais estudados.

FIGURA 6.4.4-4. SIMILARIDADE ENTRE AS CINCO ÁREAS AMOSTRAIS DE AVIFAUNA



O melhor estado de conservação da área 4, frente às demais localidades de estudo é sustentado também pela análise do índice de diversidade de *Shannon*, que pode ser observado na **Tabela 6.4.4-3**. Este índice variou de $H'=3,98$ na área 1 a $H'=4,4$ na área 4. Apesar dessa variação, o índice calculado para toda área de estudo pode ser considerado alto ($H'=4,88$), e dentro da normalidade para áreas de Mata Atlântica, refletindo, portanto, a alta diversidade encontrada neste bioma.

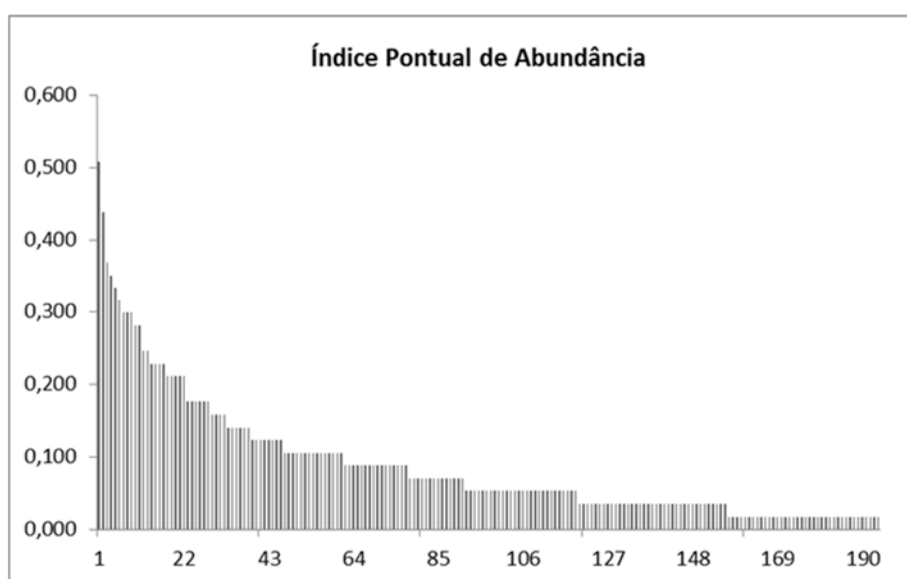
TABELA 6.4.4-3. ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON CALCULADO PARA CADA ÁREA DE ESTUDO DE AVIFAUNA

Categoria	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Total
Riqueza	68	95	65	123	69	194
Indivíduos	133	211	134	385	109	972

Categoria	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Total
Índice de Shannon	3,988	4,275	3,978	4,407	4,107	4,888

A distribuição dos índices pontuais de abundância (IPA), coletados a partir da amostragem realizada nos pontos fixos, indica que o ambiente investigado é dominado por poucas espécies, ao passo que a maior parte delas apresenta um número populacional reduzido. Na **Figura 6.4.4-5** estão ilustrados os IPAs calculados para cada táxon registrado em campo. Sua análise revela que apenas 11,3% (n=22) das espécies registradas podem ser consideradas dominantes, respondendo por 36% (n=335) do total de contatos (=registros). O grupo intermediário é formado por 39 táxons (n=20% do total), respondendo por 30% das observações realizadas. Por fim, a maior parte das espécies registradas em campo (68%; n=133), respondeu por aproximadamente 34% (n=331) das observações realizadas.

FIGURA 6.4.4-5. DISTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES PONTUAIS DE ABUNDÂNCIA CALCULADOS PARA TODAS AS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO ATRAVÉS DOS PONTOS DE ESCUTA



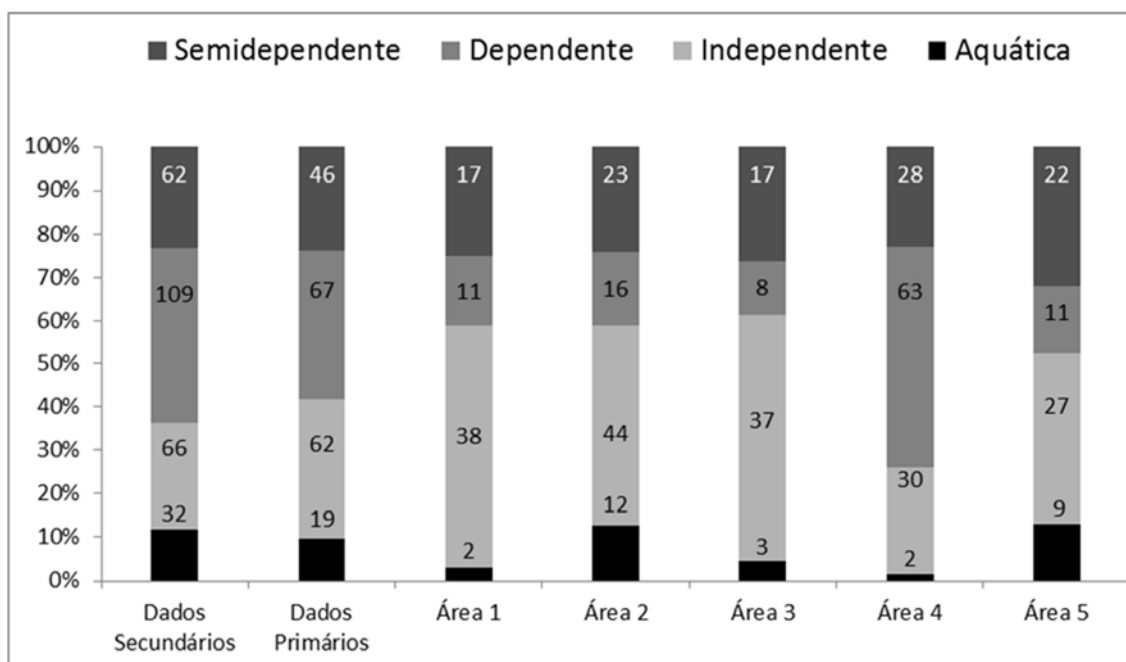
O grupo de espécies dominantes é formado por aves comuns e com ampla plasticidade ambiental ou por espécies endêmicas, mas de hábitos gregários e de vocalização conspícua. As aves com maior IPA registradas na área de estudo foram a juruviara (*Vireo olivaceus*), o tangará (*Chiroxiphia caudata*), o pula-pula (*Basileuterus culicivorus*), o sanhaçu-cinzento (*Tangara sayaca*), o pula-pula-assobiador (*Basileuterus leucoblepharus*), o pombão (*Patagioenas picazuro*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), o pitiguari (*Ciclarhis gujanensis*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e a sabiá-do-barranco (*Turdus leucomelas*). Espécies de abundância intermediária podem ser representadas por táxons tipicamente dependentes de ambientes florestados, porém de baixa sensibilidade a distúrbios de origem antrópica, como é o caso do arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), o tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*), a choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*), o pichoré (*Synallaxis ruficapilla*) e a figuinha-de-rabo-castanho (*Coniurostrum speciosum*). Já as aves mais raras podem ser representadas por táxons endêmicos e ameaçados de extinção, como é o caso da araponga (*Procnias nudicollis*) e do pavó (*Pyroderus scutatus*).

Ressalta-se que os resultados das análises de abundância devem ser interpretados com cautela, uma vez que tais dados foram coletados em apenas uma campanha. Destaca-se ainda a intensa atividade vocal de algumas aves em detrimento a outras igualmente abundantes, mas de vocalização mais discreta, fato que pode fornecer um panorama pouco realista da avifauna local.

No que tange a relação das espécies registradas em campo com seu habitat preferencial, a maior parte (n=67; 34%) das aves registradas (dados primários) dependem de ambientes florestados para sobreviver, enquanto outras 32% (n=62) são consideradas independentes de florestas, 24% (n=46) são semi-dependentes e somente 10% (n=19) estão estritamente relacionadas com

ambientes úmidos. Assim, os dados coletados em campo corroboram as informações levantadas a partir dos dados secundários, com proporções semelhantes para todos os grupos amostrais.

FIGURA 6.4.4-6. PREFERÊNCIA DE HABITAT PARA AS AVES REGISTRADAS EM CAMPO NAS DIFERENTES ÁREAS AMOSTRAIS

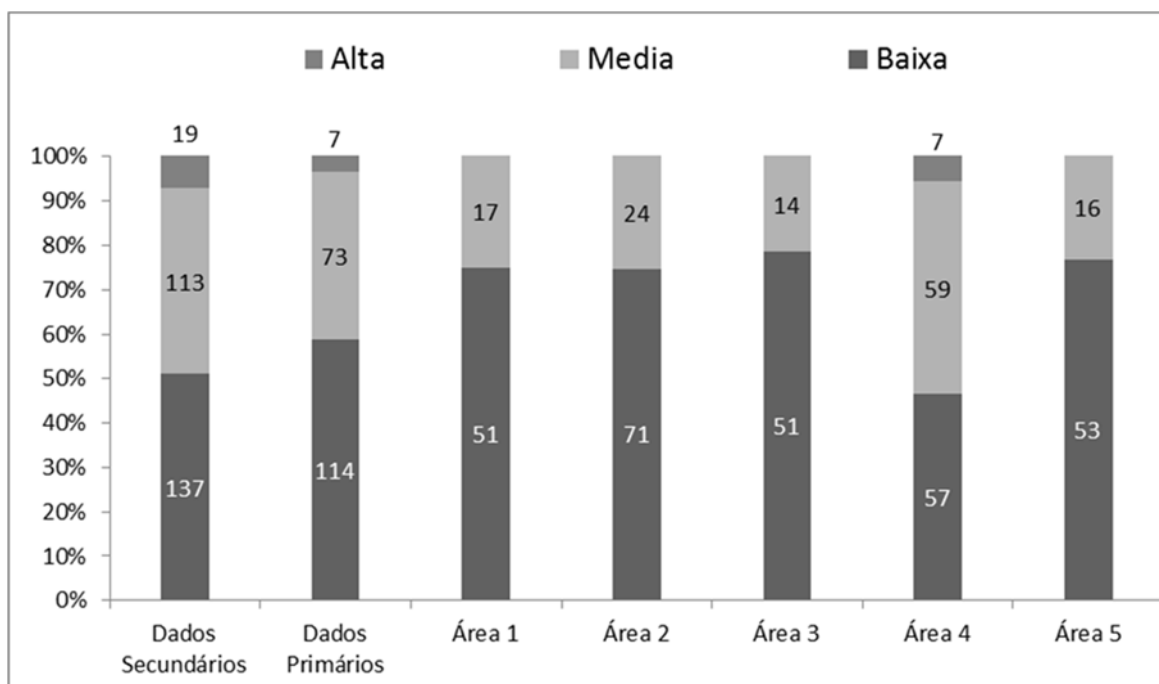


Deve-se destacar, contudo, que quando as informações secundárias e primárias são comparadas com cada área amostral isoladamente, nota-se uma diferença entre tais distribuições. Com exceção da área 4, que manteve os mesmos padrões encontrados nos dados primários e secundários, os demais locais avaliados (áreas 1, 2, 3 e 5) obtiveram dominância de espécies independentes de florestas, em detrimento as dependentes, conforme ilustra a **Figura 6.4.4-6**. Essas proporções discrepantes corroboram os dados relativos à similaridade entre as áreas estudadas, sugerindo uma maior uniformidade da comunidade no que diz respeito às áreas 1, 2, 3 e 5, que aparentemente encontram-se em um contexto de paisagem mais antropizada, fato justificado pela maior representatividade de espécies independentes de ambientes florestais.

A sensibilidade das espécies quanto aos distúrbios de origem antrópica talvez seja o melhor fator que explique a composição encontrada quanto à dependência aos ambientes amostrados. A maior parte (58,8%; n=114) das espécies registradas em campo é considerada de baixa sensibilidade, seguido pelas espécies de média sensibilidade com 37,6% do total (n=73) e então espécies altamente sensíveis, com somente 3,6% (n=7) do total. Proporção semelhante foi observada nas espécies levantadas a partir do levantamento secundário, onde 50,9% (n=137) são consideradas de baixa sensibilidade a distúrbios, enquanto 42% (n=113) apresentam media sensibilidade e 7,1% (n=19) consideradas altamente sensíveis.

Quando tais informações são comparadas isoladamente em cada área visitada (**Figura 6.4.4-7**), observa-se mais uma vez diferenças entre as proporções encontradas. Com exceção da área 4, que manteve os mesmos padrões, as demais localidades (áreas 1, 2, 3 e 5) destacam-se pela ausência completa de espécies consideradas de alta sensibilidade a distúrbios de origem antrópica, fato que reforça as características antrópicas presentes nessas áreas.

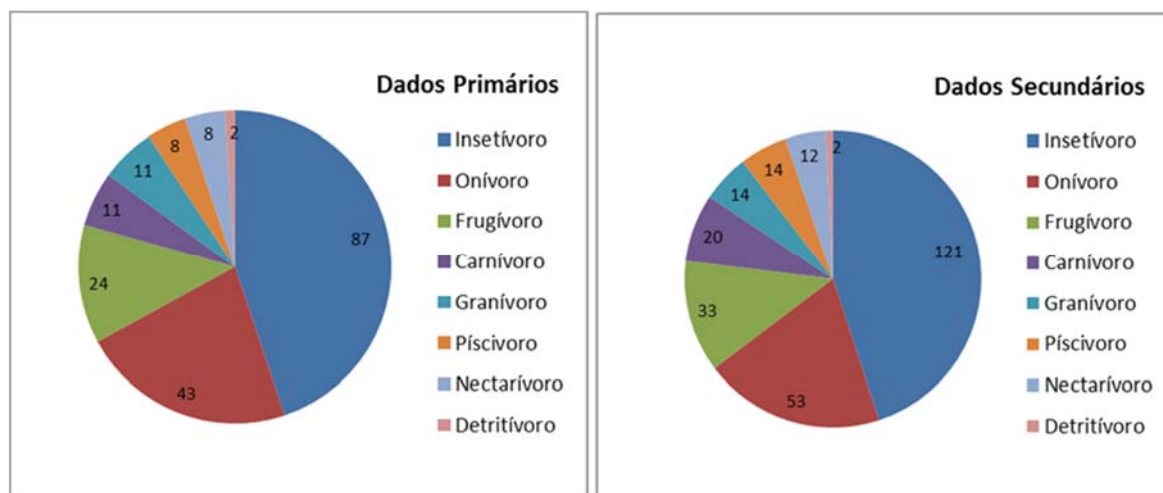
FIGURA 6.4.4-7. SENSIBILIDADE A DISTÚRBIOS DE ORIGEM ANTRÓPICA PARA AS ESPÉCIES DE AVES ENCONTRADAS EM CADA ÁREA PESQUISADA



Como espécies de baixa sensibilidade, pode-se citar aves mais generalistas e oportunistas, que geralmente ocupam uma ampla gama de ambientes, como é o caso da andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*), do gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) e do Tiziu (*Volatinia jacarina*). Espécies de média sensibilidade a distúrbios podem ser representadas pelo jacuaçu (*Penelope obscura*) e pelo gavião-bombachinha (*Harpagus diodon*), enquanto aves altamente sensíveis estão representadas pelo tovacuçu (*Grallaria varia*), vira-folhas (*Sclerurus scansor*) e a araponga-do-horto (*Oxyrunchus cristatus*).

No que diz respeito às guildas tróficas, observa-se ampla dominância de espécies insetívoras, que responderam por 44,8% (n=87), seguido por espécies onívoras (22,1%; n=43), frugívoras (12,3%; n=24), carnívoras (5,7%; n=11), granívoros (5,7%; n=11), piscívoras (4,1%; n=8), nectarívoras (4,1%; n=8) e detritívoras, responsáveis por somente 1% (n=2) do total registrado. Na **Figura 6.4.4-8** pode-se observar um gráfico comparativo dos valores encontrados para cada guilda trófica relativa aos dados primários e secundários.

FIGURA 6.4.4-8. AVIFAUNA. DISTRIBUIÇÃO DAS GUILDAS TRÓFICAS PARA OS DADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS



Outras características relativas à guilda trófica da comunidade avifaunística observada em campo podem ser utilizadas como indicativos de ambientes bem estruturados. A presença de

espécies insetívoras escaladoras de tronco como os Dendrocolaptídeos (arapaçus) e Picídeos (pica-paus), tem sido apontada como um sinal de boa qualidade ambiental, já que tais espécies são sensíveis à fragmentação e possuem baixo potencial de colonização (Soares e Anjos, 1999). De fato, cinco das oito espécies de pica-paus e três das cinco espécies de arapaçus com potencial ocorrência na área de estudo, foram registradas em campo. Destaca-se neste caso, a presença de espécies endêmicas como o arapaçu-rajado (*Xiphorhynchus fuscus*) e do pica-pau-verde-carijó (*Veniliornis spilogaster*).

Da mesma forma, aves frugívoras de médio e grande porte estão entre as espécies mais suscetíveis à fragmentação do ambiente, uma vez que são incapazes de encontrar nesses fragmentos todos os recursos necessários para sua sobrevivência ao longo do ano (Pizo, 2001; Jordano et al., 2006). Em campo foram registradas importantes espécies frugívoras de médio e grande porte, como alguns membros da família Ramphastidae (tucanos e araquaris), Trogonidae (surucuás), Cotingidae (arapongas e afins) e Psittacidae (papagaios, maritacas e tuins). Neste caso, ganha destaque espécies em delicada situação conservacionista como a araponga (*Procnias nudicollis*) e o pavó (*Pyroderus scutatus*).

Carnívoros predadores de topo de cadeia, como as aves de rapina, especialmente os gaviões e corujas, também são importantes indicadores de qualidade ambiental, já que são constituídos por aves comumente raras e que exigem grandes áreas de vida (Jullien e Thiollay, 1996; Azevedo et al, 2003). Tais espécies foram registradas com regularidade nas unidades amostrais (11 de 20 possíveis, incluindo neste caso todos os Strigidae, Accipitridae e Falconidae), destacando-se aqui, as de hábitos mais florestais, como a murucututu-de-barriga-amarela (*Pulsatrix koenigswaldiana*), o gavião-bombachinha (*Harpagus diodon*), o falcão-relógio (*Micrastur semitorquatus*) e o falcão-caburé (*Micrastur ruficollis*).

Outro grupo recorrentemente utilizado como indicador de ambientes bem estruturados é formado pelos insetívoros de sub-bosque que geralmente possuem baixo potencial de dispersão, habitando principalmente áreas florestadas e sombreadas. Tais espécies representadas pela totalidade dos membros da família Thamnophilidae, Furnariidae, Scleruridae, Grallaridae e Conopophagidae, responderam por 23 das 38 espécies possíveis. Destacam-se ainda a grande representatividade de aves polinizadoras, representadas pelos Trochilidae (beija-flores), que responderam por sete de 11 espécies de potencial ocorrência na área de estudo.

D.2. Espécies Raras, Endêmicas, de Interesse Econômico e Científico, Ameaçadas de Extinção, Exóticas, Invasoras e Migratórias

Dentre as 194 espécies de aves registradas durante as atividades de campo, 34 são endêmicas de Mata Atlântica, quatro encontram-se em delicada situação conservacionista (Machado et al., 2008; IUCN, 2013; Silveira et al., 2009), 21 táxons constam na lista da CITES (apêndice I e II) e na Instrução Normativa nº 1 (MMA, 2010), 17 são consideradas cinegéticas, 33 são de interesse econômico ou doméstico, 23 são exótico/invasoras e nenhuma é considerada migrante intercontinental (CBRO, 2011), conforme ilustra a **Tabela 6.4.4-4**.

TABELA 6.4.4-4. NÚMERO DE ESPÉCIES DE AVES ENDÊMICAS, AMEAÇADAS, INCLUÍDAS NOS APÊNDICES DA CITES E IN Nº 1, CINEGÉTICAS, DE INTERESSE ECONÔMICO, MIGRATÓRIAS E EXÓTICO-INVASORAS, COM POTENCIAL OCORRÊNCIA E REGISTRADAS EM CAMPO NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

Status de Conservação	Dados Secundários	Dados Primários	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Ameaçadas Global (IUCN, 2013)	-	1	-	-	-	1	-
Ameaçadas Brasil (MACHADO et al., 2008)	1	-	-	-	-	0	-
Ameaçadas São Paulo (SMA, 2014)	8	2	-	-	-	2	-
Endêmicas (BROOKS et al., 1999)	64	34	1	10	5	32	2
Cites (CITES, 2011; BRASIL, 2010)	33	21	10	12	5	11	8
Xerimbabos (SICK, 1997; SIMON, 2009)	40	33	15	21	16	22	14
Cinegéticas (SICK, 1997; SIMON, 2009)	24	17	6	8	6	9	4

Status de Conservação	Dados Secundários	Dados Primários	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Invasoras (SICK, 1997)	24	23	14	14	13	7	5
Migratórias (CBRO, 2011)	1	-	-	-	-	-	-

Ao todo, das 64 espécies endêmicas (Mata Atlântica) de potencial ocorrência na região, 34 foram registradas através do levantamento primário de dados. Este montante representa 18% do total de espécies observadas (n=194). A área 4 obteve o maior número de endemismos (n=32), seguida pela área 2 (n=10), área 3 (n=5), área 5 (n=2) e área 1, com somente uma espécie endêmica. Mais uma vez o grande número de espécies endêmicas registradas na Área 4, em detrimento das demais localidades sugere uma diferença na qualidade ambiental dos diferentes fragmentos amostrados.

Dentre os endemismos de Mata Atlântica observados, cita-se a saracura-do-mato (*Aramides saracura*), o beija-flor-de-fronte-violeta (*Thalurania glaucopis*), o pichoré (*Synallaxis ruficapilla*), o joão-botina-da-brejo (*Phacellodomus erythrophthalmus*) e o barraqueiro-de-olho-branco (*Automolus leucophthalmus*).

Das 24 espécies cinegéticas levantadas através da compilação de dados secundários, 17 foram registradas em campo. Este grupo, no que tange os dados primários, é formado principalmente pelos columbídeos (pombas e rolinhas) com oito espécies, pelos tinamídeos (codornas e inhambus) com duas espécies, pelos anatídeos (patos e marrecos) com uma espécie, pelos ralídeos (saracuras e sanãs) com quatro espécies, e pelos Cracídeos (jacus) com uma única espécie registrada. Destacam-se algumas aves por serem, normalmente, mais visadas pelos caçadores do que outras. São elas: a inhambu-chororó (*Crypturellus parvirostris*), o inhabuguaçu (*C. obsoletus*) e o jacuguaçu (*Penelope obscura*).

A CITES (2011) e a IN nº 1 (MMA, 2010) incluem em seus apêndices espécies ameaçadas de extinção cujo comércio é permitido somente em condições excepcionais (apêndice I) ou espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado (apêndice II). No total, foram encontradas em campo 21 espécies incluídas em algum dos apêndices citados. Dentre essas, destacam-se os membros da família Accipitridae, como o gavião-peneira (*Elanus leucurus*), Falconidae, como o carrapateiro (*Milvago chimachima*), Psittacidae, como o tuim (*Forpus xanthopterygius*), Strigidae, como a coruja-do-mato (*Megascops choliba*), e Trochilidae, como a estrelinha-ametista (*Calliphlox amethystina*).

Além das aves já citadas, é importante notar que outras não constantes nos Apêndices do CITES e na IN nº 1 (BRASIL, 2010) possuem interesse popular para fins domésticos (xerimbabos e uso econômico), como aves canoras e "decorativas", frequentemente apreendidas em feiras de comércio de animais. Dentre as 194 espécies registradas em campo (dados primários), 33 estão associadas a esses interesses.

Cabe citar que na área 3, localizada em meio a uma comunidade residencial foi comum observar animais engaiolados, principalmente o coleirinho (*Sporophila caerulea*), bigodinho (*Sporophila lineola*), e o trinca-ferro (*Saltator similis*). Dessas, apenas o coleirinho e o trinca-ferro foram registrados em campo, embora seus valores de abundância observados estejam entre os menores de todas as espécies, fato que sugere que a constante captura para fins de comércio e recreação já afetam seus estoques populacionais na região.

Outras espécies encontradas no levantamento de dados primários são alvos recorrentes de traficantes de animais e criadores ilegais de aves, seja por suas características canoras, destacando-se aqui o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), o tiziu (*Volatinia jacarina*), a graúna (*Gnorimopsar chopi*) ou por suas características decorativas, como tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius*) e o fim-fim (*Euphonia chlorotica*).

No que diz respeito às aves em delicada situação conservacionista, incluindo, portanto, espécies ameaçadas de extinção e também listadas em categorias secundárias ("quase ameaçadas" e "insuficientemente conhecidas") foram registradas em campo quatro espécies pertencentes a

estes grupos. Duas podem ser consideradas verdadeiramente ameaçadas, sendo a araponga (*Procnias nudicollis*) listada global e regionalmente como “vulnerável” à extinção e o pavó (*Pyroderus scutatus*) considerado “vulnerável” no estado de São Paulo. Dentre as espécies presentes apenas nos dados secundários, destacam-se as aves globalmente ameaçadas (IUCN, 2013), como o gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*), ou mesmo somente regionalmente ameaçadas, como é o caso do chibante (*Laniisoma elegans*) e do gavião-pegamacaco (*Spizaetus tyrannus*).

No que tange as espécies incluídas em categorias secundárias de ameaça de extinção, destaca-se os regionalmente “quase ameaçados” registrados em campo, como é o caso do uru (*Odontophorus capueira*) e da graúna (*Gnorimopsar chopi*).

Embora nenhuma espécie migratória tenha sido encontrada em campo, ao menos uma ave foi citada na lista de potencial ocorrência na região: a águia-pescadora (*Pandion haliaetus*). Tal fato pode estar associado a um artefato amostral, uma vez que as áreas pesquisadas possuem ambientes favoráveis à presença da maior parte dos migrantes que ocorrem em São Paulo, representados por espécies tipicamente aquáticas como é o caso dos membros da família Scolapacidae (maçaricos) e Charadriidae (Batuíras). Tais aves teriam nas represas de Jaguari e Atibainha ambiente ótimo para sua presença durante seu período de internada no Brasil, entretanto, como tais locais encontravam-se abaixo dos limites hídricos normais, o registro das mesmas pode ter sido dificultado pela concentração populacional de indivíduos em trechos mais favoráveis a sua alimentação.

Deve-se destacar ainda que o CBRO (2011) considera espécie migratória apenas as aves que realizam deslocamentos sazonais de grandes distâncias, como os intercontinentais. Diversas outras aves realizam movimentos de curtas distâncias, e poderiam ser consideradas visitantes sazonais na área de estudo. Este grupo é formado principalmente por aves pertencentes à família Tyrannidae, como é o caso do suiriri-pequeno (*Satrapa icterophrys*), bem-te-vi-rajado (*Myiodinastes maculatus*), bem-te-vi-pirata (*Legatus leucophaius*), peitica (*Empidonomus varius*) e tesourinha (*Tyrannus savanna*), além de alguns membros de outras famílias, como a juruviara (*Vireo olivaceus*) e saíra-viúva (*Pipraeidea melanonota*).

Com relação às espécies exóticas, introduzidas e invasoras, constatou-se em campo a presença de 23 das 24 aves de potencial ocorrência na área do empreendimento. Nesse caso, dois grupos distintos podem ser observados. O primeiro é formado por aves típicas do Brasil Central que se favoreceram da destruição da Mata Atlântica para expandir sua distribuição. Fazem parte desse grupo, aves como a lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*), o arapaçu-do-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), o pombão (*Patagioenas picazuro*) e o casaca-de-couro-da-lama (*Furnarius figulus*). O outro grupo é formado por aves introduzidas no continente americano e quase sempre restritas ao entorno de residências humanas. Estão incluídas nesse grupo espécies como o pombo-doméstico (*Columba livia*) e o pardal (*Passer domesticus*). Tais aves são consideradas praga em algumas regiões do mundo, sendo alvos recorrentes de discussões de manejo e controle sanitário.

6.4.4.4. Herpetofauna

A. Introdução

A Mata Atlântica consiste em um dos biomas mundiais que apresentam alta diversidade biológica e elevado índice de espécies endêmicas, foi classificada como “hotspot” e declarada como uma das cinco áreas mais ricas e ameaçadas do planeta (Myers *et al.* 2000), sendo que resta menos de 8% da cobertura original deste bioma (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2000). Atualmente a maior parte da Mata Atlântica se encontra reduzida a fragmentos esparsos e isolados, muitos dos quais com menos de 100 ha e bastante perturbados (Turner & Corlett, 1996; Fonseca, 1985) e menos de 2% do total das florestas remanescentes deste bioma estão sob proteção Integral, sendo que cerca de 87% dessas áreas protegidas possuem menos de 20.000 hectares e metade delas tem menos de 1.000 hectares (Paglia *et al.* 2004).

Nas últimas décadas, vários estudos têm revelado novas ocorrências e espécies novas originárias de fragmentos florestais próximos a áreas urbanas e muitas destas espécies já são descobertas sob ameaça de extinção. A pressão do desmatamento é contínua, dada a expansão populacional, e a proximidade a centros urbanos expõe os fragmentos à retirada predatória de espécies animais e vegetais. Esses fragmentos também estão expostos aos efeitos da poluição do solo e da água por contaminantes locais, ou trazidos pelo vento e chuva a partir dos grandes centros (Davidson *et al.* 2001, Lopes 2001). Acredita-se que grande parte de nossas espécies nem ao menos está protegida de forma satisfatória em Unidades de Conservação e é de fundamental importância identificar quantas e quais dessas espécies não estão contempladas adequadamente pelo nosso atual sistema de áreas protegidas (Paglia *et al.*, 2004). Diante deste panorama, os parques e reservas são de extrema importância na manutenção da herpetofauna em centros urbanos, principalmente no que se refere à anurofauna, cujos representantes possuem pouca mobilidade e alta dependência a corpos d'água ou solos úmidos (Duellman & Trueb, 1994).

No Estado de São Paulo, diversos trabalhos analisando a composição de espécies de anfíbios e répteis em áreas de preservação permanente como a Estação Biológica de Boracéia (Heyer *et al.* 1990), Estação Ecológica da Juréia-Itatins (Pombal Jr. & Gordo 2004, Marques & Sazima 2004), Serra do Japi (Haddad & Sazima 1992, Ribeiro *et al.* 2005, Sazima & Haddad 1992), Parque Estadual Morro do Diabo (Santos *et al.* 2009), Estação Ecológica de Assis e Estação Ecológica Caetetus (Bertoluci *et al.* 2007), Estação Ecológica do Bananal (Zaher *et al.* 2005) entre outros, indicam uma maior similaridade entre as fisionomias mais secas do estado, como áreas de Cerrado e Floresta Estacional, e outro subgrupo relacionado às áreas de florestas mais úmidas próximas ao mar (Santos *et al.* 2009, Araújo *et al.* 2009a, Bertoluci *et al.* 2007). Neste segundo subgrupo, encontra-se o Vale do Paraíba, onde se localiza a cidade de Igaratá, como uma das regiões estratégicas para a preservação de espécies por ser uma interface entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar (Rossa-Feres *et al.*, 2008).

De acordo com Martins (2007), para a região do Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira, há 71 espécies de anfíbios sendo uma espécie da Ordem Gymnophiona e 70 espécies da Ordem Anura. As espécies de anuros da Floresta Atlântica apresentam a maior diversidade de modos reprodutivos do planeta, sendo que 27 dos 39 modos reprodutivos conhecidos são encontrados entre as espécies desse bioma (Haddad & Prado, 2005). Muitos modos reprodutivos são altamente especializados, com deposição de ovos em bromélias, em folhas pendentes sobre riachos, na serapilheira, em ninhos escavados no chão da floresta, em frestas de pedras submersas em riachos (Haddad & Prado, 2005).

Essa grande diversidade de modos reprodutivos é possibilitada pela grande diversidade de habitats e micro-habitat dessa floresta, o que gerou espécies especialistas, fortemente associadas a habitats e micro-habitat específicos. Assim, a fauna de anuros da Floresta Atlântica é caracterizada por alto nível de endemismo de espécies e de grupos inteiros (e.g., gêneros *Dendrophryniscus*, *Frostius*, *Holoaden*, *Hylomantis*, *Phrynomedusa*, *Crossodactylodes*, *Cycloramphus*, *Euparkerella*, *Megaelosia* e *Paratelmatobius*) cuja ocorrência é restrita a essa formação (Duellman 1999, Frost 2007). A conservação das espécies de anuros desse bioma depende, portanto, da preservação da heterogeneidade de habitats e micro-habitat no que resta da Floresta Atlântica no estado, pois as áreas desmatadas tornam-se mais secas e sazonais, reduzindo o número de espécies ou eliminando aquelas que dependem dos micro-habitat úmidos da floresta (Haddad & Prado, 2005). Quanto aos répteis, o Estado de São Paulo concentra cerca de 30% das espécies do país, muitas delas com as mesmas características citadas anteriormente para os anfíbios no que se refere a endemismo, necessidade de micro-habitat específicos, diversidade de modos reprodutivos, etc. (Rossa-Feres *et al.*, 2008).

O presente estudo tem como finalidade apresentar um diagnóstico da herpetofauna considerando as espécies com possível ocorrência regional para a Área de Influência Indireta (AII) das obras de interligação das represas Jaguari e Atibainha com base em dados secundários, assim como levantamento de dados primários para caracterização da herpetofauna presente na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

B. Material e Métodos

B.1. Levantamento de dados secundários

O levantamento dos dados secundários referentes à herpetofauna com possível ocorrência para a All das obras de interligação das represas Jaguari e Atibainha foi feito com base na herpetofauna encontrada para as cidades dos seis municípios envolvidos no Projeto, ou seja, Piracaia, Santa Isabel, Jacareí, São José dos Campos, Igaratá e Nazaré Paulista. Esta seleção foi feita devido à ausência de dados para a área considerada como All do meio biótico para o referido empreendimento, que seria a faixa de 5 km de cada lado da faixa de servidão da obra. Além disso, áreas próximas, mas fora da All do meio biótico, apresentam características semelhantes aos fragmentos locais, possivelmente compartilhando uma herpetofauna similar.

A pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico, incluindo livros, artigos científicos e publicações não indexadas, impressas ou em meio digital, tais como monografias, resumos em congressos, relatórios técnicos, dissertações e teses. Ferramentas de busca “online” como Google (www.google.com) e Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>) e bases de dados como Capes (www.periodicos.capes.gov.br/), BiotaNeotrópica (www.biotaneotropica.org.br/), CheckList (www.checklist.org.br/), Táxeus (www.taxeus.com.br/), assim como os bancos de dados das principais universidades, tais como Sistema Minerva (www.ppgzoo.museunacional.ufrj.br/), Dédalus (<http://dedalus.usp.br/>), Acervus (<http://acervus.unicamp.br/>) e Athena (<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/>). Foram utilizadas buscas por palavras-chave como “herpetofauna”, “anurofauna”, “squamata”, “serpentes”, “lagartos”, “anura”, “anuros”, “anfíbios”, “amphibia”, “reptilia”, “répteis”, e seus correspondentes em inglês, associadas aos nomes das cidades supracitadas e locais de interesse tais como “Parque Estadual de Itaberaba”, “Reserva Ibirapitanga”, “represa Atibainha” e “represa Jaguari”. Foram consultadas também todas as coleções herpetológicas com acesso “online” aos seus dados, por meio da ferramenta de busca do *SpeciesLink* (<http://splink.cria.org.br/>), registrando-se os répteis e anfíbios encontrados para os locais supracitados.

A fim de se caracterizar o grau de ameaça das espécies registradas, foram consultadas a Lista Vermelha Mundial de Espécies Ameaçadas de Extinção da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2014), a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Machado et al., 2008) e a Lista Estadual de Espécies Ameaçadas de São Paulo (São Paulo, 2014). Para finalizar, foi consultada a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras - Instituto Hórus (I3N Brasil, 2013).

As sinonímias foram identificadas por meio do banco de dados *Amphibian Species of the World* (Frost, 2014) para anfíbios e *Reptile Database* (Uetz, 2014) para répteis e a nomenclatura utilizada segue à adotada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia, tanto para anfíbios (Segalla et al., 2014), quanto para répteis (Bérnils & Costa, 2012).

B.2. Levantamento de dados primários

Os dados primários foram obtidos por meio de uma campanha de amostragem de campo na AID do empreendimento, realizada entre os dias 30/09 e 05/10/2014, totalizando seis dias de amostragem.

B.2.1. Métodos de amostragem e esforço empregado

Para caracterizar a fauna de répteis e anfíbios na AID da Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha, a herpetofauna foi amostrada utilizando-se o método de procura ativa (Curcio et al., 2010), buscando-se os espécimes de répteis e anfíbios em ambientes propícios, tais como folhço, troncos ociosos, sob pedras e troncos caídos, tocas de outros animais, bromélias, corpos d’água, etc. As buscas foram realizadas nos períodos diurno, crepuscular e noturno, de forma a abranger os horários de maior atividade tanto dos répteis quanto dos anfíbios, totalizando 140 horas-homem de esforço amostral. Cada um dos cinco fragmentos escolhidos (**Tabela 6.4.4-5 e Fotos a seguir**) foi amostrado durante três dias consecutivos, procurando amostrar a maior área possível e as diferentes fisionomias encontradas no local. Os animais encontrados e respectivos

ambientes foram identificados, georreferenciados e fotografados sempre que possível. Os pontos de principal interesse encontram-se na **Tabela 6.4.4-6**.

TABELA 6.4.4-5. DESCRIÇÃO DOS CINCO FRAGMENTOS SELECIONADOS PARA A AMOSTRAGEM DA HERPETOFAUNA, ENTRE OS DIAS 30/09 E 05/10/2014.

Local	Coordenadas geográficas (UTM)		Vegetação
	Este	Sul	
Área 1 (Santa Isabel, SP)	379.628	7.429.711	Área de mata pequena, com sub-bosque escasso, limitada ao vale de duas nascentes, sendo a porção Leste em matriz de pasto e a porção Oeste entre pasto e eucaliptal.
Área 2 (Igaratá, SP)	375.692	7.434.188	Fragmento de mata em matriz de eucaliptal ladeado por tanques de piscicultura.
Área 3 (Igaratá, SP)	374.221	7.438.836	Fragmento heterogêneo, formado basicamente por três fisionomias, sendo aproximadamente 1/3 de eucaliptal, 1/3 de brejo e 1/3 de área de mata praticamente sem sub-bosque.
Área 4 (Igaratá e Nazaré Paulista, SP)	372.825	7.439.747	Fragmento de mata em melhor estado de conservação do que as demais, com muitas nascentes e sub-bosque denso. Presença maciça de palmitos.
Área 5 (Nazaré Paulista, SP)	369.416	7.442.985	Área heterogênea composta por um fragmento de mata em bom estado de conservação, com muitas nascentes e sub-bosque denso em parte e presença de gramíneas e samambaias em uma porção mais a Oeste, e uma grande área de brejo ao sul.



Fragmento 1, Igaratá - SP.



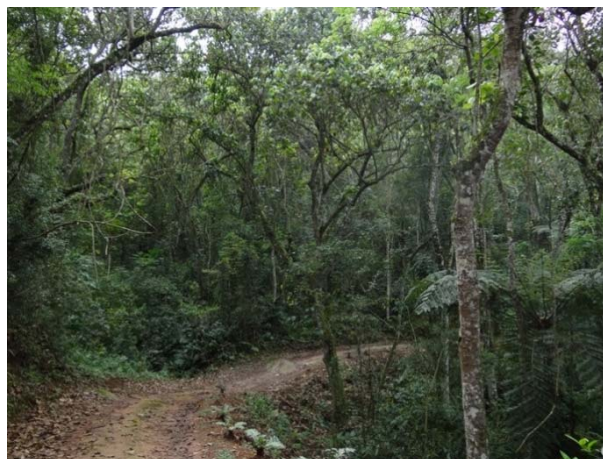
Fragmento 2, Igaratá - SP.



Fragmento 3, Nazaré Paulista - SP.



Fragmento 4, Nazaré Paulista - SP.



Fragmento 5, Nazaré Paulista - SP.

TABELA 2.4.4-6. COORDENADAS (UTM, DATUM SAD 69) DOS PONTOS ONDE FORAM ENCONTRADOS EXEMPLARES DE RÉPTEIS OU ANFÍBIOS E DEMAIS PONTOS DE INTERESSE NOS FRAGMENTOS ESCOLHIDOS E REGIÕES PRÓXIMAS ÀS OBRAS

Área Amostral	Pontos	Descrição	Coordenadas UTM 23K	
			E	S
Área 1	H 1	Borda de mata em matriz pasto	379625	7429768
	H 2	Porção Leste do fragmento 1	379706	7429875
	H 3	Porção Sul do fragmento 1	379612	7429614
	H 4	Porção Oeste do fragmento 1	379314	7429690
	H 5	Braço seco da represa de Jaguari	379330	7429572
Área 2	H 6	Área brejosa em interior de mata no fragmento 2	375863	7434333
	H 7	Queda d'água em tanque artificial no fragmento 2	375627	7434508
	H 8	Açude em borda de mata no fragmento 2	375644	7434725
	H 20	Tanques de piscicultura próximos ao fragmento 2	375805	7434046
Área 3	H 9	Brejo em matriz de pasto e eucalipto no fragmento 3	374402	7438839
	H 10	Área brejosa no fragmento 3, porém atualmente seca devido à estiagem	374107	7438778
Área 4	H 11	Porção Leste do fragmento 4	372715	7439958
	H 12	Porção Oeste do fragmento 4	372085	7439734
	H 13	Estrada de terra no interior do fragmento 4	372402	7439988
Área 5	H 14	Brejo no fragmento 5	369309	7443049
	H 15	Córrego em interior de mata no fragmento 5	369692	7442963
	H 16	Pequeno tanque em área de pasto	369444	7443013
	H 17	Córrego em interior de mata do fragmento 5	369589	7443148
	H 18	Braço seco da represa de Atibainha	369115	7443709
	H 19	Área de mata no interior do fragmento 5	369311	7443263
	H 21	Estrada de terra próxima ao fragmento 5	369760	7444495

Como parte dos animais registrados em levantamentos de fauna são encontrados durante os deslocamentos, adotou-se também a procura ativa de carro como forma de ampliar o esforço amostral. O método consiste em deslocar-se pelas estradas de terra existentes nas áreas de amostragem a uma velocidade média de 20 km/h, com um observador de cada lado do veículo, atento a animais, vocalizações ou vestígios durante o trajeto. Durante o presente estudo foram feitas 4 horas e 30 minutos de busca ativa com automóvel. O esforço amostral total encontra-se na **Tabela 6.4.4-7**.

TABELA 6.4.4-7. ESFORÇO AMOSTRAL EMPREGADO EM CADA MÉTODO POR ÁREA DURANTE AS AMOSTRAGENS DA HERPETOFAUNA

Áreas	Procura ativa diurna (homem/horas)	Procura ativa noturna (homem/horas)	Estradas (minutos)
Área 1	16	12	60
Área 2	16	12	50
Área 3	16	12	50
Área 4	16	12	50
Área 5	16	12	60
TOTAL	80	60	270

B.3. Análise dos Dados Primários

Os anfíbios e répteis foram analisados quanto ao número de espécies e sua diversidade analisada por meio da curva do coletor. As espécies amostradas foram caracterizadas quanto às suas distribuições nos dois principais biomas e endemismos no Estado (Rossa-Feres *et al.*, 2011; Zaher *et al.*, 2011) e à presença em listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção (SMA, 2014; IUCN, 2014; MMA, 2008). Para finalizar, foi consultada a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras - Instituto Hórus (I3N Brasil, 2013).

As sinonímias foram identificadas por meio do banco de dados *Amphibian Species of the World* (Frost, 2014) para anfíbios e *Reptile Database* (Uetz, 2014) para répteis e a nomenclatura utilizada segue a adotada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia, tanto para anfíbios (Segalla *et al.*, 2014), quanto para répteis (Bérnils & Costa, 2012).

C. Herpetofauna de provável ocorrência na All

Ao todo, foram encontradas 98 espécies para a herpetofauna da região pesquisada, sendo 33 espécies de anfíbios e 65 de répteis (**Anexo 2.3**).

Entre os anfíbios, apenas espécies da ordem Anura foram registradas, sendo as famílias Hylidae e Leptodactylidae as mais representativas, com 16 e seis espécies cada, respectivamente. As demais famílias encontradas foram Brachycephalidae (4), Bufonidae (3), Craugastoridae (1) e Cycloramphidae (3). Já entre os répteis, as serpentes foram as responsáveis pelo maior número de espécies, sendo que das 58 registradas, 42 pertencem à família Dipsadidae, sete pertencem à família Colubridae, quatro à família Elapidae, quatro à Viperidae e uma à família Boidae. Somam-se a estes répteis, mais sete espécies de “lagartos” pertencentes às famílias Teiidae (1), Diploglossidae (1), Leiosauridae (4) e Gekkonidae (1), sendo que a espécie encontrada desta última família foi a lagartixa-de-parede (*Hemidactylus mabouia*), considerada exótica de acordo com o Instituto Horus (IM3, 2014).

Dentre as serpentes registradas, dez são consideradas de importância médica por Marques *et al.* (2001). Além destas dez espécies, deve-se levar em consideração outros gêneros de serpentes opistóglifas, ou até mesmo áglifas, pertencentes à família Dipsadidae, tais como *Apostolepis*, *Boiruna*, *Clelia*, *Erythrolamprus*, *Oxyrhopus*, *Thamnodynastes* e *Tomodon*, capazes de causar envenenamento (Bernarde, 2011). A correta identificação dos acidentes ocasionados por essas espécies pode evitar o uso desnecessário de soroterapia e suas complicações (Salomão *et al.* 2003).

Quanto ao *status* de conservação, nenhum réptil ou anfíbio se encontra em alguma categoria de ameaça, seja a nível mundial, nacional ou estadual. Entretanto, a rãzinha *Physalaemus bokermanni* é citada como “Deficiente em Dados” na lista da União Internacional para Conservação da Natureza (Nascimento & Verdade, 2004) e a cobra-cipó *Philodryas olfersii* e a jararaca-pintada *Bothrops neuwiedi* são consideradas também com “Dados Insuficientes” para uma categorização para o Estado de São Paulo (São Paulo, 2014). No entanto, o registro de *P. bokermanni* para a cidade de São José dos Campos parece ser equivocado, visto que esta espécie era conhecida apenas para a sua localidade tipo, a Serra de Paranapiacaba, no município de Santo André, SP (Nascimento & Verdade, 2004). Embora Thomé *et al.* (2007) tenham ampliado sua área de distribuição para Cubatão e São Sebastião, a espécie continua

sem nenhum registro confiável para a cidade de São José dos Campos, sendo que os dois registros encontrados constam como sendo de desovas e a identificação feita com base nos imagos. Para finalizar, na localidade anotada para ambos os registros encontra-se “Serra de Paranapiacaba, São José dos Campos”, impossibilitando determinar o local correto da coleta, já que a referida cidade não se encontra nos domínios desta serra.

Das espécies registradas para a AII do empreendimento, 64 delas possuem ampla distribuição nos biomas do Estado de São Paulo e 28 são típicas de Mata Atlântica, sendo que nenhuma é endêmica do Estado.

D. Herpetofauna da AID

Durante o trabalho de campo foram registradas diretamente 18 espécies de anfíbios anuros distribuídas em seis famílias e quatro espécies de répteis, cada uma pertencente a uma família, sendo duas espécies de “lagartos” e duas de serpentes (**Tabela 6.4.4-8**).

TABELA 6.4.4-8. LISTA DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS REGISTRADAS EM CAMPO DURANTE AMOSTRAGEM DA HERPETOFAUNA

Espécie	Método	Áreas	Local (ponto)	Grau de ameaça		
				IUCN	BR2008	SP2014
Anura						
Brachycephalidae						
<i>Brachycephalus ephippium</i> (Spix, 1824)	Avi, Voc	Área 4	11, 12, 13	LC		
<i>Ischnocnema cf. parva</i> (Girard, 1853)	Avi, Voc	Áreas 1, 4 e 5	2, 11, 12, 13, 15	LC		
<i>Ischnocnema guentheri</i> (Steindachner, 1864)	Avi, Voc	Áreas 4 e 5	13, 15, 17, 19	LC		
Bufonidae						
<i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)	Avi	Área 4	13	LC		
<i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)	Avi	Áreas 2, 3 e 5	9, 14, 18, 20	LC		
Craugastoridae						
<i>Haddadus binotatus</i> (Spix, 1824)	Avi	Áreas 2, 4 e 5	7, 12, 19	LC		
Hylidae						
<i>Aplastodiscus leucopygius</i> (Cruz & Peixoto, 1985 “1984”)	Avi, Voc	Áreas 4 e 5	12, 15	LC		
<i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824) *	Avi	Áreas 2 e 3	7, 9	LC		
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	Avi, Voc	Área 3	9	LC		
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Avi, Voc	Áreas 1 e 4	2, 12	LC		
<i>Hypsiboas prasinus</i> (Burmeister, 1856)	Avi, Voc	Área 3	9	LC		
<i>Hypsiboas semilineatus</i> (Spix, 1824) *	Avi, Voc	Áreas 2 e 3	8, 10	LC		
<i>Phyllomedusa burmeisteri</i> Boulenger, 1882	Avi, Voc	Áreas 4 e 5	12, 16	LC		
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)	Avi, Voc	Área 1	5	LC		
<i>Scinax crospedospilus</i> (A. Lutz, 1925) *	Avi, Voc	Área 5	14	LC		
Leptodactylidae						
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	Avi, Voc	Áreas 3 e 5	9, 14	LC		
<i>Adenomera marmorata</i> (Steindachner, 1867)	Voc	Áreas 2, 4 e 5	6, 12, 15	LC		
Ranidae						
<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802) #	Avi, Voc	Área 2	6, 20	LC		
Squamata						
Teiidae						
<i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839	Avi	Área 5	21	LC		

Espécie	Método	Áreas	Local (ponto)	Grau de ameaça		
				IUCN	BR2008	SP2014
Leiosauridae						
<i>Enyalius</i> sp.	Avi	Área 4	11	NC		
Dipsadidae						
<i>Sibynomorphus mikanii</i> (Schlegel, 1837)	Avi	Área 5	21	NC		
Viperidae						
<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758 †	Vis, Ves	Área 1	1	LC		

† = Espécie de interesse médico; * = Espécie acrescentada à lista de dados secundários; # = espécie exótica.

