

CONSÓRCIO ENERGÉTICO CRUZEIRO DO SUL

ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP 9589 UHE MAUÁ

INSTITUIÇÃO EXECUTORA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO



RELATÓRIO FINAL

COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DO TRABALHO

LACTEC – Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento



Coordenação Técnica

Carlos Eduardo Belz
Divisão de Meio Ambiente
LACTEC

Ingrid Illich Müller
Gerente da Divisão de Meio Ambiente
LACTEC

INSTITUIÇÃO FINANCIADORA DO TRABALHO

Consórcio Energético Cruzeiro do Sul

Curitiba, 29 de junho de 2007

EQUIPE DE TRABALHO

COORDENAÇÃO TÉCNICA

-Dr. Carlos Eduardo Belz – Formado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Paraná (1999). Mestrado em Ciências Veterinárias pela UFPR (2002). Doutorado em Zoologia pela UFPR (2006). Professor de zoologia das Faculdades Integradas Espírita e professor do Mestrado em Gestão Tecnológica LACTEC/IEP. Pesquisador da Divisão de Meio Ambiente do LACTEC desde 2003. CRMV: 4533 PR.'

Ass. _____

-M.Sc. Ingrid Illich Müller - Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1985). Mestrado em Engenharia Hidráulica pela UFPR - área de concentração: Recursos Hídricos (1995). Doutoranda em Ciências Florestais da UFPR - área de concentração: Conservação da Natureza. Gerente da Divisão de Meio Ambiente do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC. Áreas de atuação: Hidrologia e Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos. CREA PR/16600- D

Ass. _____

-Otto Samuel Mäder Netto – Engenheiro Químico formado pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná em 2004. Pesquisador da Divisão de Meio Ambiente do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, desde 2004. Áreas de atuação: Controle de organismos aquáticos, bioincrustação e conservação da natureza. CRQ: 09302146 PR.

Ass. _____

EQUIPE DE FAUNA

ICTIOFAUNA

Dr. Vinicius Abilhoa - Biólogo pela PUC-PR (1989), mestre (1998) e doutor (2004) em Zoologia pela UFPR. Coordenador do Serviço de Pesquisa em Biodiversidade da Prefeitura Municipal de Curitiba e curador da coleção ictiológica do Museu de História Natural Capão da Imbuia. Especialista em peixes dulcícolas foi professor das Faculdades Integradas Espírita e PUC-PR e consultor em estudos ambientais para a Copel, Sanepar, Mater Natura, dentre outras. CRBio: 9978-07.

Ass. _____

MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS

Paulo Roberto Pagliosa Alves - Biólogo pela Universidade Federal do Paraná (1993), mestre em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (1997) e doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2004). Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: bentos, estuário, variação espacial, limnologia e ecologia de comunidades. CRBio: 25434-03D.

Ass. _____

RÉPTEIS

Fernanda Stender de Oliveira - Bióloga pela UFPR (1999), especialista pelo Alexander König Research Institute (1999) e com aperfeiçoamento em gestão e desenvolvimento de serpentários (2005). Pesquisadora de Herpetologia do Instituto Butantan e mestranda em Zoologia pela USP/São Paulo. Realizou estudos ambientais para a Copel, CBE, CBA e Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. CRBio: 28.539-07.

Ass. _____

ANFÍBIOS

M.Sc. Carlos Eduardo Conte - Biólogo pela UFPR (1999), mestre em Biologia Animal pela UNESP/São José do Rio Preto (2005) e doutorando em Zoologia pela mesma instituição. Especialista em Herpetologia de Anfíbios, participou com consultor de estudos ambientais pela Copel, Zoológico de Curitiba, CBE e Instituto Ambiental do Paraná. CRBio: 41.296-07.

Ass. _____

AVIFAUNA

Alberto Urben Filho - Biólogo pela PUC-PR (1987), especialista em Ornitologia; presidente da Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais e consultor, em várias ocasiões, de estudos ambientais para a Copel, Instituto Ambiental do Paraná, Petrobrás, dentre várias outras. Foi gerente do Parque Estadual do Guartelá. CRBio: 25255-07.