Nota - dias 30/09 e 05/10/2014 e os métodos de amostragem, onde Avi= avistamentos; Voc= vocalização; Ves= vestígio (pele); LC= Least Concern (pouco preocupante); NC= não consta.

FIGURA 6.4.4-9. RIQUEZA DA HERPETOFAUNA REGISTRADA POR ÁREA AMOSTRAL NA AID DAS OBRAS DA INTERLIGAÇÃO DAS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA, ENTRE OS DIAS 30/09 E 05/10/2014

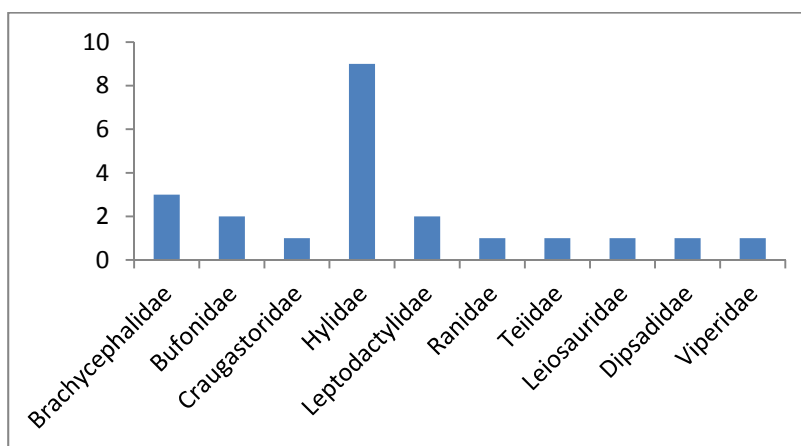


FIGURA 6.4.4-10. COMPOSIÇÃO DA HERPETOFAUNA REGISTRADA NA AID DAS OBRAS DA INTERLIGAÇÃO DAS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA, ENTRE OS DIAS 30/09 E 05/10/2014

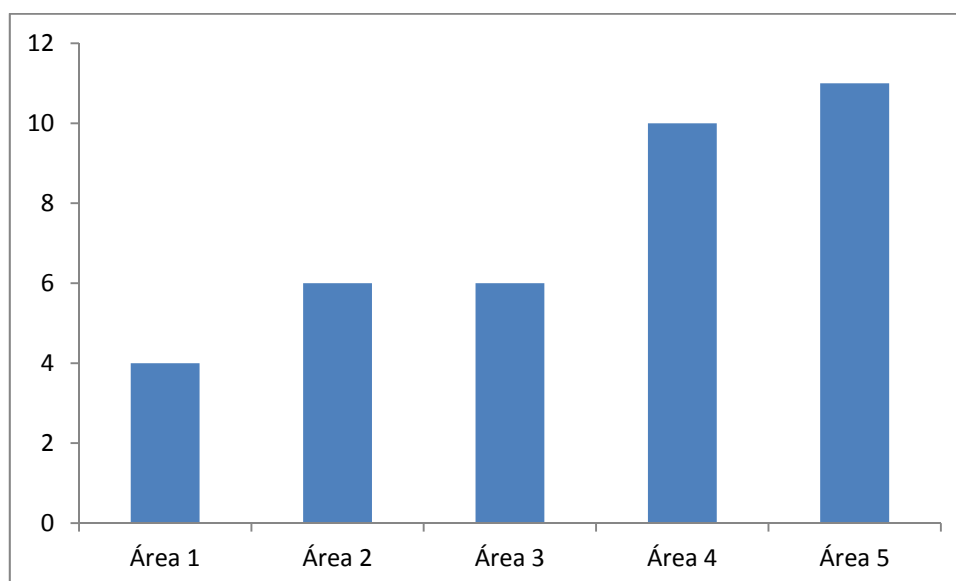


FIGURA 6.4.4-11. ESPÉCIES DE ANFÍBIOS ANUROS ENCONTRADAS NA AID



Nota - A) *Brachycephalus ephippium*; B) *Phyllomedusa burmeisteri*; C) *Ischnocnema guentheri*; D) *Haddadus binotatus*; E) *Aplastodiscus leucopygius*; F) *Dendropsophus elegans*; G) *Hypsiboas faber*; H) *Hypsiboas prasinus*.

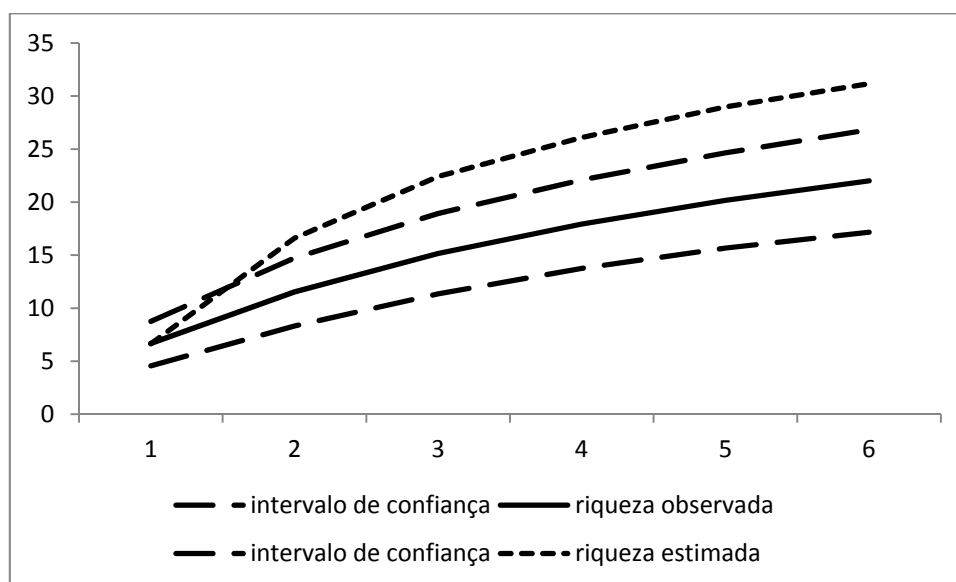
As espécies registradas nesse levantamento podem ser subdivididas em dois grupos distintos, espécies de ampla distribuição na América do Sul e tolerantes às alterações ambientais antrópicas, como os anuros *Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscovarius* e *Physalaemus cuvieri* e um segundo grupo de espécies típicas de formações naturais do domínio atlântico do sudeste

do Brasil, como os anuros *Brachycephalus ephippium*, *Aplastodiscus leucopygius*, *Phyllomedusa burmeisteri*, *Ischnocnema guentheri* e *Adenomera marmorata* (**Figura 6.4.4-11**).

Durante a amostragem várias espécies foram ouvidas vocalizando, conforme mostra a **Tabela 6.4.4-8**. A vocalização era constante nos primeiros dias de amostragem, demonstrando o início do período reprodutivo dos anuros, inclusive com o registro de dezenas de ninhos de espuma. Infelizmente durante os três últimos dias as vocalizações praticamente cessaram, consequência de uma frente fria que fez com que a temperatura caísse bruscamente.

A curva do coletor para os répteis e anfíbios (**Figura 6.4.4-12**) não mostrou tendência à estabilização. Este resultado pode estar relacionado com o curto período em que foi realizado o estudo e certamente novas espécies devem ser incluídas caso sejam feitas novas amostragens na área, fato esse corroborado pelo estimador de riqueza usado (*Jackknife 1*) que prevê a existência de 31 espécies para o local, número muito superior às 22 espécies encontradas.

FIGURA 6.4.4-12. CURVA DO COLETOR ALEATORIZADA (1000 RANDOMIZAÇÕES, INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%) E CURVA DE RIQUEZA ESTIMADA (JACKKNIFE 1) COM BASE NA FAUNA DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS REGISTRADA NA AID



A distribuição da herpetofauna na AID parece estar relacionada com o estado de conservação das áreas amostradas (**Figura 6.4.4-12**). As áreas 1 (n=4), 2 (n=6) e 3 (n=6) são locais altamente impactados, com fragmentos menores e com matas mais abertas, com sub-bosque pouco denso, seja pela ação do fogo ou da presença do gado. A maioria das espécies encontradas nestes fragmentos possuem uma ampla distribuição geográfica e alto grau de tolerância aos impactos antrópicos (*Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscovarius*, *Physalaemus cuvieri*). Por outro lado, as áreas 4 (n=10) e 5 (n=11) são fragmentos de mata secundária maiores e em melhor estado de conservação. Nestes locais a maioria dos registros de anuros corresponde a espécies encontradas tipicamente em áreas florestadas, tais como *Brachycephalus ephippium*, *Aplastodiscus leucopygius*, *Ischnocnema guentheri* e *Phyllomedusa burmeisteri*.

Nenhuma das espécies registradas encontra-se nas listas de espécies ameaçadas, seja a nível estadual, nacional ou global. A espécie *Lithobates catesbeianus*, popularmente conhecida como rã-touro, é a única espécie invasora registrada. Essa é uma espécie de grande porte, que chega a atingir 200 mm e pesar mais de 500 g (Vizotto, 1984). É uma espécie originária dos Estados Unidos, introduzida no Brasil em 1935 para criação e comercialização de carne (Guix, 1990). Tem se espalhado pelo território nacional através de ranários, de onde conseguem fugir. Encontra-se sempre associada a ambientes aquáticos, no Brasil reproduz duas vezes ao ano e pode chegar a depositar até cerca de 20.000 ovos por desova (Vizotto, 1984). Na natureza os jovens alimentam-se de insetos, os adultos de crustáceos, peixes, rãs, sapos, serpentes,

pequenos quelônios, além de filhotes de aves aquáticas, roedores, morcegos e exemplares da mesma espécie (Guix, 1990).

A comparação da riqueza obtida em campo (dados primários; anfíbios n=18 e répteis n=4), com a de potencial ocorrência levantada através dos dados secundários (anfíbios n=33 e répteis n=65), revela uma diferença considerável no número de espécies (anfíbios n=15 e répteis n=61). Tal diferença já era esperada, uma vez que o levantamento de dados secundários foi resultado de uma ampla revisão bibliográfica que reuniu diferentes levantamentos, abrangendo uma região mais ampla, com esforço de campo maior, fato que certamente colaborou para a maior riqueza dos dados secundários. A fonte que mais contribuiu para a riqueza da herpetofauna registrada foi a ferramenta de busca do *SpeciesLink*, que conta com os dados de coleções importantes como do Instituto Butantã, MZUSP e UNESP, coleções estas que contam com anos de coletas, permitindo o registro de espécies raras ou pouco frequentes. Outra fonte que contribuiu com uma gama de dados foi a dissertação de Carmona (2007), cujo levantamento foi realizado no período de setembro de 2005 a julho de 2006 em Santa Isabel, com uso de armadilhas de interceptação e queda além da busca ativa, o que possibilita a captura de animais de hábitos crípticos, fossoriais ou semi-fossoriais.

Ainda assim, a baixa riqueza específica, principalmente dos répteis, obtida no levantamento primário era esperada, levando-se em conta o curto período de amostragem, a realização de uma única campanha, curta e pontual e ainda, a média qualidade de conservação dos ambientes amostrados, localizados junto à Região Metropolitana de São Paulo, em meio a áreas antropizadas e sob intensa atividade rural. Esta afirmação torna-se ainda mais relevante quando os dados primários são comparados isoladamente com cada uma das seis fontes bibliográficas utilizadas para compor o levantamento secundário.

Mesmo apresentando uma riqueza menor do que a levantada pelos dados secundários, três espécies de anfíbios foram registradas exclusivamente nos dados primários (levantamento de campo), *Dendropsophus elegans*, *Hypsiboas semilineatus* e *Scinax crospedospilus*, aumentando o total de espécies de anfíbios de provável ocorrência para a AII do empreendimento para 36. É interessante ressaltar que as espécies novas acrescentadas são todas típicas de áreas abertas, podendo viver e se reproduzir tanto em poças permanentes como em corpos d'água temporários, as três são amplamente distribuídas ao longo da Mata Atlântica, sendo a perereca-de-moldura (*D. elegans*) espécie endêmica do Brasil. Esta espécie ainda é comum em áreas antrópicas evidenciando a sua adaptabilidade em viver em áreas degradadas.

6.4.4.5. Mastofauna

A. Introdução

A região de estudo apresenta fragmentos remanescentes de Mata Atlântica, este bioma é um dos maiores *hotspots* de biodiversidade do mundo (Myers et al., 2000, Kierulff et al., 2008) e abriga mais de 298 espécies de mamíferos, das 714 que ocorrem no Brasil (Dornas, 2014). Esse bioma apresenta um alto grau de endemismo, contendo 90 espécies exclusivas (Paglia et al., 2012), principalmente de primatas e roedores (Costa et al., 2005). Dos mamíferos ameaçados em nível nacional (MMA, 2003, 2008), 18% ocorrem na Mata Atlântica (Costa et al., 2005).

De acordo com o porte, os mamíferos terrestres podem ser divididos em três grupos: i) pequenos; ii) médios e grandes e; iii) mamíferos voadores, grupo formado pelos morcegos (Chiroptera). Os mamíferos apresentam importante papel na estrutura das comunidades da biota, em especial nas inter-relações e no equilíbrio dinâmico das espécies (Reis et al., 2011). Os pequenos mamíferos, por exemplo, contribuem de maneira fundamental na cadeia trófica, as espécies herbívoras e frugívoras realizam a dispersão de espécies vegetais (Carmignotto, 2005) e, servem também, como presas para os predadores (Granzinoli & Motta Junior, 2007). Já as espécies onívoras contribuem para a manutenção do equilíbrio populacional de espécies de menor porte (invertebrados, outros mamíferos, répteis e aves) (Carmignotto, 2005). Os médios e grandes mamíferos também têm papel fundamental na cadeia trófica, seja como herbívoros e frugívoros, ou como carnívoros, muitas vezes na posição de topo da cadeia trófica, contribuindo para a manutenção e equilíbrio de espécies de menor porte (Reis et al., 2011).

Para o estado de São Paulo a lista compilada de mamíferos (Vivo et al., 2011) apresenta uma estimativa de 231 espécies. Esse número não é exato devido à falta de estudos em grandes porções do estado, e também por alguns táxons estarem passando por revisões. Segundo o decreto 60.133 que dispõe sobre a fauna ameaçada para o estado (SMA, 2014), 42 espécies de mamíferos estão ameaçadas, além de listar 59 espécies como deficientes em dados e 24 como quase ameaçadas. Em geral estas espécies são ameaçadas devido à redução de habitat, redução essa recorrente em áreas que abrigam os presentes na área de estudo.

B. Métodos

B.1. Levantamento de Dados Secundários

Para caracterizar a mastofauna de provável ocorrência na AII foi realizado um levantamento a partir de dados secundários nas principais bibliotecas de universidades (Detalus – USP, Acervus – UNICAMP, Athena – UNESP) e órgãos públicos (Sinbiota, Periódicos Capes), além da busca em bancos de dados on-line (Táxeus, Google Acadêmico). As referências bibliográficas dos trabalhos levantados encontram-se na **Erro! Fonte de referência não encontrada. 6.4.4-9.**

Para a realização da pesquisa foram utilizados os termos: “mamíferos” ou “mastofauna” ou “mammals” ou “Mammalia” ou “morcegos” ou “bats” ou “chiroptera” ou “roedores” ou “rodentia”, estes foram pesquisados com “São José dos Campos” ou “Piracaia” ou “Igaratá” ou “Jacareí” ou “Santa Isabel” ou “Nazaré Paulista”.

Todos os táxons listados até o nível de espécie foram categorizados quando ao grau de preservação para o estado de São Paulo (SMA 2014), para o Brasil (MMA 2008) e para o mundo (IUCN 2014). A nomenclatura e ordenamento taxonômico seguiram os critérios de Paglia et al. (2012).

TABELA 6.4.4-9. PRINCIPAIS REFERÊNCIAS UTILIZADAS PARA CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA MASTOFAUNA POR MEIO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Nome do Estudo	Autores	Região	Coordenadas
Estudo Técnico Ambiental com enfoque para a criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Augusto Ruschi.	MEIRA, M. B.	PNMAR, São José dos Campos, SP	(UTM) 23K 404916/7448586 404135/7449632
Caracterização e monitoramento da fauna de peixes, anfíbios, répteis, mamíferos e aves na área de influência do Centro de Disposição de Resíduos CDR – Pedreira e região do Parque Estadual da Cantareira (São Paulo, SP) adjacente ao empreendimento.	CASTRO, C. R.; VULTÃO, J. G.; SILVA, E. P.; FAVORITO, S. E.	Parque Estadual da Cantareira, SP.	(WGS84) 23° 24' 5" S, 46° 35' 24" W
Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil, parasitism, rates and host-parasite associations.	BERTOLA, P. B.; AIRES, C. C.; FAVORITO, S. E.; GRACIOLLI, G. AMAKU, M.; PINTO-DA-ROCHA, R.	Parque Estadual da Cantareira, SP.	(WGS84) 23° 24' 5" S, 46° 35' 24" W
Plano de Manejo RPPN Rio dos Pilões	ALMEIDA, A. F.	Santa Isabel, SP	(UTM) 23K 368730/7422161

B.2. Levantamento de Dados Primários

B.2.1. Métodos de amostragem e esforço empregado

Com o propósito de caracterizar a comunidade de médios e grandes mamíferos na AID da Interligação entre as Represas Jaguari e Atibainha foram utilizados métodos complementares de amostragem:

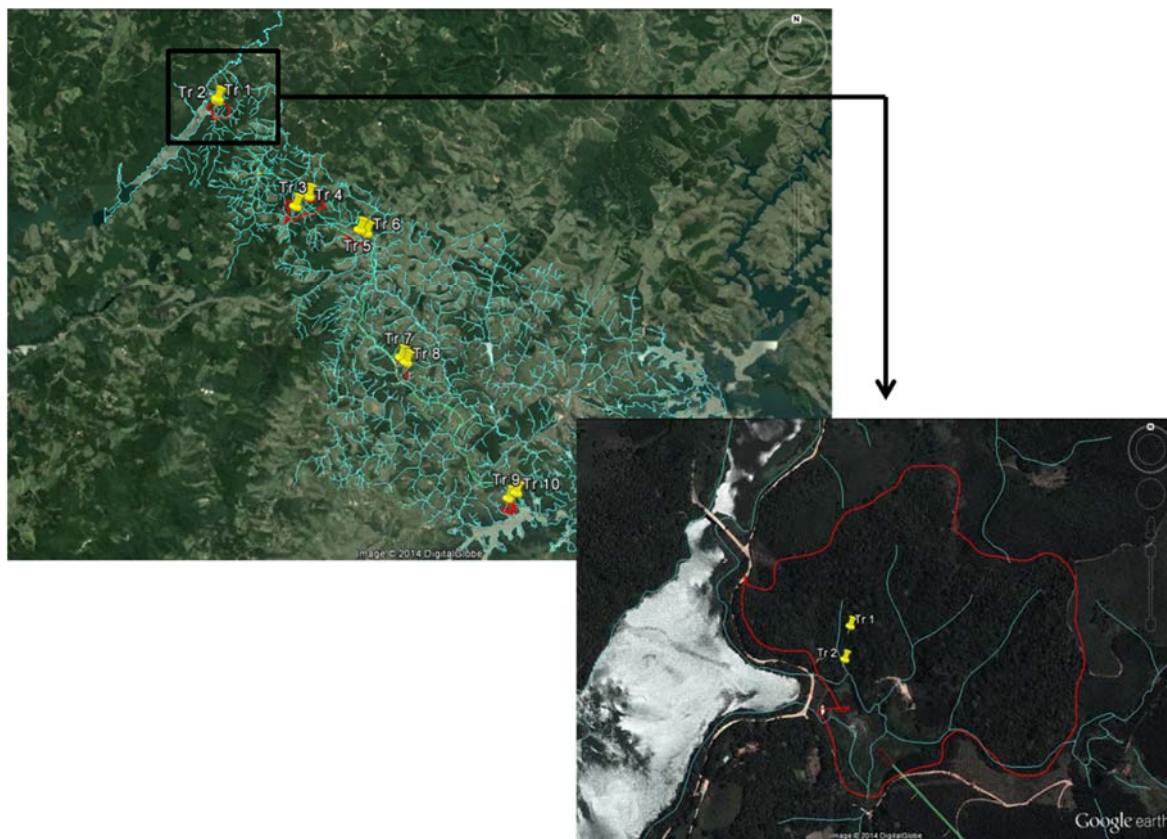
Armadilhas-fotográficas: foram dispostas 10 trapas-câmeras, duas em cada local de amostragem (**Tabela 6.4.4-10 e Foto**) para registrar a presença de animais de médio-grande porte. Este método pode registrar a presença de espécies terrestres e também escansoriais ou arborícolas, além de esclarecer a identificação de espécies com rastros semelhantes (Alves & Andriolo, 2005). A fim de atrair os animais foi usada uma mistura de iscas com manga, abacaxi, banana, milho, abóbora, sal grosso, calabresa e ração para gatos e cães domésticos.

TABELA 6.4.4-10. COORDENADAS (UTM, DATUM SAD 69) DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS DISPOSTAS DURANTE O LEVANTAMENTO DE MASTOFAUNA NA AID DA INTERLIGAÇÃO DAS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA

Município	Local	Armadilhas fotográficas	Coordenadas 23K	
			UTM X	UTM Y
Nazaré Paulista, SP	Área 5	Câmera 1	369317 m E	7443247 m S
	Área 5	Câmera 2	369304 m E	7443173 m S
Igaratá e Nazaré Paulista, SP	Área 4	Câmera 3	372035 m E	7439609 m S
	Área 4	Câmera 4	372452 m E	7439960 m S
Igaratá, SP	Área 3	Câmera 5	374204 m E	7438854 m S
	Área 3	Câmera 6	374425 m E	7438755 m S
Igaratá, SP	Área 2	Câmera 7	375643 m E	7434498 m S
	Área 2	Câmera 8	375827 m E	7434337 m S
Santa Isabel, SP	Área 1	Câmera 9	379389 m E	7429716 m S
	Área 1	Câmera 10	379642 m E	7429916 m S

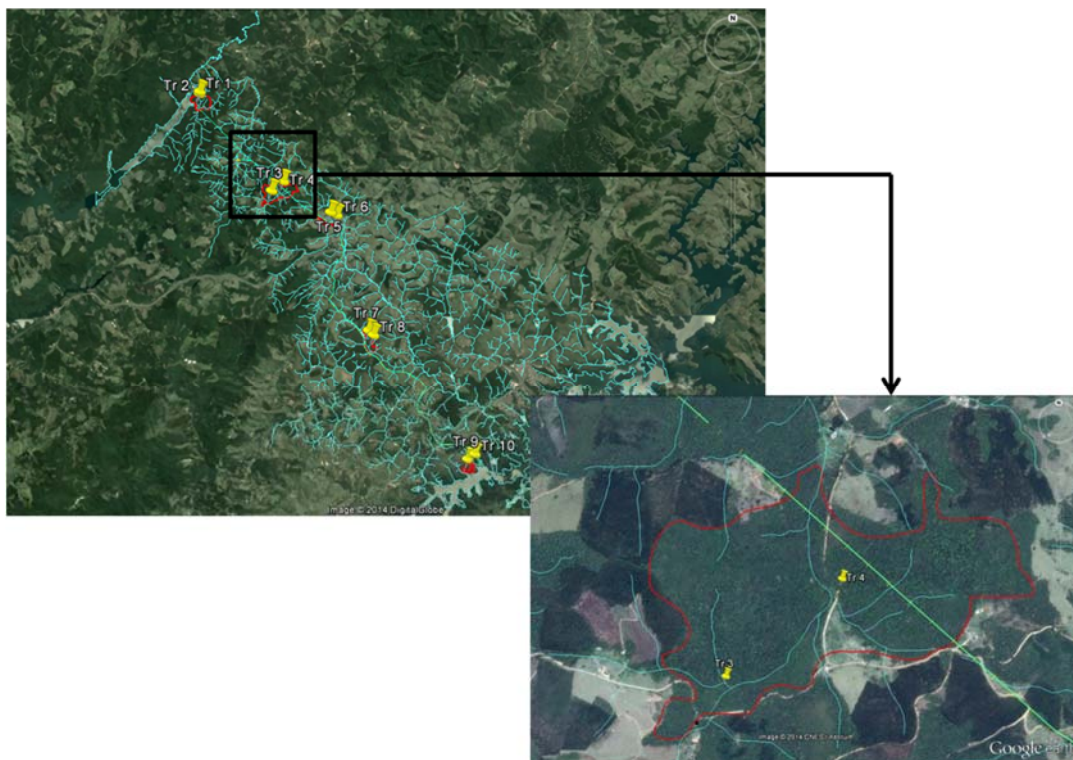


FIGURA 6.4.4-13. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS 1 E 2 UTILIZADAS PARA O LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA.



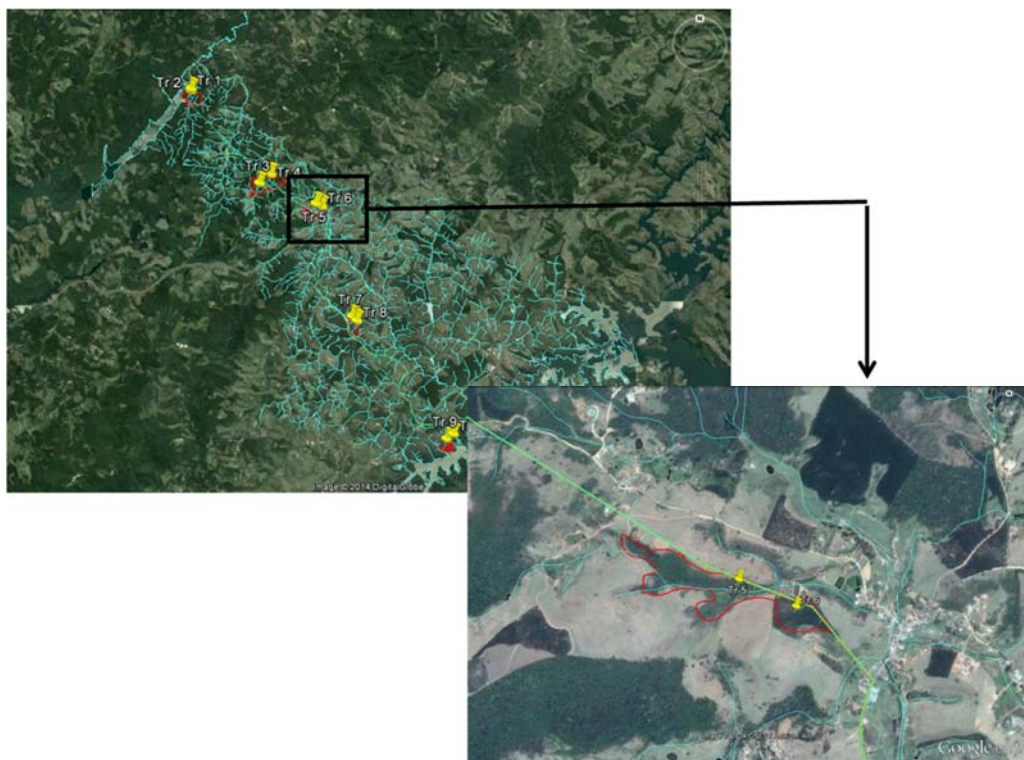
Fonte: Digital Globe/Google Earth (modificado).

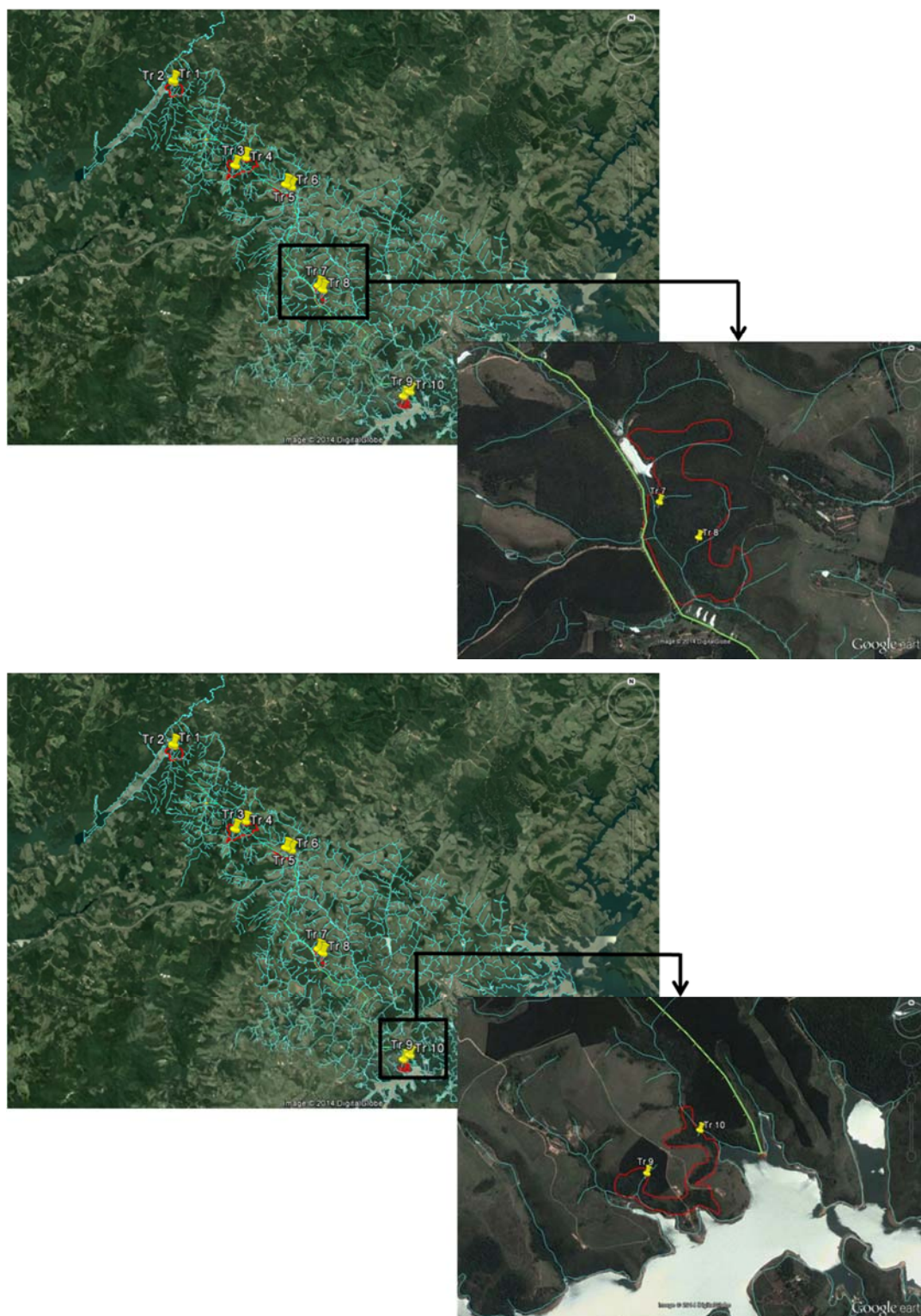
FIGURA 6.4.4-14. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS 3, 4, 5 E 6 UTILIZADAS PARA O LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA



Fonte: Digital Globe/Google Earth (modificado).

FIGURA 6.4.4-15. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS 7, 8, 9 E 10 UTILIZADAS PARA O LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA





Fonte: Digital Globe/Google Earth (modificado)

Procura Ativa: foram realizadas observações diretas e indiretas (vestígios) de mamíferos de hábitos diurnos e noturnos em horários variados. O esforço foi medido em horas de observação (busca direta a pé e/ou de carro). Os mamíferos de médio-grande porte também foram amostrados por meio de registro de vestígios. As pegadas constituem indicadores importantes da presença de espécies visualmente difíceis de serem registradas (Pardini *et al.*, 2003). Rastros, fezes e demais vestígios encontrados foram registrados como indicativo da presença das espécies. Os manuais de Becker & Dalponte (2013) e Mamede & Alho (2008) foram utilizados para auxiliar nas identificações dos vestígios e pegadas.



Foto - Biólogo realizando busca ativa

Entrevistas: moradores locais, residentes há alguns anos na área e conhecedores do ambiente, foram entrevistados sobre a presença de mamíferos na região para auxiliar a elaboração de uma lista de fauna presente na AID. Os manuais de Emmons & Feer (1999) e Mamede & Alho (2008) foram utilizados para auxiliar nas identificações. A análise dos resultados oriundos das entrevistas foi sempre cautelosa e levou em consideração a experiência do entrevistador com esse método.

B.2.2. Áreas Amostras

Dentro de cada uma das áreas pré-selecionadas para o levantamento da fauna, os pontos de instalação das câmeras assim como os locais para procura ativas foram selecionados em campo. Para amostragem dos médios e grandes mamíferos foi empregado um esforço de 50 câmeras noite, de 35 h/homem de busca por vestígios e cerca de 4 h de procura em estradas. Uma síntese do esforço amostral para cada método (armadilha fotográfica, procura ativa e procura em estradas) por área encontra-se na **Tabela 6.4.4-11**. Nas **Fotos** na sequência é possível observar parcialmente cada área de amostragem e na

TABELA 6.4.4-12 há uma breve descrição das áreas de amostragem.

TABELA 6.4.4-11. MASTOFAUNA. ESFORÇO EMPREGADO EM CADA MÉTODO POR ÁREA DE AMOSTRAGEM

Áreas	Santa Isabel, SP	Igaratá, SP		Nazaré Paulista, SP	
Esforço / Metodologia	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Armadilha fotográfica (câmeras/noite)	10	10	10	10	10
Procura ativa (horas)	7h	7h	7h	7h	7h
Estradas (horas)	1h 30min-		1h 30min		1h 30min

TABELA 6.4.4-12. BREVE DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM DA MASTOFAUNA

Local	Coordenadas (UTM)		Vegetação
	Este	Sul	
Área 1 (Santa Isabel, SP)	379628	7429711	Área de mata pequena, com sub-bosque escasso, limitada ao vale de duas nascentes, sendo a porção Leste em matriz de pasto e a porção Oeste entre pasto e eucaliptal.
Área 2 (Igaratá, SP)	375692	7434188	Fragmento de mata em matriz de eucaliptal ladeado por tanques de piscicultura.

Local	Coordenadas (UTM)		Vegetação
	Este	Sul	
Área 3 (Igaratá, SP)	374221	7438836	Fragmento heterogêneo, formado basicamente por três fisionomias, sendo aproximadamente 1/3 de eucaliptal, 1/3 de brejo e 1/3 de área de mata praticamente sem sub-bosque.
Área 4 (Igaratá e Nazaré Paulista, SP)	372825	7439747	Fragmento de mata em melhor estado de conservação do que as demais, com muitas nascentes e sub-bosque denso. Presença maciça de palmitos.
Área 5 (Nazaré Paulista, SP)	369416	7442985	Área heterogênea composta por um fragmento de mata em bom estado de conservação, com muitas nascentes e sub-bosque denso em parte e presença de gramíneas e samambaias em uma porção mais a Oeste, e uma grande área de brejo ao sul.

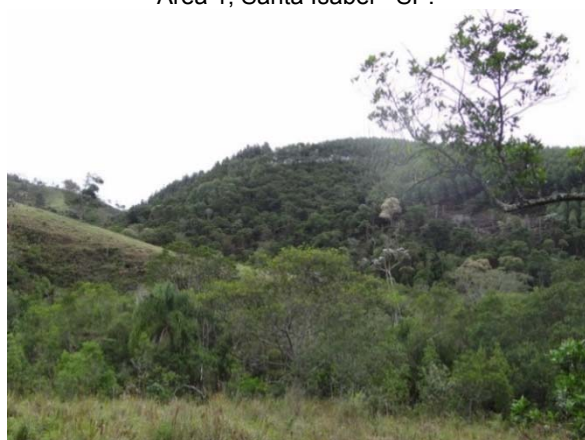
Nota – levantamento para elaboração do EIA/RIMA das obras da Interligação das represas Jaguari e Atibainha, entre os dias 30/09 e 05/10/2014.



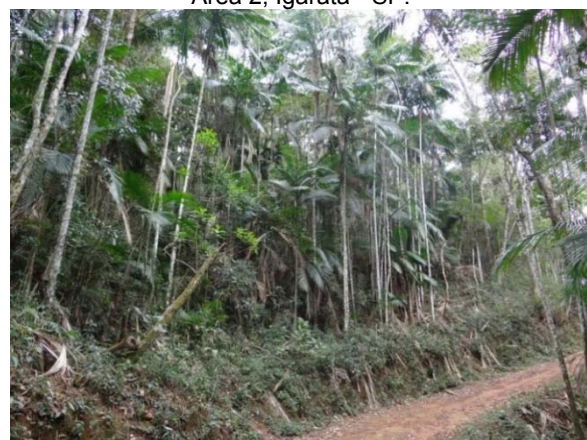
Área 1, Santa Isabel - SP.



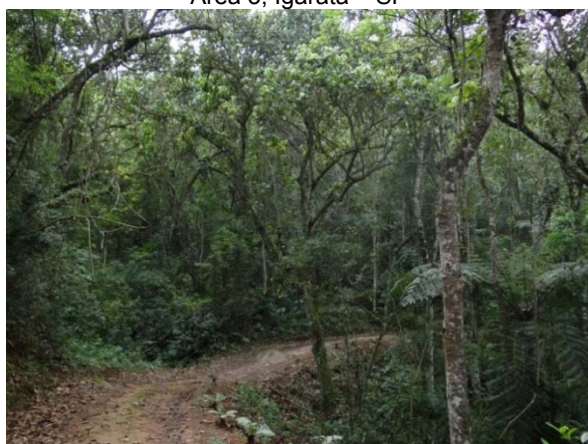
Área 2, Igaratá - SP.



Área 3, Igaratá - SP



Área 4, Igaratá e Nazaré Paulista - SP



Área 5, Nazaré Paulista - SP

B.3. Análise dos Dados Primários

A característica dos dados coletados para médios e grandes mamíferos permite que sejam realizadas apenas análises qualitativas. Dessa forma, os mamíferos foram analisados quanto ao número de espécies e número de registros por área de amostragem e por método utilizado, assim como para a área de amostragem como um todo. As espécies amostradas foram caracterizadas por seu endemismo quanto aos biomas brasileiros (Reis et al., 2011; Paglia et al., 2012) e à presença em listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção (SMA, 2014; IUCN, 2014; MMA, 2008). A classificação taxonômica e nomenclatura das espécies seguiram Wilson e Reeder (2005), Reis et al. (2011), Gardner (2008) e Paglia et al. (2012).

C. Mastofauna de provável ocorrência na All

Segundo o levantamento de dados secundários (**Anexo 2.4**) existem 95 espécies de mamíferos de provável ocorrência na All com representantes de 26 famílias em oito Ordens, sendo 11 espécies de marsupiais (Didelphideos), uma espécie de Pilosa, duas espécies de Cingulata, 33 espécies de morcegos (Chiroptera), seis espécies de Primatas, dez espécies de Carnívoros, três espécies de Artiodactyla e 25 espécies de roedores (Rodentia).

Dentre as espécies listadas, 28 (29,4%) sofre algum grau de ameaça, onde 15 são categorizadas como “espécie ameaçada” de extinção para o estado de São Paulo, sete como “quase ameaçada” e cinco estão classificadas como “deficiente de dados” (SMA, 2014). Para a lista nacional de espécies ameaçadas de extinção foram observados 15 registros na categoria “ameaçado”, destes o bugio (*Alouatta guariba*) consta como “criticamente em perigo”, o mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*) como “em perigo” e oito outros táxons como “vulnerável”, além de cinco espécies classificadas como “deficientes de dados” (MMA 2008). De acordo com a IUCN (2014), para a lista mundial, existem 12 espécies ameaçadas, sendo o mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*) classificado como “em perigo” e outros quatro táxons como “vulnerável”, além de três espécies classificadas como “quase ameaçadas” e quatro como “deficientes de dados”.

Dentre as espécies de mamíferos possíveis de ocorrer na área de estudo, 13 espécies são endêmicas do Brasil e/ou da Mata Atlântica, representando 13,7% das espécies ocorrentes. Dessas, duas são marsupiais, três primatas e oito roedores de pequeno porte.

Com relação às espécies de pequenos mamíferos levantados como de provável ocorrência na All pode-se dizer que a comunidade está bem representada, com a presença de grande parte das espécies ocorrentes na região e estado (Vivo et al., 2011; Umetsu et al., 2006; Pardini & Umetsu, 2006; Pardini et al., 2005; Naxara & Marcili, 2005). Nota-se que, entre as 13 espécies levantadas como endêmicas da Mata Atlântica para a All, oito espécies são de pequenos mamíferos. De fato, espera-se que animais de menor porte, com baixa capacidade de deslocamento e pequenas áreas de vida sejam mais restritos a determinados tipos de florestas, ou seja, possuem maiores taxas de endemismos (Costa et al., 2005).

Para o grupo dos primatas foram levantadas seis espécies na All sendo que três são endêmicas da Mata Atlântica e duas ameaçadas no Estado (São Paulo, 2009). Os primatas, assim como os pequenos mamíferos, também possuem altas taxas de endemismos e são espécies com restrições de habitat (Costa et al., 2005), devido ao hábito estritamente florestal.

Por outro lado, ao contrário dos primatas e dos pequenos mamíferos, os mamíferos de médio e grande porte, e grande parte dos morcegos possuem amplas distribuições geográficas e ocupam uma grande variedade de habitats, de florestas úmidas a vegetações abertas, ocorrendo na maioria dos casos por todo o Brasil. Para essas espécies, a importância ecológica não está relacionada com distribuições geográficas restritas, mas sim com a função ecológica que desempenham no ambiente. Dessa forma, pode-se dizer que a comunidade de mamíferos de maior porte levantada como de provável ocorrência na All possui boa representatividade ecológica, já que contempla os diversos grupos que desempenham suas respectivas funções para o equilíbrio ambiental e funcionamento da floresta. As espécies frugívoras e/ou herbívoras, como a preguiça (*Bradypus variegatus*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), a paca

(*Cuniculus paca*) entre outras, tem papel importante na dispersão de sementes e na predação de sementes e plântulas e sua exclusão causa profundas modificações no recrutamento de plantas, levando à perda de diversidade das árvores em florestas tropicais (De Steven & Putz, 1984; Dirzo & Miranda, 1991). Por outro lado, os mamíferos carnívoros, principalmente os predadores de topo de cadeia como a onça-parda (*Puma concolor*), controlam as populações de herbívoros e frugívoros (Terborgh, 1992).

A mastofauna vivente na região de estudo está relativamente íntegra e deve-se ressaltar que uma boa parte das espécies levantadas é sensível a perturbações antrópicas como a perda, fragmentação e degradação do habitat. Portanto, grandes supressões florestais, além de diminuir o habitat disponível para as espécies, podem causar perdas irreversíveis, principalmente para as espécies de pequenos mamíferos florestais que não conseguem atravessar e ocupar áreas abertas e degradadas.

D. Mastofauna da AID

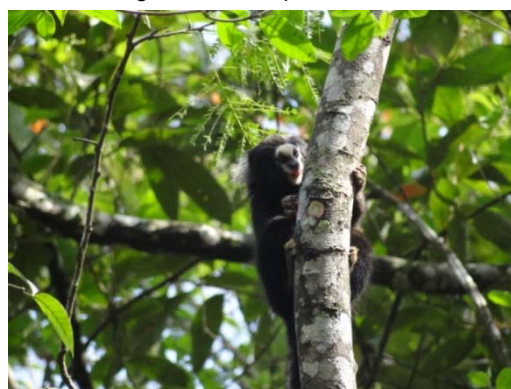
Durante o trabalho de campo foram registradas diretamente (busca ativa e armadilhas fotográficas) 11 espécies de médios e grandes mamíferos silvestres, no entanto, somando-se os relatos obtidos por meio de entrevistas esse número sobe para 18 espécies. Estas são distribuídas da seguinte forma: duas espécies da Ordem Didelphimorphia, uma espécie da Ordem Cingulata, três espécies da Ordem Primates, quatro espécies da Ordem Rodentia e oito espécies da Ordem Carnívora (**Tabela 6.4.4-13** e **Fotos** na sequência). No entorno das áreas também foram encontrados mamíferos domésticos, *Felis catus* (gato-doméstico) e *Canis familiaris* (cachorro-doméstico).



Pegada de capivara – M-4



Pegada de mão-pelada – M-5



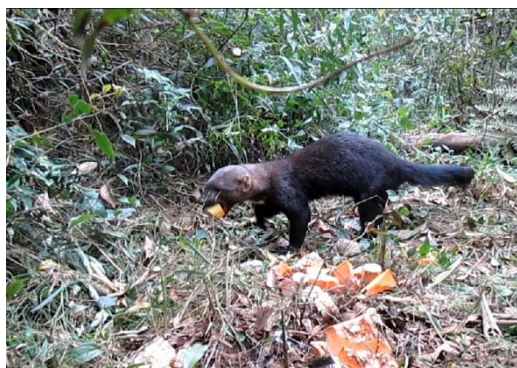
Callicebus nigrifrons – M-4



Callithrix aurita – M-5



Didelphis aurita – M-3



Leopardus tigrinus – M-2



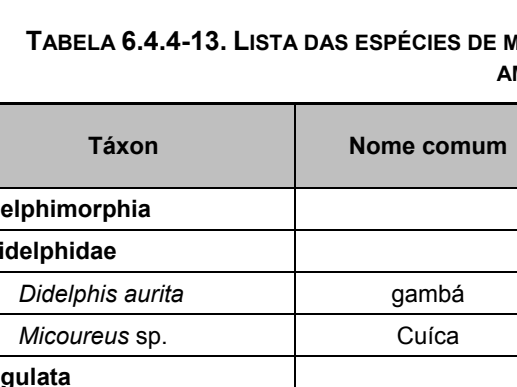
Eira barbara – M-2



Cerdocyon thous – M-1



Guerlinguetus ingrami – M-1



Micoureus paraguayanus – M-1

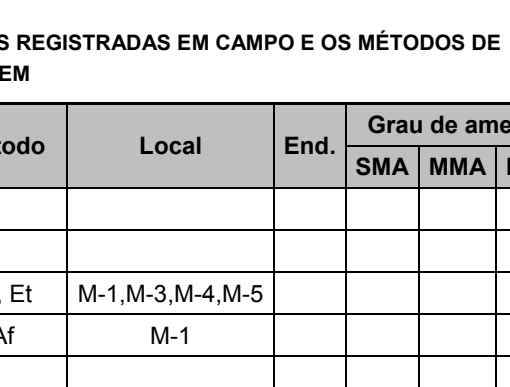


TABELA 6.4.4-13. LISTA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS EM CAMPO E OS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Táxon	Nome comum	Método	Local	End.	Grau de ameaça		
					SMA	MMA	IUCN
Didelphimorphia							
Didelphidae							
<i>Didelphis aurita</i>	gambá	Af, Et	M-1,M-3,M-4,M-5				
<i>Micoureus sp.</i>	Cuíca	Af	M-1				
Cingulata							
Dasypodidae							
<i>Dasypus sp.*</i>	tatu	Et	M-3, M-5				
Primates							

Táxon	Nome comum	Método	Local	End.	Grau de ameaça		
					SMA	MMA	IUCN
Callitrichidae							
<i>Callithrix aurita</i>	sagui-da-serra-escuro	BA	M-4, M-5	BRA			VU
Pitheciidae							
<i>Callicebus nigrifrons</i>	guigó, sauá	BA, Ec	M-4, M-5	BRA			NT
Atelidae							
<i>Alouatta</i> sp.		Voc	M-4				
Carnivora							
Felidae							
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	Af	M-2, M-4		AM	VU	
<i>Puma concolor</i> *	onça-parda	Et	M-1		AM	VU	
Canidae							
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	Af, Et	M-1, M-3				
<i>Chrysocyon brachyurus</i> *	lobo-guará	Et	M-1		AM	VU	NT
Mustelidae							
<i>Eira barbara</i>	irara	Af, Et	M-2, M-3				
<i>Lontra longicaudis</i> *	lontra	Et	M-1, M-2		NT		DD
Procyonidae							
<i>Nasua nasua</i>	quati	Et	M-5				
<i>Procyon cancrivorus</i>	guaxinim, mão-pelada	Pg	M-4, M-5				
Rodentia							
Caviidae							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	Et, Pg	M-1, M-4				
Cuniculidae							
<i>Cuniculus paca</i> *	paca	Et	M-5		NT		
Erethizontidae							
<i>Coendou spinosus</i> *	Ouriço-cacheiro	Et	M-3, M-5		DD		
Sciuridae							
<i>Guerlinguetus ingrami</i>	esquilo	Af, BA, Et	M-1, M-5	BRA			

As espécies foram categorizadas de acordo com o grau de ameaça de extinção para o estado de São Paulo (SMA, 2014), para o Brasil (MMA, 2008) e para o Mundo (IUCN, 2014) – AM = ameaçado, CR = criticamente ameaçado, EN = em perigo, VU = vulnerável, NT = quase ameaçado e DD = deficiente de dados. Onde: AF = armadilha fotográfica; Av = avistamentos; Et = entrevista; Fz = fezes; Od = odor; Pg = pegadas; Tc = toca; Vt = vestígios.

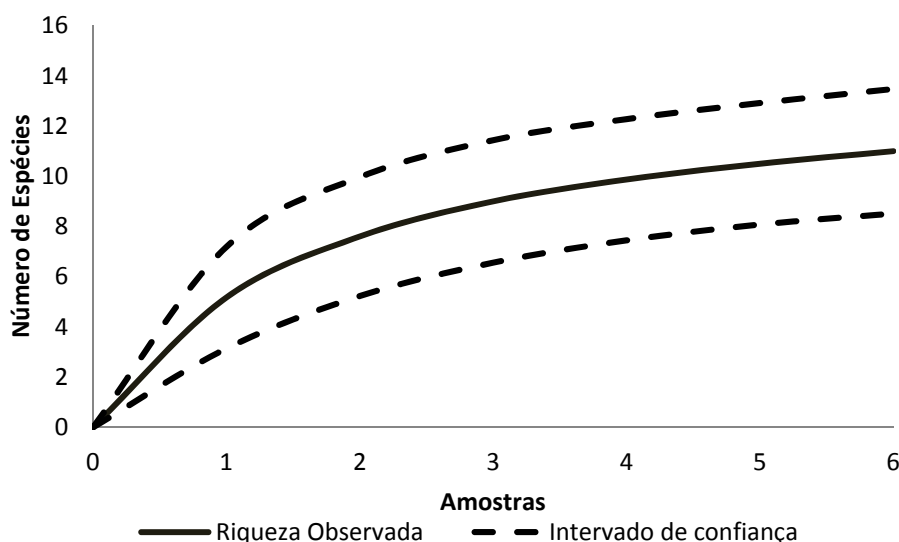
Nota - A nomenclatura segue Paglia, et al. (2012) e Reis et al. (2011).

No total, foram efetuados 49 registros somando-se busca ativa e armadilhas fotográficas, sendo o maior número de registros realizado por meio das câmeras fotográficas (35, 71%), seguido por 14 registros (ou 28,6% dos 49 registros) obtidos pela busca ativa. Entretanto, embora a diferença de número de registros tenha sido muito grande entre os métodos, ambos apresentaram uma riqueza de seis espécies de mamíferos silvestres. Dos registros efetuados pelas câmeras 18 foram de gambá (*Didelphis aurita*), cinco de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), quatro registros de irara (*Eira barbara*) e gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), dois registros de cuíca (*Micoureus paraguayanus*) e um de esquilo (*Guerlinguetus ingrami*). Dos registros efetuados por meio da busca ativa a espécie de primata sauá (*Callicebus nigrifrons*) foi a mais observada (28,6%), tendo as demais espécies sido registradas de uma a três vezes.

A **Figura 6.4.4-16** ilustra a curva de acumulação de espécies para os médios e grandes mamíferos amostrados diretamente, considerando a presença e ausência de espécies

considerando os seis dias de amostragem para o levantamento da mastofauna. A curva ainda não se encontra estabilizada, indicando que mais espécies poderiam ser acrescentadas às áreas amostradas.

FIGURA 6.4.4-16. CURVA DE ACÚMULO DE ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS SILVESTRES REGISTRADOS E O INTERVALO DE CONFIANÇA MÁXIMO E MÍNIMO PARA O LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA



Das 11 espécies amostradas diretamente, três encontram-se em pelo menos uma das categorias de ameaça de acordo com a lista de espécies ameaçadas do estado de São Paulo (2014), do MMA (2010) e/ou da IUCN (2014), são elas sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*), o guigó (*Callicebus nigrifrons*) e o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) (Tabela 6.4.4-13). Adicionalmente, vale destacar que três espécies levantadas são endêmicas do Brasil, dois Primatas e um Roedor (Tabela 6.4.4-13).

Entre as espécies registradas apenas por entrevistas no presente estudo, as de maior destaque são as pertencentes à ordem Carnívora, como a onça-parda (*Puma concolor*), o canídeo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a lontra (*Lontra longicaudis*). Estas espécies são ameaçadas de extinção, tanto para o Estado de São Paulo como para o Brasil (SMA, 2014; MMA, 2008; Tabela 6.4.4-13). A presença destas espécies deve ser rara na área de estudo e provavelmente são indivíduos em migração/deslocamentos regionais ou animais residentes, mas encontrados em baixa abundância.

A lontra, apesar de ser quase ameaçada em nível nacional e deficiente em dados na lista da IUCN (2014), foi citada nas entrevistas de quase todas as áreas, e aparentemente é uma espécie relativamente comum nos riachos da região. A onça-parda, considerada espécie vulnerável na lista nacional (MMA, 2010) e ameaçada na lista estadual (SMA, 2014) só foi relatada para área 3, área mais degradada dentre as amostradas, com forte presença de eucaliptos e mata em estágio inicial de regeneração, devido estas características a onça deve utilizar esta área somente para passagem, não sendo, provavelmente, um indivíduo residente. A paca, apesar de constar como quase ameaçada na lista nacional (MMA, 2010), só persiste em poucas áreas, não sendo mais encontrada nos fragmentos pequenos e mais degradados, foi relatada para a área 5, local com árvores altas e um sub-bosque estruturado com presença de água limpa. O lobo-guará também foi citado pelos entrevistados como ocorrente na área 1. Essa espécie é ameaçada pela lista estadual (SMA, 2014), vulnerável pela lista nacional (MMA, 2010) e quase ameaçada pela lista internacional (IUCN, 2014), embora em alguns estados brasileiros ela seja abundante, como em Minas Gerais. O relato de sua presença foi para área 1, área que assim como a 3, apresenta forte degradação e presença de eucalipto, a presença de espécies ameaçadas em locais com baixa oferta de alimento, dá-se pelo uso como passagem para outros fragmentos maiores e ainda, no caso do

lobo-guará, esta é uma espécie que prefere áreas abertas, habitando originalmente áreas de Cerrado (Paglia et. al., 2012).

Fato relevante a ser mencionado é a não citação de primatas nas entrevistas, no entanto estas espécies foram avistadas e ouvidas frequentemente nas áreas de amostragem 4 e 5. A presença de primatas nestas áreas só reforça o bom estado destes fragmentos, que são áreas maiores, mais continuas, provavelmente apresentando grande disponibilidade de alimento.

Para análise de uso de hábitat, dieta, e hábito, foram considerados os dados obtidos direta e indiretamente em campo. Em relação ao tipo de ambiente utilizado, houve a predominância de espécies que utilizam tanto ambientes abertos quanto fechados (44,44% das espécies registradas) (**Figura 6.4.4-17**). Adicionalmente, há uma parcela significativa de espécies que dependem de habitats florestais (33,33%). Esses dados demonstram que aproximadamente metade dessa comunidade registrada no presente estudo pode tolerar algum nível de alteração de seu habitat com remoção de vegetação ou perturbação da mesma, pois ocorre em ambientes florestais e abertos. Contudo, uma parcela significativa dessa comunidade é dependente de florestas e extremamente susceptível a perda e fragmentação de habitats florestais. Os primatas, a paca (*Cuniculus paca*) e a lontra (*Lontra longicaudis*) são exemplos de espécies que dependem da manutenção de ambientes florestais para sua permanência na região. Observa-se que 66,67% das espécies registradas apresentam hábitos noturnos e crepusculares.

A outra parte dividiu-se entre as atividades diurnas (27,78%) ou ambos os períodos (5,56%) (**Figura 6.4.4-18**).

FIGURA 6.4.4-17. RIQUEZA DE MAMÍFEROS GRANDES E MÉDIOS DE ACORDO COM O HABITAT PREFERENCIAL REGISTRADO.

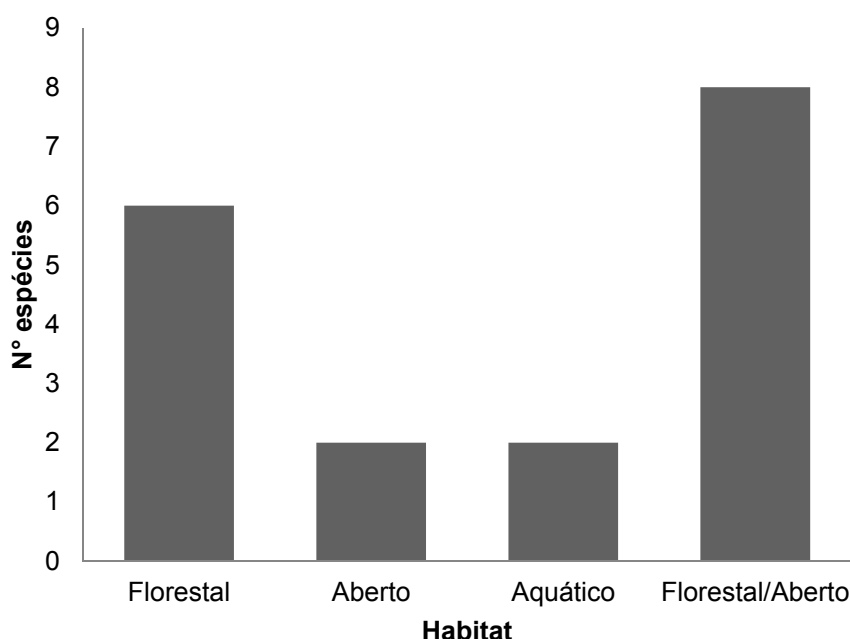
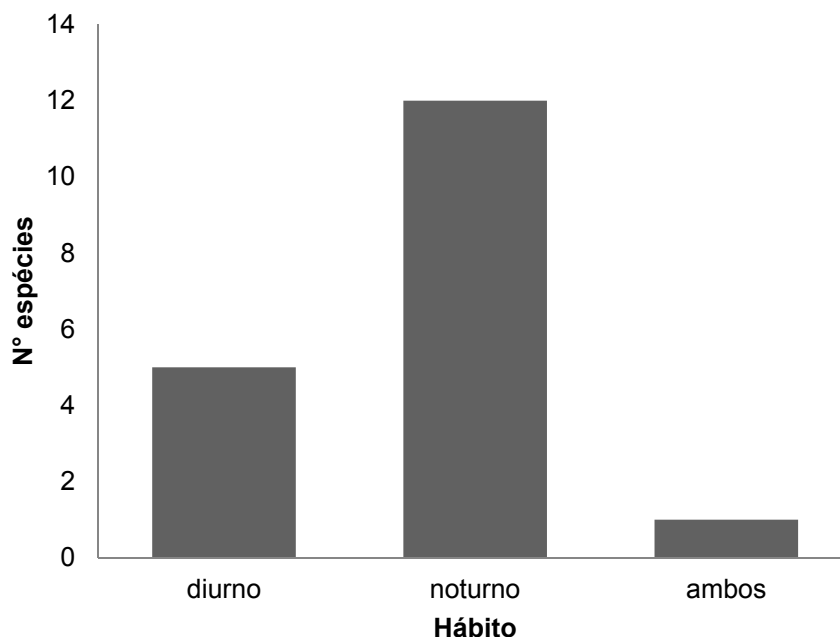
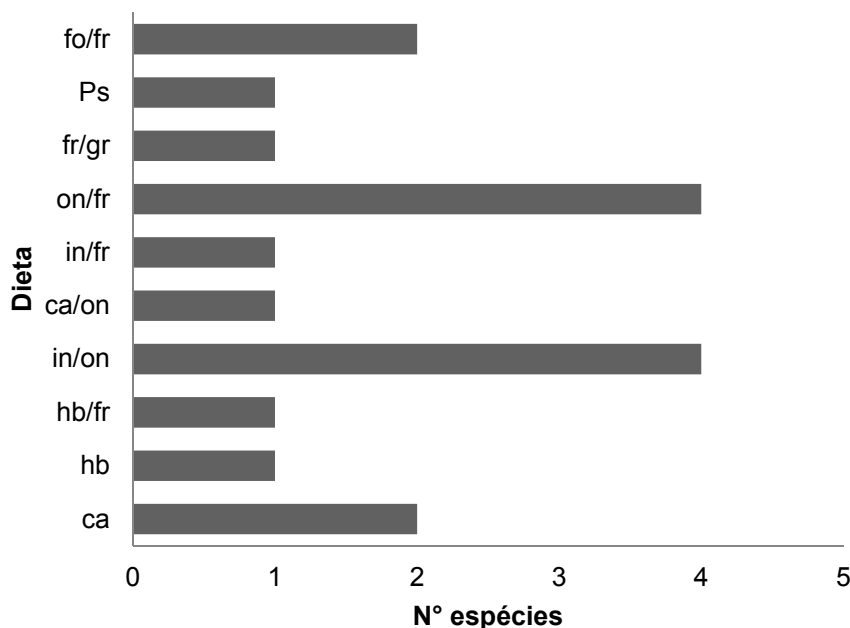


FIGURA 6.4.4-18. RIQUEZA DE MAMÍFEROS GRANDES E MÉDIOS DE ACORDO COM O PERÍODO DE ATIVIDADE.



Quanto aos hábitos alimentares, a comunidade da região de estudo abriga espécies pertencentes a dez guildas diferentes (**Figura 6.4.4-19**). O grupo dos frugívoros (frugívoros-onívoros, frugívoros-insetívoros, frugívoros-granívoros, frugívoros-folívoros e frugívoros-herbívoros) somados representou cerca de 50% do total. Os insetívoro-onívoros correspondem a 22,22% da comunidade amostrada. Os carnívoros (carnívoros estritos, carnívoro-onívoros) representaram 16,67% da comunidade, já os herbívoros (herbívoros estritos) e piscívoros representaram 5,56% cada um. Essa diversidade de hábitos alimentares demonstra haver uma variedade de nichos e habitats na região de estudo que permite a ocorrência de espécies com requerimentos diferenciados. As espécies com exigências mais específicas, como os carnívoros estritos (felinos de modo geral) ou mesmo os frugívoros, são os mais vulneráveis a alterações ambientais e perda de seus nichos exclusivos. A manutenção dessas espécies indica a presença de alguns refúgios na região (áreas 4 e 5), apesar da evidente degradação de muitos desses fragmentos (áreas 1, 2 e 3). Fica evidente, portanto, que somente a manutenção de fragmentos de vegetação nativa, e com algum grau de conectividade, poderá fornecer suprimentos para as espécies mais exigentes, além da diminuição da pressão de caça.

FIGURA 6.4.4-19. RIQUEZA DE MAMÍFEROS GRANDES E MÉDIOS DE ACORDO COM A DIETA.



Nota - Fo/Fr: folívoro/frugívoro; on/fr: onívoro/frugívoro; in/fr: insetívoro/frugívoro; In/On: insetívoro/onívoro; Fr/gr: frugívoro/granívoro; Fr/Hb: frugívoro/herbívoro; HB: herbívoro podador; Ca/On: carnívoro/onívoro; Ca: carnívoro e PS – piscívoro

Das 95 espécies de mamíferos registrados para a AII, que incluiu pequenos, médios e grandes mamíferos e morcegos, 33 eram de espécies de mamíferos de médio e grande porte. No presente estudo foram listadas 18 espécies de grandes e médios mamíferos para a AID do empreendimento.

Quando comparados os resultados do levantamento de dados secundários para grandes mamíferos com os dados primários, verifica-se que os dados obtidos na campanha de campo representam 33%, da riqueza de possível ocorrência. Se se consideram as entrevistas, esta porcentagem sobe 55%, sem o acréscimo de nenhuma espécie a lista. Este resultado deve-se ao fato de se tratar de um levantamento relativamente rápido, e ainda das condições de campo, onde o solo compactado e a alta abundância de folhiço em diversas trilhas dificultam a visualização de rastros/vestígios dos mamíferos.

Além dos mamíferos de médio e grande porte que eram foco do levantamento de dados primários, foram registrados durante busca ativa três espécies de morcegos (*Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina* e *Mimon bennettii*) e uma de roedor (*Oligoryzomys* sp.). Esses dados não entraram nas análises anteriores, mas ampliam a lista de espécies registradas diretamente em campo para 15 espécies. Considerando os dados indiretos oriundos de entrevista, a lista passa a ter 22 espécies.

Apesar da elevada riqueza de espécies de mamíferos levantada para AII, a região encontra-se em processo de degradação, com a maioria das espécies encontradas nas AII e AID de animais com distribuição ampla no Brasil, com ocorrência em vários biomas (Reis et al., 2011; Paglia et al., 2012) e tipos de habitat. Portanto, são espécies com alguma tolerância às alterações na qualidade da vegetação e com grande capacidade de deslocamento entre os fragmentos de vegetação nativa e a matriz antrópica. Algumas espécies são perseguidas e caçadas pelo homem para lazer, consumo e/ou tráfico (com as espécies de tatu, veado, paca) e algumas espécies são também considerados pragas para a agricultura ou predadoras de animais domésticos. Portanto, a proximidade com o homem e a ausência de refúgios naturais constituem as maiores ameaças aos médios e grandes mamíferos (Reis et al., 2011; MMA, 2008).

6.4.4.6. Considerações Finais

O Diagnóstico da Fauna Terrestre, em sua campanha de amostragem de dados primários realizadas entre os dias 30/09 e 05/10/2014, registrou 194 espécies de aves, 18 de anfíbios, quatro de répteis, 18 de mamíferos de médio e grande porte.

Para a Avifauna a riqueza encontrada representou 65% de toda avifauna esperada para a região quando comparado com o levantamento de dados secundários, além do acréscimo de outras 20 espécies não citadas previamente. A riqueza encontrada pode ser considerada de média a alta quando comparada a outras áreas estudadas nas adjacências dos módulos amostrais por diferentes autores citados no levantamento de dados secundários. Ainda que este levantamento tenha sido realizado em apenas uma campanha, pontual e rápida, o esforço empregado foi suficiente para caracterização da avifauna das áreas amostrais, como sugere a curva de rarefação e os índices de riqueza. Entretanto, a inclusão de novas espécies é natural e esperada, a partir do emprego de um esforço de campo maior.

Para a herpetofauna a riqueza encontrada de anfíbios representou 54% e a de répteis apenas 6% de toda herpetofauna esperada para a região, com a adição de três espécies à lista elaborada por meio de dados secundários. No entanto, o baixo resultado era esperado, uma vez que a presente estação é fria e nesses períodos devido à baixa disponibilidade de alimento e devido à termorregulação típica da herpetofauna, muitas espécies permanecem entocadas esperando dias mais quentes para forrageamento bem como para reprodução. Muitos répteis possuem hábitos crípticos, fossoriais, semifossoriais ou são naturalmente menos abundantes, não sendo detectados pelo método de amostragem geralmente usado em avaliações rápidas. Além disso, assim como grande parte dos anfíbios, os répteis possuem suas atividades fortemente influenciadas pelas condições climáticas, permanecendo menos ativos quando há queda de temperatura (Gibbons & Semlitsch, 1987; Sawaya *et al.*, 2008; Wells, 2007). Infelizmente alterações repentinas nas condições climáticas, como a queda brusca de temperatura a partir do terceiro dia de amostragem, não são previsíveis a médio/longo prazo, interferindo em trabalhos de campo previamente agendados.

Para os médios e grandes mamíferos a riqueza encontrada diretamente em campo (n=11) representou 33% de toda mastofauna de porte médio e grande esperada para a região, sem adição de nenhuma espécie a lista elaborada por meio de dados secundários. Ao incluir espécies citadas na entrevista, a porcentagem passa para 55% do esperado. Assim, pode-se dizer que riqueza encontrada foi representativa, e o menor número de espécies encontrado, assim como a não adição de novas espécies pode ser explicada devido à característica das áreas amostradas, paisagem fragmentada com alguns fragmentos sem estrutura suficiente para abrigar espécies de grande porte, sendo locais utilizados provavelmente só para passagem.

Os levantamentos de campo mostraram que a fauna dos diferentes grupos registrada na AID apresenta grande heterogeneidade quanto aos seus hábitos alimentares, capacidade de deslocamento, fidelidade ao habitat, etc. A fauna de vertebrados terrestre das áreas de estudo conta tanto com espécies florestais e sensíveis a alterações do habitat, como também de espécies de áreas abertas, generalistas e menos sensíveis a alterações.

Cabe destaque a riqueza encontrada para avifauna (n=194), pois quando confrontada aos estudos disponíveis em remanescentes de mata para o Estado de São Paulo, revela ter uma riqueza semelhante e a ainda maior quando considerado também os dados secundários.

Foi observada para todos os grupos uma forte relação entre a qualidade da área de estudo e a presença de espécies sensíveis a alterações, sendo os fragmentos 4 e 5, ambos em Nazaré Paulista, os mais bem conservados e com presença de espécies típicas da Mata Atlântica. Por outro lado, as áreas dos fragmentos 1, 2 e 3, mais antropizadas, apresentaram menor riqueza e presença de espécies mais características de áreas abertas.

Assim, os dados aqui apresentados corroboram as informações obtidas a partir do levantamento de dados secundários, que apontam para um ambiente bem estruturado, com a presença de diversos elementos de interesse conservacionista, como as espécies endêmicas, ameaçadas e

sensíveis a distúrbios, indicando, por fim, que as áreas amostradas, embora bastante descaracterizadas e sob constante pressão antrópica, merecem atenção com relação aos possíveis impactos provocados pela implantação e execução do empreendimento em questão.

Por fim, vale ressaltar que foi observado em campo práticas de caça, com a presença de quatro armadilhas na área 4, como registra **Foto** a seguir. Essa atividade pode causar grande impacto em áreas de interesse biológico com a finalidade de preservação ambiental, fator que deve ser considerado ao longo da implantação das obras da Interligação das represas Jaguari e Atibainha.



Armadilha de laço encontrada no fragmento 4 durante as amostragens da herpetofauna para elaboração do EIA/RIMA das obras da Interligação das represas Jaguari e Atibainha, entre os dias 30/09 e 05/10/2014.

6.4.5. Biota Aquática

Para o estudo das comunidades aquáticas, a AII foi considerada como sendo: (i) o Sistema Cantareira e os cursos d'água da bacia do Piracicaba, a jusante, além do reservatório Paiva Castro, na bacia do Tietê, que recebe as águas transpostas do Cantareira; e (ii) o trecho paulista do rio Paraíba do Sul a jusante do reservatório de Santa Branca. A AID foi considerada como sendo os reservatórios Jaguari da CESP e Atibainha, os corpos d'água que serão interligados pela construção da Interligação.

Contrariamente ao que ocorre com variáveis físicas e químicas das águas, as variáveis biológicas, que permitem a caracterização das comunidades aquáticas, não são registradas em todos os locais onde ocorre o monitoramento da qualidade da água, o que dificulta estabelecer um quadro completo das características da área de interesse do Projeto.

As fontes de informação foram principalmente publicações científicas, particularmente as mais recentes e os relatórios de qualidade da água do monitoramento da CETESB, considerando, neste caso, as informações no período de 2010 a 2013.

6.4.5.1. Índices de Qualidade para Biota Aquática

Dos dados obtidos pelo monitoramento da CETESB foram aqui consideradas as variáveis e indicadores que mostram características do fitoplâncton, como a concentração de clorofila "a" e o Índice de Estado Trófico (IET), além do Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA), o Índice da Comunidade Fitoplanctônica e o Índice da Comunidade Zooplanctônica.

O Índice do Estado Trófico (CETESB, 2014) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias. No cálculo desse índice são utilizadas as concentrações de clorofila a e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois estes podem ser afetados pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor dessas informações.

O Índice do Estado Trófico (CETESB, 2014), apresentado e utilizado no cálculo do IVA é composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para diferentes ambientes segundo as equações:

Rios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

Reservatórios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2))$$

onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg/L;

ln: logaritmo natural.

O resultado dos valores mensais apresentados nas tabelas do IET é a média aritmética simples, com arredondamento da primeira casa decimal, dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a equação:

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para rios e reservatórios são mostrados nas tabelas a seguir:

TABELA 6.4.5-1. CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO PARA RIOS SEGUNDO ÍNDICE DE CARLSON MODIFICADO

Classificação do Estado Trófico - Rios				
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P (mg/m ³)	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$		$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$		$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$		$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$		$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$		$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$		$640 < P$	$7,46 < CL$

Fonte: CETESB (2014)

TABELA 6.4.5-2. CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO PARA RESERVATÓRIOS SEGUNDO ÍNDICE DE CARLSON MODIFICADO

Classificação do Estado Trófico - Reservatórios				
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P (mg/m ³)	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$S \geq 2,4$	$P \leq 8$	$CL \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$2,4 > S \geq 1,7$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < CL \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$1,7 > S \geq 1,1$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < CL \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$1,1 > S \geq 0,8$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < CL \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$0,8 > S \geq 0,6$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < CL \leq 69,05$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$0,6 > S$	$233 < P$	$69,05 < CL$

Fonte: CETESB (2014)

OIVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (CETESB, 2014) - tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), variáveis essas agrupadas no IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo (1990). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática. O IPMCA é composto por dois grupos de variáveis:

a) **Grupo de variáveis essenciais** (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade).

Para cada variável incluída no IPMCA, são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade, com ponderações numéricas de 1 a 3 e que correspondem a padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, e padrões preconizados pelas legislações americana (USEPA, 1991) e francesa (*Code Permanent: Environnement et Nuisances*, 1986), que estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água, com o propósito de evitar efeitos de toxicidade crônica e aguda à biota aquática.

b) **Grupo de substâncias tóxicas** (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes).

Neste grupo foram incluídas as variáveis que são atualmente avaliadas pela Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo e que identificam o nível de contaminação por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas. Poderão ser incluídas novas variáveis que venham a ser consideradas importantes para a avaliação da qualidade das águas, mesmo em nível regional. Esses níveis refletem as seguintes condições de qualidade de água:

Nível A: Águas com características desejáveis para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. Atende aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005 para águas classes 1 e 2 (BRASIL, 2005) (ponderação 1).

Nível B: Águas com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo (ponderação 2).

Nível C: Águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos (ponderação 3).

O IVA é calculado da seguinte forma:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

O valor resultante do índice descreve cinco classificações de qualidade, ilustradas na tabela a seguir:

TABELA 6.4.5-3. CLASSIFICAÇÃO DO IVA

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$IVA \leq 2,5$
BOA	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
REGULAR	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
RUIM	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$
PÉSSIMA	$6,8 \leq IVA$

Fonte: CETESB (2014)

O ICF – Índice da Comunidade Fitoplanctônica (CETESB, 2014) utiliza a dominância dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, a densidade dos organismos e o Índice de Estado Trófico (IET), visando separar em categorias a qualidade da água. Com a alteração do IET, em 2005, foi estabelecida uma nova ponderação dessa variável, válida tanto para o índice para rios (ICF_{RIO}) quanto para reservatórios (ICF_{RES}), conforme mostra a tabela seguinte:

TABELA 6.4.5-4. CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA – ICF

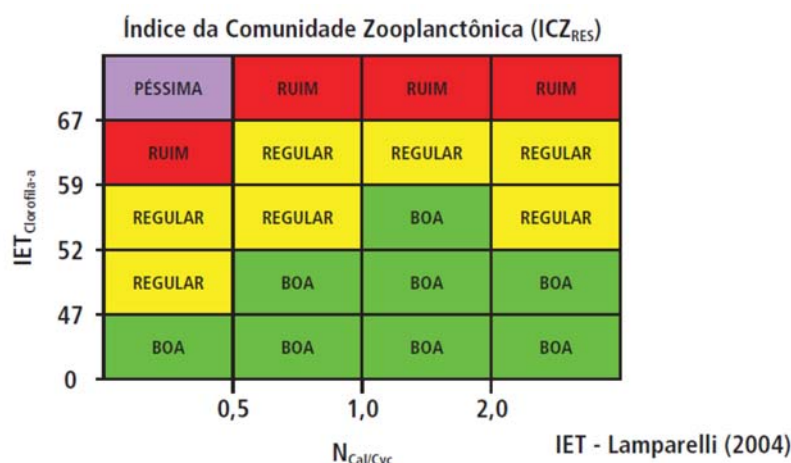
Categoria	Ponderação	Níveis
ÓTIMA	1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1.000 org/mL IET ≤ 52
BOA	2	Dominância de Clorófitas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1.000 e < 5.000 org/mL 52 < IET ≤ 59
REGULAR	3	Dominância de Clorófitas (Chlorococcales), Fitoflagelados ou Dinoflagelados Densidade total > 5.000 e < 10.000 org/mL 59 < IET ≤ 63
RUIM	4	Dominância de Cianobactérias ou Euglenófitas Densidade total > 10.000 org/mL 63 < IET

Fonte: CETESB (2014)

O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade será simplesmente a média aritmética das três ponderações parciais relativas a dominância, densidade e valor de IET.

O ICZ_{RES} – Índice da Comunidade Zooplânctônica para Reservatórios (CETESB, 2014) - relaciona a razão entre o número total de calanóides e o número total de ciclopóides (Ncal/ Ncyc), com o Índice de Estado Trófico (IET) para clorofila *a*. Estes dois resultados encontram-se associados com categorias Boa, Regular, Ruim e Péssima, obtidas a partir do seguinte quadro:

FIGURA 6.4.5-1. ÍNDICE DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA PARA RESERVATÓRIOS



Fonte: CETESB (2014)

Para a utilização da matriz diagnóstica ICZ_{RES} é necessária a presença de três grupos zooplânctônicos: Rotíferos, Cladóceros e Copépodes na amostra total. Na ausência de copépodes calanóides, emprega-se $N_{Cal} / N_{Cyc} < 0,5$; na presença de calanóides e ausência de ciclopóides, emprega-se $N_{CAL} / N_{CYC} > 2,0$; na ausência de rotíferos ou cladóceros, atribuir Ruim e, na ausência de copépodes, atribuir a condição Péssima.

6.4.5.2. Informações Limnológicas do Sistema Cantareira

CARVALHO (2003) estudou a comunidade fitoplanctônica em águas superficiais próximas à barragem de 6 reservatórios do estado de SP, incluído os reservatórios Atibainha e Cachoeira do Sistema Cantareira, em coletas trimestrais no período de um ano entre 1997 e 1998.

Os resultados obtidos nesses dois reservatórios são mostrados na **Tabela 6.4.5-5** e **Figura 6.4.5-2**.

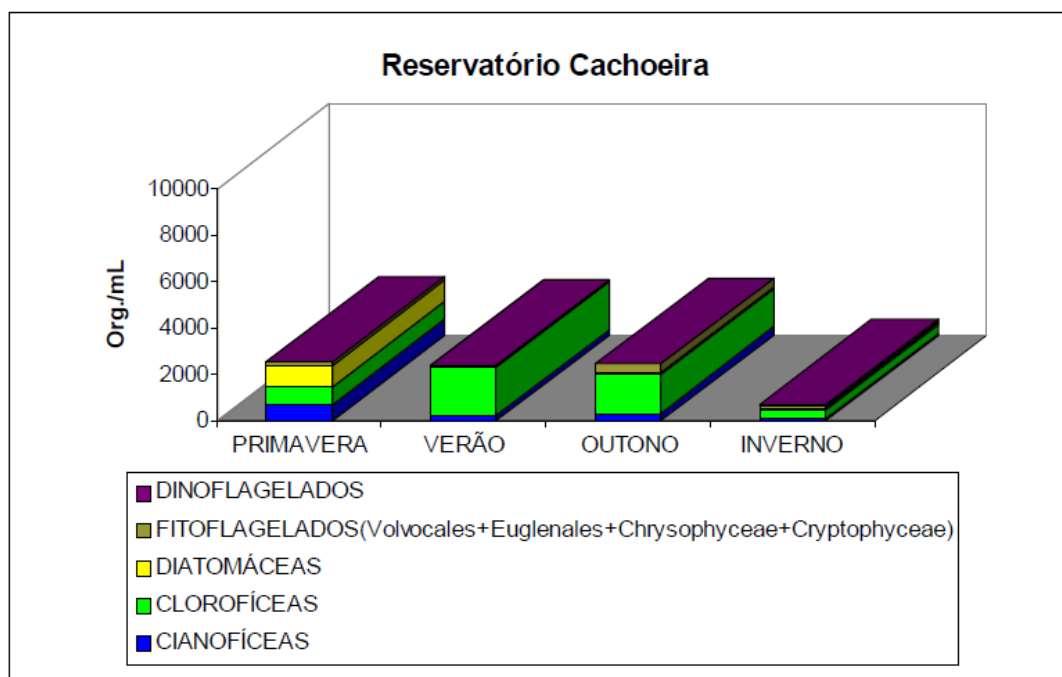
TABELA 6.4.5-5. DENSIDADE (ORG/ML) DE ORGANISMOS FITOPLACTÔNICOS NO RESERVATÓRIO CACHOEIRA

Grupos	CI	CL	DI	DN	FI	XA	Total
<i>Primavera</i>							
R1	1481	770	755	42	168	0	3216
R2	294	643	937	14	98	0	1986
R3	405	685	1160	42	168	0	2460
Média	727	699	951	33	145	0	2554
<i>Verão</i>							
R1	211	2372	11	0	55	0	2649
R2	110	2259	11	0	33	0	2413
R3	380	1654	11	0	11	0	2056
Média	234	2095	11	0	33	0	2373
<i>Outono</i>							
R1	257	1373	88	0	78	0	1796
R2	525	2125	33	0	100	0	2783
R3	246	1396	77	22	1040	0	2781
Média	343	1631	66	7	406	0	2453
<i>Inverno</i>							
R1	101	369	77	45	11	0	603
R2	112	379	134	145	34	0	804
R3	45	334	123	56	22	0	580
Média	86	361	111	82	22	0	662

Fonte: CARVALHO (2003)

Nota - (CI=Cianofíceas; CL=Clorofíceas; DI=Diatomáceas; DN=Dinoflagelados; FI=Fitoflagelados; XA=Xantofíceas; R1, R2, R3=Réplicas)

FIGURA 6.4.5-2. DENSIDADE DE ORGANISMOS FITOPLACTÔNICOS NO RESERVATÓRIO CACHOEIRA



O reservatório Cachoeira apresentou qualidade boa segundo o Índice de Estado Trófico (IET) e ótima segundo o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA). A densidade de cianofíceas foi baixa e não se observou problemas de toxicidade (CARVALHO, 2003).

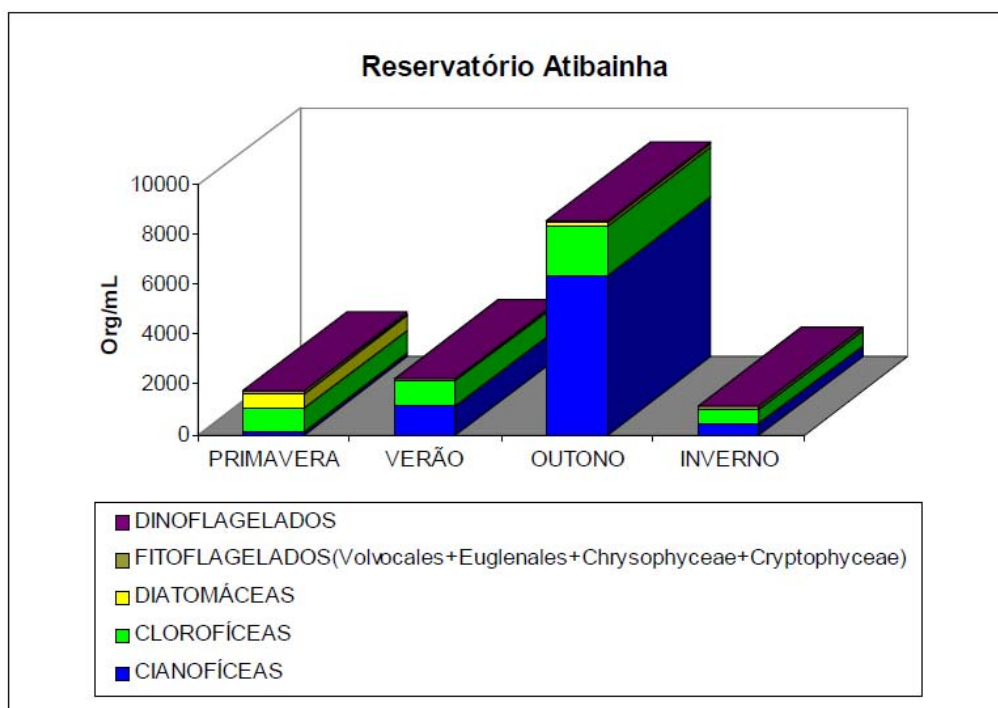
TABELA 6.4.5-6. DENSIDADE (ORG/ML) DE ORGANISMOS FITOPLACTÔNICOS NO RESERVATÓRIO ATIBAINHA

Grupos	CI	CL	DI	DN	FI	XA	Total
<i>Primavera</i>							
R1	270	1568	1054	54	189	0	3135
R2	378	1919	1568	0	189	0	4054
R3	134	1802	833	54	242	0	3065
Média	261	1763	1152	36	207	0	3418
<i>Verão</i>							
R1	2090	949	55	0	89	0	3183
R2	883	1060	22	0	67	0	2032
R3	402	1028	33	0	56	0	1519
Média	1125	1012	37	0	71	0	2245
<i>Outono</i>							
R1	6330	1653	201	0	66	0	8250
R2	8496	2447	133	0	113	0	11189
R3	4270	1961	100	11	44	0	6386
Média	6365	2020	145	4	74	0	8608
<i>Inverno</i>							
R1	549	592	100	0	56	0	1297
R2	278	446	44	0	22	0	790
R3	436	637	11	0	190	0	1274
Média	421	558	52	0	89	0	1120

Fonte: CARVALHO (2003)

Nota - (CI=Cianofíceas; CL=Clorofíceas; DI=Diatomáceas; DN=Dinoflagelados; FI=Fitoflagelados; XA=Xantofíceas; R1, R2, R3=Réplicas)

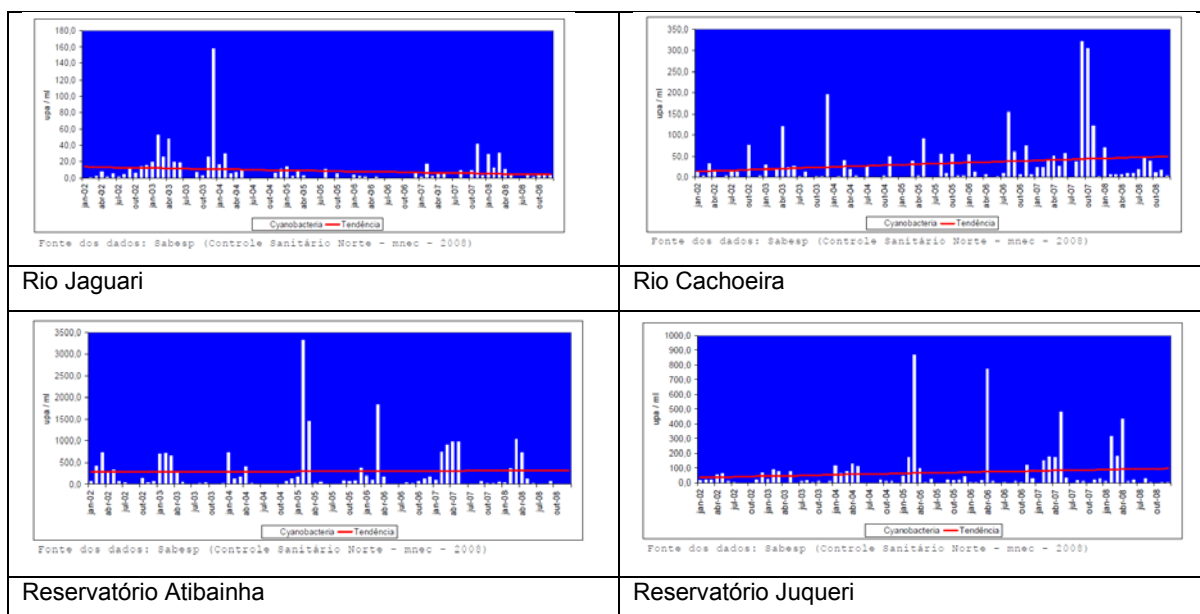
FIGURA 6.4.5-3. DENSIDADE DE ORGANISMOS FITOPLACTÔNICOS NO RESERVATÓRIO ATIBAINHA



O reservatório Atibainha mostrou qualidade das águas regular, tanto através do IVA como da comunidade fitoplanctônica, também com presença de cianofíceas em densidades baixas e sem indícios de problemas de toxicidade (CARVALHO, 2003).

NASCIMENTO (2010) avaliou as condições ambientais das águas captadas por 4 estações de tratamento de água em mananciais do Sistema Cantareira, nos rios Jaguari, Cachoeira e nas represas de Atibainha e Juqueri, para abastecimento, respectivamente, de Bragança Paulista, Piracaia, Nazaré Paulista e Mairiporã, a partir da análise de dados da densidade de cianobactérias obtidos em relatórios da Sabesp no período de 2002 a 2008, em amostragens mensais (quando o número de células/ml era inferior a 10.000) ou semanal (quando excedia essa densidade). Vide **Figura 6.4.5-4**.

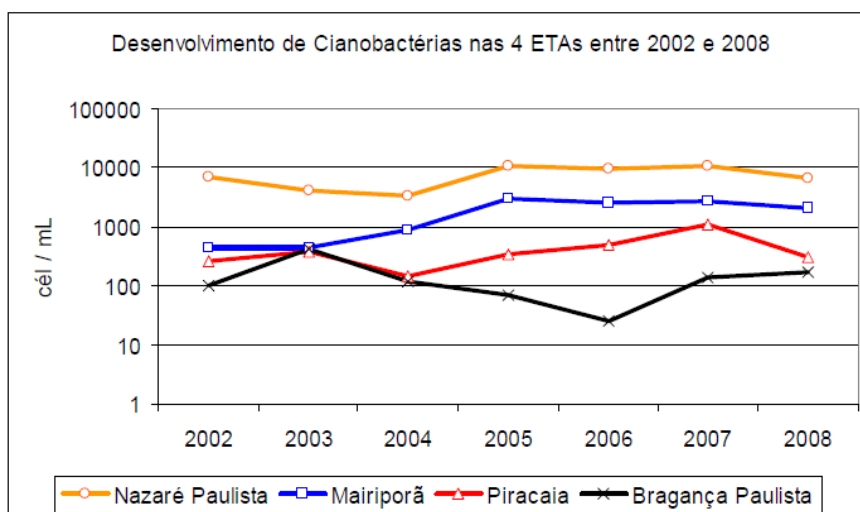
FIGURA 6.4.5-4. VARIAÇÃO DA DENSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS. 2002 A 2008



Fonte: Nascimento (2010)

Os resultados apresentados mostraram valores iguais ou inferiores a 10.000 cél/ml e leve tendência de aumento nos rios Cachoeira e nas represas de Atibainha e Juqueri e de redução no Rio Jaguari. As cianobactérias mais comumente encontradas foram Chroococales e filamentosas como *Anabaena*, *Oscillatoria* e *Cylindrospermopsis*. Os valores de microcistinas mostraram valores inferiores até mesmo ao permitido para águas tratadas.

FIGURA 6.4.5-5. DESENVOLVIMENTO DE CIANOBACTÉRIAS



Fonte: Dados da SABESP em NASCIMENTO (2010)

A biodiversidade e distribuição temporal e espacial das diatomáceas planctônicas e presentes nos sedimentos superficiais da represa Jaguari-Jacareí (Sistema Cantareira) foi avaliada por NASCIMENTO (2012), visando contribuir para a caracterização da qualidade ecológica do maior manancial abastecedor da RMSP.

A comunidade de diatomáceas planctônicas foi constituída por 62 táxons específicos e infraespecíficos distribuídos em 27 gêneros. Desses táxons, 15 foram considerados abundantes, sem ocorrer dominância.

As diatomáceas do sedimento foram representadas por 65 táxons específicos e infraespecíficos distribuídos em 30 gêneros, dos quais 15 foram considerados abundantes e apenas uma espécie (*Aulacoseira tenella*) dominante em uma única estação de amostragem.

Considerando a represa Jaguari-Jacareí como um todo, as espécies mais abundantes em ambos os períodos, nas estações de amostragem sem influência dos tributários, foram espécies cêntricas (*Aulacoseira tenella*, *Discostella pseudostelligera*, *Cyclotella meneghiniana* e *Thalassiosira rudis*), formadoras de cadeias (*Fragilaria rupens* var. *fusa*), ou cobertas por mucilagem (*Achnanthisidium catenatum*), ou seja, espécies com estratégias adaptativas para flotabilidade, o que é uma vantagem competitiva em ambientes com grande profundidade, como é o caso da represa Jaguari-Jacareí. Destaca-se a prevalência das cêntricas diminutas em período de estratificação e das cêntricas maiores em períodos de circulação ou sob influência dos tributários (NASCIMENTO, 2012).

A represa Jaguari-Jacareí foi classificada como ultra-oligotrófica a oligotrófica, exceto nos locais que recebem influência dos rios Jaguari e Jacareí, classificados como mesotróficos, e que sinalizam um processo de eutrofização (NASCIMENTO, 2012).

Os dados referentes ao monitoramento da qualidade da água realizado entre 2010 e 2013 (CETESB, 2011, 2012, 2013, 2014) nos pontos situados nos reservatórios de Jaguari e Juqueri (Paiva Castro) e no rio à jusante dos reservatórios de Cachoeira e Atibainha são apresentados a seguir.

A Tabela 6.4.5-7 apresenta os dados de clorofila e de cianobactérias nas represas do Sistema Cantareira, com os limites referentes às classes 1 (para os corpos d'água de classe especial) e 2 estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, ressaltando os valores em não

conformidade, além dos índices calculados pela CETESB (IET, IVA, ICF e ICZ) com a devida classificação em cores segundo a categoria em que o índice se enquadra.