Ass. _____

MASTOFAUNA

M.Sc. Gledson V. Bianconi - Biólogo pela PUC-PR (2001), mestre em Biologia Animal pela UNESP/São José do Rio Preto (2003), doutorando pela UNESP/Rio Claro. Especialista em Mastozoologia. Participou como consultor de estudos ambientais para a Companhia Brasileira de Alumínio, Copel, Prefeitura Municipal de Curitiba, Embrapa, Secretaria de Estado da Saúde, Fundação O Boticário, dentre outras. CRBio: 41.297-07.

Ass. _____

BOTÂNICA

-Dr^a Maria Regina Torres Boeger - Bióloga formada pela Fundação Universidade do Rio Grande (RS) em 1982, Mestrado em Botânica pela Idaho State University, Idaho, USA em 1988 e Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná, em 2000. Professora adjunta do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná desde 1992. CRBio 09987-03.

Ass. _____

ENTOMOLOGIA

Dr. Marcio R. Pie - Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (1994), mestrado em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (1998) e doutorado em Ecologia, Comportamento e Evolução pela Boston University, EUA (2007). Atualmente está associado ao Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais da UFPR.

Ass. _____

APICULTURA

-M.Sc. Marcelo Faria Cardoso - Zootecnista formado pela FACIAGREN (1999), mestre em zootecnia com opção em avaliação de impactos ambientais pela UFPR. Pesquisador do GIA - Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais de 2000 a 2006. Atualmente Diretor da AMA - assessoria e meio ambiente. CRMV: 0550 PR.

Ass. _____

-M.Sc. José Waldecyr de Carvalho Filho - Graduado em Zootecnia nas Faculdades Integradas Espírita em 2001; Mestrado em Aqüicultura, na Universidade Federal de Santa Catarina em 2005; Técnico em Meio Ambiente pela Escola Estadual Paulo Leminski em 2006.

Ass. _____

HIDROLOGIA E HIDROSEDIMENTOLOGIA

-M.Sc. Luiza Helena Lopes Ribeiro - Graduação em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná-UFPR (1976) e mestrado em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo-USP (2003), dentro do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM). Atualmente é Pesquisadora do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento –LACTEC. Áreas de atuação: Química Ambiental e Limnologia. CRF-9 1676/PR.

Ass. _____

-M.Sc. Nicole Brassac – Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (1996) e mestre em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (1999). Pesquisadora do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento e Professora Adjunta do Centro Universitário Positivo. Áreas de atuação: Limnologia e Taxonomia de microalgas. CRBio 28775/07D.

Ass. _____

-M.Sc. Andréa Dalla Nora - Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1994) e mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (2001). Pesquisadora do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Áreas de atuação: Limnologia e Modelagem de Qualidade de Água. CREA PR/028.321-D.

Ass. _____

-Dr. André Virmond Lima Bittencourt – Engenheiro Químico (1970-UFPR). Mestrado (1973-USP) e Doutorado (1978-USP) em Geologia. Professor titular Sênior no Dept. de Geologia da UFPR. Prof. do Mestrado em Gestão Ambiental do UNICENP Áreas de atuação: Geoquímica de águas naturais, Geoquímica ambiental, Hidrogeologia, Gestão ambiental, Sedimentometria, Avaliação de impactos ambientais e áreas afins. CONFEA: 170078511-7 CREA/PR: 3885/D.

Ass. _____

-M.Sc. Rosana de Fátima Colaço Gibertoni – Engenheira Civil, mestre em Recursos Hídricos pela UFPR. Pesquisadora da Área de Meio Ambiente do Lactec. Tem atuado em diversos estudos em Recursos Hídricos (modelagem, estudos de inventário e viabilidade). CREA 31860/D-PR.

Ass. _____

ANTROPOLOGIA

-Dr^a. Cecília Maria Vieira Helm - Professora Livre-Docente em Antropologia Social, UFPR; Professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social/UFPR, Professora titular aposentada/ufpr; Bolsista senior do CNPq, bolsa de produtividade em pesquisa; consultora do LACTEC/UFPR.

Ass. _____

-Maria Cecília Zampoli Schafhauser – Administradora de Empresas pela Fundação de Estudos Sociais do Paraná – FESP, Pós- Graduada em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável pela UFPR na área de Educação Ambiental. Mestranda do curso de Gestão Tecnológica do LACTEC/IEP. Pesquisadora da Divisão de Meio Ambiente do Lactec nas áreas de sociologia, antropologia e educação ambiental.