TABELA 6.4.5-7. CLOROFILA E CIANOBACTÉRIAS NAS REPRESAS DO SISTEMA CANTAREIRA

Rep.Jaguari	JARI00800	ano	jan	mar	mai	jul	set	nov	média
Clorofila-a (Classe 1 = 10 ug/L)	µg/L	2010	0,3	1,9	3,7	6,0	17,6	15,4	
		2011	7,68	3,7	12,8	4,0	13,9	23,0	
		2012	34,4		4,4	5,1		5,4	
		2013	29,0		70,4	36,3		23,8	
IET		2010	46	51	53	54	58	56	53
		2011	57			50	54	54	54
		2012	55		68	50		51	56
		2013	57		63	58		60	60
IVA		2010	2,9	3,4		3,2	3,2	3,2	3,2
		2011	3,2		3,2	2,2		3,2	3,0
		2012	3,2		6,2	2,2		3,4	3,8
		2013	4,4		4,2	4,4		4,2	4,3
Cianobactérias (Classe 1 =20000)	cel/mL	2010	8340	3525	16060	2975	9510	11290	
		2011	10360		3995	101	7940	15770	
		2012	2080		465	1925		17095	
		2013	3575		45	0		3990	
ICF		2010	2	1	2	3	1	2	2
		2011	2		1	2		2	2
		2012	2		3	2		1	2
		2013	2		2	1		2	2
ICZ		2010							
		2011							
		2012							
		2013							

Rio Atibainha	BAIN 02 950		jan	mar	mai	jul	set	nov	média
Clorofila-a (Classe 2 = 30 ug/L)	µg/L	2010							
		2011							
		2012							
		2013	2,0		0,6	0,6		1,0	
IET		2010	53	64	64	61	57	57	59
		2011							
		2012	50		47	51		50	49
		2013	55		49	51		52	52
IVA		2010							
		2011							
		2012							
		2013	5,6		4,6	4,6		4,6	4,9

Rio Cachoeira	CAXO 02 800		jan	mai	jul	nov	média
Clorofila-a	µg/L	2010					
(Classe 2 = 30 µg/L)		2011					
		2012					
		2013	0,3	0,6	0,6	1,0	
IET		2010					
		2011					
		2012					
		2013	46	47	52	52	49
IVA		2010					
		2011					
		2012					
		2013	1,7	1,7	2,2	2,2	2,0

Rep.Juqueri	JQJU 00900		jan	mar	mai	jul	set	nov	média
Clorofila-a	µg/L	2010	0,9	3,9	3,7	0,6	5,9	6,3	
(Classe 1 = 10 µg/L)		2011	7,3		1,7	3,9		4,0	
		2012	3,7		1,3	5,4		4,2	
		2013	1,5		2,3	2,4		2,5	
IET		2010	59	55	53	48	55	54	53
		2011	57		52	54		50	53
		2012	50		47	51		50	49
		2013	47		52	52		52	51
IVA		2010	4,4	3,2	3,2	2,2	3,2	3,2	3,2
		2011	3,2		3,4	3,2		2,2	3,0
		2012	2,2		1,7	2,2		2,2	2,1
		2013	1,7		2,2	2,2		3,4	2,4
Cianobactérias	cel/mL	2010	6055	6140	4415	700	3120	2635	
(Classe 1 = 20000)		2011	6905		34400	3100		5415	
		2012	13930		13155	8420		26250	
		2013	5180		3800	2635		15635	
ICF		2010	3	2	2	1	2	2	2
		2011	2		1	2		1	2
		2012	1		1	1		2	1
		2013	1		1	1		1	1
ICZ		2010							
		2011							
		2012							
		2013							

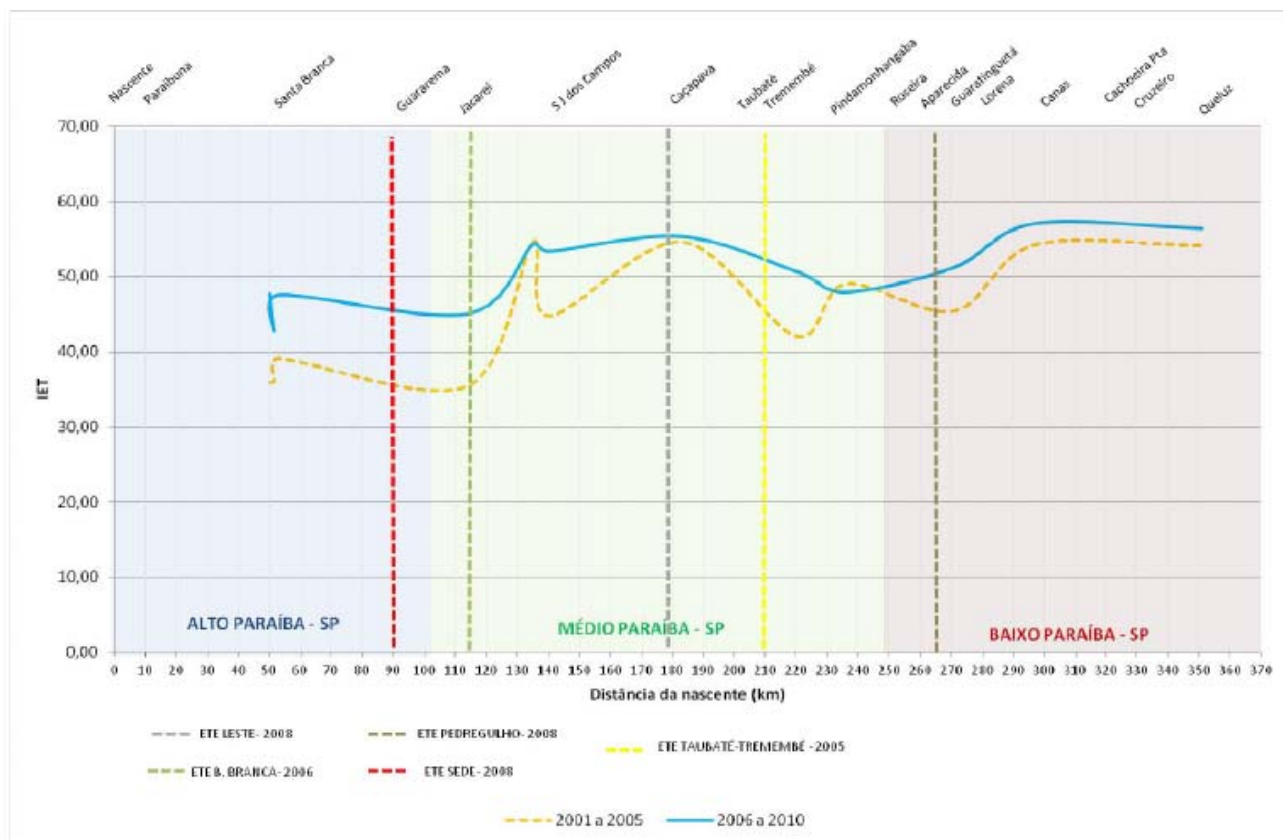
6.4.5.3. Informações Limnológicas do Rio Paraíba do Sul

ROSSETTI (2009) avaliou a evolução da carga orgânica de origem doméstica lançada pelos municípios que compõem a bacia hidrográfica até o limite de SP-RJ, entre 1998 e 2007. Os dados indicaram que a concentração de matéria orgânica no rio Paraíba do Sul está dentro dos

padrões exigidos pela legislação para um rio de classe 2. Contudo o rio apresentou sinais de estar muito perto do esgotamento da sua capacidade de suporte.

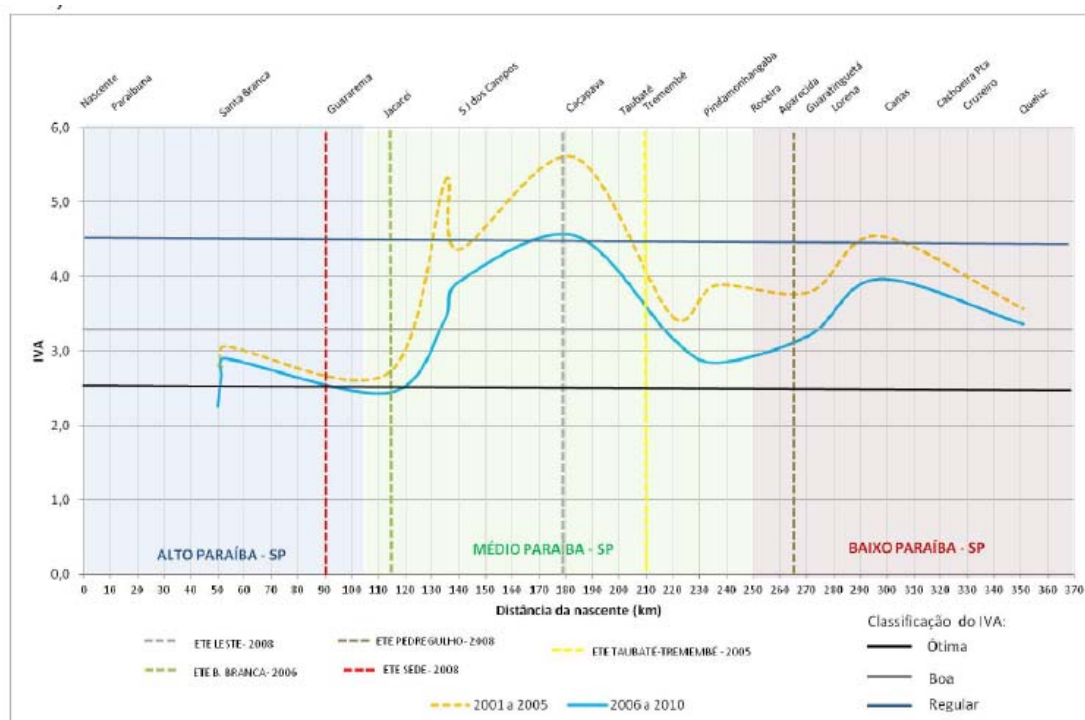
ROSA (2012) analisou a evolução da qualidade da água do trecho paulista do rio Paraíba do Sul durante 29 anos a partir dos dados o monitoramento da CETESB. Os dados mostraram o impacto significativo do crescimento populacional na deterioração da qualidade da água do rio e as melhorias advindas da implantação de várias ETEs nos municípios ao longo do rio. As figuras abaixo mostram os valores médios do IET e do IVA no período de 2006 a 2010 ao longo do curso do rio.

FIGURA 6.4.5-6. IET, RIO PARAÍBA DO SUL NO PERÍODO DE 2006 A 2010.



Fonte: ROSA (2012)

FIGURA 6.4.5-7. IVA, RIO PARAÍBA DO SUL NO PERÍODO DE 2006 A 2010.



Fonte: ROSA (2012)

FERRÃO-FILHO *et al.* (2009) apresentaram uma série temporal de dados físicos, químicos e biológicos do reservatório de Funil, situado no Paraíba do Sul na divisa SP-RJ, abrangendo amostragens mensais em um período de quatro anos (junho/02 a março/06) de clorofila-*a*, cianotoxinas do seston e do plâncton de rede, e da composição da comunidade fitoplânctônica e zooplânctônica, além de testes de toxicidade com cladóceros nativos e de origem temperada.

Os resultados mostraram que o elevado e constante aporte de N e P favorece a ocorrência de cianobactérias durante todo o ano. Entretanto, a variabilidade temporal está principalmente relacionada às alterações de temperatura, caracterizando dois períodos distintos: quente-chuvoso, com floração de cianobactérias e frio-seco, com reduzidas biomassas. Entre as cianobactérias presentes estão espécies potencialmente produtoras de hepatotoxinas (microcistinas), como *Microcystis* spp., e de neurotoxinas (saxitoxinas), como *Anabaena circinalis* e *Cylindrospermopsis raciborskii*. Foram encontradas concentrações elevadas de microcistinas e saxitoxinas no fitoplâncton e microcistinas no zooplâncton, sugerindo que pode haver transferência trófica destas toxinas na cadeia alimentar. Os testes de toxicidade revelaram que as florações de cianobactérias exerceram efeitos tóxicos para os cladóceros, como alta mortalidade, redução da taxa de crescimento populacional (*r*) e paralisia dos movimentos natatórios, que parecem estar relacionados ao mecanismo de ação das cianotoxinas presentes.

O reservatório de Funil se caracterizou como um sistema eutrófico, com reduzida transparência d'água e elevadas concentrações de nutrientes e clorofila *a*. O grande aporte de nutrientes provém do rio Paraíba do Sul, após este receber efluentes provenientes de uma das áreas mais populosas e industrializadas do país. O processo de eutrofização do reservatório vem ocorrendo nas últimas décadas, ocasionando a mudança do estado mesotrófico para eutrófico.

Os dados referentes ao monitoramento da qualidade da água realizado entre 2010 e 2013 (CETESB, 2011, 2012, 2013, 2014) nos pontos situados nos reservatórios de Jaguari/CESP e no rio Paraíba do Sul a montante e a jusante da confluência com o rio Jaguari são apresentados a seguir.

As tabelas apresentam os dados de clorofila e de cianobactérias com os limites referentes às classes 1 (para os corpos d'água de classe especial) e 2 estabelecidos pela Resolução CONAMA

357/2005, ressaltando os valores em não conformidade, além dos índices calculados pela CETESB (IET, IVA, ICF e ICZ) com a devida classificação em cores segundo a categoria em que o índice se enquadra.

TABELA 6.4.5-8. CLOROFILA E CIANOBACTÉRIAS NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Rep.Jaguari/CESP	JAGJ00200		fev	abr	mai	jun	ago	out	dez	média
Clorofila-a	µg/L	2010	9,6	46,3	67,2	0,5	12,0	2,8	128,3	
(Classe 1 = 10 ug/L)		2011	25,0			7,8	14,0		19,5	
		2012	8,9			25,1	2,4		110,9	
		2013	1,9			1,9	8,0		285,2	
IET		2010	55	60		49	57	52	65	57
		2011	61			57	58		57	58
		2012	52			57	49		64	55
		2013	52			51	49		71	56
IVA		2010	4,4	4,2		2,2	4,4	3,2	7,6	4,3
		2011	6,6			3,2	4,4		3,2	4,4
		2012	3,4			3,2	3,4		7,6	4,4
		2013	2,2			2,2	2,2			2,2
Cianobactérias	cel/mL	2010	4030	4430	252	1750	2345	1050	628	
(Classe 1 =20000)		2011	2295			2400	2230		1260	
		2012	1639			1010	12895		181440	
		2013	1985			1085	185		360	
ICF		2010	1	2		1	2	2	2	2
		2011	2			3	2		2	2
		2012	1			1	1		4	2
		2013	1			2	2		3	2

Rio Paraíba do Sul	PARB02310		fev	abr	jun	ago	out	dez	média
Clorofila-a	µg/L	2010	7	5,88	0,01	0,31	1,34	1,6	
(Classe 2 = 30 ug/L)		2011	0,01		0,27	10,16		0,01	
		2012	7,43		0,01	0,76		4,01	
		2013	1,2		0,5	0,0		0,5	
IET		2010	60	57	40	49	53	52	52
		2011	39		46	62		37	46
		2012	63		38	51		59	53
		2013	53		50	39		49	48
IVA		2010	5,4			2,2			3,8
		2011	2,9		1,7	4,2		1,7	2,6
		2012	4,2		1,7	2,2		4,4	3,1
		2013	4,4		3,4	1,7			3,2

Rio Paraíba do Sul	PARB02400		fev	abr	jun	ago	out	dez	média
Clorofila-a	µg/L	2010							
(Classe 2 = 30 ug/L)		2011	0,0		0,0	0,5		0,0	
		2012	0,4		0,5	0,6		1,1	
		2013	0,7		0,3	0,5		0,7	
IET		2010	49	55	57	60	53	59	55
		2011	39		39	50		38	42
		2012	51		49	51		59	53
		2013	51		47	50		54	51
IVA		2010	3,4	4,4	4,4	4,2	4,4	4,4	4,2
		2011	2,9		2,9	3,4		4,1	3,3
		2012	3,4		3,4	3,4		5,6	4,0
		2013							

6.4.5.4. Campanha de Limnologia nos Reservatórios Jaguari e Atibainha

Informações relativas a limnologia e qualidade da água nos reservatórios Jaguari (CESP) e Atibainha foram obtidas na campanha preliminar realizada conjuntamente pela Sabesp e CETESB em Maio e Julho 2014, já descrita na seção relativa ao Diagnóstico de Qualidade de Água. As análises qualitativas e quantitativas referentes ao fitoplâncton e zooplâncton foram realizadas pela Bioalgas Análise e Consultoria Ambiental Ltda e permitiram uma caracterização com dados recentes da condição de ambos reservatórios.

Vale ressaltar a variação extremamente dinâmica das populações de organismos que compõem o fito e zooplâncton, com respostas rápidas às variações ambientais e às interações entre os organismos da comunidade aquática, de forma que os dados obtidos representam um quadro ao momento da amostragem, sujeito a variação ao longo do tempo.

A. Reservatório Atibainha

Os dados de fitoplâncton do reservatório Atibainha foram obtidos em 3 pontos situados na saída do Túnel 6 (AT-301, RAIN 00200), no meio do reservatório (AT-102A, RAIN 00500) e na entrada do Túnel 5 (AT-103, RAIN 00900), considerando portanto o percurso das águas transpostas do reservatório Cachoeira, passando pelo reservatório Atibainha e saindo em direção ao reservatório Paiva Castro. A localização dos pontos é mostrada na imagem abaixo e os resultados nas **Figuras 6.4.5-8 e 6.4.5-9**.

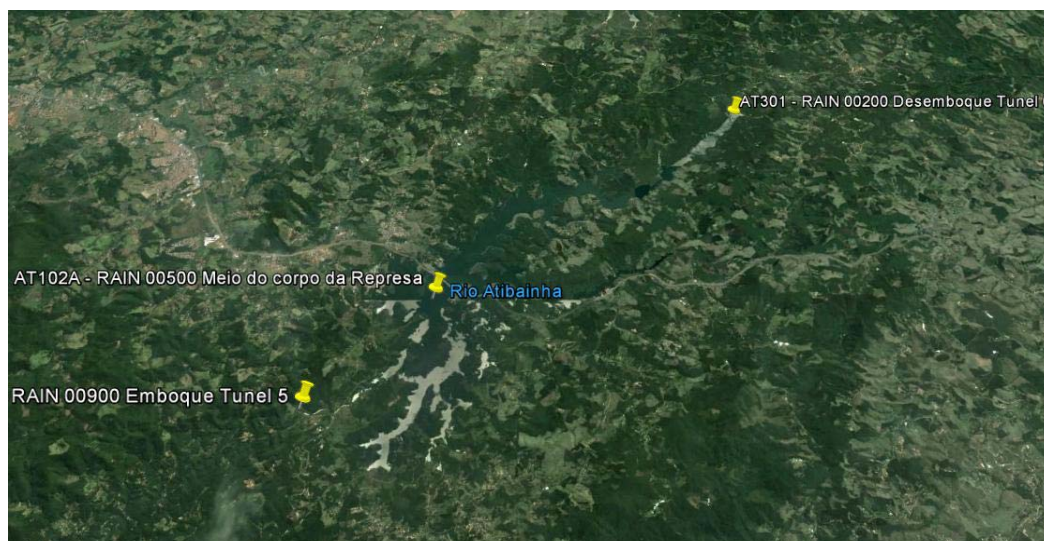


FIGURA 6.4.5-8. ANÁLISE QUALITATIVA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE ATIBAINHA

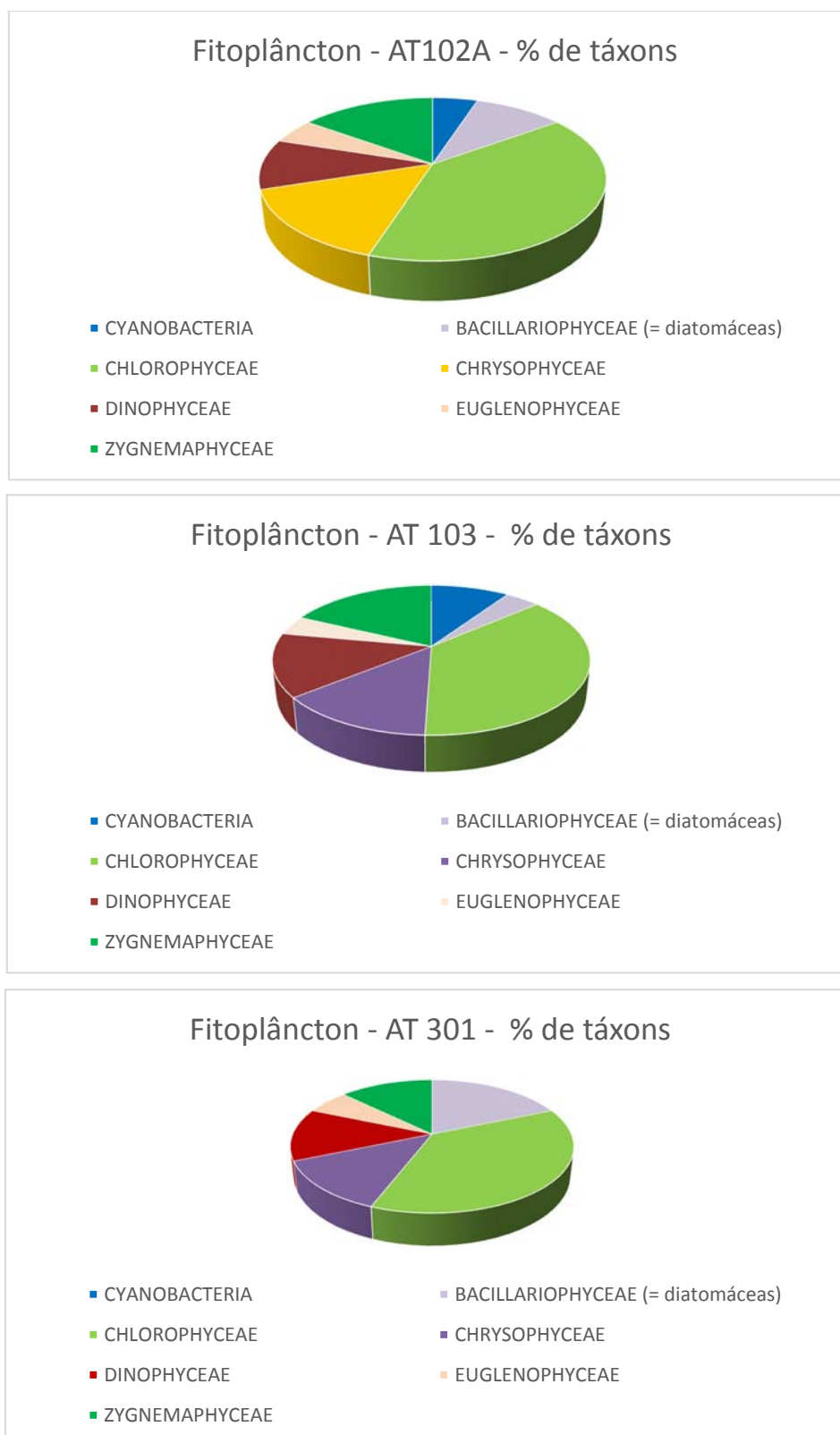
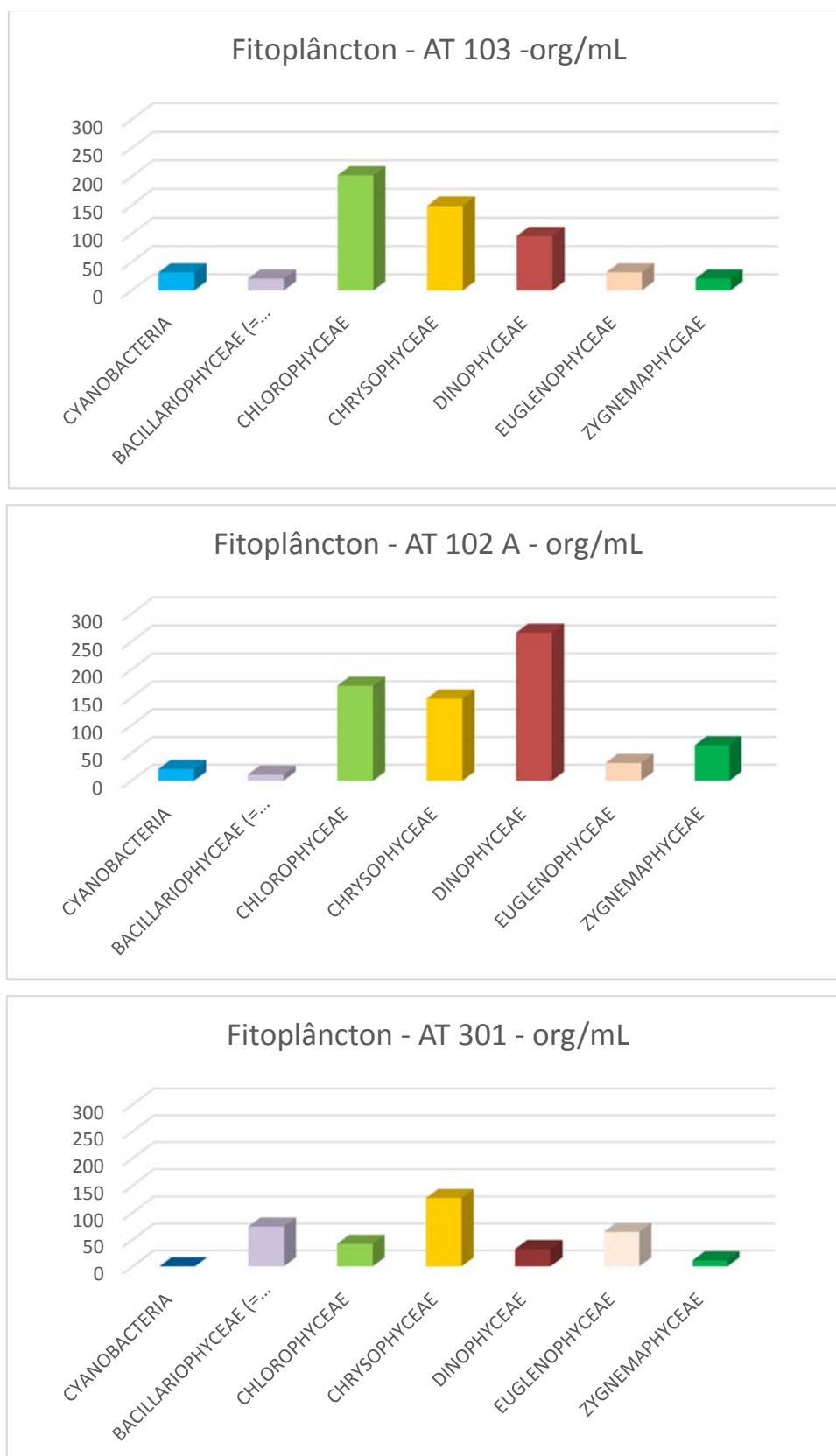


FIGURA 6.4.5-9. ANÁLISE QUANTITATIVA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE ATIBAINHA



Em termos de composição foram registrados 20 táxons no ponto AT-103, 23 no AT-102A e 16 no ponto AT-301, sendo as algas verdes (Chlorophyceae) as com maior riqueza de espécies nos 3 pontos. Em termos de abundância a densidade de organismos foi baixa, sem dominância

expressiva de um grupo. Tais condições caracterizam uma situação ótima em termos de comunidade fitoplactônica, embora a condição trófica por ocasião das amostragens indicasse mesotrofia em 2 pontos e eutrofia na entrada do Túnel 5, conforme mostra a **Tabela 6.4.5-9** abaixo, com o índice de estado trófico (IET) calculado segundo a CETESB com os dados de clorofila *a* e Fósforo Total. É possível, no entanto, que as baixas densidades populacionais verificadas decorram do uso de algicidas (**a confirmar**). As baixas densidades também podem estar relacionadas com a redução significativa de nível d'água provocada pela estiagem atípica em 2013-2014.

TABELA 6.4.5-9 - IET NO RESERVATÓRIO DE ATIBAINHA POR OCASIÃO DA COLETA

AT-301 Desemboque do Túnel 6	AT-103 - Meio do Corpo da Represa	AT-102A Entrada do Túnel 5
58	58	62

CARVALHO (2003) em coletas trimestrais ao longo de um ano nesse reservatório encontrou densidades de fitoplâncton bem mais elevadas que as registradas no presente estudo (entre 1.120 e 8.608 org/ml).

A densidade de cianobactérias foi contada também em termos de células/ml com o intuito de avaliar a condição do corpo d'água em relação às normas vigentes, fruto da preocupação representada por organismos desse grupo, uma vez que algumas espécies liberam substâncias tóxicas ao ser humano que não são retiradas pelos processos usuais de tratamento de água para abastecimento. A resolução CONAMA 357 estabelece valor máximo de 20.000 cel/ml para a Classe 1.

A amostra do ponto AT-301 não apresentou cianobactérias e nas amostras do ponto AT-102A e AT-103 os valores encontrados foram, respectivamente, de 840 e 733 cel/ml.

A comunidade zooplancônica do reservatório Atibainha foi analisada nos mesmos pontos citados para o fitoplâncton e os resultados são resumidos nas **Figuras 6.4.5-10 e 6.4.5-11** abaixo.

FIGURA 6.4.5-10. ANÁLISE QUALITATIVA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE ATIBAINHA

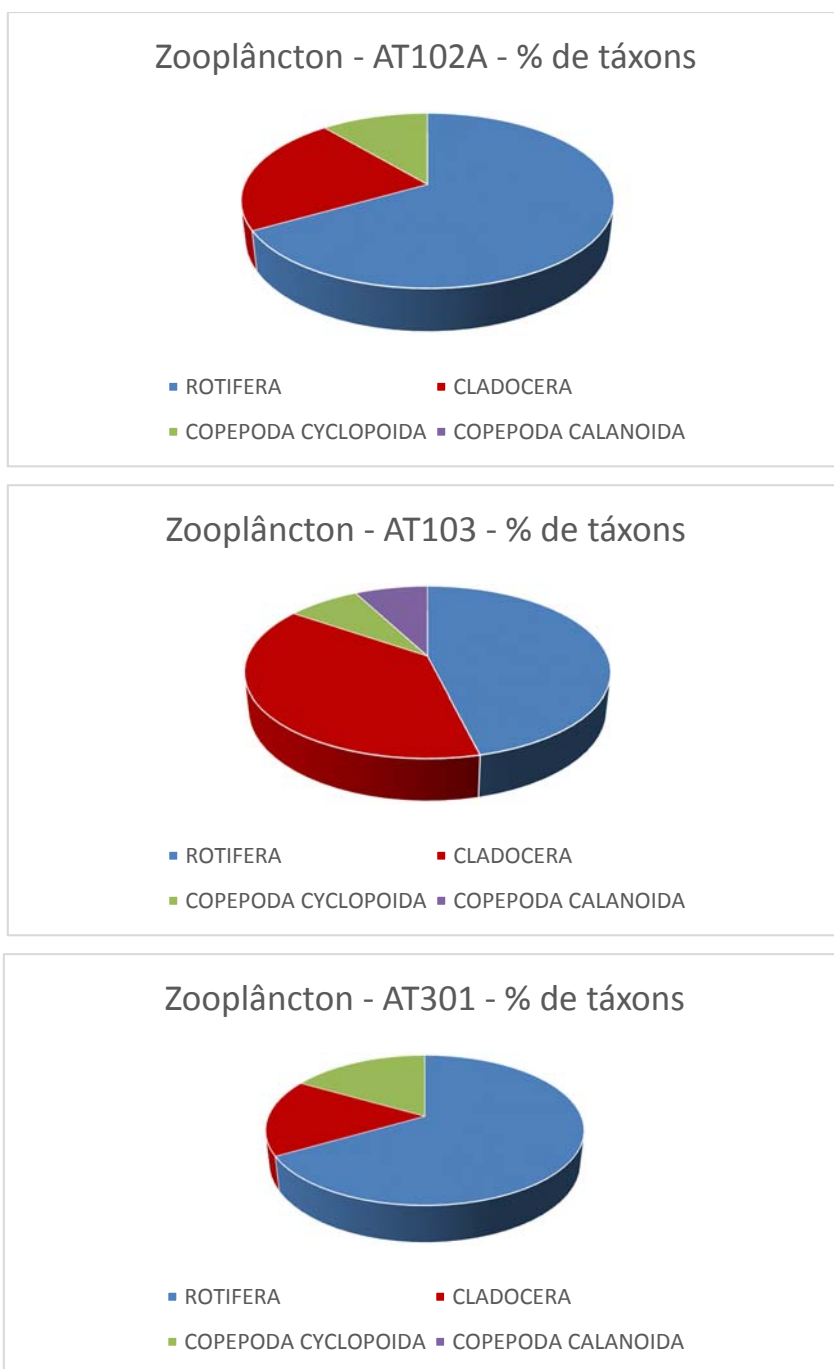
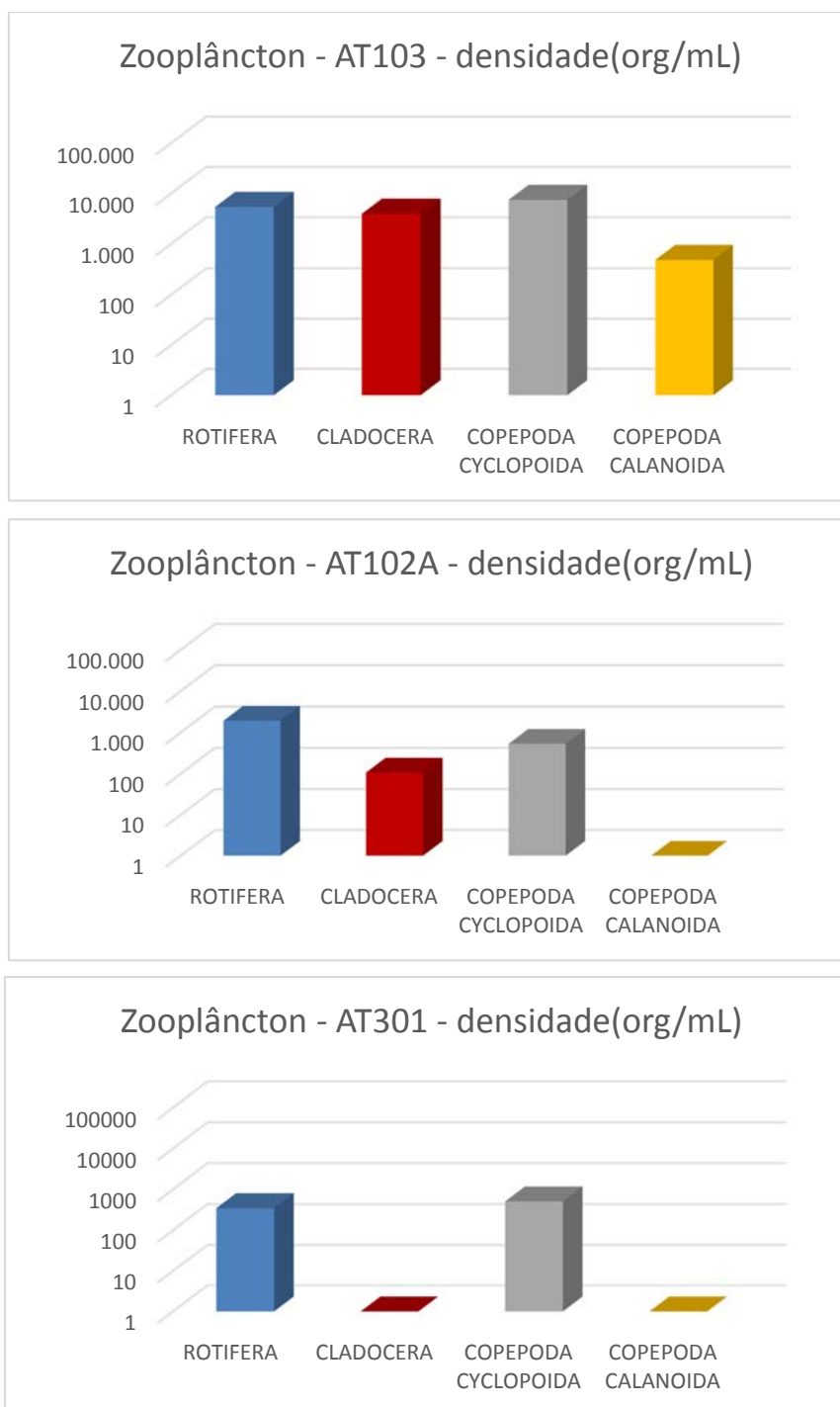


FIGURA 6.4.5-11. ANÁLISE QUANTITATIVA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE ATIBAINHA



No ponto AT-103 os microcrustáceos da ordem Cyclopoida representaram 43% da comunidade zooplânctônica com uma densidade de 7.467 org/m³. Em sua composição predominaram as fases larvais e juvenis, náuplios e copepoditos, respectivamente. O predomínio de formas jovens, sobretudo náuplios, é um padrão comum em ecossistemas de água doce (Neves et al 2003). O segundo grupo mais representativo foram os rotíferos (5.387 org/m³), que constituíram 31% da comunidade. Em sua composição dominaram espécies euplanctônicas como *Collotheca* sp, *Kellicottia bostoniensis* e *Keratella cochlearis*. Cabe destacar que *Kellicottia bostoniensis* pode estar associada a ambientes eutrofizados (Lucinda et al 2004). O grupo Cladocera foi o terceiro grupo mais representativo (3.947 org/m³), onde se destacou a espécie *Ceriodaphnia silvestrii*, caracterizada pela sua ampla distribuição (Rocha et al 2010).

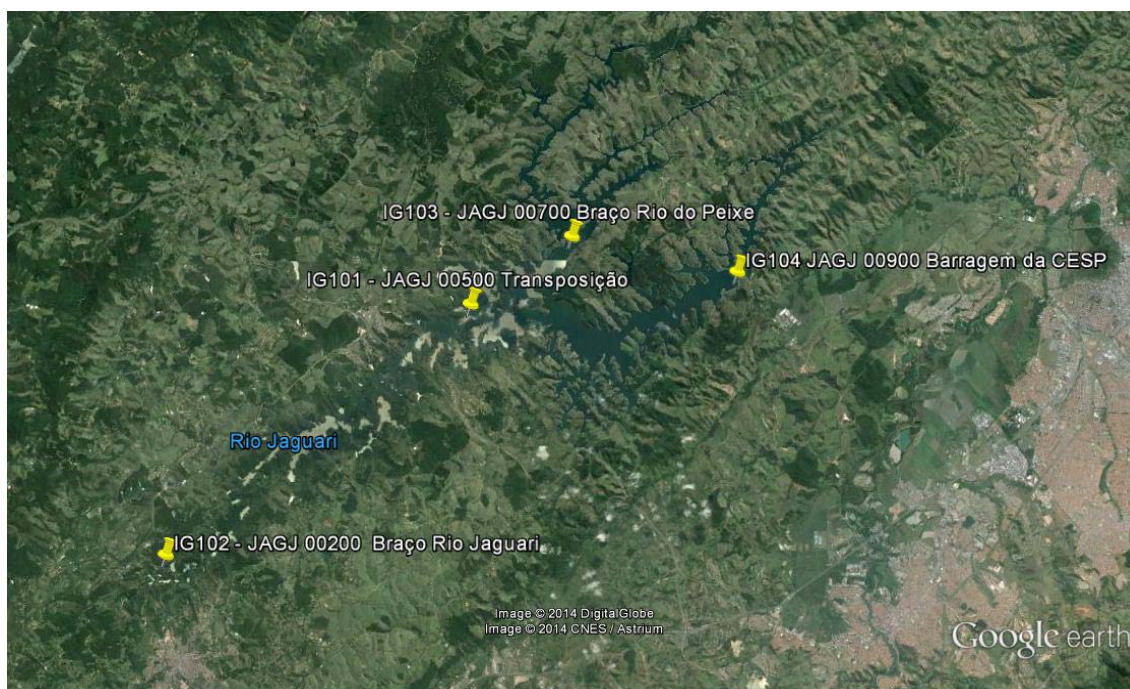
No ponto AT-102 a comunidade zooplanctônica foi representada majoritariamente (75%) por pequenos filtradores do Filo Rotífera (1.920 org/m³). Em ecossistemas límnicos é comum o predomínio destes organismos sobre os outros grupos da comunidade zooplanctônica por conta de sua natureza oportunista. No que se refere à sua composição, a amostra AT-102A compreendeu principalmente espécies cosmopolitas, como *Keratella cochlearis* e *Polyarthra dolichoptera* (Lucinda et al 2004, Marce et al 2005). O segundo grupo mais representativo foram os microcrustáceos Copepoda Cyclopoida, que constituíram 21% da comunidade zooplanctônica (533 org/m³), sendo os principais componentes as fases larvais e juvenis, náuplios e copepoditos, respectivamente. O predomínio de formas jovens, sobretudo náuplios, é um padrão comum em ecossistemas de água doce (Neves et al 2003).

A comunidade zooplanctônica do ponto AT-301 foi representada em sua maior parte (59%) por microcrustáceos da ordem Cyclopoida com uma densidade de 507 org/m³, sendo composta exclusivamente por náuplios. O predomínio de formas jovens, sobretudo náuplios, é um padrão comum em ecossistemas de água doce (Neves et al 2003). O segundo grupo mais representativo foram os rotíferos (347 org/m³), que constituíram 41% da comunidade. Em sua composição dominaram espécies euplanctônicas como *Keratella cochlearis* e *Kellicottia bostoniensis*, sendo a primeira uma espécie cosmopolita e a segunda comumente associada a ambientes eutrofizados (Lucinda et al 2004).

SENDACZ et al. (2006) encontraram densidades numéricas bem superiores ao estudar, na época de estiagem e chuvosa duas represas da bacia do Alto Tietê com graus de trofia diferentes. Para Ponte Nova os valores variaram de 69.623 org/m³ na estiagem a 214.069 org/m³ no período chuvoso. Em Guarapiranga os valores foram, estiagem e chuva, respectivamente, de 672.790 e 417.356 org/ m³.

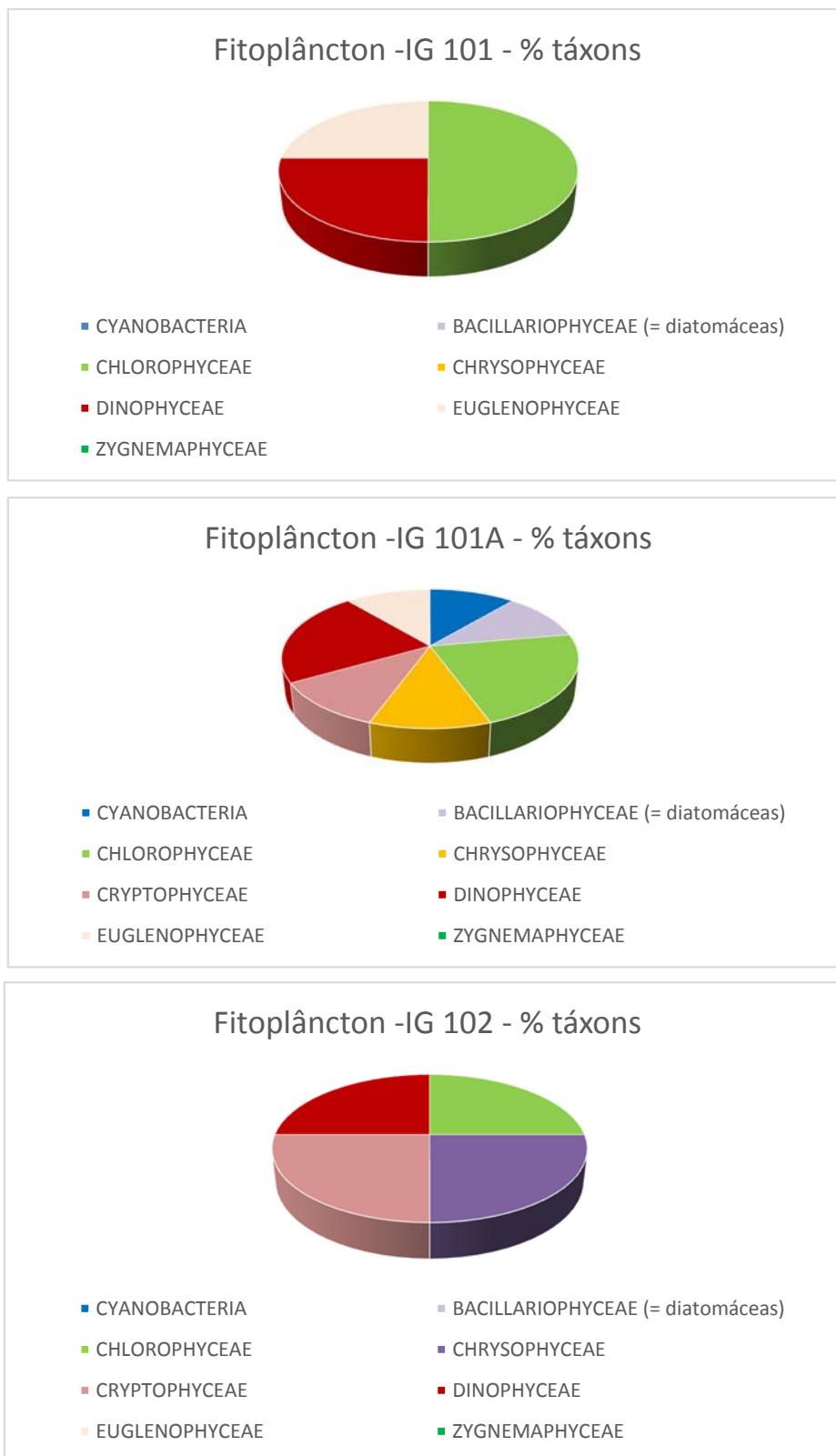
B. Reservatório Jaguari/CESP (UGRHI 2)

Os dados de fitoplâncton do reservatório Jaguari (CESP) foram obtidos em 5 pontos do reservatório, mostrados na imagem abaixo: (i) três pontos no braço do rio Jaguari: IG-102 (montante), IG-101A (captação proposta), e IG-101 (captação descartada); (ii) um ponto no braço do rio do Peixe: IG-103; e (iii) um ponto junto à barragem da CESP: IG-104.

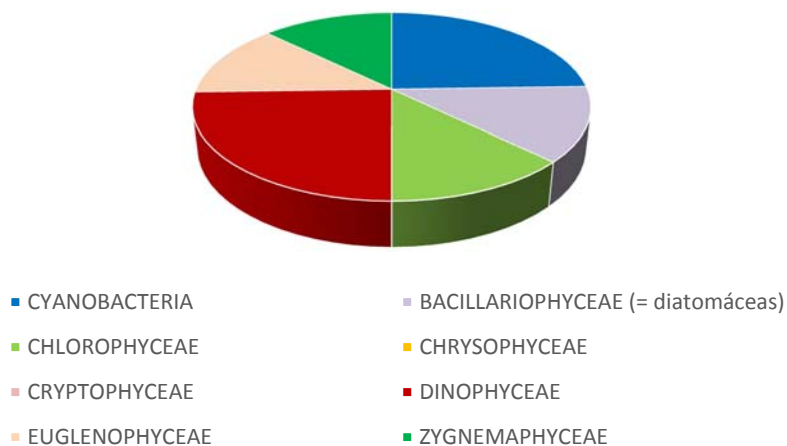


Os resultados obtidos estão nas **Figuras 6.4.5-12 e 6.4.5-13**, a seguir.

FIGURA 6.4.5.12. ANÁLISE QUALITATIVA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA JAGUARI/CESP



Fitoplâncton -IG 103 - % táxons



Fitoplâncton -IG 104 - % táxons

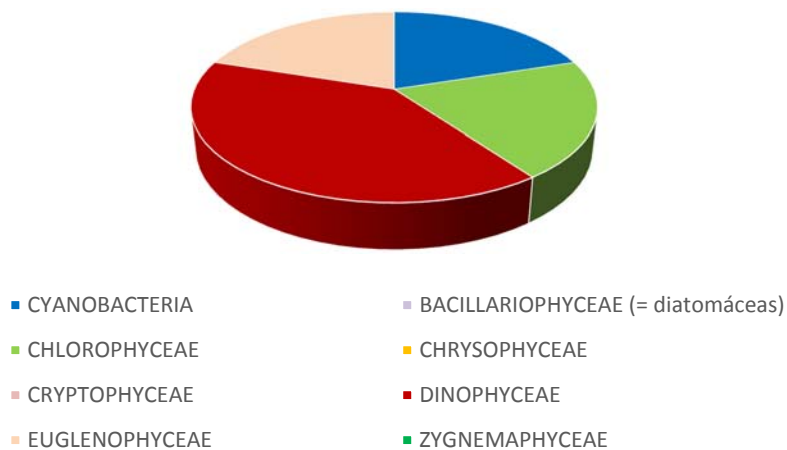
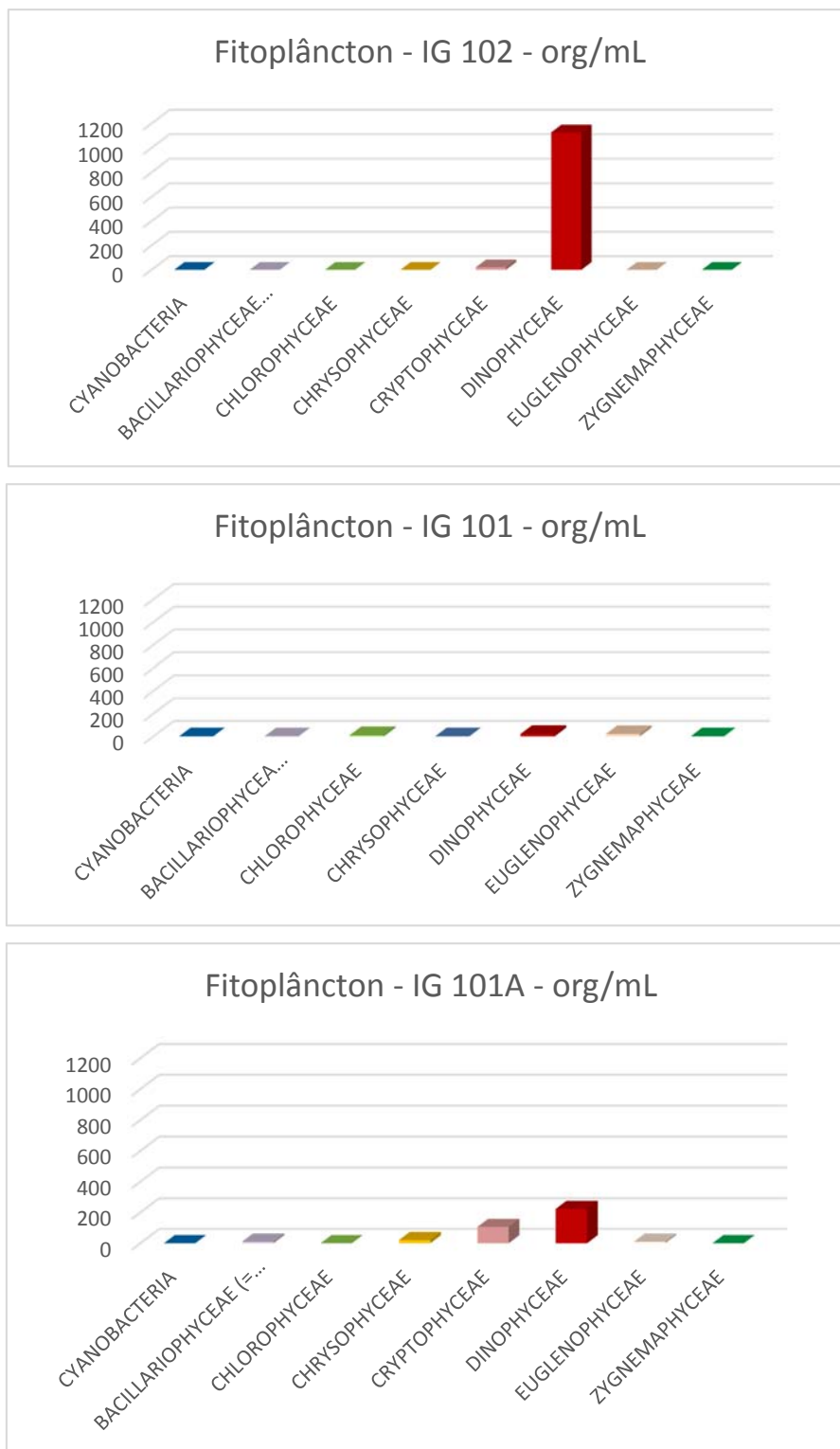
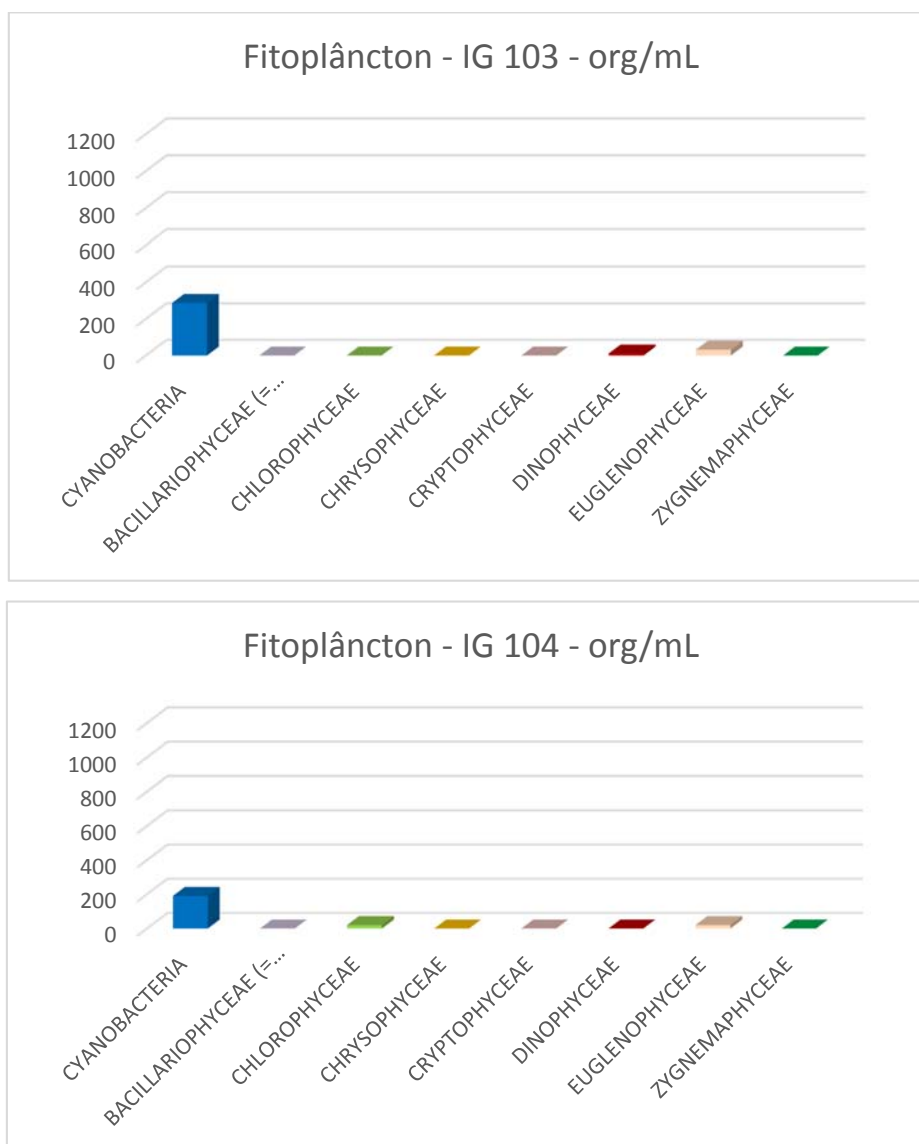


FIGURA 6.4.5-13 - ANÁLISE QUANTITATIVA DA COMUNIDADE FITOPLÂNTICA DA REPRESA JAGUARI/CESP





Foram registrados 4 táxons nos pontos IG-102 e IG-101, 5 táxons no IG-104, 8 no IG-103 e 9 no IG-101A. A densidade de organismos foi reduzida, se enquadrando na categoria **ótima** para 4 pontos e **boa** para o ponto de entrada do rio Jaguari (IG-102), onde houve uma clara dominância de dinoflagelados.

Onde as cianofíceas dominaram suas densidades foram baixas. A densidade observada foi de 3.827 cel/ml no ponto IG-103 e 3.125 cel/ml no IG-104. Nos demais pontos estiveram ausentes ou em baixíssima densidade (IG-101A).

O IET calculado com os dados de clorofila a e fósforo total obtidos na mesma ocasião, no entanto, indicou supereutrofia para ponto IG-102 e eutrofia para o IG-101A, com os demais na categoria mesotrófico, conforme **Tabela 6.4.5-10** abaixo.

TABELA 6.4.5-10. IET NO RESERVATÓRIO JAGUARI/CESP POR OCASIÃO DA COLETA

IG-102 - braço do rio Jaguari (montante)	IG-101A Captação proposta	IG-101 Captação descartada	IG-103 Braço do Rio do Peixe	IG-104 Barragem CESP
66	61	57	57	57

A comunidade zooplânctônica do reservatório Jaguari/CESP foi analisada nos mesmos pontos citados para o fitoplâncton e os resultados são resumidos nas **Figuras 6.4.5-14 e 6.4.5-15** abaixo.

FIGURA 6.4.5-14. ANÁLISE QUALITATIVA DA COMUNIDADE ZOOPLÂNTICA DA REPRESA JAGUARI/CESP

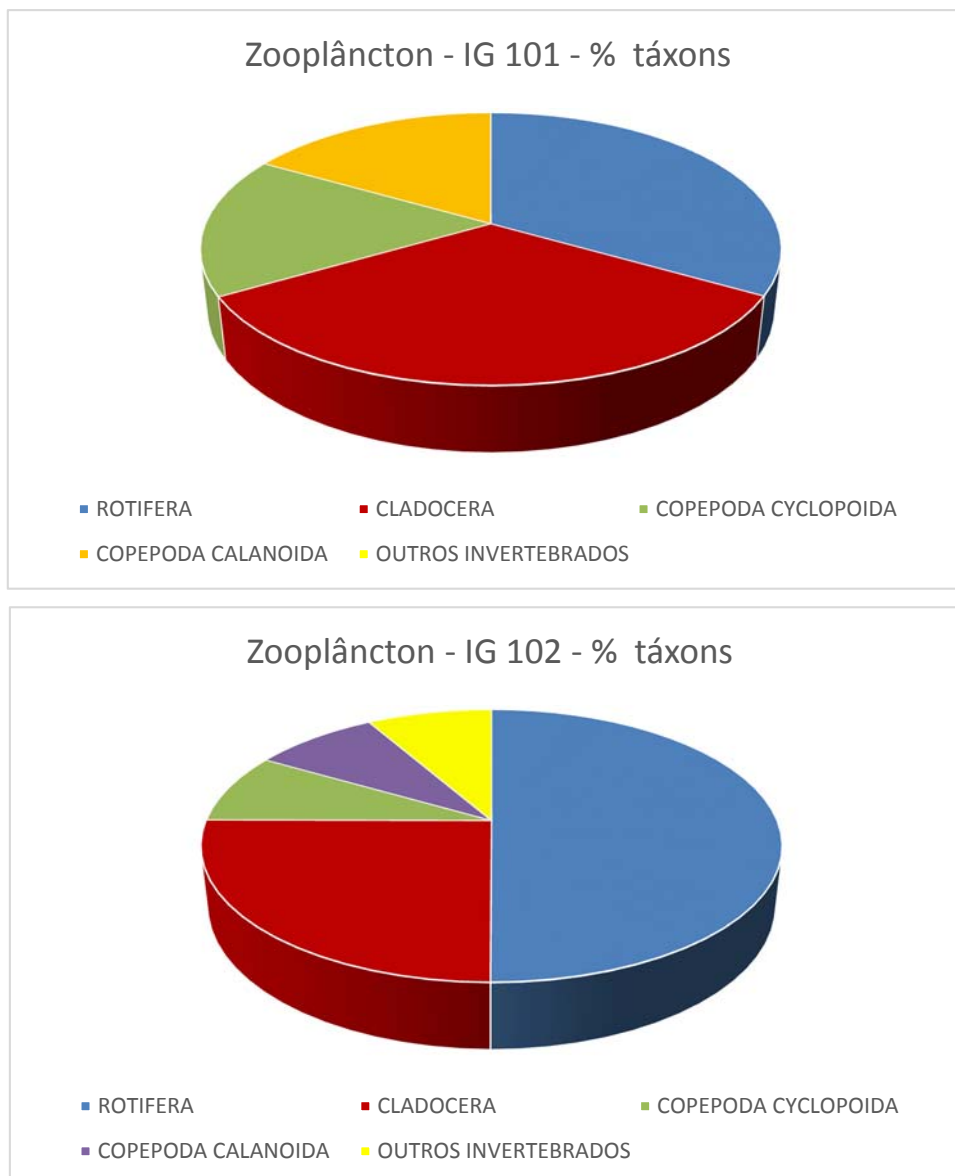
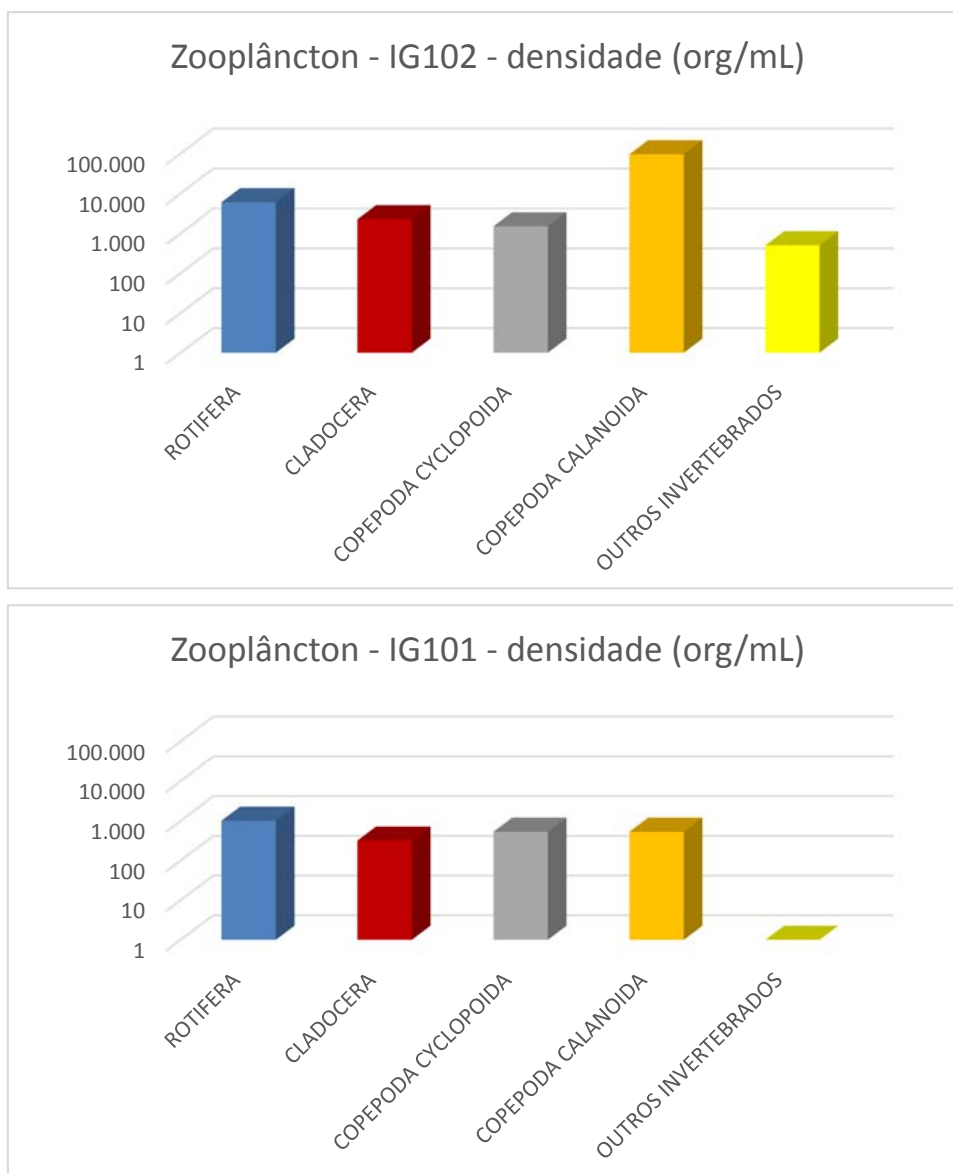


FIGURA 6.4.5-15. ANÁLISE QUANTITATIVA DA COMUNIDADE ZOOPLÂNTICA DA REPRESA JAGUARI/CESP



Os microcrustáceos da ordem Calanóida representaram 90% da comunidade zooplânctônica da amostra IG-102, com uma densidade de 94.750 org/m³. Em sua composição predominou a fase juvenil de seu ciclo de vida, copepoditos. Este grupo é considerado um bom indicador de condições tróficas, sendo sua predominância na comunidade zooplânctônica associada frequentemente a condições oligo-mesotróficas (Matsumura-Tundisi & Tundisi 2003). O segundo grupo mais representativo foram os rotíferos, 6% com uma densidade de 6.000 org/m³, em cuja composição predominaram-se as espécies cosmopolitas *Keratella cochlearis* e *Conochilus unicornis* (Lucinda et al 2004, Piva-Bertoletti 2001). O grupo Cladocera foi o terceiro grupo mais representativo, 2% da comunidade, onde se destacou a espécie *Ceriodaphnia silvestrii*, caracterizada pela sua ampla distribuição (Rocha et al 2010).

Os microcrustáceos da ordem Calanóida representaram 54% da comunidade zooplânctônica da amostra IG-101 com uma densidade de 2.187 org/m³. Em sua composição predominou a fase juvenil de seu ciclo de vida, copepoditos. O segundo grupo mais representativo foram os rotíferos (1.013 org/m³), em cuja composição dominou a espécie *Keratella cochlearis*, caracterizada como cosmopolita, ou seja, de ampla distribuição (Lucinda et al 2004). O grupo Copepoda Cyclopoida foi o terceiro grupo mais representativo, 13% (533 org/m³) da comunidade, composto por náuplios e copepoditos.

Os microcrustáceos do grupo Cladocera representaram 48% da comunidade zooplânctônica da amostra IG-101A (ponto de captação proposto), com uma densidade de 4.853 org/m³. Em sua composição predominou uma espécie de *Scapholeberis armata*, representante da família Daphnidae. O segundo grupo mais representativo foram os microcrustáceos da ordem Calanoida que representaram 23% da comunidade (2.294 org/m³), sendo composta em sua maior parte por juvenis (copepoditos). Este grupo é considerado um bom indicador de condições tróficas, sendo associada frequentemente a condições oligo-mesotróficas (Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003). O grupo Copepoda Cyclopoida foi o terceiro grupo mais representativo, 19% (1.920 org/m³) da comunidade, composta por náuplios e copepoditos.

No ponto IG-103 o grupo do zooplâncton com maior diversidade foram os pequenos filtradores do Filo Rotífera, que constituiu 43% da comunidade com uma densidade de 2.080 org/m³. Em ecossistemas límnicos é comum o predomínio destes organismos sobre os outros grupos da comunidade zooplânctônica por conta de sua natureza oportunista. No que se refere sua composição na amostra IG-103, verificou-se o predomínio de *Keratella cochlearis*, espécie cosmopolita, ou seja, de ampla distribuição (Lucinda et al 2004). O segundo grupo mais representativo foram os microcrustáceos da ordem Calanoida que representaram 42% da comunidade (2.027 org/m³), sendo composta em sua maior parte por juvenis (copepoditos). Este grupo é considerado um bom indicador de condições tróficas, sendo associada frequentemente a condições oligo-mesotróficas (Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003). O grupo Copepoda Cyclopoida foi o terceiro grupo mais representativo (12%) composto exclusivamente por náuplios e copepoditos.

Os microcrustáceos da ordem Calanoida representaram 88% da comunidade zooplânctônica da amostra IG-104 com uma densidade de 2.240 org/m³. Em sua composição predominou a fase juvenil de seu ciclo de vida, copepoditos. Este grupo é considerado um bom indicador de condições tróficas, sendo sua predominância na comunidade zooplânctônica associada frequentemente a condições oligo-mesotróficas (Matsumura-Tundisi & Tundisi 2003). O segundo grupo mais representativo foram os cladóceros (160 org/m³), que constituíram 6% da comunidade e foi composta por organismos jovens de *Bosmina sp.* O grupo Rotífera foi o terceiro grupo mais representativo (4%), composta apenas por *Keratella cochlearis* e *Collotheca sp.*

C. Comparação do Fito e Zooplâncton nos Reservatórios Jaguari/CESP e Atibainha

Na comparação dos reservatórios (**Tabela 6.4.5-11**), observa-se uma maior diversidade em termos de fitoplâncton no Atibainha e densidades parecidas, com exceção do setor de montante do braço do rio Jaguari na represa Jaguari/CESP.

TABELA 6.4.5-11 - FITOPLÂNTON - COMPARAÇÃO ENTRE OS RESERVATÓRIOS ATIBAINHA E JAGUARI/CESP

FITOPLÂNTON	ANÁLISE QUALITATIVA	ANÁLISE QUANTITATIVA
Ponto	nº total de táxons por classe	Densidade (organismos/ ml)
AT-103	23	596
AT-102A	20	713
AT-301	16	350
IG-102	4	1.148
IG-101A	9	372
IG-101	4	53
IG-103	8	330
IG-104	5	233

A diversidade em termos de zooplâncton (**Tabela 6.4.5-12**) foi equivalente nos dois reservatórios e a densidade foi mais elevada na saída do reservatório Atibainha pelo túnel 5 e, principalmente, no setor de montante do braço do rio Jaguari, no reservatório Jaguari/CESP.

TABELA 6.4.5-12. ZOOPLÂNCTON - COMPARAÇÃO ENTRE OS RESERVATÓRIOS ATIBAINHA E JAGUARI/CESP

ZOOPLÂNCTON	ANÁLISE QUALITATIVA	ANÁLISE QUANTITATIVA
Ponto	nº total de táxons por classe	Densidade (organismos/ ml)
AT-103	13	17.280
AT-102A	9	2.560
AT-301	6	854
IG-102	12	105.000
IG-101	6	4.053
IG 101 A	8	10.027
IG 103	8	4.853
IG 104	6	2.560

6.4.5.5. Ictiofauna. Campanha nos reservatórios Jaguari e Atibainha

Os ecossistemas aquáticos são frequentemente expostos a estresses ambientais. Como consequência disso, a fauna de peixes de água doce da América do Sul vem sendo rapidamente destruída por diversas atividades humanas, dentre elas, a sobrepesca, desmatamentos, destruição de alagadiços, poluição, introdução de espécies exóticas, e represamentos para construção de reservatórios com fins de abastecimento humano e construção de hidrelétricas (MENEZES & ROSA, 1996).

Na bacia hidrográfica do rio Atibaia é perceptível o contraste entre ambientes naturais relativamente preservados e áreas extremamente urbanizadas. Esta bacia está diretamente relacionada a dois importantes centros urbanos e econômicos do Brasil, as regiões metropolitanas de Campinas e São Paulo, sendo um importante manancial de abastecimento público (DEMANBORO et al., 2013). A bacia do rio Jaguari, também se encontra próxima a importantes centros urbanos, como os municípios de São José dos Campos e Jacareí, no extremo sudoeste da bacia do rio Paraíba do Sul, e é considerado um importante manancial para abastecimento público e para produção de energia elétrica. É neste cenário que se encontram os reservatórios Atibainha e Jaguari, objeto do Projeto de Interligação.

O efeito de gradientes ambientais sobre a estrutura da ictiofauna pode ser observado em reservatórios (FERREIRA, 2011), já que apesar de serem ambientes predominantemente lênticos, apresentam interação com a bacia hidrográfica e contribuem para a ocorrência de trechos lóticos e semilóticos, o que faz com que sejam classificados como sistemas intermediários entre rios e lagos (THORNTON, 1990). A formação de um reservatório é responsável pela reestruturação drástica nas assembleias de peixes, sendo que nos primeiros meses após sua formação verifica-se um aumento na diversidade pontual, pois as espécies de peixes que antes ocupavam diferentes tipos de habitats começam a explorar ativamente toda a coluna d'água (AGOSTINHO et al., 2008). Durante os anos subsequentes, a diversidade no reservatório declina devido à perda de espécies lóticas (sobretudo as migradoras) e ao aumento na abundância de grupos lênticos.

Em atendimento ao Termo de Referência para o EIA/RIMA, foi executado um Levantamento e Diagnóstico da Ictiofauna presente nas represas de Atibainha (bacia do Alto Paraná) e Jaguari (bacia do rio Paraíba do Sul).

A. Levantamento de Dados Secundários

As informações bibliográficas referentes à ictiofauna de potencial ocorrência na área de Influência da Interligação das Represas Jaguari e Atibainha foram realizadas a partir de buscas em literatura específica, como artigos publicados em periódicos, livros, teses e dissertações, bem como em base de dados do projeto *SpeciesLink*, uma fonte de informação que integra dados sobre biodiversidade disponível em museus, herbários e coleções biológicas (SPECIESLINK, 2010) e do Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil, que reúne uma

lista de espécies válidas de peixes com ocorrência documentada para o Brasil (BUCKUP & MENEZES, 2003). A nomenclatura das espécies baseou-se em Buckup et. al. (2007) e Langeani et al. (2007).

Considerando que os reservatórios estão inseridos em duas grandes províncias hidrográficas distintas, o levantamento foi realizado separadamente para as bacias do Alto rio Paraná e do rio Paraíba do Sul, representando as áreas influência do empreendimento.

O sistema Alto Paraná contém 38 famílias e 310 espécies de peixes descritas (LANGEANI et al., 2007), sendo uma das mais impactadas devido aos processos de urbanização e industrialização, apresentando um total de 29 espécies de peixes ameaçadas de extinção (ROSA & LIMA, 2008). O **Anexo 2.5.1** apresenta uma compilação das espécies citadas nos principais trabalhos realizados na bacia do Alto Paraná e o grau de ameaça.

A fauna de peixes da bacia do rio Paraíba do Sul, inclui cerca de 160 espécies de água doce e estuarinas (BIZERRIL, 2001). Oyakawa & Menezes (2011) compilaram 71 espécies de peixes para a porção do rio Paraíba do Sul do estado de São Paulo. Os autores chamam a atenção para o quanto ainda é falha a inventariação da ictiofauna do estado, pois recentemente foi registrada a ocorrência, em um dos braços da represa de Paraibuna, de *Pogonopoma parahybae*, espécie ameaçada de extinção, conhecida anteriormente só das porções carioca e mineira do Paraíba do Sul. O **Anexo 2.5.2** traz uma relação das espécies citadas nos principais trabalhos realizados na bacia do Paraíba do Sul e o grau de ameaça.

B. Amostragem de Ictiofauna

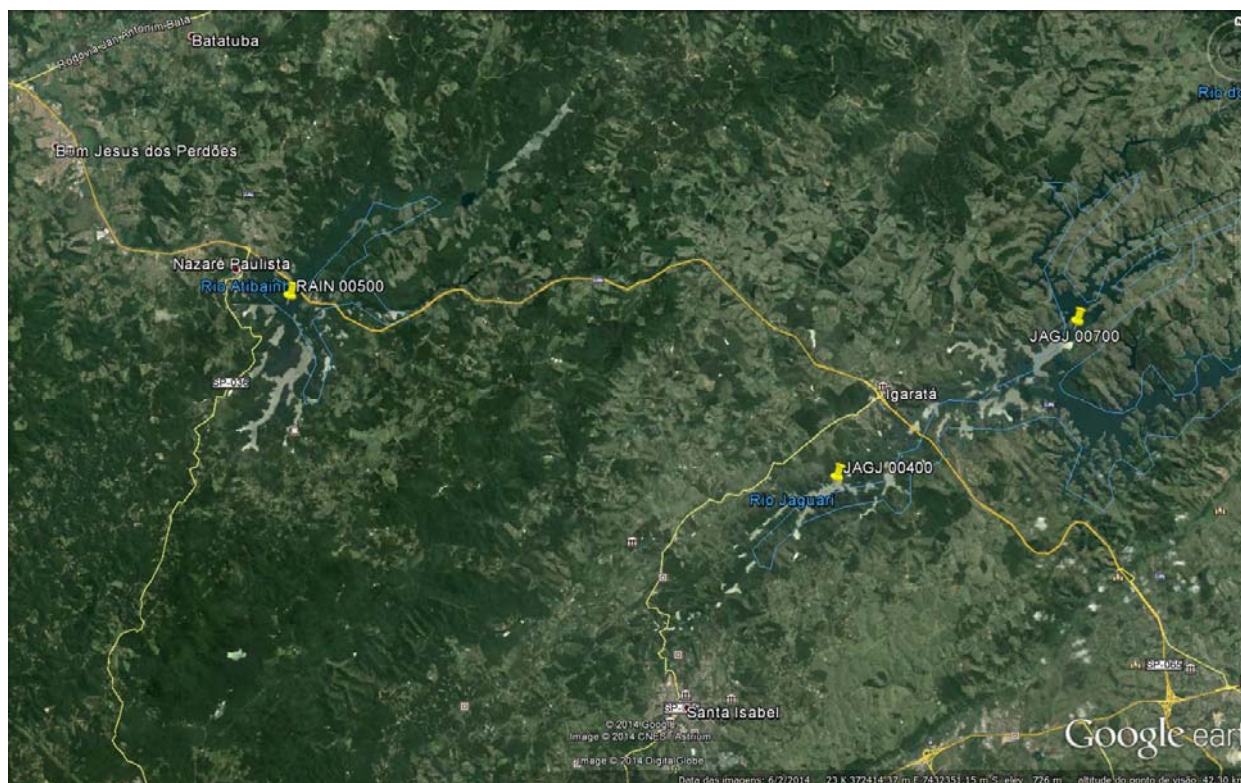
O levantamento de dados em campo foi realizado entre os dias 5 e 8 de dezembro de 2014, com amostragem em três locais, sendo: (i) dois pontos localizados no reservatório Jaguari, um em frente à futura captação (JAGJ 00400) e outro na foz do braço do rio do Peixe (JAGJ 00700); e (ii) um localizado no meio do reservatório Atibainha (RAIN 00500) (**Tabela 6.4.5-13 e Figuras 6.4.5-16 e 17**).

A campanha de campo foi realizada em conformidade com a Autorização de Manejo *in situ* nº 118/2014 e Parecer Técnico DeFau/CFMS nº 108/2014, ambos de 11/11/2014.

TABELA 6.4.5-13. COORDENADAS GEOGRÁFICAS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ICTIOFAUNA

Ponto	Coordenadas UTM (23K)		Local
	Este	Norte	
JAGJ 00400	379.930	7.429.456	Reservatório Jaguari
JAGJ 00700	388.713	7.435.933	Reservatório Jaguari
RAIN 00500	358.818	7.435.148	Reservatório Atibainha

FIGURA 6.4.5-16. IMAGEM DE SATÉLITE DA ÁREA DE ESTUDO COM OS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ICTIOFAUNA



Fonte: Google Earth

FIGURA 6.4.5-17. PONTOS AMOSTRADOS NO LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS DE ICTIOFAUNA

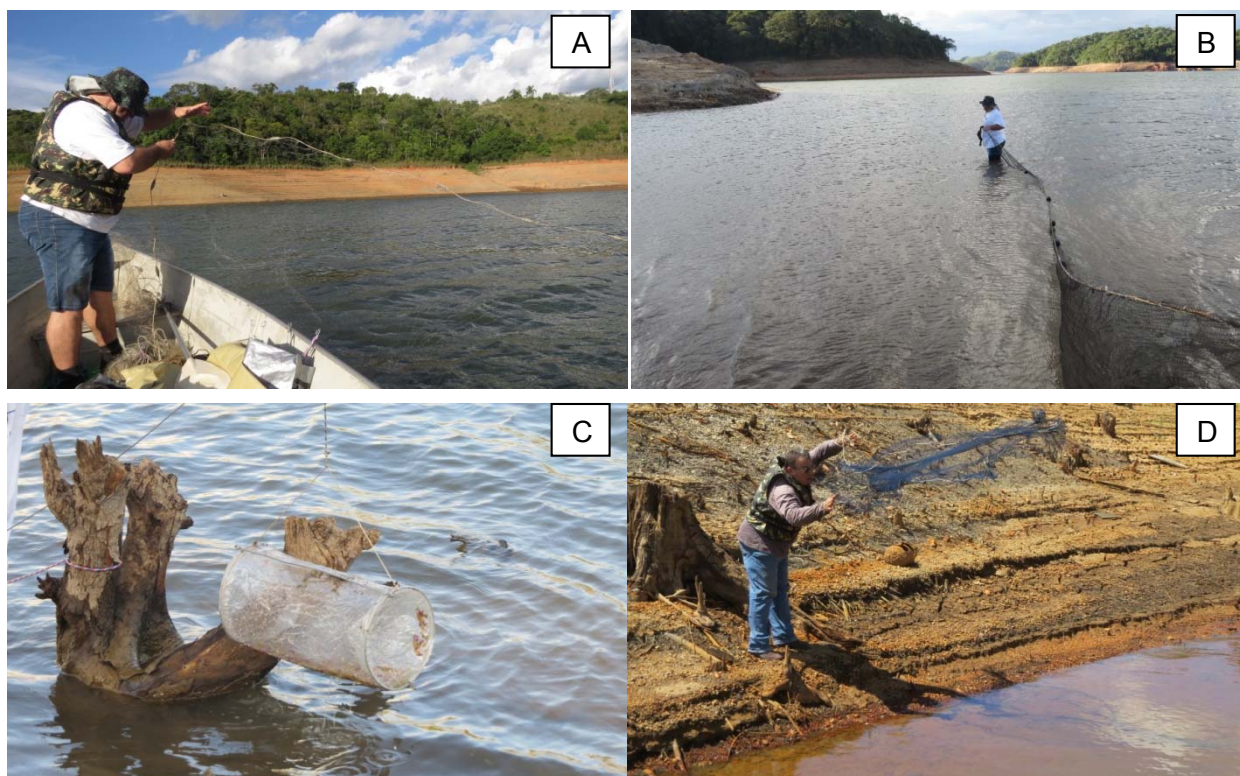




A: represa Atibainha - ponto RAIN 00500; **B:** represa Jaguarí - ponto JAGJ 00400; **C:** represa Jaguarí - ponto JAGJ 00700.

Em cada ponto amostral foram utilizadas 16 redes de espera com malhas variando de 1,5 a 12 cm, com 50 metros de comprimento e 2,5 m de altura. As redes foram armadas no período da manhã e recolhidas no início da manhã do dia seguinte, permanecendo por 20 h em cada local, sendo vistoriadas no final da tarde de modo a evitar a mortandade excessiva de peixes. Foram utilizados apetrechos de pesca complementares, tais como tarrafa (malha 3,0 cm), rede de arrasto (malha 0,5 cm), covos (20 cm diâmetro x 40 cm comprimento) e puçá (malha 0,2 cm com 40 cm de diâmetro) para uma amostragem qualitativa. Tarrafa, rede de arrasto e puçá foram utilizados em trechos próximos às margens de cada um dos pontos durante duas horas e os covos permaneceram armados por 24 h (**Figura 6.4.5-18**).

FIGURA 6.4.5-18. APETRECHOS DE PESCA UTILIZADOS NO LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS DE ICTIOFAUNA



A: Rede de espera; B: Rede de arrasto; C: Covo; D: Tarrafa

Os exemplares capturados foram identificados, fotografados e soltos no mesmo local da captura. Os peixes que não apresentaram condições físicas de serem soltos ou que necessitaram de confirmação taxonômica, foram anestesiados com cloridrato de benzocaína por dez minutos, fixados em formol e conservados em álcool. Foi estipulado o limite de coleta de três exemplares para confirmação taxonômica. Posteriormente esses exemplares foram depositados na coleção ictiológica da UFSCar, campus Lagoa do Sino, município de Buri, SP.

C. Análise dos Dados de Ictiofauna

Para realização do diagnóstico da ictiofauna, foram realizados levantamentos de dados primários e secundários. A avaliação da estrutura da comunidade de peixes e o efeito que o empreendimento possa vir a causar sobre a ictiofauna foram realizados com base nas análises descritas a seguir.

• Rarefação

A técnica de rarefação permite fazer comparações do número de espécies entre comunidades quando o tamanho das amostras não é igual. Calcula-se o número esperado de espécies de cada amostra reduzindo-a a um tamanho padrão, isto é, quantas espécies seriam registradas caso a amostra considerada fosse de N indivíduos. Além disso, essa técnica permite realizar uma estimativa de riqueza do local, avaliando se o ambiente foi bem amostrado a partir da estabilidade da curva.

$$E(S) = \sum \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

onde, $E(S)$ = número esperado de espécies, N = número total de indivíduos na amostra, N_i = número de indivíduos da i -ésima espécie e n = tamanho da amostra padronizada.

Krebs (1989) descreve detalhadamente este método e analisa as restrições de seu uso em ecologia, sendo estas: as amostras a serem comparadas devem ser consistentes do ponto de vista taxonômico; o desenho amostral pode diferir na intensidade de amostragem, mas não no método de coleta; os tipos de habitats de onde são obtidas as amostras devem ser similares.

Para medir a diversidade de espécies foram aplicados o índice de riqueza de espécies de *Margalef* (MG) e dois índices baseados na abundância proporcional das espécies: diversidade de *Shannon* (H') e equabilidade de *Pielou* (J').

- **Índice de *Margalef***

$MG = (S - 1) / \ln N$, onde S = número de espécies e N = número total de indivíduos.

Esse índice transforma o número de espécies por amostra em uma proporção na qual as espécies são adicionadas pela expansão da amostra. Supõe-se que haja uma relação funcional entre o número de espécies e o número total de indivíduos $S = k\sqrt{N}$, onde k é constante (Magurran, 1988). Se isso não é mantido, o índice varia com o tamanho da amostra de forma desconhecida. Usa-se $S - 1$ no lugar de S , sendo $MG = 0$ quando existe uma única espécie.

Um aspecto importante a ser considerado é que o número de espécies registradas depende fortemente do tamanho da amostra. Se o esforço amostral não é o mesmo, a comparação de distintos valores de riqueza não será válida a menos que se utilizem índices que não dependam do tamanho da amostra, ou se padronize o tamanho da amostra mediante métodos como rarefação, curva de acúmulo de espécies ou métodos não paramétricos.

- **Índice de *Shannon***

$H' = -\sum p_i \ln p_i$, onde p_i = abundância proporcional da espécie i , isto é, o número de indivíduos da espécie i dividida pelo número total de indivíduos da amostra.

Esse índice expressa a uniformidade dos valores de importância de todas as espécies da amostra, assim, mede o grau médio de incerteza em predizer a que espécie pertence um indivíduo escolhido ao acaso da coleção (Magurran, 1988). Assume-se que os indivíduos são selecionados ao acaso e que todas as espécies estão representadas na amostra. Esse índice adquire valores entre zero, quando existe uma só espécie, e o logaritmo de S quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos (Magurran, 1988).

- **Índice de *Pielou***

$J' = H' / H'_{\max}$, onde $H'_{\max} = \ln(S)$.

Esse índice mede a proporção da diversidade observada com relação à máxima diversidade esperada. Seu valor varia de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situações onde todas as espécies são igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Para avaliar a suficiência da amostragem foi utilizada uma curva de rarefação calculada no programa EstimateS (Colwell, 2006). Para o cálculo dos índices de diversidade, riqueza e equabilidade foi utilizado o programa PAST (Quinn & Keough, 2002).

- ***Jackknife 1***

Trata-se de um estimador de riqueza que utiliza dados de incidência (presença/ausência) e se baseia naquelas espécies que ocorrem em apenas uma amostra, podendo ser calculado por (Colwell, 2006):

$$\hat{S}_{Jack1} = S_{obs} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right),$$

onde \hat{S}_{Jack1} = estimador Jackknife de primeira ordem; m = número total de amostras; S_{obs} = número total de espécies; Q_1 = número de espécies únicas, presentes em apenas uma amostra.

Sua variância é dada por Krebs (1989) e o cálculo foi realizado através do programa EstimateS (Colwell, 2006).

- **Análise de agrupamento**

A análise de agrupamento utilizando o índice de similaridade de Jaccard foi realizada para avaliar a similaridade entre os pontos amostrados, permitindo verificar os componentes específicos da ictiofauna das represas amostradas.

D. Resultados da Amostragem de Ictiofauna

No conjunto dos dois reservatórios amostrados, foram capturados 229 indivíduos, pertencentes a duas ordens, cinco famílias e nove espécies (**Tabela 6.4.5-14 e Figura 6.4.5-19**). No reservatório Atibainha, foram registrados 132 indivíduos distribuídos em seis espécies (**Figura 6.4.5-20**), ao passo que no reservatório Jaguari foram capturados 97 indivíduos pertencentes a quatro espécies (**Figura 6.4.5-21**).

Dentre as espécies capturadas, três são exóticas, sendo que duas ocorreram no reservatório Atibainha, *Cichla kelberi* (tucunaré) e *Tilapia rendalli* (tilápia) e uma no reservatório Jaguari, *Plagioscion squamosissimus* (curvina). Essas espécies são comumente encontradas em reservatórios do Sudeste e são consideradas importantes para a pesca artesanal e esportiva.

Considerando que os reservatórios pertencem a diferentes bacias hidrográficas, destaca-se que as espécies *Hoplias malabaricus* e *Geophagus brasiliensis* são consideradas nativas e comuns entre as bacias, no entanto, tendo em vista o isolamento geográfico, diferenças populacionais são encontradas entre as bacias de ocorrência.

As demais espécies capturadas não são comuns entre as bacias, ocorrendo na bacia do Paraíba do Sul o lambari, *Astyanax bimaculatus*, e a joaninha, *Crenicichla lacustris*. Representando a bacia do Alto Paraná, tem-se a piaba, *Bryconamericus exodon* e o canivete, *Apareiodon affinis*.

Não foi capturada nenhuma espécie da ordem dos Siluriformes, fato incomum para a ictiofauna tropical, onde se espera uma maior abundância de Characiformes seguida dos Siluriformes (LOWE-McCONNELL, 1999). Isso é atribuído ao alto nível de assoreamento encontrado nas represas amostradas, o que provoca a inconsolidação dos sedimentos presentes no fundo, impedindo que as espécies associadas a esse tipo de ambiente habitem o local. Por outro lado, uma maior ocorrência de espécies da ordem dos Perciformes foi observada, visto que são espécies que exploram a coluna de água sendo, portanto, favorecidas nesse cenário.

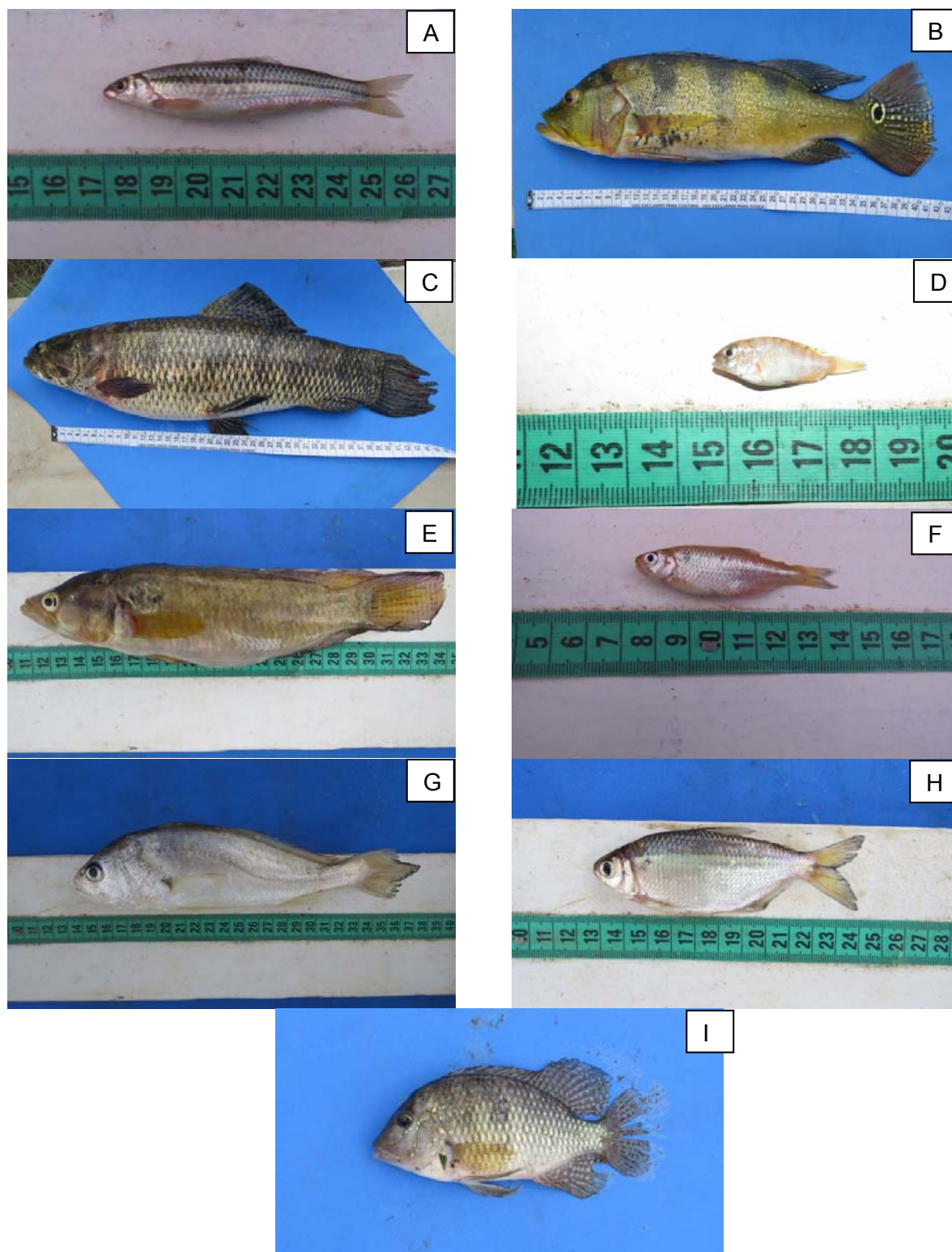
Todas as espécies capturadas são comumente encontradas, principalmente em ambientes alterados por represamento, e nenhuma delas consta nas listas estadual (SMA 2014) e/ou federal (MMA 2008) de peixes ameaçados de extinção.

TABELA 6.4.5-14. LISTA TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES CAPTURADAS NO LEVANTAMENTO DE ICTIOFAUNA

Lista Taxonômica	JAGJ 00400	JAGJ 00700	RAIN 00500	Total
Ordem Characiformes				
Characidae				
<i>Astyanax bimaculatus</i>	4	30	-	34
<i>Bryconamericus exodon</i>	-	-	54	54
Erythrinidae				
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	-	6	6
Parodontidae				
<i>Apareiodon affinis</i>		-	32	32
Ordem Perciformes	-			
Cichlidae				
<i>Cichla kelberi</i>	-	-	6	6
<i>Crenicichla lacustris</i>	7			7
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-	1	1	2
<i>Tilapia rendalli</i>	-	-	33	33

Lista Taxônômica	JAGJ 00400	JAGJ 00700	RAIN 00500	Total
Sciaenidae				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	53	2	-	55
Total por ponto	64	33	132	229

FIGURA 6.4.5-19. ESPÉCIES CAPTURADAS NO LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS DA ICTIOFAUNA



A: *Apareiodon affinis* (canivete); B: *Cichla kelberi* (tucunaré); C: *Hoplias malabaricus* (traira); D: *Tilapia rendalli* (tilápia); E: *Crenicichla lacustris* (joaninha); F: *Bryconamericus exodon* (piaba); G: *Plagioscion squamosissimus* (curvina); H: *Astyanax bimaculatus* (lambari); I: *Geophagus brasiliensis* (cará).

FIGURA 6.4.5-20. ICTIOFAUNA. ABUNDÂNCIA TOTAL DAS ESPÉCIES CAPTURADAS NO RESERVATÓRIO ATIBAINHA

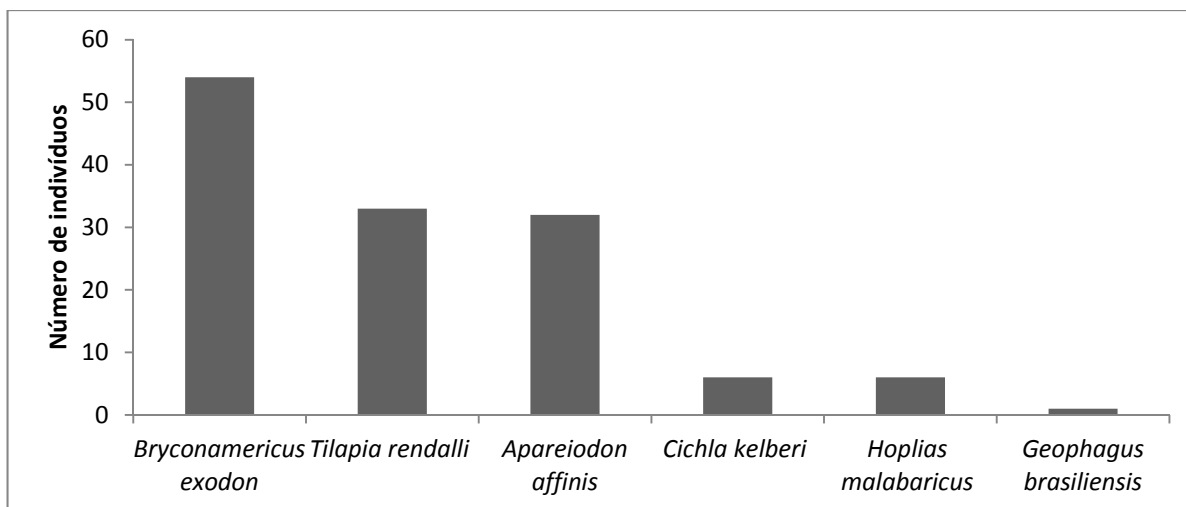
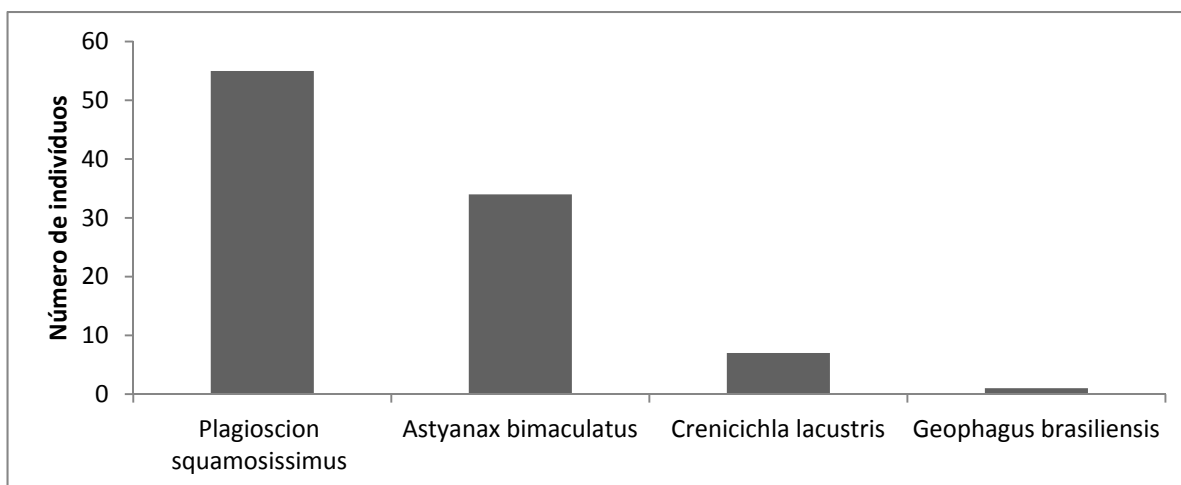
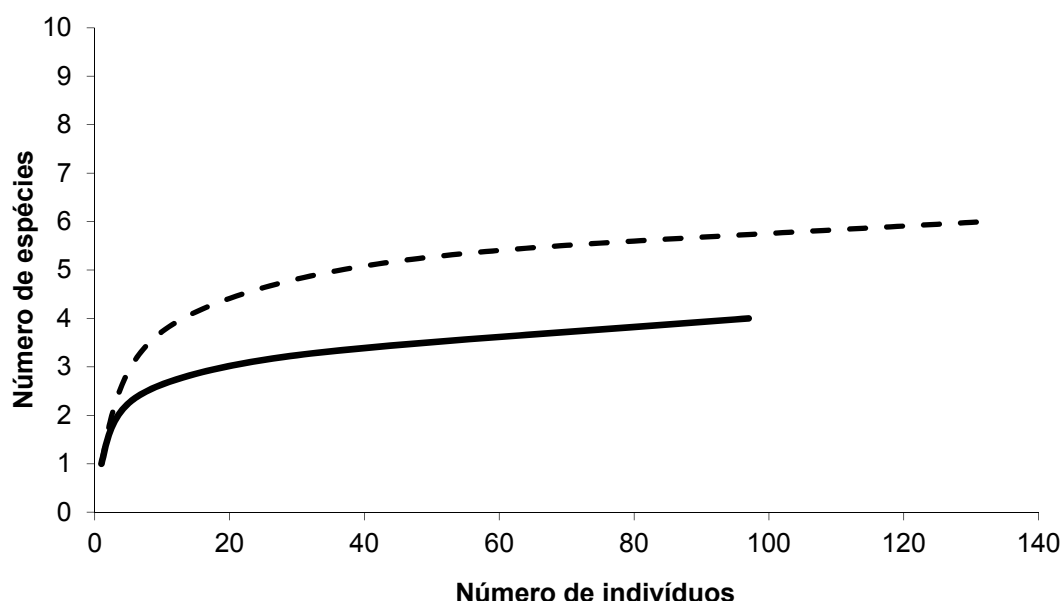


FIGURA 6.4.5-21. ICTIOFAUNA. ABUNDÂNCIA TOTAL DAS ESPÉCIES CAPTURADAS NO RESERVATÓRIO JAGUARI



As curvas de rarefação calculadas separadamente para cada represa amostrada apresentaram tendência à estabilidade, indicando que o local foi bem amostrado e que, apesar do pequeno número de espécies registradas, estas representam a ictiofauna dos locais amostrados. O estimador de riqueza corrobora os resultados obtidos, visto que se estima a presença de cinco espécies no Jaguari e sete no Atibainha, ou seja, apenas uma além das quatro e seis registradas, respectivamente (**Figura 6.4.5-22**).