Ass. _____

EFLUENTES E RESÍDUOS INDUSTRIAIS

-M. Sc. Maria Alessandra Mendes - Engenheira Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1996) e mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela UFPR (2001). Pesquisadora do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Áreas de atuação: Gerenciamento de Resíduos, Avaliação de Áreas Degradadas e Aproveitamento de Biomassa para Geração Alternativa de Energia. CREA SC/041593-2.

Ass. _____

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Klabin Indústrias de Papel

Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB

Museu de História Natural Capão da Imbuia

Universidade Federal do Paraná – Departamentos de Zoologia e Botânica

Prefeituras Municipais de Ortigueira e Telêmaco Borba

SUMÁRIO

VOLUME I

1	INTRODUÇÃO	19
2	DADOS DO EMPREENDEDOR	27
3	EMPREENDIMENTO	27
3.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	27
3.2	ARRANJO GERAL	28
3.3	BARRAGEM E VERTEDOURO	28
3.4	CIRCUITO DE GERAÇÃO	29
3.5	CASA DE FORÇA PRINCIPAL	29
3.6	CASA DE FORÇA COMPLEMENTAR	29
3.7	SUBESTAÇÃO	29
3.8	LINHA DE TRANSMISSÃO	30
4	RESULTADOS	31
4.1	REQUISITO Nº 1 “APROFUNDAR OS ESTUDOS ETNO-ECOLÓGICOS E RELACIONAR COM OS IMPACTOS DE JUSANTE”	31
4.1.1	PLANO DE TRABALHO PARA EXECUÇÃO DO TERMO DE REFERÊNCIA DA FUNAI.....	31
4.1.1.1	Introdução.....	31
4.1.1.2	Metodologia e conceitos.....	32
4.1.1.3	Caracterização do modo de vida dos grupos indígenas com ênfase na importância dos recursos hídricos, vegetação e fauna relacionados.....	33
4.1.1.4	Contato Interétnico, Políticas Públicas e Empreendimentos Privados	34
4.1.1.5	Impactos decorrentes da instalação e operação do empreendimento	37
4.1.1.6	Levantamento das condições de atenção à saúde.....	39
4.1.1.7	Caracterização das relações das comunidades indígenas que habitam as Terras Queimadas e Mocóca com as comunidades indígenas que vivem nas Terras Indígenas de São Jerônimo, Barão de Antonina e Apucarana, situadas na Bacia do Rio Tibagi.....	39
4.1.1.8	Medidas Mitigadoras	42
4.1.1.9	Referências	43
4.2	REQUISITO Nº 2 “APROFUNDAR E DETALHAR A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS A JUSANTE”	45
4.3	REQUISITO Nº 3 “EXPLICITAR DE FORMA CONCLUSIVA OS EFEITOS DO EMPREENDIMENTO SOBRE A ICTIOFAUNA, MACROINVERTEBRADOS, HERPETOFAUNA, AVIFAUNA E MASTOFAUNA”	45
4.3.1	ICTIOFAUNA.....	45
4.3.1.1	Introdução.....	45
4.3.1.2	Objetivos	48
4.3.1.3	Metodologia.....	49
4.3.1.4	Resultados	49
4.3.1.5	Impactos sobre a ictiofauna relacionados ao projeto da UH Mauá	51