FIGURA 6.4.5-22. ICTIOFAUNA. CURVA DE RAREFAÇÃO



Amostras na represa Jaguari (linha contínua). Amostras na represa Atibainha (linha pontilhada).

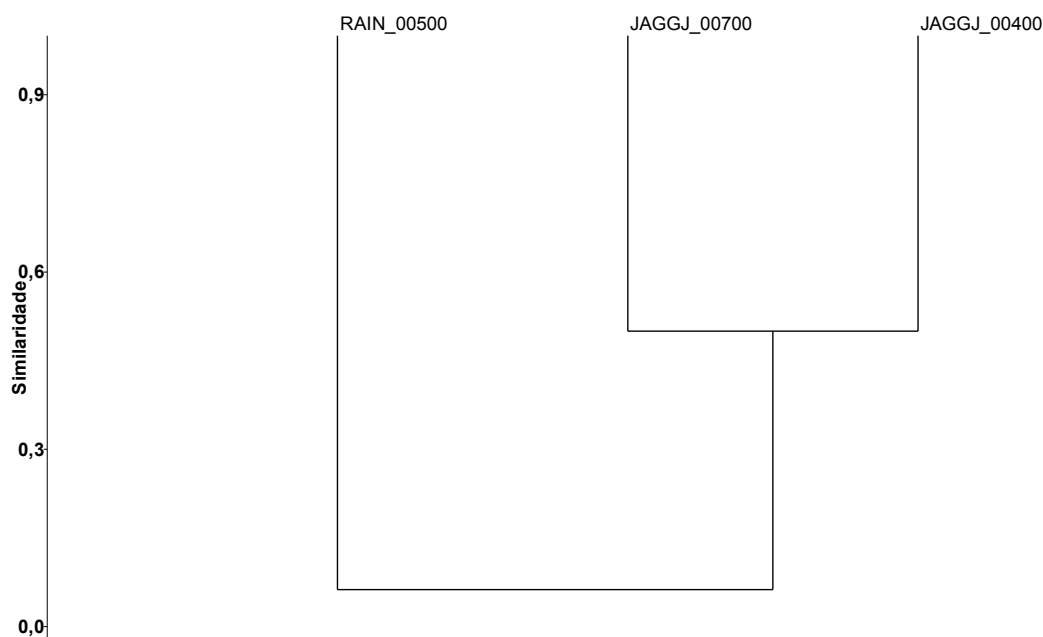
Avaliando os descritores ecológicos, observa-se que a represa Atibainha apresenta valores superiores de riqueza, abundância, diversidade e equabilidade (**Tabela 6.4.5-15**). Essa diferença se torna ainda mais expressiva quando se considera que na represa Atibainha foi amostrado apenas um ponto e na represa Jaguari dois, ou seja, o dobro do esforço amostral. De forma geral, os valores obtidos são baixos quando se considera que as duas bacias hidrográficas possuem elevada riqueza de espécies, conforme apresentado no levantamento de dados secundários, e tal fato é atribuído à descaracterização do ambiente natural, visto que o sistema passou de lótico (rio) para lêntico (represa).

TABELA 6.4.5-15. RIQUEZA, NÚMERO DE INDIVÍDUOS, ÍNDICES DE *SHANNON* (DIVERSIDADE), *MARGALEF* (RIQUEZA) E *PIELOU* (EQUABILIDADE), NA AMOSTRAGEM DE ICTIOFAUNA NAS REPRESAS JAGUARI E ATIBAINHA.

Índices	Jaguari	Atibainha
Riqueza	4	6
Número de indivíduos	97	132
Índice de <i>Shannon</i>	0,93	1,37
Índice de <i>Margalef</i>	0,66	1,02
Índice de <i>Equabilidade</i>	0,67	0,77

A análise de agrupamento evidenciou a diferença na composição da ictiofauna presente nos dois reservatórios estudados, visto que a análise discriminou os dois pontos localizados na represa Jaguari do ponto amostrado na represa Atibainha, sendo baixa a similaridade entre os dois sistemas. (**Figura 6.4.5-23**).

FIGURA 6.4.5-23. ICTIOFAUNA. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO



Nota: Consideram-se separadamente as três amostras realizadas: represa Atibainha (RAIN_00500) e represa Jaguari (JAGJ_00700 e JAGJ_00400).

E. Considerações Finais. Ictiofauna

O levantamento de dados em campo, realizado em dezembro de 2014, registrou a presença de 229 indivíduos pertencentes a nove espécies. No reservatório Atibainha foram registrados 132 indivíduos distribuídos em seis espécies, ao passo que no reservatório Jaguari foram capturados 97 indivíduos pertencentes a quatro espécies.

Dentre as espécies capturadas, três são exóticas, sendo que duas ocorreram no reservatório Atibainha, *Cichla kelberi* (tucunaré) e *Tilapia rendalli* (tilápia), e uma no reservatório Jaguari, *Plagioscion squamosissimus* (curvina). As demais espécies são comumente encontradas e não constam nas listas de animais ameaçados.

O levantamento revelou um reduzido número de espécies, fato evidente quando comparado aos dados secundários apresentados para ambas às bacias. Isso já era esperado, visto que os ambientes foram completamente alterados para formação dos reservatórios, sendo as espécies encontradas típicas de ambientes represados.

Durante o período de amostragem, ambos os reservatórios apresentavam reduzido volume de água, com elevado índice de assoreamento provocado pela instabilidade das margens, fato que pode ter colaborado para a baixa riqueza encontrada nos trechos amostrados, bem como a ausência de espécies da ordem Siluriformes que habitam o fundo de rios, represas e lagos.

O esforço empregado no levantamento foi adequado e os resultados considerados representativos, visto que a curva de rarefação apresentou tendência à estabilidade, e o valor do estimador de riqueza ficou muito próximo à riqueza observada. Cabe ressaltar que os resultados representam apenas os trechos amostrados, visto que os reservatórios possuem grande extensão além de trechos de transição reservatório/rio, que possuem maior riqueza de espécies.

6.4.5.6. Comunidades Bentônicas

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos. Das comunidades que habitam os sistemas aquáticos é uma das mais diversificadas. Em ecossistemas de água doce englobam espécies de Insecta, Annelida (principalmente Oligochaeta e Hirudinea), Nemertinea, Crustacea

(Decapoda, Amphipoda e Isopoda), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda) e alguns Turbellaria e Bryozoa. Colonizam o substrato de fundo dos ambientes aquáticos (bentos), onde podem viver na água de fundo (hiperbentos), sobre o substrato (epifauna), se enterrar em sedimento mais fino (infauna) ou ocupar os espaços entre os grãos de areia (fauna intersticial) (CETESB, 2012a).

Em geral se situam numa posição intermediária na cadeia alimentar, tendo como principal alimentação detritos orgânicos, algas e microorganismos, sendo os peixes e outros vertebrados seus principais predadores (SILVEIRA, 2004).

O bentos é componente essencial para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, atuando nos processos ecológicos de transferência de energia e de ciclagem de nutrientes. Além disso, tem papel na movimentação de contaminantes e nutrientes dos sedimentos por: 1) biorrevolvimento ou bioturbação, alteração física e química dos sedimentos promovido pelas populações que se enterram; 2) bioacumulação, em que a concentração corpórea de determinada substância tende a aumentar com o tempo de contato do organismo a ela; 3) transferência trófica ou biomagnificação, quando a concentração aumenta com o nível trófico; 4) biodegradação, quando há transformação, após ingestão, da substância pelo bentos; e 5) migração, quando o contaminante é transportado para outro sistema ou trecho do mesmo ambiente como, por exemplo, na emergência de insetos cujas larvas são aquáticas (CETESB, 2012a).

Ocorrem em todo tipo de ecossistema aquático, exibem ampla variedade de tolerâncias a vários graus e tipos de poluição, têm baixa motilidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático.

A composição da comunidade bentônica varia muito de acordo com as condições do fundo, tanto na mesma profundidade como em diferentes profundidades. Essa composição está sujeita às condições de fatores abióticos como temperatura, substâncias dissolvidas, como gases, nutrientes e contaminantes, velocidade da correnteza e natureza do substrato (HYNES, 1970). Fatores bióticos também têm importância na ocorrência das espécies, como a presença de vegetação ripária e adjacente, predação, patógenos e competição (FIDALGO, 2007).

Segundo vários autores (BEGHELL et al., 2012), os macroinvertebrados bentônicos são considerados excelentes bioindicadores porque podem ser encontrados em vários compartimentos do meio aquático, apresentam uma elevada riqueza, são sedentários ou tem baixa mobilidade, o que permite que as perturbações ambientais possam ser facilmente localizadas. Além disso, por estarem no sedimento e possuírem um ciclo de vida longo quando comparados com outros bioindicadores, como organismos de plâncton, os macroinvertebrados podem indicar condições ambientais através do tempo, ou seja, fornecem registros de longo período. São capazes de reagir tanto à coluna de água quanto aos impactos no sedimento, o que amplifica a resposta ao espectro de condições ambientais (CAREW et al., 2007).

Por esse motivo os macroinvertebrados têm sido usados na tipologia de lagos e rios e na avaliação biológica da qualidade da água, em projetos de diagnose e de monitoramento ambiental.

Para o licenciamento ambiental o levantamento de informações, a partir de dados primários e secundários, da composição da fauna bentônica deve consistir, segundo CETESB (2012a), no inventário dos componentes da biota, ou seja, a amostragem deve ser exploratória e buscar capturar exemplares de todas as populações existentes no trecho em estudo, e a identificação taxonômica deverá atingir o nível mais fino possível para que questões sobre a ocorrência de espécies pertencentes às listas (federal e/ou estadual) de ameaçadas de extinção, espécies exóticas invasoras ou com potencial de bioinvasão, espécies ou grupos endêmicos, espécies ou grupos sensíveis ao impacto previsto, espécies ou grupos indicadores, que possam inclusive ser apontados para um plano de monitoramento, sejam contempladas na discussão dos resultados.

Algumas características da comunidade bentônica, no entanto, dificultam seu uso como bioindicadora, como o padrão de distribuição agregado das espécies, o que implica na necessidade de um grande número de amostras na caracterização de um ambiente, variações

sazonais de abundância e atividade dos organismos e dificuldade de identificação taxonômica dos organismos, dada a alta diversidade (ESTEVEZ, 1988).

Medidas de avaliação rápida podem amenizar a problemática relacionada à identificação e amostragem, como por exemplo a identificação taxonômica até o nível de família e subamostragem, viabilizando o uso do zoobentos para fins de avaliação ambiental (FIDALGO, 2007).

A CETESB, na linha de abordagem citada acima, calcula, para alguns pontos de sua rede de monitoramento da qualidade da água, o Índice da Comunidade Bentônica (ICB).

Para amostras dos rios, os organismos bentônicos são identificados até família, para a maioria dos taxa, exceto para Chironomidae, em que se atinge o nível de sub-famílias e tribos. Para reservatórios, Chironomidae e Oligochaeta são identificados até gênero/espécie. São calculados os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

- Riqueza (S), sendo a soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra.
- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H').
- Índice de Comparação Sequencial (ICS)
- Razão Tanytarsini/Chironomidae (Tt/Chi).
- Riqueza de taxa sensíveis (Ssens), em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em rios e as famílias de Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em reservatórios.
- Dominância de grupos tolerantes (T/DT), tendo sido considerados tolerantes, Tubificidae sem queta capilar, Naididae e *Chironomus*, em rios e *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*, em reservatórios.

Para o diagnóstico, estes descritores são fundidos em índices multimétricos, adequados a cada tipo de ambiente, ou seja, zona sublitoral de reservatórios, zona profunda de reservatórios e rios.

TABELA 6.4.5-16. ÍNDICE DA COMUNIDADE BENTÔNICA PARA ZONA SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS (ICB_{RES-SL})

Categoria	Ponderação	Níveis				
		S	ICS	H'	T/DT	Ssens
ÓTIMA	1	≥ 25	≥ 25,00	> 3,50	< 0,10	≥ 3
BOA	2	17 - 24	15,00 - < 25,00	> 2,25 - ≤ 3,50	0,10 - < 0,40	2
REGULAR	3	9 - 16	5,00 - < 15,00	> 1,50 - ≤ 2,25	0,40 - < 0,70	1
RUIM	4	1 - 8	< 5,00	≤ 1,50	≥ 0,70	0
PÉSSIMA	5	AZÓICO				

TABELA 6.4.5-17. ÍNDICE DA COMUNIDADE BENTÔNICA PARA ZONA PROFUNDA DE RESERVATÓRIOS (ICB_{RES-P})

Categoria	Ponderação	S	Níveis			
			ICS	H'	T/DT	Tt/Chi
ÓTIMA	1	≥ 10	> 7,00	> 2,00	< 0,20	≥ 0,10
BOA	2	7 – 9	> 3,50 - ≤ 7,00	> 1,50 - ≤ 2,00	≥ 0,20 - < 0,50	> 0,06 - < 0,10
REGULAR	3	4 – 6	> 1,00 - ≤ 3,50	> 0,50 - ≤ 1,50	≥ 0,50 - < 0,80	> 0,03 - ≤ 0,06
RUIM	4	1 – 3	≤ 1,00	≤ 0,50	≥ 0,80	≤ 0,03
PÉSSIMA	5	AZÓICO				

TABELA 6.4.5-18. ÍNDICE DA COMUNIDADE BENTÔNICA PARA RIOS (ICB_{RIO})

Categoria	Ponderação	Níveis				
		S	ICS	H'	T/DT	Ssens
ÓTIMA	1	≥ 21	> 20,00	> 2,50	≤ 0,25	≥ 3
BOA	2	14 – 20	> 9,50 - ≤ 20,00	> 1,50 - ≤ 2,50	> 0,25 - < 0,50	2
REGULAR	3	6 – 13	> 3,00 - ≤ 9,50	> 1,00 - ≤ 1,50	≥ 0,50 - ≤ 0,75	1
RUIM	4	≤ 5	≤ 3,00	≤ 1,00	> 0,75	0
PÉSSIMA	5	AZÓICO				

Fonte: CETESB (2006)

Para o cálculo do Índice da Comunidade Bentônica apenas um dos índices de diversidade (H' ou ICS) é considerado, dando-se preferência ao ICS. O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade do habitat, será simplesmente a média aritmética do ranking dos índices parciais.

São relativamente escassas as informações sobre a comunidade bentônica dos ambientes de interesse no presente estudo.

A. Sistema Cantareira

Schiavone et al. (2012) fizeram o levantamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em dois reservatórios pertencentes ao sistema Cantareira, Jacareí e Jaguari (SP), em agosto de 2012. A composição taxonômica, abundância absoluta e relativa (%) e densidade numérica (ind/m²) obtidas, respectivamente, nos reservatórios do Jaguari e Jacareí, são apresentadas nas tabelas a seguir

TABELA 6.4.5-19. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI (CANTAREIRA)

Classe/Ordem	Família	JA 01	JA 02	JA 03	AA	AB%	Dens m²
Diptera	Chironomidae	36	3	27	66	25,48	461,22
	Ceratopogonidae	1	0	0	1	0,39	6,99
	Chaoboridae	0	0	2	2	0,77	13,98
Odonata	Libellulidae	1	0	0	1	0,39	6,99
Oligochaeta		154	3	31	188	72,59	1313,77
Bivalve	Corbiculidae	1	0	0	1	0,39	6,99
Total		193	6	60	259	100	1809,92
Riqueza de táxons		5	2	3	-	-	-

TABELA 6.4.5-20. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NO RESERVATÓRIO JACAREÍ (CANTAREIRA)

Classe/Ordem	Família	JC 01	JC 02	JC 03	JC 04	AA	AB%	Dens m²
Diptera	Chironomidae	30	273	5	41	349	77,56	2438,85
	Ceratopogonidae	0	1	0	0	1	0,22	6,99
	Chaoboridae	0	1	31	5	37	8,22	258,56
	Tipulidae	0	2	0	0	2	0,44	13,98
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0	0	0	1	1	0,22	6,99
Oligochaeta		35	0	0	13	48	10,67	335,43
Bivalve	Corbiculidae	11	0	0	0	11	2,44	76,87
Pupa (diptera)		0	1	0	0	1	0,22	6,99
Total		76	278	36	60	450	100	3144,65
Riqueza de táxons		3	5	2	4	-	-	-

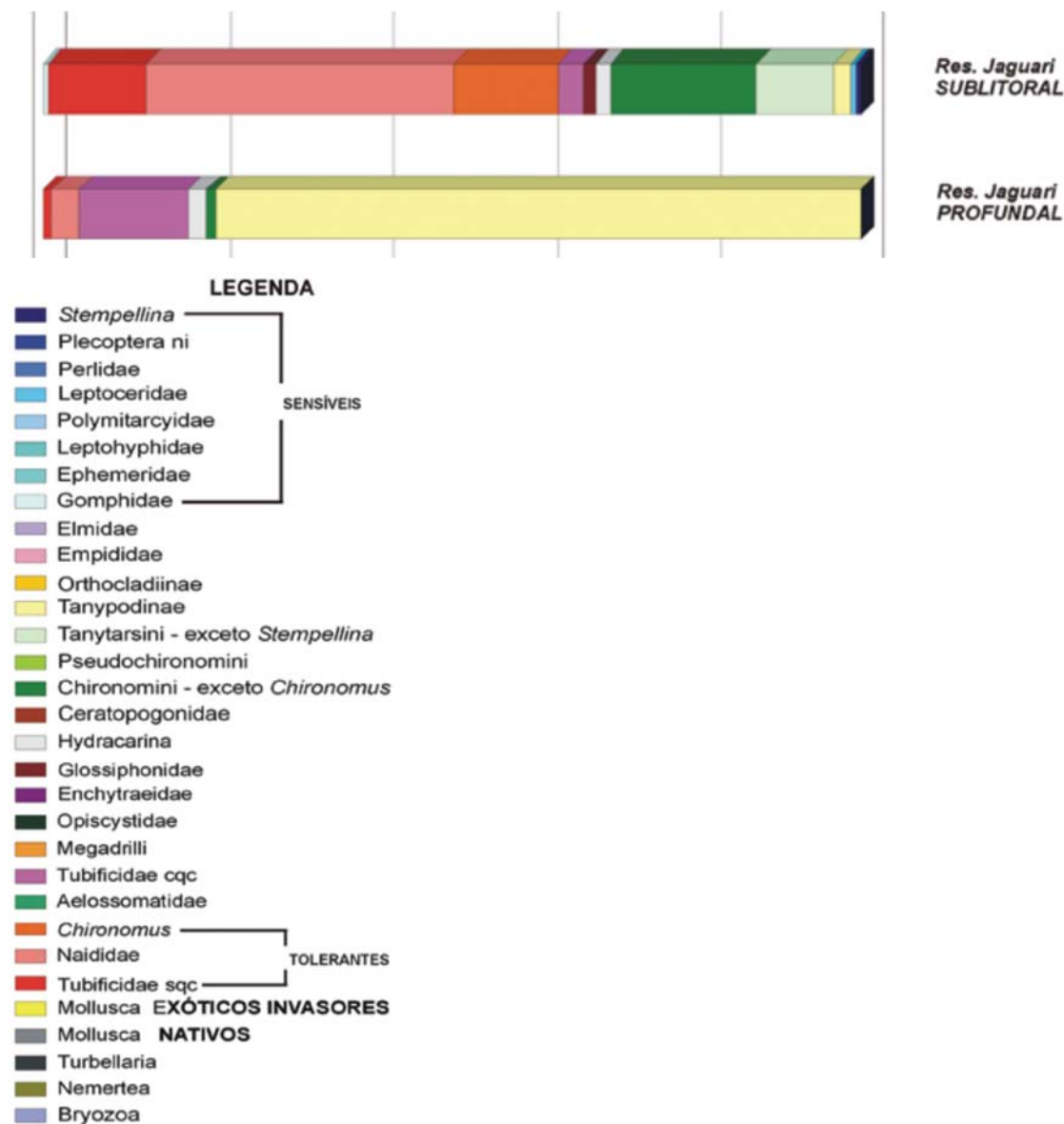
Os resultados mostraram que Oligochaeta foi o táxon numericamente dominante no reservatório de Jaguari e Chironomidae no reservatório de Jacareí. Outro aspecto de interesse foi o registro da ocorrência do molusco exótico *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) nos pontos JA-01 (Jaguari) e JC-01 (Jacareí) sendo essa espécie causadora de impactos na estrutura da composição dos macroinvertebrados bentônicos.

Estudos da comunidade bentônica foram também realizados na bacia do Rio Atibainha e Cachoeira (SHIMIZU et al, 2002; IMBIMBO, 2006; FIDALGO, 2007; WATANABE, 2007). Estes estudos amostraram apenas os rios, a montante e a jusante dos reservatórios Atibainha e Cachoeira, com o objetivo de verificar os impactos antrópicos existentes nessas bacias usando os organismos bentônicos como indicadores e de desenvolver e testar metodologias para uso de bioindicadores.

O monitoramento de qualidade de água da CETESB apresenta dados mais recentes, no que se refere ao zoobentos, para os reservatórios do Cantareira, apenas para o reservatório de Jaguari (UGRHI 5).

Em 2009 o reservatório Jaguari/Jacareí apresentou qualidade Boa de suas águas pelos dados do bentos sublitoral, mas Regular dos sedimentos, segundo sua comunidade profunda (Figura abaixo).

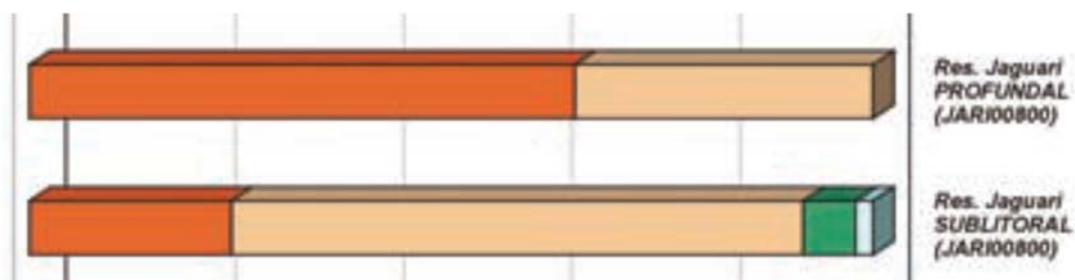
FIGURA 6.4.5-24. BENTOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI-JACAREÍ (CANTAREIRA). 2009



Fonte: CETESB (2010)

Em 2010 o Reservatório do Jaguari (JARI 00800), repetiu a condição boa para a comunidade bentônica sublitoral e regular para o profundo, mas a alta profundidade (43m) pode ter restringido a colonização.

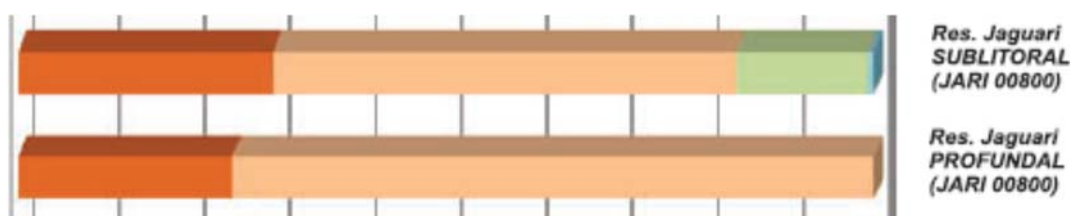
FIGURA 6.4.5-25. BENTOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI-JACAREÍ (CANTAREIRA). 2010



Fonte: CETESB (2011)

Em 2011 na região sublitoral do reservatório do rio Jaguari (UGRHI 5) o zoobentos apresentou um índice bom, com comunidade dominada por formas semi-tolerantes. No entanto, é um sistema pobre em grupos sensíveis, apenas dois: Stempellina e Gomphidae foram registrados, mas ocorreram em baixa densidade. Além disso, houve grande variabilidade na biota entre réplicas, uma das quais, coletada no fundo de uma baía que exibia odor característico de efluentes domésticos, apresentou dominância de organismos tolerantes. Ou seja, embora a massa d'água ainda apresente condição Boa para a biodiversidade local, há evidências de introdução pontual de esgotos domésticos no reservatório. A região profunda, de qualidade Regular pelo ICB, foi dominada por organismo semi-tolerante (o tubificíneo *Branchiura sowerbyi*) e a ausência de larvas de Tanytarsini mostram que a região deve exibir baixas concentrações de oxigênio dissolvido (hipóxia). A grande profundidade de coleta (27 m) e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos desta região podem provocar esta condição. Tanto os diagnósticos da região sublitoral quanto da profunda deste reservatório não se alteraram no triênio 2009-2011.

FIGURA 6.4.5-26. BENTOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI-JACAREÍ (CANTAREIRA). 2011



LEGENDA

SENSÍVEIS	SEMI-TOLERANTES
Baetidae Caenidae Leptohyphidae Polymitarcyidae Hydroptilidae Leptoceridae Polycentropodidae	Stephensoniana Slavina Opistocystidae Enchytraeidae Lumbriculidae Glossiphoniidae Hydracarina Ceratopogonidae Aedokntus Polomus Labrundinia Cladopelma Goeldichironomus Paralauterborniella Polypedium Chironomini Caladomyia Tanytarsini Ablabesmyia Coelotanytus Procladius Tanytarsinae Orthocladinae Simuliidae Nauconidae Dryopidae (larva) Calopterygidae Coenagrionidae
SEMI-SENSÍVEIS	
Bryozoa Ancyliidae Mycetopodidae Hyriidae Megadrio Beadius Nilothauma Saetheria Stenochironomus Zavrelliella Gomphidae Elmidae	
EXÓTICOS	
Corbiculidae Thiaridae	
SEMI-TOLERANTES	
Turbellaria Nemertinea Sphaeriidae Physidae Planorbidae Aelosomatidae Tubificinae cqc (não Tubifex) Aulodrilus Branchiura sowerbyi Haemonais Allonais Nais	
	TOLERANTES
	Tubificinae cqc - Tubifex Tubificinae sqc Limnodrilus hoffmeisteri Naidinae Dero Pristina Pristionella Chironomus

Fonte: CETESB (2012b)

B. Jaguari - CESP

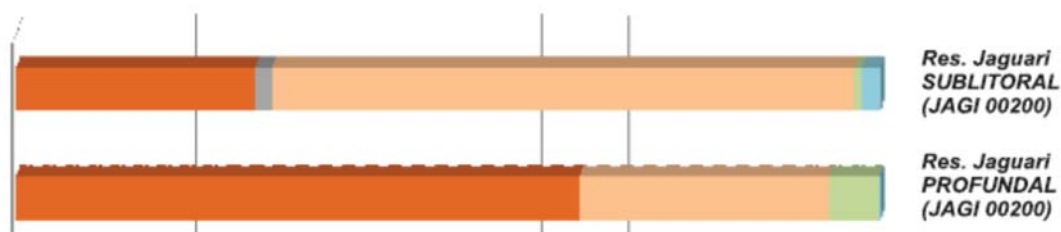
Em 2012 e 2013 a comunidade bentônica do reservatório Jaguari-CESP foi analisada dentro do plano de monitoramento da CETESB num estudo comparativo entre ambientes situados em bacias com usos do solo predominante diferenciados. Foi um dos locais estudados dentro de bacias industrializadas.

Em 2012 (CETESB, 2013) foram registradas densidades muito elevadas de organismos do bentos, refletindo o enriquecimento orgânico do reservatório, particularmente na região profunda, cujas comunidades exibiram dominância por organismos tolerantes. O baixo teor de Oxigênio Dissolvido próximo ao fundo (4,7 mg/L) já seria suficiente para o empobrecimento faunístico observado.

O diagnóstico de qualidade obtido no Reservatório do Jaguari (Ótima na sublitoral e Boa na profunda) decorreu do enriquecimento de habitats promovido pelo processo de eutrofização (IET^{CL-PT} = Mesotrófico). Ressalte-se que, na continuidade deste processo, a tendência é o desenvolvimento de um ambiente com escassez de Oxigênio Dissolvido, pela decomposição do excesso de matéria orgânica, e consequente empobrecimento da comunidade com dominância de organismos tolerantes, fato este já observado na região profunda.

No reservatório do Jaguari foi observada uma espécie exótica invasora (*Melanoides tuberculatus*), que predominou sobre as nativas, podendo estar exercendo pressão negativa sobre aquelas espécies.

FIGURA 6.4.5-27. BENTOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI (CESP). 2012



Fonte: CETESB (2013)

Em 2013 (CETESB, 2014), a região sublitoral obteve classificação ÓTIMA. A comunidade apresentou dominância de organismos semi-tolerantes, elevadas riqueza e diversidade e foram observados, no local, organismos de maior sensibilidade à degradação. A alta densidade de organismos observada na região profunda (superior a $3,0 \times 10^4$ org.m⁻²) mostra ser este ambiente altamente produtivo e/ou acumulador de matéria orgânica. No entanto, riqueza e diversidade relativamente altas (considerando-se que se trata de região profunda de reservatório), associadas a baixa dominância de espécies tolerantes, contribuíram para que a região profunda fosse classificada como BOA. Em 2012 o Reservatório Jaguari apresentou a mesma classificação para as regiões sublitoral e profunda, contudo em local diferente deste coletado em 2013.

FIGURA 6.4.5-28. BENTOS NO RESERVATÓRIO JAGUARI (CESP). 2013



Fonte: CETESB (2014)

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos do reservatório Jaguari/CESP foi amostrada no ponto IG-101A (altura da captação prevista) em coleta realizada em 07/01/2015. Foram amostrados 3 locais próximos nesse ponto, constituindo, por conseguinte, tréplica.

A análise indicou a presença de duas espécies: o molusco *Melanoides tuberculatus* sp com densidade média de 30,5 org/m² e um inseto hemíptero corixida, com densidade de 15,2 org/m². Os resultados obtidos estão na **Tabela 6.4.5-21**, a seguir:

TABELA 6.4.5-21. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS. RESERVATÓRIO JAGUARI (PS). IG-101A

ANÁLISE QUANTITATIVA			
Identificação	P-R1	P-R2	P-R3
MOLLUSCA			
Classe Gastropoda			
Ordem Thiaridae			
<i>Melanoides tuberculatus</i>	45,73	15,24	30,48
ARTHROPODA			
Classe Insecta			
Ordem Hemiptera			
Família Corixidae	-	15,24	-
Densidade total (org.m⁻²)	45,73	30,48	30,48
Riqueza de Margalef (d)	0	1,44	0

ANÁLISE QUANTITATIVA			
Identificação	P-R1	P-R2	P-R3
Diversidade (H')	0	0,69	0
Equitabilidade (J')	-	1	-

Observou-se baixa diversidade e baixa densidade de organismos. A densidade de *Melanoides tuberculatus* pode atingir valores muito mais elevados que os observados, como por exemplo em reservatórios da bacia do Piranhas Açu, no Rio Grande do Norte, com valores de até 10.000 ind/m² (SANTOS et al., 2010).

A família Corixidae apresenta 6 subfamílias das quais 3 ocorrem na América do Sul, sendo relatadas a presença várias espécies nos ambientes aquáticos de Minas Gerais (MELO & PEREIRA, 1996).

O molusco gastrópode *Melanoides tuberculatus* é uma espécie bioinvasora proveniente do nordeste da África e sudeste da Ásia. O primeiro registro de sua introdução no Brasil data de 1967 na cidade de Santos (SP), provavelmente introduzido nos corpos d'água através de soltura deliberada pela aquariofilia (VAZ et al., 1986). Atualmente, sua distribuição abrange 17 estados brasileiros (FERNANDEZ et al., 2003; ROSA et al., 2010), inclusive no Estado de São Paulo. A espécie foi registrada, por exemplo, em reservatórios do Tietê (Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos – STEFANI, 2006; Barra Bonita, Bariri e Ibitinga – SURIANI, 2006), em Porto Primavera, no Rio Paraná (JORCIN et al., 2009) e na bacia do Rio Atibaia, no Reservatório de Salto Grande (DORNFELD, 2002).

Melanoides tuberculatus possui grande capacidade migratória, fácil adaptação a diferentes substratos, sendo encontrada em diferentes corpos d'água com diferentes graus de trofia, de oligotróficos a hipereutróficos. Suporta ainda um amplo espectro de salinidade e são tolerantes a baixas concentrações de oxigênio (SURIANI, 2006). Sua importância ecológica se deve ao fato de desalojar diversos moluscos nativos e por ser um bioinvasor de distribuição acelerada e crescente, sendo por isso monitorado mundialmente.

Tem também importância do ponto de vista sanitário, por atuar como hospedeiro intermediário de vermes trematódeos parasitas do sistema respiratório (paragonimíase) e hepático (clonorquíase abdominal) em seres humanos. Por outro lado essa espécie tem sido utilizada como controle biológico de espécies de moluscos transmissoras da esquistossomose (FARANI, 2013).

A paragonimíase é uma infecção pulmonar crônica causada pelo trematódeo do gênero *Paragonimus*. *Melanoides tuberculatus* é o primeiro hospedeiro intermediário e o segundo são crustáceos (caranguejos, camarão ou lagostim) de água doce que compartilham o mesmo habitat. Os hospedeiros definitivos são animais selvagens sendo o homem um hospedeiro acidental quando adquire as metacercárias, que são as formas infectantes do hospedeiro definitivo, pelo consumo cru ou mal cozido do segundo hospedeiro (SILVA, 2010). Os casos descritos no Brasil foram de pacientes que adquiriram a doença em outro país.

A clonorquíase abdominal é causada por *Clonorchis sinensis* que é um trematódeo hepático cujos segundos hospedeiros intermediários são cerca de 80 espécies de peixes, cujo consumo cru ou mal cozido pode infectar o homem (OKUMURA, 2006). Os casos detectados no Brasil corresponderam a pessoas procedentes de países asiáticos (SILVA, 2010).

Estudo realizado na região metropolitana do Rio de Janeiro mostraram que 15,76% dos caramujos de *Melanoides tuberculatus* coletados estavam infectados com o turbelário causador da clonorquíase (BOGÉA et al., 2005).

ROCHA et al. (2011) ressaltam a preocupação, quanto aos macroinvertebrados aquáticos, da invasão em reservatórios dessa espécie e também do bivalve asiático, *Corbicula fluminea* e do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei*.

6.4.5.7. Considerações sobre a Transferência de Organismos entre Bacias

A transposição de águas de uma bacia hidrográfica para outra causa a mistura de comunidades aquáticas anteriormente separadas fisicamente, o que tem efeitos na composição futura da comunidade desses ambientes. No presente caso, o contato das águas dos reservatórios Jaguari-CESP (Paraíba do Sul) e Atibainha (Médio Tietê).

A princípio, esse contato interfere na estrutura e funcionamento da comunidade. São bem conhecidos alguns casos de introdução de espécies de peixes ornamentais ou de interesse comercial, como a tilápia nos reservatórios de São Paulo e também a introdução de peixes de outras bacias brasileiras, que provocaram efeitos significativos na ictiofauna nativa.

Um dos casos pioneiros de impactos na ictiofauna por transposição entre bacias ocorreu durante a construção do reservatório hidroelétrico de Furnas, na bacia do alto rio Paraná, no início da década de 1960. O rio Piumhi, tributário do Rio Grande, formador do rio Paraná, foi desviado para as cabeceiras do rio São Francisco. A transposição permitiu que toda a fauna de peixes do rio Piumhi e banhados, lagos e tributários associados se mesclasse com a fauna de peixes da bacia do rio São Francisco através do ribeirão Sujo, um tributário da margem direita do São Francisco. A transposição pode ter ocasionado grande impacto na atual composição da fauna de peixes da bacia do alto rio São Francisco (Moreira Filho & Backup, 2005).

No que se refere a outros grupos de organismos aquáticos, a questão apresenta uma complexidade cujo status atual do conhecimento científico não permite respostas claras e objetivas. Assim, apresentam-se algumas considerações baseadas na literatura disponível.

Fitoplâncton é um grupo de micro-organismos fotossintetizantes (algas, cianobactérias e algumas poucas bactérias) adaptados a viverem parcial ou continuamente em águas abertas. Estima-se que exista cerca de quatro mil espécies de fitoplâncton de corpos de água continentais (Reynolds 2006).

A diversidade na forma e tamanho do fitoplâncton está relacionada claramente à cinética para utilização de recursos e à susceptibilidade a processos de perda (Brasil & Huszar, 2011). Por serem facilmente dispersos, dados seu pequeno tamanho e elevada abundância é razoável assumir que as condições locais (estrutura física do sistema, disponibilidade de recursos, processos de escoamento hidráulico, sedimentação e herbivoria) determinarão quais espécies ocorrerão em um dado momento (Beisner *et al.* 2006). Dessa forma, as condições ambientais locais devem atuar como filtros favorecendo grupos de espécies que compartilham características adaptativas similares (Webb *et al.* 2002).

Por isso existe uma variação espacial da ocorrência dos organismos dentro de cada reservatório além de uma dinâmica sazonal que promove grandes e rápidas alterações na comunidade fitoplanctônica ao longo de um ciclo hidrológico e climático.

Não há para os reservatórios em pauta dados sistemáticos disponíveis sobre a estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica.

Para o reservatório de Atibainha há o trabalho de Carvalho (2003) que identificou, em coletas trimestrais entre 1997 e 1998, 153 espécies, em densidades que variaram de 1120 a 8608 org/mL com domínio de cianofíceas. Na amostragem feita para o presente trabalho o número de espécies observada variou de 16 a 23 e as densidades entre 350 e 713 org/mL, com domínio de crisofíceas, clorofíceas e dinoflagelados.

Os dados que compõem o Índice da Comunidade Fitoplanctônica da CETESB não são obtidos para o reservatório de Atibainha.

Para o reservatório Jaguari-CESP há os dados da CETESB (CETESB, 2014) referentes ao ICF, que em 2013 variou entre 1 (ótimo, baixa densidade de organismos, <1000 org/mL, sem domínio de um grupo) a 3 (regular com densidades entre 5.000 e 10.000 org/mL, com domínio de clorofíceas ou dinoflagelados), o que mostra o caráter dinâmico desta comunidade.

A comparação da lista de espécies entre as duas represas nas amostragens realizadas pelo presente estudo é apresentada na Tabela abaixo.

TABELA 6.4.5-22. COMPARATIVO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NOS DOIS RESERVATÓRIOS

Atibainha	Jaguari
ANÁLISE QUALITATIVA	ANÁLISE QUALITATIVA
Táxons encontrados	Táxons encontrados
CYANOBACTERIA	CYANOBACTERIA
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	<i>Oscillatoria</i> sp
<i>Oscillatoria sancta</i> (Kütz.) Gom.	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lem.) Kom.-Legn. & Cronb.
	<i>Phormidium chlorinum</i> (Kütz. ex Gom.) Anagn.
BACILLARIOPHYCEAE (= diatomáceas)	BACILLARIOPHYCEAE
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.
<i>Cyclotella</i> sp	<i>Cyclotella</i> sp
<i>Fragilaria capucina</i> Desmaz. var. <i>gracilis</i> (Oestrup)	
<i>Navicula</i> sp	
CHLOROPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lag.) Tsarenko	<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.
<i>Chlamydomonas</i> sp	<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom.
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.	
<i>Coelastrum</i> sp	
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) An, Friedl & Hegewald	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom.	
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Kom.-Legn.	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	
<i>Pseudodidymocystis fina</i> Kom.	
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	
CHRYSTOPHYCEAE	CHRYSTOPHYCEAE
<i>Chromulina</i> sp	<i>Mallomonas</i> sp
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhot	
<i>Mallomonas</i> sp	
DINOPHYCEAE	DINOPHYCEAE
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Lang.	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Lang.
<i>Glochidinium</i> sp	<i>Glochidinium</i> sp
<i>Peridinium</i> sp	
EUGLENOPHYCEAE	EUGLENOPHYCEAE
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko
ZYGNEMAPHYCEAE	ZYGNEMAPHYCEAE
<i>Closterium acutum</i> Bréb. ex Ralfs	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.
<i>Staurastrum inversenii</i> Nygaard	
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen var. <i>parvum</i> (West)	
<i>Staurastrum</i> sp1	
<i>Staurastrum</i> sp2	
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs	
	CRYPTOPHYCEAE
	<i>Cryptomonas</i> sp

Como pode ser constatado a diversidade observada no Atibainha foi maior que no Jaguari.

Devido a seu pequeno tamanho, curto tempo de geração e facilidade de dispersão, a presença de uma certa assembleia de espécies num determinado lugar está associada principalmente às condições ecológicas presentes. Há uma facilidade de transporte de pequenos organismos como as algas do fitoplâncton, embora para a maioria delas não existe nenhuma informação sobre o mecanismo de transporte. Sabe-se que as algas podem se dispersar passivamente por meio da água, do ar e de outros organismos, como aves e mesmo o homem, por meio dos barcos e apetrechos de pesca, por exemplo (Kristiansen 1996). Comparado com o transporte pela água, o transporte pelo ar pode se dar por distâncias maiores, havendo inclusive espécies resistentes à dissecação por longos períodos de tempo, a chamada flora aero-algal ou algas nascidas do ar (Sharma et al., 2007).

Os organismos animais do plâncton constituem a comunidade zooplânctônica que compreende organismos de tamanho que varia desde 40 µm a 2,5 cm ou até mais. O zooplâncton é representado principalmente por três grandes grupos: **ROTIFERA**, **CLADOCERA** e **COPEPODA**, podendo dele fazer parte ocasionalmente outros grupos (dependendo do sistema considerado), como PROTOZOA, DIPTERA (*Chaoborus*), MOLUSCA (*Physiocypria*) e TURBELARIA. Grande parte destes possui ciclo de vida curto, havendo uma resposta rápida em relação a mudanças ocorridas no ambiente aquático.

A importância do zooplâncton reside principalmente em seu papel de condutor do fluxo de energia, dos produtores primários para os consumidores de níveis tróficos superiores, sendo assim um importante grupo responsável pela produtividade secundária e também fundamental no transporte e regeneração de nutrientes pelo seu elevado metabolismo.

A diversidade dos organismos planctônicos está relacionada com as várias propriedades dos sistemas aquáticos considerados, tais como: origem do sistema aquático, aspectos geofísicos da bacia hidrográfica, estado trófico ou eutrofização e impactos antrópicos. Alterações na diversidade e composição de espécies zooplânctônicas podem ocorrer nos sistemas lacustres situados dentro da mesma bacia hidrográfica dependendo da entrada de materiais trazidos pelos afluentes (Tundisi, 1997).

Não há estudos sistemáticos disponíveis do zooplâncton dos reservatórios de Atibainha e Jaguari-CESP. Dados sobre o zooplâncton desses reservatórios são encontrados em alguns trabalhos como por exemplo Arcifa (1984) e Matsumura-Tundisi & Tundisi (2011).

O monitoramento realizado pela CETESB não inclui amostragem de organismos do zooplâncton em nenhum dos dois reservatórios de interesse.

Na Tabela abaixo é apresentada a lista de organismos do zooplâncton identificados na coleta realizada para o presente estudo.

TABELA 6.4.5-23. COMPARATIVO DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NOS DOIS RESERVATÓRIOS

Atibainha	Jaguari
ANALISE QUALITATIVA	ANALISE QUALITATIVA
Táxons encontrados	Táxons encontrados
ROTIFERA	ROTIFERA
<i>Anueropsis</i> sp	<i>Asplanchna</i> sp
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias	<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias
<i>Collotheca</i> sp	<i>Collotheca</i> sp
<i>Collotheca</i> sp	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	<i>Keratella americana</i> Carlin
<i>Kellicottia bostoniensis</i> Rousselet	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse
<i>Keratella americana</i> Carlin	<i>Keratella lenzi</i> Hauer
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	<i>Keratella tropica</i> Apstein
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	<i>Ptygura</i> sp

Atibainha	Jaguari
<i>Ploesoma</i> sp	
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse	
<i>Ptygura</i> sp	
<i>Trichocerca similis</i> Wierzejski	
CLADOCERA	CLADOCERA
<i>Bosmina</i> cf <i>freyi</i> De Mello & Hebert	<i>Bosmina</i> sp (jovem)
<i>Bosmina</i> sp (jovem)	<i>Ceriodaphnia dubia</i> (Richard)
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars	<i>Daphnia gessneri</i> Herbst
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst	<i>Scapholeberis armata</i> Herrick
COPEPODA CYCLOPOIDA	COPEPODA CYCLOPOIDA
Copepodito cyclopoida	Copepodito cyclopoida
<i>Mesocyclops longisetus</i> Thiébaud	Nauplio cyclopoida
<i>Microcyclops</i> sp	
Nauplio cyclopoida	
COPEPODA CALANOIDA	COPEPODA CALANOIDA
Copepodito calanoida	Nauplio calanoida
	Copepodito calanoida
	<i>Notodiaptomus</i> sp

Pode-se verificar que a riqueza de espécies é um pouco maior no reservatório Atibainha quando comparada com a represa Jaguari-CESP.

A distribuição dos organismos pode ser regulada por fatores ambientais locais e por processos regionais como a capacidade de dispersão. O movimento do zooplâncton se dá via vetores humanos ou animais, pelo fluxo de águas superficiais e pelo vento; a importância relativa dos diferentes modos de transporte é mal compreendida. Diversas linhas de evidência sugerem que a dispersão entre lagos separados sobre escalas espaciais curtas (10 km) é suficientemente rápida, de forma que as interações locais devem limitar a diversidade e composição de espécies mais do que a oferta de organismos colonizadores. No entanto, a limitação de dispersão em escalas grandes (dezenas a milhares de quilômetros) pode restringir os limites geográficos e influencia a estrutura da comunidade. A explosão atual da incidência de espécies exóticas indica que tal dispersão em escala global – ou continental – era limitada no passado (Havel & Shuin, 2004).

Dzialowwski *et al.* (2000) analisaram a propagação de um cladócero exótico (*Daphnia lumholtzi*) introduzido nos Estados Unidos e observaram sua ausência em lagoas próximas a reservatórios com o cladócero, inacessíveis a barcos de recreação, indicando a importância do fator humano na dispersão desse organismo.

Shurin *et al* (2009) ressaltaram que diferenças no modo de dispersão de organismos aquáticos sugerem que os organismos maiores podem ser mais limitados em relação à sua distribuição geográfica pelo modo de dispersão que os organismos de menor porte. Em primeiro lugar, os micro-organismos possuem frequentemente reprodução assexuada e, portanto, são menos suscetíveis a extinções locais quando em tamanhos populacionais baixos. Muitos organismos do zooplâncton e fitoplâncton também têm na sua história de vida fases dormentes, que podem ser transportadas através de vetores como vento ou animais e permitem que as populações possam ser ressuscitadas após extinções locais.

De Bie *et al.* (2012) compararam a estrutura de metacomunidades de uma ampla variedade de grupos de organismos aquáticos (12 grupos, de bactérias a peixes). Na categoria de dispersores passivos, grupos de grande porte mostraram padrão espacial mais forte do que os grupos de organismos de pequeno porte, sugerindo um impacto cada vez maior de limitação de dispersão com o aumento do tamanho do corpo. Metacomunidades de organismos com a habilidade de voar (ou seja, grupos de insetos) mostraram limitação de dispersão menor que os dispersores passivos com tamanho do corpo similar. Em contraste, os movimentos de dispersão dos grupos de vertebrados (peixes e anfíbios) ficaram confinados principalmente aos padrões de conectividade locais. Esses resultados revelaram que o tamanho do corpo e modo de dispersão são fatores determinantes da estrutura da metacomunidade e essas características devem ser consideradas no desenvolvimento de um quadro de previsão para a dinâmica da metacomunidade.

Nessa mesma linha de investigação, Padial *et. al.* (2014) observaram que fatores espaciais foram particularmente importantes para organismos com comparativamente menor capacidade de dispersão, como macrófitas aquáticas e peixes. Por outro lado, os fatores ambientais foram particularmente importantes para os organismos com alta capacidade de dispersão, como microalgas, indicando a importância da triagem das espécies pelas condições ambientais na formação da estrutura da comunidade desses organismos. A importância das distâncias de cursos de água aumentou quando variáveis espaciais foram os principais fatores na estrutura da metacomunidade.

Matsumura-Tudisi & Tundisi (2003) verificaram, no estudo das mudanças de composição do zooplâncton de reservatórios do Estado de São Paulo, que os copépodes Calanoida apresentam um alto grau de endemismo, com distribuição geográfica restrita. Este endemismo pode ser uma resposta à sensibilidade destes organismos às alterações nos fatores químicos e físicos, tais como pH, condutividade e composição iônica.

Estas diferenças entre os grupos que compõem o zooplâncton também foi observada por Dallas & Drake (2014) que observaram, em um conjunto de lagos do nordeste dos Estados Unidos, que enquanto as variáveis ambientais foram quase sempre as mais importante para a estrutura da metacomunidade, a importância relativa de variáveis diferiram entre os subconjuntos de zooplâncton, sugerindo que esses subconjuntos diferem em suas tolerâncias ambientais e limitação por dispersão.

As informações da literatura científica apresentadas acima indicam que o contato das águas dos dois reservatórios que serão interligados tem importância maior para os organismos de maior porte, como peixes e macrófitas aquáticas, e importância menor para os organismos do plâncton e também do bentos.

Deve-se considerar também a distância relativamente pequena entre os reservatórios que serão interligados (20 km), a facilidade de dispersão dos organismos menores e ainda a presença de atividade antrópica intensa nesses reservatórios e seu entorno, em particular:

- Turismo, pesca e navegação recreativa nas represas, e
- Piscicultura em inúmeros tanques e açudes em afluentes dos reservatórios.

Estas duas represas constituem sistemas artificialmente criados, manejados intensamente conforme os objetivos e uso múltiplo de suas águas, o que significa que impactos na estrutura das comunidades aquáticas já se fizeram presentes.

Outro fator a considerar é que a transferência de água entre os reservatórios se dará por meio de bombeamento com altura manométrica de 216 mca. Isso significa que os organismos (fitoplâncton, zooplâncton, bentos, peixes, ovos e larvas) que sejam sugados na estação elevatória serão submetidos, em uma fração de segundo, a uma variação de pressão de mais de 20 atmosferas. Isso equivale a colocar, de repente, um organismo que está em equilíbrio com um ambiente aquático raso, em outro ambiente a 200-210 m de profundidade, fazendo-o permanecer com pressões variadas por cerca de duas horas (tempo de trânsito na adutora).

Essas variações bruscas de pressão devem esmagar a maioria dos indivíduos, especialmente os organismos maiores, de estrutura corporal mais complexa. Não se descarta que alguns indivíduos possam sobreviver e se disseminar na represa receptora, somando aos vários processos naturais de transferência de organismos.

A transposição de águas de uma bacia para outra tem que ser considerada em termos dos riscos envolvidos sob o aspecto ecológico e sob o aspecto dos usos da água.

Sob o aspecto ecológico, o efeito da transposição depende do grau de similaridade entre as comunidades e do grupo de organismos considerado, e tem relação com a distância entre os ambientes e com suas características físicas.

Os levantamentos disponíveis indicam que os dois reservatórios apresentam comunidades de fito, zoo e ictiofauna com estruturas relativamente similares, embora com características próprias e maior riqueza no Atibainha. Nesses grupos, não foi identificada, em uma das represas, espécie que apresente risco ambiental caso venha a se disseminar na outra bacia.

Outro aspecto a ser considerado sob o aspecto ecológico é o favorecimento para a dispersão de espécies exóticas ou bioinvasoras.

Na comunidade bentônica foi identificada uma espécie invasora – o molusco gastrópode *Melanoides tuberculatus*, que tem também importância sanitária. Essa espécie está bastante disseminada mas, no presente caso, sabe-se de sua presença apenas no Jaguari, uma vez que não foi feita amostragem no Atibainha.

Evidentemente a transposição favorece esse processo, mesmo considerando que o impacto físico do bombeamento das águas tende a matar os organismos, ou parte deles. Deve-se considerar também que esse molusco já está presente na bacia do Atibaia, no reservatório Salto Grande, e que sua dispersão para o Atibainha pode ocorrer a partir de diversos locais, mesmo sem a transposição.

Sob o ponto de vista dos usos da água e seus aspectos sanitários a transposição favorece o transporte de poluentes e, no que se refere aos organismos, de formas de resistência de organismos patogênicos ou de substâncias eliminadas por eles, como por exemplo as cianotoxinas liberadas pelas algas azuis, preocupação essa que foi salientada no caso da transposição da Billings para a Guarapiranga (MATSUZAKI, 2007). Entretanto, as represas Jaguari e Atibainha apresentam valores muito baixos de cianobactérias, microcistinas e saxitoxinas, com o que esse risco não se faz presente neste caso.

No caso das doenças associadas aos parasitas que utilizam o *Melanoides tuberculatus* como hospedeiro intermediário, o risco está associado ao consumo cru ou mal cozido de organismos que se alimentam do molusco e que são o segundo hospedeiro intermediário do parasita, como certos crustáceos e peixes. Esse risco depende da taxa de infestação do molusco pelo parasita.

Com as informações atualmente disponíveis o risco biológico representado pela transposição proposta parece pequeno, mas não pode ser quantificado com precisão. Para isso são necessários estudos mais detalhados e precisos que não são praticáveis no âmbito de um processo de licenciamento, mas que apontam para a necessidade de programa de estudos e monitoramento que verifique e acompanhe, ao longo do tempo:

- A composição do fitoplâncton e zooplâncton em ambas represas;
- A composição da ictiofauna em ambas represas;
- A presença e disseminação do molusco *Melanoides tuberculatus*: (i) no reservatório Jaguari e no rio Paraíba do Sul, a jusante; (ii) nos reservatórios Atibainha e Paiva Castro, e no rio Atibaia, a jusante do Atibainha;
- A ocorrência ou não de infestação por vermes trematódeos nos vários ambientes.

Cabe salientar que nenhum dos fatores em pauta apresenta risco para a potabilidade da água que for produzida com participação de águas transpostas da represa Jaguari/CESP.

6.4.6. Áreas Naturais Protegidas

6.4.6.1. Reservas da Biosfera – Unesco

As Unidades de Conservação – UCs, Zonas de Amortecimento e outras áreas protegidas presentes na região de inserção do Projeto de Interligação Jaguari Atibainha são integrantes do território da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCVCSP), integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA, e se encontram relacionadas entre as Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA/SBF-2007). A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – RBCVCSP, integrante da Rede Mundial de Reservas da Biosfera, do Programa *Man and Biosphere* (O Homem e a Biosfera), foi instituída em 09/06/1994 pela Unesco, como parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Sua institucionalização plena, no âmbito do País, e do Estado de São Paulo, deu-se pela deliberação nº 01/2005 de 04/05/2005 de seu Conselho de Gestão, criado pelo Decreto Estadual nº 47.094, de 18/09/2002, que, por sua vez, se ampara na Lei Federal nº 9.985, de 18/07/2000 que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e em sua regulamentação, dada pelo Decreto Federal nº 4.340, de 22/08/2002.

As atividades e os projetos da RBMA na área de superposição são preferencialmente executados pela coordenação da RBCVCSP, cuja sede situa-se juntamente com a Secretaria Executiva do CN-RBMA no Horto Florestal de São Paulo. As ações da RBCVCSP se concentram em dois focos principais: o “Programa de Jovens”, que promove a inserção social e cursos ecoprofissionalizantes para jovens de regiões periurbanas, e o estudo dos serviços ambientais (água, clima, carbono, etc.) gerados pela Mata Atlântica no entorno das cidades. Esses estudos compõem um dos projetos piloto da “Avaliação do Milênio”, que envolve a análise global dos ecossistemas.

A RBCVCSP compreende 72 municípios agrupados em torno da cidade de São Paulo. De acordo com os preceitos do Programa MAB, a RBCVCSP compreende três tipos de zonas:

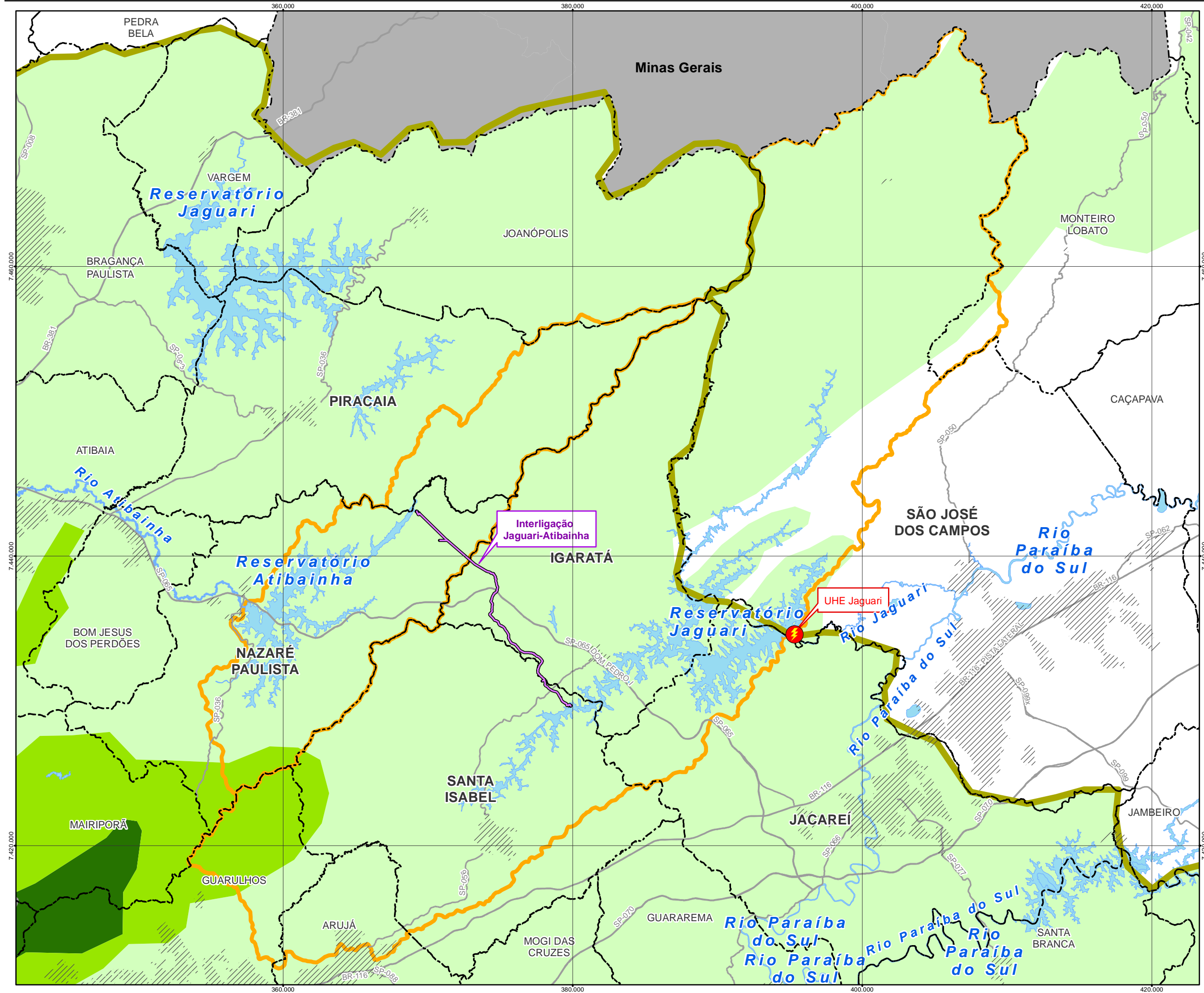
Zonas Núcleo: representam áreas significativas de ecossistemas específicos. No caso da RBCVCSP, as Zonas Núcleo são em sua maioria compostas por Unidades de Conservação Estaduais, englobando principalmente remanescentes da Mata Atlântica e algumas áreas de Cerrado. A maior parte destas Zonas Núcleo está sob a administração direta da Fundação Florestal, órgão da SMA-SP.

Zonas de Amortecimento ou Tampão: são constituídas por áreas adjacentes às Zonas Núcleo. Nestas áreas, todas as atividades desenvolvidas, sejam econômicas ou de qualquer outra natureza, devem adequar-se às características de cada Zona Núcleo de forma a garantir uma total preservação dos ecossistemas envolvidos. As Zonas Tampão da RBCVCSP abrigam outros espaços possuídos ou não pelo Estado, como Áreas de Proteção de Mananciais (APRMs) e Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

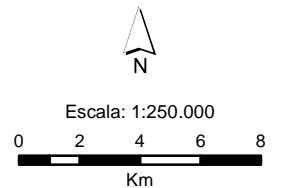
Zonas de Transição: são constituídas por áreas externas às Zonas Tampão e permitem um uso mais intensivo, porém não destrutivo, do solo e seus recursos ambientais. Nestas áreas os preceitos do Programa MAB estimulam práticas voltadas para o Desenvolvimento Sustentável.

A **Figura 6.4.6-1** escala 1:250.000 apresenta o eixo do empreendimento em relação ao território da RBCVCSP. Observa-se que o traçado da Interligação, vias de acesso local e demais instalações do empreendimento se encontram totalmente em terrenos da Zona de Amortecimento (Zona Tampão) da RBCVCSP.

No Art. 41 da Lei nº 9.985, que instituiu o SNUC, a Reserva da Biosfera é definida como um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações. Segundo os termos da lei, a Reserva da Biosfera é constituída por uma ou várias Zonas de Amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo.



- Limites Municipais
- Mancha Urbana
- Corpos D'Água
- Bacias (Limite da A II)
- Eixo Previsto
- Reserva da Biosfera do Cinturão Verde - RBCVCSP
- Zona Núcleo
- Zona de Amortecimento
- Zona de Transição
- Delimitação do RBCVCSP



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



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibaia

Reserva da Biosfera do Cinturão Verde
da Cidade de São Paulo - RBCVCSP

Pelo conceito de área-núcleo, destinada à proteção integral da natureza, a mais próxima seria o Parque Estadual Itaberaba. O traçado da adutora da Interligação situa-se a mais de 2 km do limite do Parque, no ponto de maior proximidade, e todos os pequenos cursos d'água que cortam o traçado nascem fora do Parque e drenam para fora dele, em sentido norte. Nesse trecho, o limite municipal Santa Isabel – Igaratá acompanha o divisor de águas local.

Portanto, a obra de implantação da Interligação não interfere em áreas-núcleo da Reserva da Biosfera, sendo sua construção e presença admissível na Zona de Amortecimento da RBCVCSP.

6.4.6.2. Unidades de Conservação do SNUC

Na região do Projeto da Interligação Jaguari Atibainha observa-se a presença de áreas naturais protegidas na forma de unidades de conservação (UCs) integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo 4 UCs de Proteção Integral, parcialmente por meio de suas Zonas de Amortecimento (ZAs), e 8 UCs de Uso Sustentável.

As unidades de conservação do SNUC presentes na região de inserção e nas áreas de influência do projeto em estudo estão sintetizadas na **Tabela 6.4.6-1** a seguir:

TABELA 6.4.6-1 – PRESENÇA DE UCs (SNUC) NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

Tipo de Proteção	Denominação	Interface com o Projeto (All)	Afetação direta (AID e/ou ADA)	Gestão
UCs de Proteção Integral	Parque Estadual de Itaberaba	O Parque e sua ZA situam-se, em grande parte, na bacia do reservatório Jaguari e, parcialmente, na bacia do Atibainha, ambas integrantes da All.	Adutora intercepta a ZA do Parque em trecho de 3,3 km em Igaratá	Fundação Florestal / SMA
	Parque Estadual de Itapetinga	ZA abrange parcialmente terrenos do município de Nazaré Paulista (All)	Não há	
	Monumento Natural Estadual da Pedra Grande	ZA abrange parcialmente terrenos do município de Nazaré Paulista (All)	Não há	
	Parque Estadual da Cantareira	ZA abrange parcelas das bacias dos reservatórios Jaguari e Atibainha, integrantes da All	Não há	
UCs de Uso Sustentável	APA Federal Mananciais do Rio Paraíba do Sul	Setor da APA abrange grande parte da bacia do reservatório Jaguari, integrante da All.	Reservatório Jaguari, captação, elevatória, trecho de 13,5 km de adutora, emboque e 1,4 km de túnel	ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
	APA Estadual Sistema Cantareira	Bacia do reservatório Atibainha nos municípios de Piracaba e Nazaré Paulista (All)	Reservatório Atibainha, trecho de 4,8 km de túnel, janela de acesso, 0,5 km de túnel auxiliar, e desemboque na represa Atibainha	Estas três APAs possuem Conselho Gestor Unificado (APAs Piracantareira)
	APA Estadual Piracicaba / Juqueri Mirim – Área II			
	APA Estadual Represa Bairro da Usina	Não há interveniência com essa APA em Atibaia. Esta UC integra as APAs Piracantareira, com gestão unificada	Não há	
	APA Estadual São Francisco Xavier	ZPM (curva 1.400 m até o limite do município de São José dos Campos, em zona de cabeceira dos afluentes do rio do Peixe); ZCB (curva 1.400 metros e 1.100 metros na sub-bacia do rio do Peixe) - All	Não há	Fundação Florestal / SMA
	Floresta Estadual de Guarulhos	Situa-se nas cabeceiras do rio Jaguari, que faz parte da All	Não há	Instituto Florestal / SMA
	RPPN Fazenda Rio dos Pilões	Situa-se na bacia do rio Jaguari, sub-bacia do rio dos Pilões, (município de Santa Isabel), que faz parte da All	Não há	APRI – Associação dos Proprietários em Reserva Ibirapitanga

Tipo de Proteção	Denominação	Interface com o Projeto (AII)	Afetação direta (AID e/ou ADA)	Gestão
	APA Estadual Jaguari / Rio do Peixe	Situa-se na bacia do rio Jaguari, sub-bacia do rio do Peixe (município de SJC), que faz parte da AII	Não há	Fundação Florestal / SMA
	APA Estadual do Banhado	Parte da APA é lindeira ao trecho do rio Jaguari à jusante da UHE	Não há	Fundação Florestal / SMA
	Parque Ecológico de Igaratá (não faz parte do SNUC)	O município de Igaratá faz parte da AII.	Não há	Prefeitura Municipal de Igaratá
	APA Estadual Fernão Dias (MG)	Protege a porção superior da bacia do Sistema Cantareira em MG	Não há	IEF-MG

A **Figura 6.4.6-2** na escala 1:250.000, apresenta a distribuição espacial das unidades de conservação do SNUC e o eixo do empreendimento em relação ao território das UCs que possuem parte do território ou da sua zona de amortecimento na AII e AID. Esse mapeamento apresenta também UCs que se encontram na região de inserção mas cujo território e ZA não fazem parte da AII, e outras tipologias de áreas protegidas não integrantes do SNUC, como Áreas Naturais Tombadas (ANT). A **Figura 6.4.6-3**, escala 1:150.000 mostra, em maior detalhe, o limite das UCs mais próximas do eixo da Interligação.

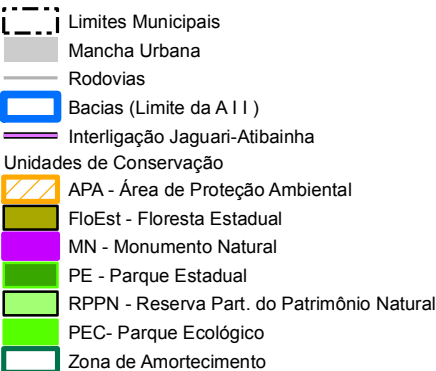
De acordo com a Lei nº 9.985/00, que instituiu o SNUC, nas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável envolvidas ou afetadas pela implantação do empreendimento são permitidos e/ou vetados usos do território protegido de acordo com os objetivos das unidades de conservação e conforme definido em seus respectivos Planos de Manejo.

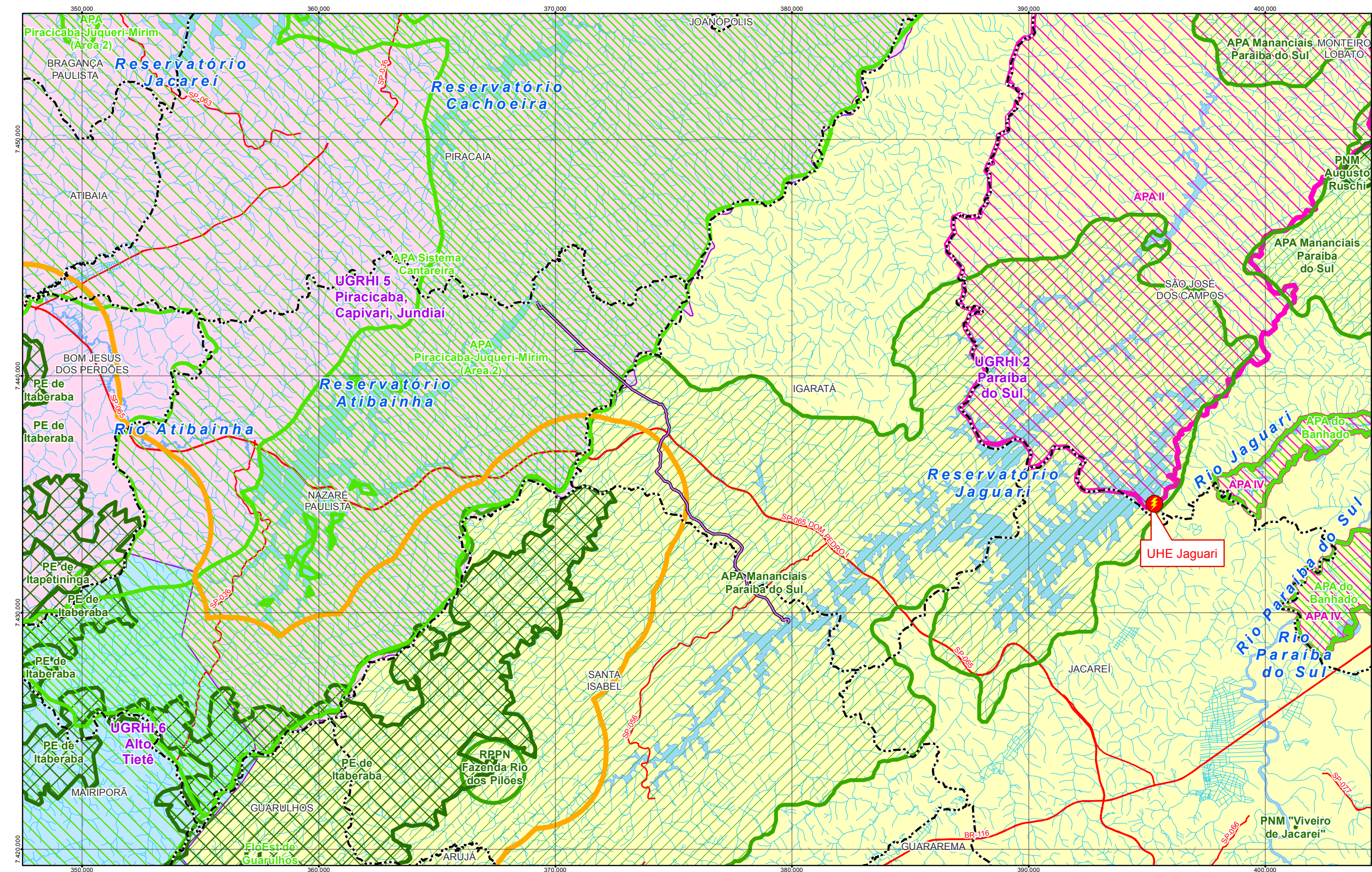
Nesse sentido, para as quatro unidades de conservação diretamente envolvidas com o empreendimento em estudo verifica-se o que segue:

UCs de Proteção Integral

Parques Estaduais: em seu Art. 11 a Lei 9.985 define que o Parque Nacional/Estadual tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. O Parque Nacional / Estadual é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei. A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento. A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

- O Parque Estadual Itaberaba constitui a única UC de Proteção Integral com interface com o empreendimento, na sua Zona de Amortecimento – ZA, que será interceptada pelo traçado da adutora em 3,3 km em Igaratá. Segundo informações da Fundação Florestal (<http://www.ambiente.sp.gov.br/parque-itaberaba/informacoes-ao-usuario/>, site acessado em 19/11/2014), o Plano de Manejo está “a ser elaborado”. Dessa forma, não há definição dos usos permitidos para essa ZA, especificamente. A Fundação Florestal, órgão gestor dessa UC, deverá ser consultada para autorização/anuência e manifestação.



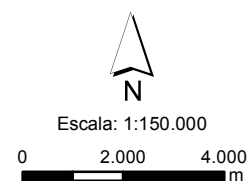


- Limites Municipais**
- TYPE**
- Rodovias
 - Corpos D'Água
 - Interligação Jaguarí-Atibaína

- UGRHI**
- 2 - Paraíba do Sul
 - 5 - Piracicaba, Capivari, Jundiaí
 - 6 - Alto Tietê

- Unidades de Conservação**
- Proteção Integral, Estadual
 - Uso Sustentável, Federal
 - Uso Sustentável, Estadual
 - Uso Sustentável, Municipal
 - Zona de Amortecimento

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



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibaína

Áreas Naturais Protegidas

Fev / 2015

Folha 1 / 1

EIA - Fig. 6.4.6-3

UCs de Uso Sustentável

Áreas de Proteção Ambiental – APA: conforme a Lei 9.985 as APAs são áreas em geral extensas, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e têm como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma APA. As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade. Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais. A APA disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme disposto no regulamento dessa Lei. Nas APAs atravessadas pelo empreendimento verifica-se a seguinte situação em novembro de 2014:

- **APA Mananciais do Paraíba do Sul** - a interface com o Projeto de Interligação abrange: (i) o próprio reservatório Jaguari; (ii) as instalações da captação, LT e 13,5 km de adutora; e (iii) as instalações no emboque e 1,5 km de túnel. Como essa APA ainda não possui Plano de Manejo e Zoneamento, e nem Conselho Gestor instituídos, não há usos especificamente proibidos ou permitidos, a não ser os normalmente aceitos para a categoria APA. Esta APA está vinculada à Coordenação Regional CR8 - Rio de Janeiro do ICMBio, que deverá ser consultada para autorização/anuência e manifestação sobre os usos permitidos e vetados.
- **APAs Piracantareira** - a interface do Projeto de Interligação com as APAs Sistema Cantareira e Piracicaba / Juqueri Mirim Área II abrange: (i) o próprio reservatório Atibainha; (ii) trecho de 4,8 km de túnel e 0,5 km de túnel de acesso; e (iii) janela de acesso e desemboque na represa Atibainha, no município de Nazaré Paulista. A Fundação Florestal, órgão gestor dessas duas UCs, deverá ser consultada para autorização/anuência e manifestação sobre os usos permitidos e vetados. No mapeamento de Diretrizes Municipais de Uso do Solo que consta do projeto do Plano de Manejo das APAs Piracantareira, a Interligação atravessa áreas mapeadas como Zona Rural e Zona de Interesse Turístico em Nazaré Paulista; estas diretrizes devem ser consideradas na análise integrada socioambiental como aspecto estruturante para a definição das bases do zoneamento que irá compor o Plano de Manejo, que irá definir os usos permitidos e vetados.

As características de cada UC presente na AI do empreendimento de interligação estão destacadas a seguir, com indicação de sua interferência.

Parque Estadual de Itaberaba. UC Estadual de Proteção Integral. Foi criado por meio do Decreto Estadual nº 55.662, de 30/03/2010, destina-se à proteção da biodiversidade e recursos hídricos. É importante área de conectividade na extensão norte/noroeste da Serra da Cantareira com a Serra da Mantiqueira, e apresenta alta diversidade biológica, fauna variada com grande número de espécies endêmicas de Mata Atlântica e várias espécies raras ou ameaçadas de extinção. Foram detectadas espécies de mamíferos de médio e grande porte classificadas em algum tipo de ameaça, o que reforça a importância da conservação da área para a manutenção deste bioma que está entre os principais hot-spots de endemismo do mundo. A flora do PE Itaberaba apresenta composição florística bastante heterogênea com formação florestal de Mata Atlântica caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa Montana. O PE Itaberaba apresenta vários sítios geológicos, arqueológicos e culturais com importante potencial educacional, turístico e científico. O PE Itaberaba é UC de Proteção Integral administrada pela Fundação Florestal e faz parte do Núcleo Metropolitano e Interior, ligado à Gerência de Conservação Ambiental Metropolitana. Para a regularização fundiária de áreas do Parque, por meio de processos de desapropriação, estão sendo efetuados levantamentos de campo e inventário cadastral pelo ITESP das propriedades inseridas na UC. Concomitante, está sendo implantado o Plano Emergencial de Proteção, com o objetivo de possibilitar a fiscalização das áreas que, embora

ainda não seja de domínio público, abriga grande “tesouro” ambiental, com seus recursos naturais e biodiversidade inserida. Seu território abrange 15.113,11 ha, distribuídos em quatro municípios: Arujá, Guarulhos, Nazaré Paulista e Santa Isabel.

Interferência: A implantação da Interligação Jaguari-Atibainha não afetará diretamente território da UC. Como a UC ainda não possui Plano de Manejo aprovado, sua Zona de Amortecimento (ZA) não está definida. Portanto, de acordo com a Resolução CONAMA nº 428/2010, o licenciamento ambiental de empreendimentos próximos deve considerar como ZA uma envolvente com raio de 3,0 km. Com essa definição, a adutora da Interligação intercepta a ZA do P.E. Itaberaba em trecho de 3,3 km, entre os Km 7,8 e 11,1 no município de Igaratá.

Parque Estadual de Itapetinga. UC Estadual de Proteção Integral. Foi criado pelo Decreto Estadual nº 55.662, de 30/03/2010, e tem por objetivo a proteção da biodiversidade e recursos hídricos da região norte-nordeste da Serra da Cantareira e maciços das Serras de Itapetinga e Itaberaba, contíguos ao Parque Estadual da Cantareira. O Parque Estadual do Itapetinga possui uma área de 10.191,63 ha, associada à Serra do Itapetinga, consolidando um grande corredor ecológico e de biodiversidade que estabelece conexão ao Parque Estadual da Cantareira. Tal extensão atribui à região um formato de mosaico de Unidades de Conservação, cujo principal objetivo é a conservação e preservação dos recursos e serviços ambientais diretamente prestados pelo Bioma Mata Atlântica a sociedade. É administrado pela Fundação Florestal/SMA e abrange território dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã e Nazaré Paulista.

Interface: Como ainda não possui Plano de Manejo, sua Zona de Amortecimento (ZA) não está definida. De acordo com a Resolução CONAMA nº 428/2010, o licenciamento ambiental de empreendimentos próximos deve considerar como ZA uma envolvente com raio de 3,0 km, portanto o empreendimento não possui interferência em sua ZA.

Monumento Natural Estadual da Pedra Grande. UC Estadual de Proteção Integral. Também foi criado pelo Decreto Estadual nº 55.662, de 30/03/2010, juntamente com os Parques Itaberaba e Itapetinga e a Floresta Estadual de Guarulhos. Abrange partes dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã e Nazaré Paulista, com área total de 3.297,01 ha. O Monumento Natural Estadual da Pedra Grande tem por objetivo preservar os atributos bióticos, abióticos e cênicos do maciço da Pedra Grande. A área da Pedra Grande, inserida nos limites do Monumento Natural Estadual da Pedra Grande, com área total de 131,38 ha deverá ser de posse e domínio públicos. O Monumento Natural Estadual da Pedra Grande é administrado pela Fundação Florestal/SMA.

Interface: Como ainda não possui Plano de Manejo, sua Zona de Amortecimento (ZA) não está definida. De acordo com a Resolução CONAMA nº 428/2010, o licenciamento ambiental de empreendimentos próximos deve considerar como ZA uma envolvente com raio de 3,0 km, portanto o empreendimento não possui interferência em sua ZA.

Parque Estadual da Cantareira. UC de Proteção Integral. Foi criado pelo Decreto nº 41.626, de 30/01/63, possui uma área de 7.916,52 ha, que abrange partes dos municípios de São Paulo, Guarulhos, Mairiporã e Caieiras. Constitui um importante remanescente da Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa Montana) na metrópole, e de extrema relevância ecológica para o estado de São Paulo. Constitui uma das maiores florestas urbanas do mundo, que abriga diversas espécies de fauna e flora, inclusive algumas que constam da Lista Oficial das Espécies Ameaçadas de Extinção no estado de São Paulo, possuindo em seu entorno uma alta densidade demográfica. É uma região de inúmeras nascentes e diversos cursos d'água, por isto exerceu papel fundamental na história do abastecimento de água na cidade de São Paulo, constituindo o chamado “Sistema Cantareira Velho” (Sistema Cantareira de Abastecimento de Águas de São Paulo), por meio das antigas represas Engordador, Barrocada e Cabuçu, além de pequenos reservatórios e tanques. Possui quatro núcleos de visitação: o Núcleo Pedra Grande, aberto ao público em 1989; o Núcleo Engordador, atribuído ao local que concentrava inúmeros córregos e riachos da região; o Núcleo Águas Claras, aberto ao público em 2000, através de uma parceria

entre o Instituto Florestal e a Congregação das Associações da Serra da Cantareira (CASC); e o Núcleo Cabuçu, aberto à visitação pública em 2008.

Interface: Possui Plano de Manejo, que definiu uma Zona de Amortecimento (ZA) que abrange de 2 a 10 km de raio, abrangendo parcialmente os municípios de Santa Isabel e Nazaré Paulista, pertencentes à AII. A ZA não será afetada pelo empreendimento.

APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul. UC Federal de Uso Sustentável. Criada pelo Decreto Federal nº 87.561, de 13/09/1982, destina-se à proteção dos mananciais de abastecimento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e de sua diversidade biológica. Seu território abrange 292.597 ha, é composta por áreas não contíguas entre si, que protegem mananciais específicos na bacia, distribuídas em 23 municípios paulistas (Areias, Arujá, Bananal, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Guaratinguetá, Guarulhos, Igaratá, Jacareí, Jambeiro, Lavrinhas, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Piquete, Queluz, Redenção da Serra, Santa Branca, Santa Isabel, Silveiras, São José do Barreiro, São José dos Campos e Taubaté). A abrangência da APA nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro está em fase de levantamento/identificação. A APA disciplina o processo de ocupação e visa assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, com Floresta ombrófila densa alto-montana, montana e baixo-montana, nas encostas mais baixas e quentes do Vale do Paraíba, além de Floresta estacional semidecidual com enclaves de cerrado. É administrada pelo ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade que, em seu site, consultado em 07/11/2014, em página específica da UC (<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=1521>) informa que esta APA não possui Plano de Manejo nem Conselho Gestor. A APA Mananciais está vinculada à Coordenação Regional CR8 - Rio de Janeiro do ICMBio.

Interferência: Um dos setores da APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul abrange grande parte da bacia do reservatório Jaguari, integrante da AII, em parte dos municípios de São José dos Campos, Jacareí, Igaratá e Santa Isabel. A Interligação intercepta a APA em trecho de 13,5 km de adutora (toda ela), entre os Km 0 a 13,5, e em 1,5 km de túnel, nos municípios de Santa Isabel e Igaratá. A captação, o emboque do túnel e o próprio reservatório Jaguari situam-se em território da APA.

APA Sistema Cantareira. UC Estadual de Uso Sustentável. Criada por meio da Lei Estadual nº 10.111, de 04/12/1998, tem por objetivo a proteção dos recursos hídricos da RMSP, especialmente os reservatórios que compõem o Sistema Cantareira: Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro. Seu território abrange 249.200 ha, distribuídos em 6 municípios (Atibaia, Bragança Paulista, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia e Vargem). Compreende as bacias dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha na bacia do rio Piracicaba (UGRHI 5) e a área de drenagem do reservatório Paiva Castro, na bacia do Alto Tietê (UGRHI 6). Sua área é bastante urbanizada, parcialmente localizada na RMSP, tendo Atibaia e Bragança Paulista como as cidades com maior urbanização. O perímetro desta APA se sobrepõe ao das APAs Piracicaba/Juqueri-Mirim Área II e Represa Bairro da Usina, reforçando a proteção aos recursos hídricos da região, particularmente as áreas que formam a bacia de contribuição ao Sistema Cantareira.

Interferência: A AII engloba porção da APA Sistema Cantareira na bacia do reservatório Atibainha e em trecho da Interligação no município de Nazaré Paulista. A Interligação intercepta a APA em túnel, em trecho de 4,8 km entre os Km 14,9 e 19,7, e em 0,5 km de túnel de acesso. Situam-se em território da APA, adicionalmente: a janela de acesso intermediário, o desemboque do túnel, e o reservatório Atibainha, todos no município de Nazaré Paulista.

APA Piracicaba / Juqueri Mirim – Área II. UC Estadual de Uso Sustentável. Criada por meio do Decreto Estadual nº 26.882, de 11/05/1987, e pela Lei Estadual 7.438, de 14/07/1991, tem por objetivo promover a proteção das cabeceiras do Rio Juqueri-Mirim para o abastecimento de água da RMSP, englobando as sub-bacias dos rios Atibainha, Atibaia, Jaguari e Camanducaia. Seu território abrange 280.330 ha, distribuídos em 17 municípios (Campinas, Nazaré Paulista,

Piracaia, Amparo, Bragança Paulista, Holambra, Jaguariúna, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela, Pedreira, Serra Negra, Socorro, Santo Antônio de Posse, Tuiuti, Vargem e Mairiporã), total ou parcialmente. Foi criada para proteger os recursos hídricos e o patrimônio ambiental da região, que inclui remanescentes de Mata Atlântica e fauna a ela associada, cachoeiras e promontórios. Com paisagem variada, o uso do solo é predominantemente representado por pastagens, culturas perenes e temporárias, capoeiras e remanescentes preservados da Mata Atlântica. A região apresenta um polo industrial e tecnológico (município de Bragança Paulista), contrastando com a ocupação restante baseada em atividades agrícolas, em geral formada por pequenas propriedades e chácaras de lazer. As sub-bacias que compõem esse perímetro são tributárias do rio Piracicaba, sendo que parte de suas vazões são desviadas para o rio Juqueri-Mirim para compor o Sistema Cantareira.

Interferência: A AII engloba porção da APA Piracicaba / Juqueri Mirim Área II na bacia do reservatório Atibainha e em trecho da Interligação no município de Nazaré Paulista. A Interligação intercepta a APA em túnel, em trecho de 4,8 km entre os Km 14,9 e 19,7, e em 0,5 km de túnel de acesso. Situam-se em território da APA, adicionalmente: a janela de acesso intermediário, o desemboque do túnel, e o reservatório Atibainha, todos no município de Nazaré Paulista.

APA Estadual Represa Bairro da Usina. UC Estadual de Uso Sustentável. Foi criada pela Lei Estadual nº 5280, de 04/09/1986. Localiza-se no município de Atibaia e corresponde à barragem do rio Atibaia, responsável pela regularização de sua vazão, controle de enchentes e geração de energia, e uma faixa de largura não especificada ao redor do reservatório, a ser definida no processo de regulamentação. O entorno da represa é formado principalmente por condomínios de chácaras de lazer, em meio à região onde predominam atividades agrícolas, especialmente voltadas ao plantio de flores e frutas.

Interface: Não haverá qualquer interferência do empreendimento com o território protegido dessa UC. Ela é citada apenas pelo fato do Conselho Gestor Unificado das APAs Piracantareira englobar essa APA, conforme explicitado a seguir.

As **APAs Piracantareira** correspondem ao conjunto de áreas protegidas acima descritas APA Piracicaba Juqueri-Mirim II, APA Sistema Cantareira e APA Represa Bairro da Usina, criadas para conservação dos recursos hídricos e do patrimônio ambiental da região, representados pelas paisagens formadas pelos remanescentes de Mata Atlântica e a fauna a ela associada. Possui um **Conselho Gestor Unificado**, instituído pela Portaria da Fundação Florestal nº 094, de junho de 2009 e renovado pela Portaria nº 271, de outubro de 2013, com vigência até dezembro de 2015. Esse Conselho possui, de acordo com o SNUC, caráter consultivo e é integrado paritariamente por entidades da administração pública estadual e municipal e entidades da sociedade civil organizada; é formado por 24 membros titulares e seus respectivos suplentes, sendo 6 representantes do Estado, 6 representantes dos Municípios e 12 representantes da Sociedade Civil. Seu objetivo é a gestão participativa e integrada das APAs, bem como a implementação de políticas de proteção do meio ambiente e do SNUC, no que diz respeito à sua área de atuação. Descontadas as sobreposições, a área total das APAs Piracantareira passou a ser de 407.890,31 ha, e sua importância é dada pela presença do Sistema Cantareira, um dos maiores sistemas públicos de abastecimento de água no mundo e também o maior sistema produtor de água para abastecimento da RMSP, exercendo influência direta na gestão pública dos 21 municípios localizados nessas APAs: Amparo, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Campinas, Holambra, Jaguariúna, Joanópolis, Mairiporã, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Nazaré Paulista, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Santo Antônio de Posse, Serra Negra, Socorro, Tuiuti e Vargem. O Plano de Manejo das APAs Piracantareira está em processo de elaboração e discussão pública, e foi *contratado com recursos de compensação ambiental da Petrobrás, pelo empreendimento "Plano Diretor de Dutos do Estado de São Paulo - PDD/SP"*, como informado na página do Conselho Gestor.

“Além da relevância das APAs em buscar a conservação de recursos hídricos, cujo território possui vasta rede hidrográfica superficial e subsuperficial, da presença de áreas de nascentes e pontos de captação de importância regional, e dispor de importantes reservatórios para

abastecimento público (além de suas fronteiras) o conjunto de APAs apresenta uma problemática socioambiental singular, pois, a região ainda abriga significativos remanescentes Mata Atlântica, e ecossistemas a ela associados, ocorrência de exemplares da fauna (jaguaritica, suçuarana, preguiça, bugio, gato-do-mato, lontra e espécies em risco de extinção, como o gavião-de-penacho), monumentos naturais de grande beleza cênica (cachoeira dos Pretos, Pedra Grande, Serra dos Feixes) e patrimônio histórico cultural (material e imaterial). Elementos estes que, ao mesmo tempo em que legitimam a região como estratégica ambientalmente, de forma negativa impulsionam neste espaço a promoção de especulação imobiliária, a instalação de empreendimentos dos mais diversos (industriais, serviços e imobiliários) atraídos pela extensa rede viária consolidando um processo crescente de ocupação do solo e uso turístico desordenado” (Fundação Florestal / Lenc, 2014). No mapeamento denominado Proposta de Pré-Zoneamento - Mapa Geral, datado de julho/2014 e integrante do Plano de Manejo em elaboração, as seguintes zonas poderão integrar o Zoneamento Ambiental do território protegido das APAs Piracantareira: 1) Zona de Proteção Ambiental (ZPA); 1.1) Subzona de Proteção Ambiental com Ocupação (SPA0); 2) Zona de Conservação e Recuperação Ambiental (ZCRA); 3) Zona Rural (ZR); 4) Zona Periurbana Consolidada (ZPC); 5) Zona Urbana (ZU); 5.1) Subzona Urbana Industrial/Econômica (SUI).

APA São Francisco Xavier. UC Estadual de Uso Sustentável. Foi criada pela Lei Estadual nº 11.262, de 08/11/2002, que declara Área de Proteção Ambiental São Francisco Xavier o trecho da Serra da Mantiqueira situado no município de São José dos Campos. A Resolução SMA nº 64, de 11/09/2008, que regulamenta a Lei nº 11.262/02, instituiu o Plano de Manejo da APA, estabelece o zoneamento ecológico-econômico e as normas sobre o uso dos recursos naturais e indica os programas para a sua gestão. O Zoneamento Ecológico-Econômico da APA tem por objetivo geral disciplinar e racionalizar a utilização dos seus recursos naturais, visando garantir a melhoria da qualidade de vida da população, a sustentabilidade econômica e a proteção dos ecossistemas da área. Tem como objetivos específicos, conservar e proteger a biodiversidade; proteger os recursos hídricos; assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais; preservar as espécies raras, endêmicas, em perigo ou ameaçadas de extinção, notadamente o Muriqui (*Brachyteles arachnoides*); proteger o patrimônio paisagístico, histórico e cultural da Serra da Mantiqueira; disciplinar o uso e a ocupação do solo e a exploração dos recursos naturais; e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção e a recuperação dos recursos naturais. O Zoneamento Ecológico-Econômico da APA São Francisco Xavier compreende as seguintes zonas: Zona de Proteção Máxima - ZPM; Zona de Vida Silvestre – ZVS; Zona de Conservação da Biodiversidade - ZCB; Zona de Conservação dos Recursos Hídricos - ZCRH; Zona de Ocupação Diversificada - ZOD; e Zona de Ocupação Dirigida – ZDI.

Interface: A bacia do reservatório Jaguari abrange parcialmente a ZPM, na área abrangida pela curva de nível de 1.400 m até o limite do município de São José dos Campos, em zona de cabeceira dos afluentes do rio do Peixe, afluente do rio Jaguari; e abrange também a Zona de Conservação da Biodiversidade - ZCB da APA nas áreas abrangidas pela curva de nível de 1.400 metros e 1.100 metros na sub-bacia do rio do Peixe. A Interligação não terá qualquer interferência com esta APA.

Floresta Estadual de Guarulhos. UC Estadual de Uso Sustentável. Foi criada pelo Decreto Estadual nº 55.662, de 30/03/2010, juntamente com os Parques Itaberaba e Itapetinga, e abrange uma área de 92,20 ha no município de Guarulhos. A Floresta Estadual de Guarulhos tem por objetivo fomentar atividades de manejo florestal e agroflorestal sustentáveis nas zonas rural e periurbana do município de Guarulhos; transferir tecnologia de produção desenvolvida pelo setor público, incentivar e valorizar as propriedades rurais com o adequado uso da terra, permitindo ao proprietário rural aprender a desenvolver novas possibilidades de retorno econômico com conservação ambiental; fomentar o estabelecimento de pomares de sementes de espécies nativas, iniciando também a geração de alternativas de renda e aprendizado para a população periurbana de entorno sem acesso à terra; gerar pesquisas de produção e manejo florestal com espécies nativas de Mata Atlântica, enfocando o benefício de comunidades de entorno de unidades de conservação. É administrada pelo Instituto Florestal, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Interface: É relacionada por estar situada na alta bacia do rio Jaguari, integrante da AII. A Interligação não terá interferência com esta UC.

RPPN Fazenda Rio dos Pilões. UC Federal de Uso Sustentável. Criada por meio da Portaria IBAMA nº 84/1999, a RPPN possui 2.156,51 ha, está situada no município de Santa Isabel e faz parte do projeto Reserva Ibirapitanga. Possui Plano de Manejo com sete programas ambientais, gerenciados pela Associação dos Proprietários em Reserva Ibirapitanga – APRI: Manejo de Vegetação; Manejo de Fauna; Monitoramento do Meio Abiótico; Fiscalização e Segurança; Educação Ambiental e Visitação; Responsabilidade Social e Relações com as Comunidades do Entorno; e Administração. O zoneamento da RPPN estabelece usos diferenciados para cada espaço e divide a Reserva Ibirapitanga em sete ambientes: Zona Silvestre (ZS); Zona de Proteção (ZP); Zona de Visitação (ZV); Zona de Transição (ZT); Zona de Recuperação (ZR); Área de Administração (AA, fora da RPPN); Área Residencial (AR, fora da RPPN). Não possui Zona de Amortecimento.

Interface: É relacionada por estar situada na sub-bacia do rio Pilões, tributário do reservatório Jaguari e principal curso d'água que atravessa o município de Santa Isabel, integrante da AII, a montante do eixo da adutora e da captação. A Interligação não terá interferência com esta UC.

APA Estadual Jaguari / Rio do Peixe. UC de Uso Sustentável. A APA foi criada pela Lei Estadual nº 11.262 de 08/11/2002, com o objetivo de proteger a planície de inundação do rio Paraíba do Sul no município de São José dos Campos. Possui 417,65 ha e protege os mananciais da bacia do rio do Peixe, bacia afluente do rio Jaguari pela margem esquerda, na porção norte do município. Os perímetros desta APA correspondem a uma vasta planície aluvial, formada por sedimentos transportados pelo rio Paraíba do Sul, onde estão presentes muitos meandros abandonados e terraços, compondo um cenário totalmente integrado à paisagem urbana de São José dos Campos. A maior parte da área é ocupada por pastagens destinadas à pecuária extensiva, além de áreas de culturas temporárias e reflorestamento.

Interface: A APA é relacionada pelo fato do município de São José dos Campos fazer parte da AII do meio socioeconômico e da sub-bacia do rio do Peixe ser integrante da bacia do rio Jaguari. A Interligação não terá interferência com as APAs de São José dos Campos, inclusive as APAs Serra da Mantiqueira e do Banhado.

APA Banhado. UC Estadual de Uso Sustentável. Esta APA foi criada pela Lei Estadual nº 11.262 de 08/11/2002, com o objetivo de proteger a planície de inundação do rio Paraíba do Sul. Os perímetros desta APA correspondem a uma vasta planície aluvial, formada por sedimentos transportados pelo rio Paraíba do Sul, onde estão presentes muitos meandros abandonados e terraços, compondo um cenário totalmente integrado à paisagem urbana de São José dos Campos. A maior parte da área é ocupada por pastagens destinadas à pecuária extensiva, além de áreas de culturas temporárias e reflorestamento.

Interface: O empreendimento não terá interferência com a APA. É relacionada pelo fato do município de São José dos Campos fazer parte da AII do meio socioeconômico e porque parte da APA é limdeira ao trecho do Rio Jaguari à jusante da UHE da CESP.