4.3.1.6	Medidas mitigatorias e compensatorias	56
4.3.1.7	Referências	59
4.3.2	MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS	62
4.3.2.1	Metodologia.....	62
4.3.2.2	Análise geral do estudo dos macroinvertebrados aquáticos do EIA da Usina Hidrelétrica de Mauá.	62
4.3.2.3	Análise dos impactos a jusante do empreendimento no EIA da U.H.E. Mauá.	67
4.3.2.4	Impactos ambientais e Matriz de Impactos Ambientais relacionados aos invertebrados aquáticos no EIA-UHE Mauá:.....	67
4.3.2.5	Nova matriz de possíveis impactos do empreendimento sobre os macroinvertebrados aquáticos.	68
4.3.2.6	Medidas mitigadoras e compensatórias	78
4.3.3	REPTEIS	83
4.3.3.1	Introdução.....	83
4.3.3.2	Objetivos	84
4.3.3.3	Material e Métodos.....	85
4.3.3.4	Resultados	86
4.3.3.5	Impactos sobre a fauna de répteis relacionados ao projeto da UHE Mauá	94
4.3.3.6	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	99
4.3.3.7	Referências	103
4.3.4	ANFÍBIOS	108
4.3.4.1	Introdução.....	108
4.3.4.2	Material e métodos	109
4.3.4.3	Objetivos	110
4.3.4.4	Resultados	110
4.3.4.5	Impactos sobre a anurofauna relacionados ao projeto da u.h.e. mauá.....	113
4.3.4.6	Medidas mitigadoras e compensatórias	119
4.3.4.7	Referências	122
4.3.5	AVIFAUNA	128
4.3.5.1	Introdução.....	128
4.3.5.2	Objetivos	129
4.3.5.3	Metodologia.....	130
4.3.5.4	Resultados	131
4.3.5.5	Impactos Sobre a Avifauna Relacionados ao Projeto da UHE-Mauá	140
4.3.5.6	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	157
4.3.5.7	Referências	161
4.3.6	MASTOFAUNA	167
4.3.6.1	Introdução.....	167
4.3.6.2	Objetivos	167
4.3.6.3	Métodos	168
4.3.6.4	Resultados	169
4.3.6.5	Impactos sobre a mastofauna, relacionados ao projeto da u.h. mauá.....	169
4.3.6.6	Medidas mitigadoras e compensatórias	179
4.3.6.7	Referências	186
4.4	REQUISITO N° 13 “INFORMAR SE A VAZÃO SANITÁRIA NA ALÇA DO RIO TIBAGI, A JUSANTE DA BARRAGEM, PERMITIRÁ CONDIÇÕES DE VIDA À BIOTA”	191

4.4.1	VAZÃO SANITÁRIA A JUSANTE DA BARRAGEM E CONDIÇÕES DE VIDA DA BIOTA.....	191
4.4.1.1	Introdução.....	191
4.4.1.2	Macroinvertebrados aquáticos	192
4.4.1.3	Peixes	192
4.4.1.4	Anfíbios	193
4.4.1.5	Répteis	194
4.4.1.6	Aves.....	194
4.4.1.7	Mamíferos	195

VOLUME II

4.5	REQUISITO Nº 52 “REALIZAR ESTUDO PORMENORIZADO SOBRE OS POLINIZADORES DA FLORA COM INTERESSE MÉDICO E ALIMENTAR”	196
4.5.1	PLANTAS DE INTERESSE MÉDICO E ALIMENTAR E SEUS PRINCIPAIS POLINIZADORES. 196	
4.5.1.1	Introdução.....	196
4.5.1.2	Objetivos	199
4.5.1.3	Metodologia.....	200
4.5.1.4	Resultados	201
4.5.1.5	Matriz e Análise de Impactos	207
4.5.1.6	Conclusões.....	208
4.5.1.7	Recomendações	209
4.5.1.8	Referências	236
4.6	REQUISITO Nº 24 “ANALISAR OS IMPACTOS SOBRE A APICULTURA”	241
4.6.1	IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA UHE-MAUÁ SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DA APICULTURA	241
4.6.1.1	Introdução.....	241
4.6.1.2	Objetivos Específicos	243
4.6.1.3	Metodologia.....	243
4.6.1.4	Resultados	245
4.6.2	IMPACTOS SOBRE AS ABELHAS NATIVAS.....	258
4.6.2.1	Introdução.....	258
4.6.2.2	Objetivo Específico	259
4.6.2.3	Metodologia.....	260
4.6.2.4	Resultados	262
4.6.3	IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA U.H. MAUÁ NA APICULTURA E NOS ENXAMES DE ABELHAS NATIVAS.....	266
4.6.3.1	Fase de Planejamento	266
4.6.3.2	Fase de Implantação e Fase de Operação.....	267
4.6.4	MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS	272
4.6.4.1	Iniciar o Reflorestamento com Pasto Apícola.....	272
4.6.4.2	Resgate das Abelhas Nativas	274
4.6.5	PROGRAMAS AMBIENTAIS	276
4.6.5.1	Programa para Acompanhamento da Produtividade de Mel.....	276