Parque Ecológico de Igaratá. Área protegida municipal, não faz parte do SNUC - não constitui Parque Natural Municipal. Criado por meio da Lei Municipal Ordinária nº 1.109, de 19/09/2002, tem como objetivo assegurar a proteção de ecossistemas e demais recursos locais, promover a melhoria da qualidade de vida da comunidade do núcleo urbano de Igaratá, bem como estabelecer critérios de uso e ocupação compatíveis com a importância da área para o município. Além disso, objetiva preservar a diversidade biológica; preservar recursos de fauna e flora; manejar recursos de fauna e flora; proteger paisagens e belezas cênicas; proteger recursos hídricos e nascentes existentes no local; incentivar a pesquisa; e propiciar recreação e lazer ao ar livre. O Parque Ecológico de Igaratá abrange uma área de 15,2 ha. Em sua criação foi prevista a constituição de um conselho para gestão colegiada, com a participação de 3 representantes da Prefeitura Municipal; 1 representante de ONG Ambientalista, 3 representantes da comunidade, 1 do órgão estadual de florestas e 1 representante da comunidade científica.

Interface: A Interligação não terá interferência com o Parque. É relacionado por estar situado no município de Igaratá, junto da represa do Jaguari, na área urbana.

APA Fernão Dias. UC de Uso Sustentável. A APA foi criada pelo Decreto Estadual nº 38.925 de julho de 1997, com área aproximada de 180 mil hectares. Tem como objetivo a proteção e preservação das formações florestais remanescentes da Mata Atlântica e fauna silvestre, disciplinando o uso e incentivando o ecodesenvolvimento da região Sul do estado de Minas Gerais. Estende-se por oito municípios mineiros: Toledo, Extrema, Camanducaia, Itapeva, Sapucaí-Mirim, Gonçalves, Paraisópolis e Brasópolis (os dois últimos parcialmente). A UC é atravessada por dois importantes eixos viários: a BR-381 Rodovia Fernão Dias, que liga a capital mineira com a cidade de São Paulo; e a MG-173 que dá acesso aos municípios a leste da APA. Inserida no Bioma Mata Atlântica, de grande importância devido à diversidade e endemismo tanto da fauna como da flora, engloba em seu perímetro porções de duas bacias hidrográficas: a do rio Piracicaba/Jaguari e a do rio Sapucaí. O órgão gestor é o Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais, possui Conselho Consultivo e também Plano de Manejo aprovado.

Interface: A Interligação não terá interferência com a APA. É relacionada por proteger as nascentes e cursos superiores dos principais formadores do Sistema Cantareira no estado de Minas Gerais.

6.4.6.3. Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação e Conectividade

A importância ambiental da AII também se destaca através das áreas prioritárias para criação de corredores ecológicos, incremento de vegetação e Unidades de Conservação (UCs), que ocorrem em parte dos municípios de Igaratá, Santa Isabel e Nazaré Paulista, entre outros.

Em 2008, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA-SP) divulgou o “Mapa de Conectividade do Estado de São Paulo”, que agrupa informações presentes nos mapas de “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade” e “Áreas Prioritárias para Criação de Unidades de Conservação”, resultantes do Projeto Biota FAPESP, que identifica os fragmentos considerados prioritários para conservação e a possibilidade de interligação desses fragmentos por meio da restauração das matas ciliares, funcionando como corredores ecológicos.

A **Figura 6.4.6-4** Áreas Prioritárias para a Conservação e Conectividade e a **Figura 6.4.6-5** Fragmentos Indicados para Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, ambas na escala 1:250.000 mostram o eixo do empreendimento em relação aos mapeamentos elaborados pelo Projeto Biota / Fapesp – SMA (2008).

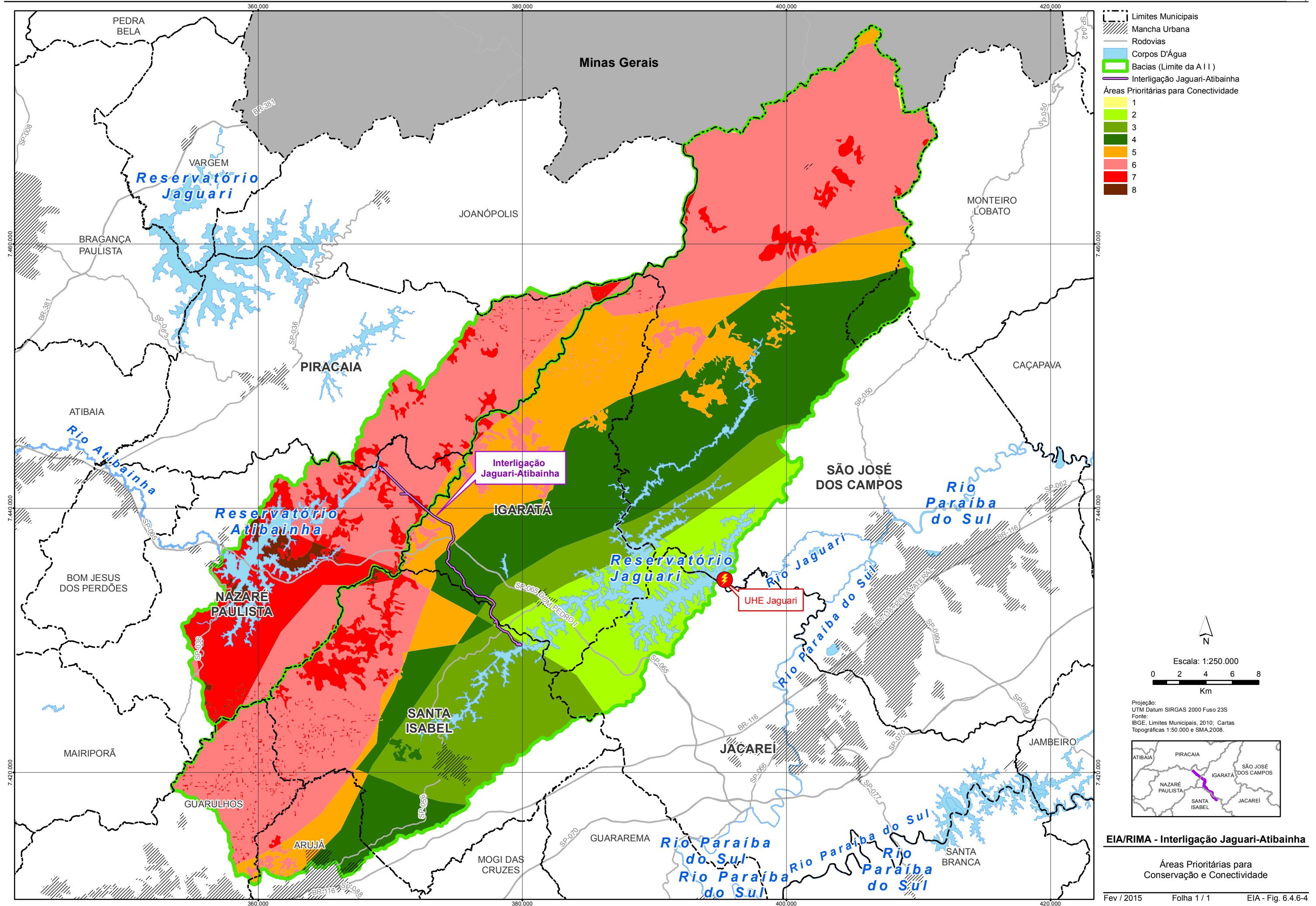
Observa-se que os terrenos das bacias componentes da AII encontram-se em áreas classificadas com graus em escala crescente de **2 a 7** no mapa “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade” elaborado pela SMA/CPRN/GTI (Programa Biota-FAPESP, 2008).

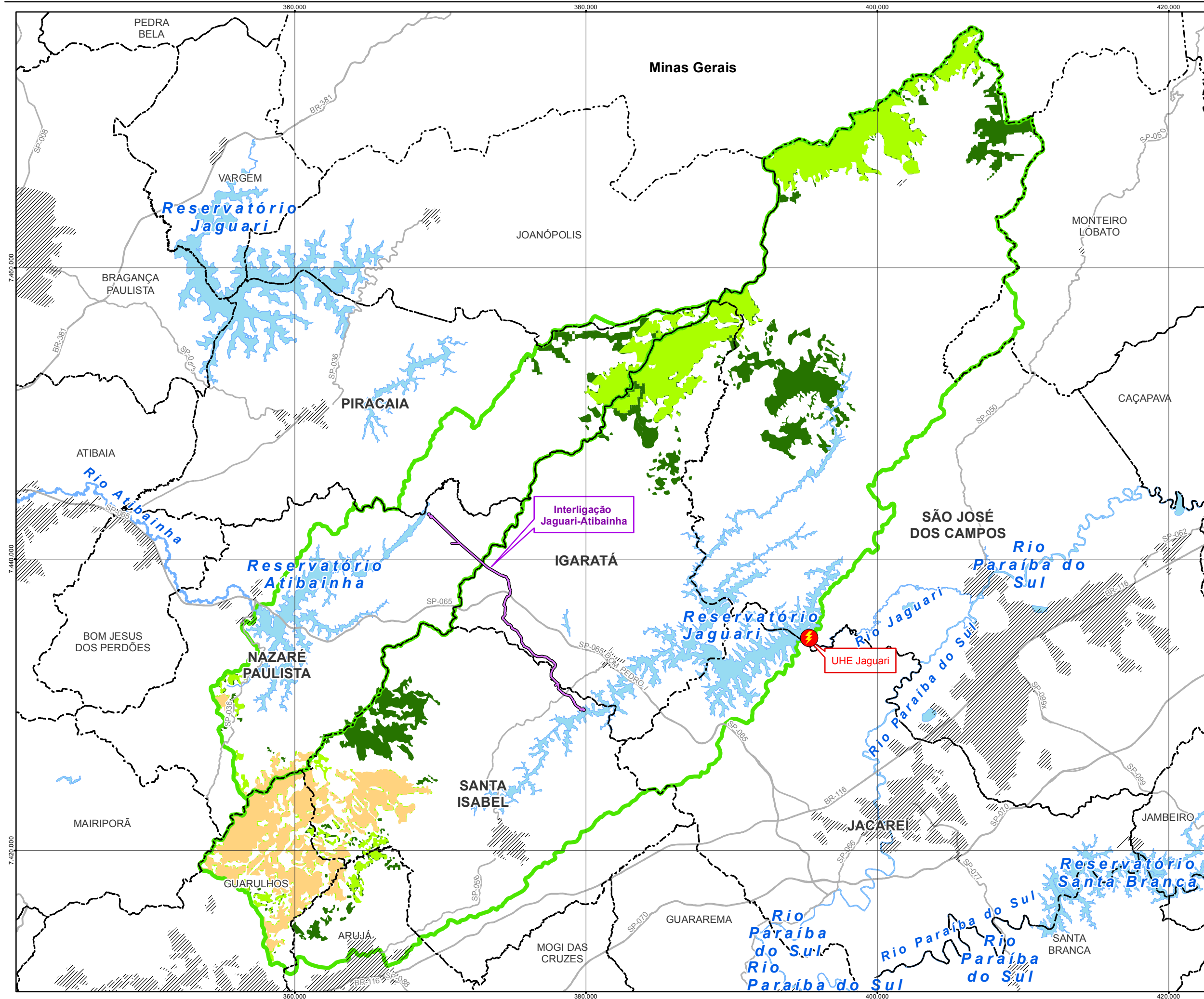
Observa-se também que o eixo do projeto de Interligação Jaguari-Atibainha não atravessa áreas indicadas para criação de unidades de conservação de proteção integral.

Buscando fornecer as bases teóricas para a recuperação ambiental do Estado, e considerando diversos indicadores biológicos e de ecologia da paisagem, o Programa BIOTA/FAPESP estabeleceu as Diretrizes Básicas para a Restauração e Conservação da Biodiversidade no estado de São Paulo (Rodrigues; Bononi, 2008). Neste contexto, também se destacam as ações desenvolvidas pela Comissão Paulista da Biodiversidade (CPB), que está construindo o “Plano de Expansão de Áreas Protegidas no Estado de São Paulo”.

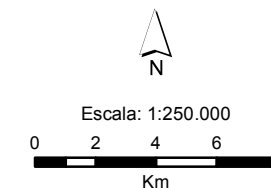
Possuindo relação direta com a AII, destaca-se a indicação de duas áreas prioritárias para a conservação e estabelecimento de conectividade:

(a) **Unidade de Conservação de Proteção Integral no entorno da Serra da Cantareira**, com importância biológica Extremamente Alta e grau de prioridade Extremamente Alto, tem como proposta inicial a proteção de uma área protegida de aproximadamente 1.079 km², garantindo a conservação de fragmentos importantes da Floresta Ombrófila Densa;





- Limites Municipais
 - /// Mancha Urbana
 - Rodovias
 - Corpos D'Água
 - Bacias (Limite da AII)
 - Interligação Jaguarí-Atibaia
- Áreas Prioritárias para Criação de UC de Proteção Integral
% de Indicação (Ponderada por Fitofisionomia)
- 15 - 25
 - 25 - 50
 - 50 - 80
 - 80 - 100



Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
IBGE, Limites Municipais, 2010; Cartas
Topográficas 1:50.000 e SMA, 2008.



EIA/RIMA - Interligação Jaguarí-Atibaia

Fragmentos Indicados para Criação de
Unidades de Conservação de Proteção Integral

(b) **Unidade de Conservação de Categoria Indefinida - Corredor Cantareira/Mantiqueira**, com importância biológica Muito Alta e grau de prioridade Extremamente Alto, tem como proposta inicial a proteção de uma área de aproximadamente 1.912 km², garantindo a conservação de fragmentos importantes, proporcionando ampliação de habitat de interligação de duas áreas protegidas.

Vale ressaltar que o termo Corredor Ecológico encontra-se relacionado tanto com a função de facilitador para o trânsito da fauna entre fragmentos remanescentes (Resolução CONAMA nº 9, de 24/10/1996), quanto seu papel na facilitação do fluxo de genes e o movimento da biota (Lei nº 9.985/00). Em ambos os casos, este papel é fundamentalmente cumprido pelas formações ciliares. Por se tratar de região de manancial, ao longo do traçado da adutora são observados inúmeros cursos d'água, em sua maioria de pequeno porte, mas que, por apresentar cobertura vegetal significativa, podem potencialmente desempenhar o papel de corredores ecológicos.

A estratégia de conservação e restauração estabelecida pelo Programa BIOTA/FAPESP consiste em três ações: (i) integração dos fragmentos naturais amplos, bem conectados e com alta riqueza de espécies ao conjunto de Unidades de Conservação de Proteção Integral; (ii) utilização de áreas menos ricas, com espécies relevantes, compostas de fragmentos com tamanho e conectividade intermediários para ações de incremento da conectividade pelo setor privado; (iii) realização de inventários biológicos em regiões com dados biológicos insuficientes, para sustentar a adoção de ações efetivas de conservação da biodiversidade.

Dessa forma, por meio do Decreto Estadual nº 55.662, de 30/03/2010, foram criadas quatro novas UCs na região do Corredor Cantareira – Mantiqueira: Parque Estadual de Itaberaba, Parque Estadual de Itapetinga e o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande (de Proteção Integral), e a Floresta Estadual de Guarulhos (de Uso Sustentável). Foram principalmente considerados: **a)** “os resultados dos estudos do projeto “Diretrizes para Conservação e Restauração da Biodiversidade do Estado de São Paulo”, desenvolvido pelo Programa Biota - FAPESP, com a indicação de forte grau de importância para a criação de unidades de conservação de proteção integral, nas áreas constituídas, em maior parte, pelas Serras de Itaberaba e de Itapetinga”; **b)** “que a relevância do setor norte-nordeste da Serra da Cantareira para a conservação da biodiversidade ao longo das últimas décadas, tem sido objeto de inúmeros estudos que ressaltam, entre outras, a importância do Corredor Cantareira-Mantiqueira, desde a conectividade dos fragmentos florestais, às evidências de presença e deslocamento de felinos e pela necessidade de proteção dos seus recursos hídricos”; **c)** “que o Parque Estadual da Cantareira é exemplo de manutenção de integridade florestal em região de forte pressão e expansão urbana, e vem demonstrando, ao longo do tempo, que essa categoria de unidade de conservação é a mais adequada à proteção da biodiversidade”.

6.4.6.4. Interfaces com as Áreas de Proteção de Mananciais da RMSP

De acordo com os conceitos estabelecidos na Lei Estadual nº 9.866/97 (nova lei de proteção de mananciais), o reservatório Jaguari/CESP e os reservatórios que compõem o Sistema Cantareira constituem mananciais de interesse regional, e a gestão das respectivas bacias deverá ser regida por Leis Específicas que estabelecerão uma nova disciplina de zoneamento e de instrumentos de gestão de cada bacia.

Enquanto essas leis específicas não forem promulgadas, continuam a vigorar, apenas no âmbito territorial dos municípios que compõem a RMSP, as leis 898/75 e 1.172/76. Essas leis abrangem as seguintes porções territoriais:

- A bacia do reservatório Jaguari/CESP até o limite do município de Santa Isabel com Igaratá e Jacareí;
- A bacia do reservatório Paiva Castro, exclusive a parte superior da bacia do rio Juqueri situada em Nazaré Paulista. O reservatório Paiva Castro faz parte do Sistema Cantareira e recebe as águas do reservatório Atibainha.

Destacam-se duas iniciativas em curso:

- A contratação, pela Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo (SSRH) da Elaboração e Revisão dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRM) da RMSP, como parte do Programa Mananciais, financiado pelo Banco Mundial. Estes estudos abrangem:
 - Toda a bacia do reservatório Jaguari/CESP, inclusive as porções territoriais situadas em Igaratá, Jacareí, São José dos Campos e Monteiro Lobato; e
 - Toda a bacia do Alto Juqueri contribuinte ao reservatório Paiva Castro, inclusive o trecho em Nazaré Paulista.
- O Projeto de Lei nº 272/2010, em discussão na Assembleia Legislativa, que institui a Lei Específica para a bacia do Alto Juqueri (que deve sofrer revisão no estudo em curso).

O objetivo principal dos estudos em andamento contratados pela SSRH é a elaboração, atualização ou revisão dos PDPA's para diversas bacias de mananciais da RMSP, sua aprovação pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) e Comitê Estadual de Recursos Hídricos, e o apoio técnico na aprovação das respectivas leis específicas. Os serviços de consultoria para cada bacia abrangem:

- Caracterização física, socioeconômica e ambiental das APRM;
- Metas para obtenção dos padrões de qualidade;
- Análise, definição de indicadores, metas e propostas de ações e programas;
- Elaboração dos PDPA;
- Apoio na aprovação da Lei específica na Assembleia Legislativa do estado.

Enquanto as respectivas Leis Específicas não sejam promulgadas, as APMs Jaguari e Alto Juqueri ainda estarão sob a vigência das Leis nº 898/75 e nº 1.172/76, que define áreas onde há restrições de uso e ocupação do solo e que são válidas apenas para o território dos municípios pertencentes à RMSP.

Essas áreas estão lançadas em forma gráfica na coleção de cartas planialtimétricas, em escala 1:10.000, do levantamento aerofotogramétrico do Sistema Cartográfico Metropolitano, efetuado em 1974, registrado no Estado Maior das Forças Armadas, sob nº 5/74, e cujos originais autenticados encontram-se depositados na SMA.

Não há estudos previstos para a elaboração de PDPA nem Lei Específica de Proteção de Mananciais para as bacias dos reservatórios Atibainha, Cachoeira e Jaguari-Jacareí, integrantes do Sistema Cantareira.

A. Bacia do Reservatório Jaguari – Futura APRM Jaguari

A Lei estadual nº 1.172 de 17/11/1976 delimita as áreas de proteção aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2º da Lei nº 898/75 (que delimitou as áreas de mananciais da RMSP) e estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas.

A bacia do reservatório Jaguari, na porção territorial inserida na RMSP (parcelas dos municípios de Guarulhos, Arujá e Santa Isabel) é um dos mananciais abrangidos pela Lei 1.172/76. O complexo da captação (tomada d'água, estação elevatória, subestação, acessos viários), a linha de transmissão e trecho inicial de 3,3 km da adutora da Interligação situam-se em Santa Isabel e na APRM do reservatório Jaguari.

Na classificação territorial da Lei nº 1.172, constituem áreas ou faixas de 1ª categoria, as ambientalmente sensíveis e com papel importante no processo de produção de água, e onde há restrição máxima quanto ao uso e ocupação. São elas: os corpos de água; a faixa de 50 metros de largura, medida em projeção horizontal, a partir da linha de contorno correspondente ao nível de água máximo dos reservatórios; a faixa de 20 metros de largura, medida em projeção horizontal, a partir da limites do álveo, em cada uma das margens dos rios referidos no artigo 2º da referida Lei nº 898; as faixas referentes às margens dos demais cursos de água conforme a Lei Federal nº 4.771/75; as áreas cobertas por mata e todas as formas de vegetação primitiva; as áreas com cota inferior a 1,50 metros, medidas a partir do nível máximo dos reservatórios

públicos; e as áreas onde a declividade média for superior a 60%, calculada a intervalos de 100 metros a partir do nível de água máximo dos reservatórios.

Constituem áreas ou faixas de 2ª categoria, todas aquelas que não são de 1ª categoria. São áreas com menor grau de restrição de uso, desde que estes sejam implantados de acordo com os parâmetros urbanísticos definidos na lei. São classificadas em:

I - áreas ou faixas de Classe A (as áreas arruadas e ocupadas com densidade demográfica bruta superior a 30 habitantes por hectare e demais áreas arruadas à época de edição da lei);

II - áreas ou faixas de Classe B (áreas contíguas às de Classe A, delimitadas mediante a aplicação dos critérios constantes do Quadro I da Lei, à época de edição da lei);

III - áreas ou faixas de Classe C (as não compreendidas nas Classe A e B).

As águas dos mananciais destinam-se, prioritariamente, ao abastecimento de água.

Nas áreas de 1ª categoria, além da utilização das águas para abastecimento humano, são permitidos serviços, obras e edificações destinados à proteção dos mananciais, à regularização de vazões com fins múltiplos e ao controle de cheias; e somente os seguintes usos e atividades: pesca, excursionismo, excetuado o campismo, natação, esporte náuticos, outros esportes ao ar livre, que não importe em instalações permanentes e quaisquer edificações.

Nas áreas ou faixas de 2ª categoria são permitidos: usos residenciais, industrial, de acordo com a relação das indústrias permitidas pela Cetesb, comercial, com exceção do comércio atacadista, de serviços e institucional, com exceção de hospitais, sanatórios ou outros equipamentos de saúde, de lazer, hortifrutícola e reflorestamento.

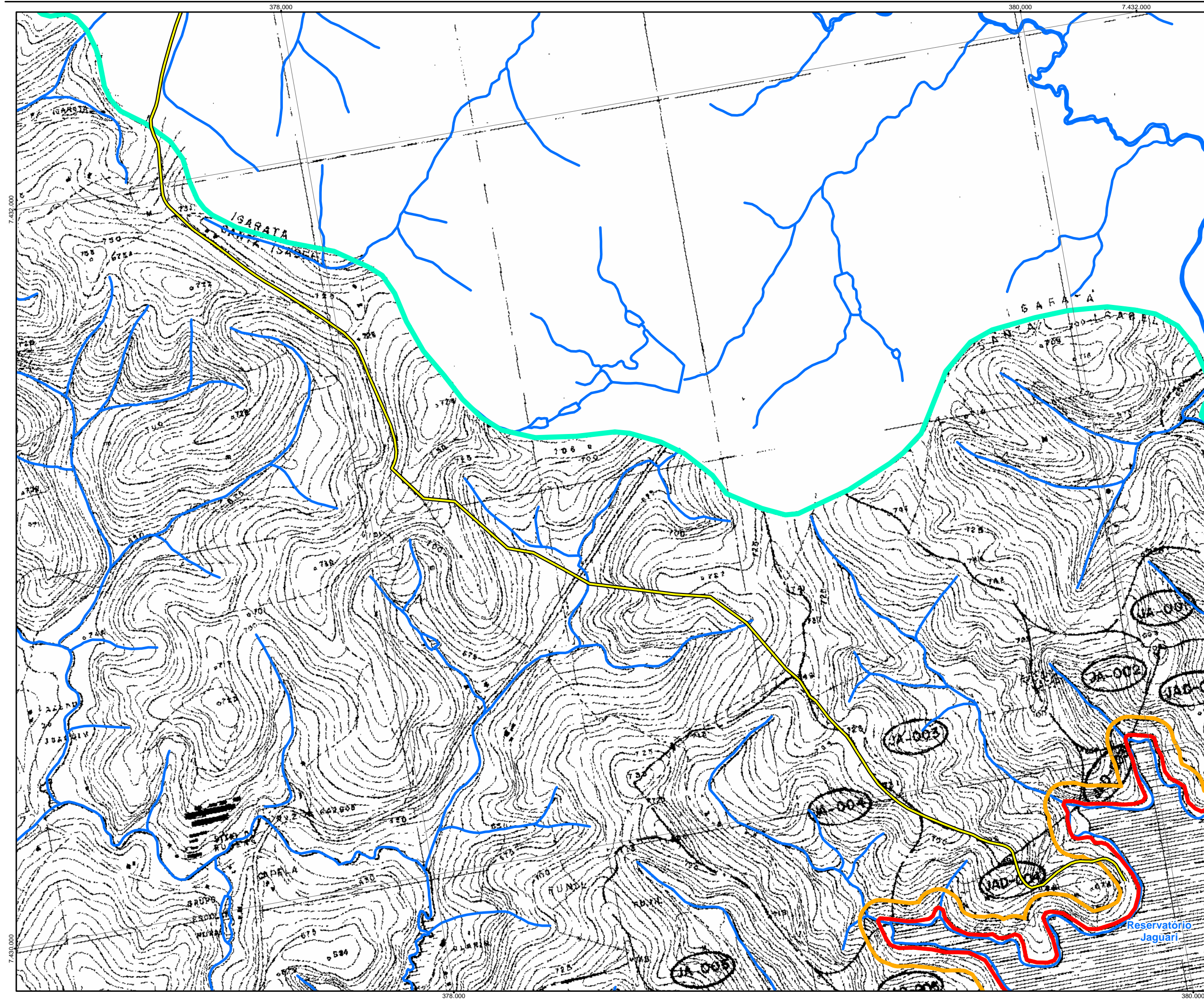
Nas áreas de Classe A, somente são admitidos parcelamento, loteamento, arruamento, edificação, reforma, ampliação de edificações existentes, instalação de estabelecimentos, alteração de uso ou qualquer outra forma de ocupação, se satisfeitas as seguintes exigências: quota ideal de terreno por unidade residencial, comercial, industrial, de serviços e institucional de, no mínimo, 500m²; máxima Densidade Bruta Equivalente (Dbeq) de 50 ocupantes equivalentes por hectare, índices urbanísticos constantes do Quadro II, anexo à lei.

A **Figura 6.4.6-6** registra esse zoneamento de Categorias e Classes na área de influência da Interligação na bacia do reservatório Jaguari em Santa Isabel.

Com o objetivo de proteger os mananciais responsáveis pelo abastecimento de água da metrópole, esta legislação, com caráter marcadamente sanitaria e restritivo, procurou frear a ocupação urbana que já existia de forma embrionária, de modo a impedir a poluição das águas pelo uso urbano e intensivo do entorno. A partir deste momento, a gestão metropolitana e a municipal deveriam, em conjunto, controlar o uso e ocupação do solo.

A intenção de proteger essas áreas apenas através de medidas restritivas teve efeito contrário ao desejado. As grandes glebas desocupadas, uma vez retiradas do mercado formal de terras, devido às limitações impostas pela legislação ambiental, formaram um estoque significativo de terras baratas que, ao invés de constituir reserva estratégica para a proteção das represas, passaram a aglutinar vantagens para a reprodução do padrão periférico de ocupação urbana. Passaram a representar o espaço possível para o assentamento residencial da população menos favorecida, constituindo periferias precárias e mal servidas de equipamentos públicos e infraestrutura urbana.

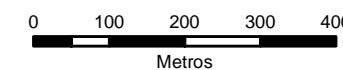
Este processo conduziu à configuração de ambientes urbanos precários, mal servidos de infraestrutura e de serviços que caracterizam o padrão periférico da expansão urbana na RMSP, o qual também ocorre em porções da APM Jaguari em setores dos municípios de Guarulhos, Arujá e Santa Isabel.



- Interligação Jaguari-Atibainha
- Hidrografia
- Limite da APM
- Nível Máximo Maximorum (Cota 625m)
- Faixa de 1ª Categoria
- Faixa de 50m



Escala: 1:10.000



Projeção:
UTM Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S
Fonte:
EMPLASA, 1978. Área de Proteção a Mananciais



EIA/RIMA - Interligação Jaguari-Atibainha

Área de Proteção de Mananciais (APM)

As Leis 898/75 e 1.172/76 ainda estão vigentes na bacia do Jaguari na RMSP. De acordo com a Lei nº 9.866/97 (nova lei de proteção de mananciais), toda a bacia do reservatório Jaguari constitui manancial de interesse regional, que deverá ser regido por Lei Específica que estabelecerá uma nova disciplina de zoneamento e de instrumentos de gestão da bacia. Enquanto a Lei Específica não for promulgada, continuam a vigorar as leis de 1975/76.

A Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos contratou recentemente a elaboração de Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) e o apoio técnico na elaboração e aprovação de Lei Específica para a bacia do reservatório Jaguari. Estima-se que esse processo leve, no mínimo, cerca de 18-24 meses.

A Interligação interfere em áreas de 1ª Categoria nos seguintes locais e intervenções:

- Na construção da tomada d'água, implantação e posterior remoção de ensecadeira provisória, e escavação dentro do reservatório (próximo da margem);
- Na construção de estação elevatória, trecho de adutora, trecho de acesso viário e descarga de 2ª etapa, na faixa de 50 m na margem do reservatório;
- Na implantação da linha de transmissão, nos trechos na faixa de 50 m em ambas margens e sobre o próprio espelho d'água do reservatório;
- Na execução de travessia de cursos d'água em faixa de 30 m a cada lado, na altura do Km 1,4+20m e Km 1,8+80m;
- Setores em que a faixa de intervenção ocupa parte da APP de curso d'água, mesmo que a adutora não atravesse o córrego;
- Setores onde se requer a supressão de mata (vegetação nativa em estágio médio ou avançado de regeneração), como no caso de algumas bordas de fragmentos florestais e a clareira para implantação de tubulação de descarga na altura do Km 2,8+60m.

Conforme o Art. 11 da Lei 1.172/76 nas áreas de 1ª categoria ficam proibidos o desmatamento, a remoção da cobertura vegetal existente e a movimentação de terra, inclusive empréstimos e bota-fora, a menos que se destinem aos serviços, obras e edificações mencionadas no Art. 10 [que são: serviços, obras e edificações destinados à proteção dos mananciais, à regularização de vazões com fins múltiplos, ao controle de cheias e à utilização de águas prevista no Art. 8º, o qual dispõe que "As águas ..., destinam-se, prioritariamente ao abastecimento de água"].

Portanto, a Lei 1.172/76 explicitamente admite a supressão de vegetação, movimento de terra e a execução de obras e serviços em áreas de 1ª categoria para implantação de sistemas de abastecimento de água, como é o caso da Interligação.

Destaca-se que o Projeto da Interligação não servirá ao abastecimento público na APM do reservatório Jaguari, com o que não se aplicam as restrições da lei quanto às áreas e faixas em APM que podem ser atendidas pelos sistemas de abastecimento público de água.

Conforme o Decreto nº 9.714/77, que aprova o Regulamento da Leis 898/75 e 1.172/76, Art. 10º § 2º, as obras de infraestrutura sanitária e viária em APM deverão atender os requisitos mínimos estabelecidos nos artigos 23, 24 e 25 da Lei 1.172/76, atinentes à questão dos efluentes líquidos sanitários.

Por outro lado, o Art. 11 do Regulamento dispõe que, nas áreas de proteção, o licenciamento das atividades e a realização das obras referidas no Art. 10º ficarão sujeitos às seguintes exigências:

I – destinação e uso da área perfeitamente caracterizados e expressos nos projetos e documentos submetidos a aprovação;

II – apresentação, nos projetos, de solução adequada para a coleta, tratamento e destino final dos resíduos sólidos, líquidos ou gasosos produzidos pelas atividades que se propõem a exercer ou desenvolver nas áreas;

III – apresentação, nos projetos, de solução adequada relativamente aos problemas de erosão e de escoamento das águas, inclusive as pluviais.

As diretrizes e medidas do Programa de Controle Ambiental de Obras (PCA) da Interligação prevêm soluções e projetos de engenharia perfeitamente aderentes às exigências da Lei 1.172/76 e do seu Regulamento, tanto nas atividades de obra quanto na operação do sistema.

Conclui-se, portanto, que o Projeto da Interligação é consistente, em termos de concepção e localização, com as leis que regulam a proteção de mananciais na bacia do reservatório Jaguari, no município de Santa Isabel. O projeto executivo do Sistema e o detalhamento dos programas ambientais deverão atender as exigências específicas da Lei e Regulamento.

A nova Lei Específica deverá adequar-se à Lei 9.866/97, que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. Esta lei alterou a postura pública diante do fato consumado e irreversível da ocupação urbana nas áreas de mananciais. Ela reconhece a existência de áreas efetivamente consolidadas nas APMs, e que devem ser tratadas de forma diferenciada, daquelas que ainda não apresentam ocupação significativa e que devem ser preservadas e fiscalizadas adequadamente.

A Lei Específica para a APRM Jaguari (a bacia toda do reservatório, não só a porção inserida na RMSP) deverá definir e delimitar as seguintes Áreas de Intervenção:

I - Áreas de Restrição à Ocupação (aquelas de interesse para a proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais);

II - Áreas de Ocupação Dirigida (aquelas de interesse para a consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos, desde que atendidos os requisitos que garantam a manutenção das condições ambientais necessárias à produção de água em quantidade e qualidade para o abastecimento das populações atuais e futuras); e

III - Áreas de Recuperação Ambiental (aquelas cujos usos e ocupações estejam comprometendo a fluidez, potabilidade, quantidade e qualidade dos mananciais de abastecimento público e que necessitem de intervenção de caráter corretivo).

Essas duas últimas Áreas de Intervenção podem ser subdivididas internamente e correspondem aproximadamente às de 2ª Categoria da Lei 1.172/76.

O Plano Diretor de Santa Isabel, instituído pela Lei Complementar nº 106, de 09/04/2007 procurou seguir em seu zoneamento esta legislação estadual. Como descrito no **Capítulo 6**, item **6.5.5.1** e mapeado na **Figura 6.5.6**, o Macrozoneamento definido para o município tem como objetivo seu ordenamento territorial de forma a garantir:

I - a preservação da qualidade da água do reservatório do rio Jaguari;

II - o desenvolvimento das potencialidades turísticas do município;

III - a contenção do espraiamento indesejável da área urbana;

IV - o desenvolvimento de núcleos isolados de apoio urbano.

O macrozoneamento divide o território do Município em três tipos de macrozonas, na forma estabelecida no artigo 12 da Lei Estadual nº 9.866/97:

I - Macrozona de Restrição à Ocupação;

II - Macrozona de Ocupação Dirigida, e

III - Macrozona de Recuperação Ambiental.

Pelo Plano Diretor, a captação, estação elevatória, subestação de energia, LT e o trecho inicial de 0,815 km da adutora de água bruta situam-se na Macrozona de Ocupação Dirigida e na Subárea Envolvória do Reservatório do Jaguari, onde não há incompatibilidade de usos uma vez que elas se destinam ao abastecimento humano.

Na sequência, a adutora atravessa por cerca de 2,5 km a Macrozona de Ocupação Dirigida, na Subárea de Desenvolvimento Rural e de Apoio ao Turismo, onde também não há

incompatibilidade de usos, uma vez que a adutora seguirá enterrada por estradas vicinais existentes, não interferindo com usos de lazer e rurais.

No entanto, tanto essas Macrozonas como as subáreas em que cada uma se subdivide deverão ser definidas pela futura Lei Específica da APRM Jaguari e esse Plano Diretor deverá ser compatibilizado com ela.

B. Bacia do Reservatório Paiva Castro – Futura APRM Alto Juquery

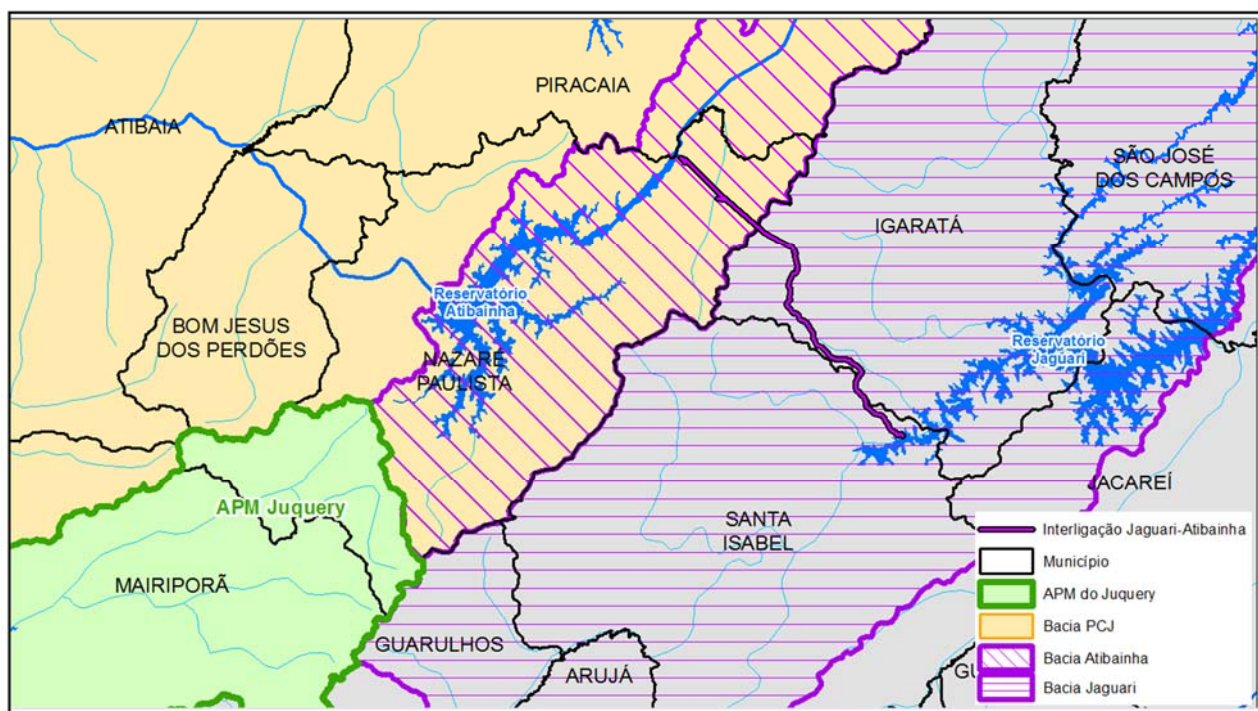
O reservatório Paiva Castro, componente do Sistema Cantareira, recebe as águas derivadas de outras três represas, interligadas por túneis e canais: Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha. Para garantir a qualidade desse manancial, a SMA-SP elaborou o Projeto de Lei nº 272/10 que institui a Área de Proteção e Recuperação de Manancial Alto Juquery (APRM-AJ) e propõe legislação específica para a mesma.

O projeto de Lei nº 272/10 foi encaminhado pelo Governador do Estado à Assembleia Legislativa em 30/03/2010. O projeto está em tramitação na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Legislativa. Nesse tempo foram realizadas duas audiências públicas para debate do Projeto de Lei: (i) na primeira, em 26/10/2011 em Mairiporã, surgiram duas reivindicações da sociedade local: regularização das moradias próximas ao reservatório Paiva Castro e implantação da rede coletora e tratamento de esgotos pela Sabesp; (ii) na segunda, em 10/03/2014 em Franco da Rocha, constou o debate de projeto substitutivo ao referido Projeto de Lei, que buscou incorporar reivindicações surgidas ao longo desse período.

Os limites dessa futura APRM não abrangem a área de influência da Interligação. A APRM em discussão abrange apenas a porção onde se situam as nascentes do Rio Juquery, a sudoeste do município de Nazaré Paulista, como registra a **Figura 6.4.6-7**.

Assim, na área de intervenção da Interligação em Nazaré Paulista não se aplicam os dispositivos das antigas leis de mananciais (nº 898/75 e nº 1.172/76), nem o Projeto de Lei nº 272/10.

FIGURA 6.4.6-7. LOCALIZAÇÃO DA FUTURA APRM ALTO JUQUERY E A INTERLIGAÇÃO



6.4.6.5. Interface do Projeto com a APA Federal Mananciais do Paraíba do Sul

O empreendimento Interligação Jaguari Atibainha possui interface com um dos polígonos que compõem a APA Federal Mananciais do Paraíba do Sul, notadamente o setor localizado em seu extremo sudoeste, que abriga cabeceiras de tributários da sub-bacia do rio Jaguari nos municípios de Guarulhos, Arujá, Santa Isabel e Igaratá.

O setor protegido por esta UC de Uso Sustentável e que abrigará a ADA do empreendimento pode ser visualizado na **Figura 6.4.6-2**, anterior, onde se observa que a interferência do empreendimento com esta UC se dará na margem esquerda do reservatório Jaguari, no município de Santa Isabel, e segue por terrenos deste município e do vizinho Igaratá.

Em Santa Isabel, a ADA ocupa principalmente terrenos recobertos por pastagens, trechos de reflorestamento e estradas vicinais. As interferências da Interligação em terrenos da APA Mananciais envolverão as instalações da captação, elevatória e subestação, nas margens do reservatório Jaguari, mais a de faixa de trabalho para assentamento da adutora e instalações auxiliares, envolvendo um total de 10,95 ha nesse município.

No município de Igaratá, a ADA nesta APA envolverá a faixa de trabalho da adutora, a área de emboque do túnel e outras pequenas áreas, afetando um total de 17,73 ha neste município, em terrenos principalmente ocupados por campo antrópico, pastagens e estradas vicinais.

Ao todo, a ADA do empreendimento deve afetar 1,14 ha de vegetação nativa de tipo florestal (maiormente estágio inicial) nos terrenos protegidos da APA Mananciais Paraíba do Sul. A área de intervenção ocupa um total de 28,68 ha, distribuídos em categorias de vegetação nativa e antropizada, e tipologias de uso e ocupação antrópica do solo, sendo 10,41 ha em APP, conforme apresentado na **Tabela 6.4.6-2**.

TABELA 6.4.6-2. PRESENÇA DO EMPREENDIMENTO NA APA MANANCIAIS PARAÍBA DO SUL (ADA)

Categorias	Usos do Solo	Município de Santa Isabel		Município de Igaratá		Total Geral
		Dentro de APP	Fora de APP	Dentro de APP	Fora de APP	
Vegetação Nativa	Estágio Avançado	-	-	0,0005	0,0012	0,0016
	Estágio Médio	0,0323	0,0089	0,0204	0,0941	0,1558
	Estágio Inicial	0,1178	0,0265	0,2762	0,3015	0,7220
	Estágio Pioneiro	0,1107	0,0818	0,0164	0,0558	0,2647
	Varzea/Brejo	0,0182	-	0,1728	-	0,1910
Vegetação Antrópica	Vegetação Antropizada	-	-	0,1894	0,8124	1,0018
	Reflorestamento	0,2297	1,0308	0,2511	3,5156	5,0272
	Agrupamento/Cerca Viva		0,0059	0,1303	0,2419	0,3780
	Campo Antrópico	0,2769	0,3344	1,0708	2,6068	4,2890
Uso Agrícola	Pastagem	3,7405	2,1819	0,3020	1,2427	7,4671
	Chácara	-	0,1951	0,0090	0,0989	0,3030
	Cultivo	-	-	0,0110	0,0087	0,0197
	Solo Exposto	0,1016	0,2285	0,1458	0,3189	0,7948
Uso Não Agrícola	Área Urbanizada	-	-	-	0,0002	0,0002
	Equipamento/Infraestrutura	-	0,0454	-	-	0,0454
	Edificação	-	0,0007	0,0124	0,2201	0,2332
	Indústria	-	-	0,0023	-	0,0023
	Viário Pavimentado	-	-	0,1624	0,3423	0,5047
	Viário Não Pavimentado	0,0139	0,6477	1,4663	3,6147	5,7426
	Açude	-	-	0,0121	-	0,0121
	Reservatório	1,5218	-	-	-	1,5218
Total Geral		6,1635	4,7877	4,2512	13,4757	28,6781

6.4.6.6. Interface do Projeto com o Parque Estadual Itaberaba

A interface do Projeto de Interligação Jaguari Atibainha com o Parque Estadual Itaberaba se dará exclusivamente na Zona de Amortecimento do Parque, no município de Igaratá, ao longo de 3,3 km de adutora enterrada, do Km 7,7+40m até o Km 11,0+40m, conforme pode ser visualizado nas **Figuras 6.4.6-2 e 6.4.6-3**.

A ADA da Interligação ocupará, principalmente, estrada vicinal não pavimentada e faixas lindeiras com cobertura de reflorestamento, campo antrópico e pastagens. As instalações da adutora devem afetar 0,5 ha de vegetação nativa florestal (estágios avançado e inicial) na ZA do Parque Estadual Itaberaba no município de Igaratá.

No total, a intervenção da Interligação na ZA do PE Itaberaba envolverá um total de 5,99 ha distribuídos em categorias de vegetação nativa e antropizada, e tipologias de uso e ocupação antrópica do solo, sendo 2 ha em APP.

As **Figuras A2 e A5, Volume III**, apresentam o traçado e a área de intervenção sobre imagem aérea, nas escalas 1:1.000 e 1:7.500, respectivamente.

A **Tabela 6.4.6-3** apresenta a distribuição da afetação na ZA do Parque segundo categorias e tipologias de uso e ocupação do solo.

TABELA 6.4.6-3. PRESENÇA DO EMPREENDIMENTO NA ZA DO PARQUE ESTADUAL ITABERABA (ADA)

Categorias	Usos do Solo	Município de Igaratá		Total (ha)
		Dentro de APP	Fora de APP	
Vegetação Nativa	Estágio Avançado	-	0,0008	0,0008
	Estágio Médio	-	-	-
	Estágio Inicial	0,2495	0,2219	0,4714
	Estágio Pioneiro	-	-	-
	Várzea/ Brejo	0,0910	-	0,0910
Vegetação Antropizada	Vegetação Antropizada	0,0536	0,2916	0,3452
	Reflorestamento	0,1461	0,8992	1,0453
	Agrupamento/ Cerca Viva	0,0153	0,0627	0,0780
	Campo Antrópico	0,4562	0,5802	1,0364
Uso Antrópico Agrícola	Pastagem	0,1998	0,5975	0,7973
	Chácaras	-	0,0046	0,0046
	Cultivo	0,0110	0,0087	0,0197
	Solo Exposto	0,1150	0,0715	0,1865
Uso Antrópico Não Agrícola	Via Não Pavimentada	0,7146	1,1889	1,9034
	Lago/Açude	0,0054	-	0,0054
Total Geral		2,0576	3,9276	5,9853

6.4.6.7. Interface do Projeto com as APAs Piracantareira

O empreendimento de Interligação Jaguari Atibainha possui interface com duas das três áreas que compõem as APAs PiraCantareira, a saber: a APA Piracicaba Juqueri-Mirim II e a APA Sistema Cantareira, integralmente no município de Nazaré Paulista, na sub-bacia do rio Atibainha e de forma superposta.

O setor protegido por estas UCs de Uso Sustentável e que abrigarão a ADA do empreendimento pode ser visualizado nas **Figuras 6.4.6-2 e 6.4.6-3**, onde se observa que a interferência do empreendimento com essas Unidades de Conservação de Uso Sustentável se dará principalmente no remanso de afluente na margem esquerda do reservatório Atibainha.

A ADA do empreendimento no terreno das APAs consiste principalmente na implantação de uma área de desemboque do túnel principal (0,49 ha) e na instalação de uma janela de acesso (0,28 ha) ao túnel principal, evitando supressão florestal. As instalações para construção do túnel e o

desemboque no Atibainha devem afetar 0,3 ha de vegetação nativa florestal (estágios médio e inicial) nas APAs Piracantareira.

A área necessária para a implantação do desemboque ocupará cerca de 0,49 ha em APP, com uso por campo antrópico (0,32 ha), solo exposto (0,02 ha), reflorestamento (0,09 ha) e pequeno trecho do reservatório, de cerca de 0,05 ha. A área afetada para instalação da janela de acesso envolverá 0,22 ha de campo antrópico, 0,02 ha de pastagem, 0,02 ha de solo exposto e 0,01 de cerca viva.

Ao todo, a ADA do empreendimento nos terrenos protegidos das APAs PiraCantareira envolve afetação de uma área de 1,43 ha, distribuídos em categorias de vegetação nativa e antropizada, e tipologias de uso e ocupação antrópica do solo, sendo 1,21 ha em APP, conforme apresentado na **Tabela 6.4.6-4**.

TABELA 6.4.6-4. PRESENÇA DO EMPREENDIMENTO NA APA PIRACANTAREIRA (ADA)

Categorias	Usos do Solo	Município de Nazaré Paulista		Total (ha)
		Dentro de APP	Fora de APP	
Vegetação Nativa	Estágio Médio	0,1005	-	0,1005
	Estágio Inicial	0,2039	-	0,2039
Vegetação Antropizada	Reflorestamento	0,0192	-	0,0192
	Agrupamento/ Cerca Viva	0,0047	0,0041	0,0088
	Campo Antrópico	0,4118	0,1801	0,5919
Uso Antrópico Agrícola	Pastagem	-	0,0242	0,0242
	Solo Exposto	0,0331	0,0176	0,0508
Uso Antrópico Não Agrícola	Via Não Pavimentada	0,2442	-	0,2442
	Reservatório	0,1895	-	0,1895
Total Geral		1,2070	0,2260	1,4330