4.6.5.2	Programa Básico Ambiental Para Abelhas Nativas	277
4.6.6	REFERÊNCIAS.....	278
ANEXO I	283
ANEXO II	284
4.7	REQUISITO Nº 5 “ANALISAR O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO”.....	287
4.7.1	EUTROFIZAÇÃO.....	287
4.7.1.1	Introdução.....	287
4.7.1.2	Metodologia.....	288
4.7.1.3	Resultados	290
4.7.1.4	Considerações finais	300
4.7.1.5	Referências	302
4.8	REQUISITO Nº 15 “DESCREVER SE HAVERÁ INVERSÃO DOS FLUXOS DOS NÍVEIS FREÁTICOS E RESTRIÇÕES AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA”.....	304
4.8.1	HIDROGEOLOGIA	304
4.8.1.1	Introdução.....	304
4.8.1.2	Objetivos	304
4.8.1.3	Metodologia.....	305
4.8.1.4	Resultados	305
4.8.1.5	Referências	316
4.9	REQUISITOS Nº 8 – 9 – 20	317
	“APRESENTAR ESTUDOS DE PONDERAÇÃO SOBRE A DESCARGA ANUAL DE SEDIMENTOS DE MONTANTE A JUSANTE EM FUNÇÃO DE BARRAMENTOS A MONTANTE DO EMPREENDIMENTO”.....	317
	“AVALIAR A AERODIBILIDADE DOS RIOS SUSCETÍVEIS AS MODIFICAÇÕES POR INSERÇÃO DO EMPREENDIMENTO”.....	317
	“AVALIAR OS ARRASTES DE FUNDO, BEM COMO OS RISCOS AOS SISTEMAS DE JUSANTE”.....	317
4.9.1	Hidrologia e Hidrossedimentologia	317
4.9.1.1	Introdução.....	317
4.9.1.2	Objetivos	321
4.9.1.3	Metodologia.....	321
4.9.1.4	Resultados	322
4.9.1.5	Referências	342
4.10	REQUISITO Nº 4 “DIMENSIONAR OS IMPACTOS REAIS DOS EFEITOS DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS EM TERMOS ABSOLUTOS E CONCOMITANTES AOS EFLUENTES DA KLABIN SOBRE A QUALIDADE DO RIO TIBAGI”.....	344
4.10.1	EFLUENTES.....	344
4.10.1.1	Introdução.....	344
4.10.1.2	Usos diversos da água e conflitos	346
4.10.1.3	Alteração da qualidade das águas	347
4.10.1.4	Principais poluentes domésticos e industriais	348
4.10.1.5	Alterações provenientes de atividades humanas (antrópicas)	351
4.10.1.6	Avaliação da área em estudo	359
4.10.1.7	Resultados e considerações.....	365
4.10.1.8	Referências	371

4.11	REQUISITO N° 6 “DESTACAR E ANALISAR A PRESENÇA DE PRINCÍPIOS ATIVOS DE PESTICIDAS E HERBICIDAS UTILIZADOS, HAJA VISTA PECULIARIDADES EM TERMOS DE REAÇÕES QUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES BIOLÓGICAS QUE PODEM SOFRER AS ÁGUAS DO RIO TIBAGI E FUTURO RESERVATÓRIO”.	372
4.11.1	DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	372
4.11.1.1	Introdução	372
4.11.1.2	Pesticidas	375
4.11.1.3	Efeito ao ambiente	386
4.11.1.4	Análise e gerenciamento de risco	387
4.11.1.5	Avaliação da área em estudo	388
4.11.1.6	Pontos de amostragem de solo	388
4.11.1.7	Pontos de amostragem de água	393
4.11.1.8	Ensaio realizados	396
4.11.1.9	Resultados e considerações	396
4.11.1.10	Referências	400

Índice de tabelas

Tabela I– Lista dos requisitos da Licença prévia do empreendimento com indicação da inclusão dos estudos (Cond. = Documento de atendimento às condicionantes da LP; PBA = Plano Básico Ambiental; Outros = Termo de Referência da Funai; Equipe de engenharia; Consórcio Cruzeiro do Sul).	20
Tabela II- Famílias com seus respectivos números de espécies ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Tibagi (All), organizadas de acordo com seus respectivos taxa.	50
Tabela III – Atributos do Impacto: Deterioração e alteração de habitats para a ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento.	53
Tabela IV – Atributos do Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades da ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento.	54
Tabela V – Atributos do Impacto: Comprometimento local das populações de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras.	55
Tabela VI – Atributos do Impacto: Interferências do barramento sobre as espécies migradoras.....	55
Tabela VII – Atributos do Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a ictiofauna do trecho localizado a jusante.....	56
Tabela VIII – Atributos do Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à montante do reservatório.	69
Tabela IX - Atributos do Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à jusante da barragem.	70
Tabela X - Atributos do Impacto: Comprometimento local de espécies ameaçadas de extinção.....	71
Tabela XI - Atributos do Impacto: Perda de habitats aquáticos.....	73
Tabela XII - Atributos do Impacto: Fragmentação do habitat e perda da variabilidade genética.....	74
Tabela XIII - Atributos do Impacto: Alteração dos habitats aquáticos.	76
Tabela XIV - Atributos do Impacto: Contaminação do ambiente aquático.	77
Tabela XV- Atributos do Impacto: Alteração das propriedades físico-químicas da água na área de influência.	78
Tabela XVI- Répteis não-serpentes da área de influência direta (AID) e indireta (All) da UHE de Mauá.	86
Tabela XVII - Serpentes (Ordem Serpentes) da área de influência direta (AID) e indireta (All) da UHE de Mauá.	87
Tabela XVIII - Répteis verificados na região do Médio rio Tibagi e na Floresta Ombrófila Densa no Estado do Paraná com base em estudos realizados durante o EIA/RIMA de 2004 pelo pesquisador Renato S. Bérnils.	90
Tabela XIX - Atributos do Impacto: Alteração e supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução com a construção da barragem.	95

Tabela XX - Atributos do Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades de répteis com a construção da barragem.	98
Tabela XXI - Atributos do Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a fauna de répteis do trecho localizado a jusante – vazão sanitária.....	99
Tabela XXII - Sumário do hábitat, ambiente e substrato utilizado durante atividade de vocalização pelos anuros no Parque Ecológico da Klabin e região. F= hábitat florestado, A= hábitat de área aberta, FSH= floresta sem água acumulada, RRF= riacho rochoso dentro da floresta, BFL= brejo em floresta, BAA brejo em área aberta, PCF= poça permanente com borda florestada, PSF= poça permanente sem borda florestada; gr= gramíneas, ty= <i>Typha</i> sp., ab= arbustos, av= árvores, ld= lâmina d'água, fo= folhiço e rg= rochas e galhos. Ordenamento taxonômico segue os trabalhos de: FAIVOVICH <i>et al.</i> (2005), FROST <i>et al.</i> (2006) e GRANT <i>et al.</i> (2006).....	111
Tabela XXIII- Espécies de interesse conservacionista constatadas na área de estudo, segundo o âmbito internacional (INT) com base nas deliberações da " <i>The World Conservation Union</i> " (IUCN, 2006), da " <i>Birdlife International</i> " (Birdlife International, 2006) e da " <i>Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora</i> " (CITES, 2006); nacional (NAC), com base na Instrução Normativa nº 03/2003 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2003) e estadual (EST), para o Estado do Paraná (Secretaria Estadual do Meio-Ambiente) (Straube <i>et al.</i> , 2004). Legenda: RE, regionalmente extinta; CR, criticamente ameaçada; EN, em perigo; VU, vulnerável; NT, quase-ameaçada; DD, dados deficientes; I, II e III: citada nos apêndices respectivos do CITES.....	135
Tabela XXIV - Riqueza de espécies de interesse conservacionista, nos âmbitos internacional (INT) com base nas deliberações da " <i>The World Conservation Union</i> " (IUCN, 2006), da " <i>Birdlife International</i> " (Birdlife International, 2006); nacional (NAC), com base na Instrução Normativa nº 03/2003 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2003) e estadual (EST), para o Estado do Paraná (Secretaria Estadual do Meio-Ambiente) (Straube <i>et al.</i> , 2004). Legenda: CR, criticamente ameaçada; EN, em perigo; VU, vulnerável; NT, quase-ameaçada.	138
Tabela XXV - Matriz de impactos e sua classificação.	147
Tabela XXVI - Ações do empreendimento, durante a fase de implantação, e os impactos à avifauna referentes a esse período. Os impactos à avifauna distinguem-se em diretos (causados pelo empreendimento <i>per se</i>) ou indiretos (causados com conseqüência do empreendimento). Legenda: CS, corte seletivo; DH, destruição localizada de hábitat; De, desmatamento; EP, exploração de espécies vegetais não-arbóreas; Fr, fragmentação; In, insularização; Ca, caça; Cp, captura para cativeiro; CB, enchimento de barragem; EA, expansão agropecuária; ID, introdução de animais domésticos; PV, perturbações variadas; IA, introdução de animais e plantas exóticos; Po, poluição; Qu, queimadas; TV, tráfego de veículos; Ur, urbanização (para mais detalhes <i>vide</i> Descrição de Impactos).....	155

Tabela XXVII - Ações do empreendimento, durante a fase de operação, e os impactos à avifauna referentes a esse período. Legenda: CS, corte seletivo; DH, destruição localizada de hábitat; De, desmatamento; EP, exploração de espécies vegetais não-arbóreas; Fr, fragmentação; In, insularização; Ca, caça; Cp, captura para cativeiro; CB, enchimento de barragem; EA, expansão agropecuária; ID, introdução de animais domésticos; PV, perturbações variadas; IA, introdução de animais e plantas exóticos; Po, poluição; Qu, queimadas; TV, tráfego de veículos; Ur, urbanização (para mais detalhes <i>vide</i> Descrição de Impactos).	157
Tabela XXVIII - Relação das espécies de insetos encontrados nos três pontos amostrados, relacionados por Ordem.....	206
Tabela XXIX - Atributos do impacto: Remoção das florestas nativas e demais formações vegetacionais nativas.....	207
Tabela XXX - Atributos do impacto: Remoção das áreas reflorestadas.....	208
Tabela XXXI - Relação das espécies observadas e/ou registradas para a AID da UHE Mauá, com seus respectivos nomes científicos, nome comum, (hábito - av: arbóreo; ab: arbustivo; ep: epífita; hb: herbáceo; he: hemiepífita; hp: hemiparasita; sp: saprófita; tp: trepador), uso, provável vetor de polinização e referências bibliográficas.	210
Tabela XXXII- Principais municípios brasileiros produtores de mel no ano de 2003.....	247
Tabela XXXIII - Coordenadas dos apiários da região de Ortigueira e de Curiuva, próximos a AID.	252
Tabela XXXIV - Coordenadas e altitude dos pontos de coleta de abelhas nativas.....	262
Tabela XXXV – Espécies de abelhas encontradas na AID.	263
Tabela XXXVI - Levantamento das abelhas nativas presentes na fazenda Monte Alegre em diferentes matas	265
Tabela XXXVII - Características de espécies arbóreas utilizadas para nidificação de abelhas.	276
Tabela XXXVIII - Concentrações de fósforo (e Índice de Estado Trófico (IET) na estação Porto Londrina ...	290
Tabela XXXIX - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Ribeirão das Antas	291
Tabela XL - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Telêmaco Borba	291
Tabela XLI - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Tibagi.....	292
Tabela XLII – Médias de Fósforo Total e do Índice Trófico no ambiente fluvial	293
Tabela XLIII - Províncias hidrogeológicas do Estado do Paraná	307
Tabela XLIV - .Atributos dos Impactos na fase de implantação.....	314
Tabela XLV – Atributos dos impactos na fase de operação.....	315
Tabela XLVI – Atributos dos impactos na fase de implantação..	336
Tabela XLVII – Atributo dos impactos na fase de operação.	337
Tabela XLVIII - Estimativas da vazão sólida do rio Tibagi em 5 estações flúvio-sedimentológicas	341
Tabela XLIX: Visão histórica (Adaptado de Tucci, 1994).	345

Tabela L: Rios da BHERT não enquadrados como Classe 2.....	352
Tabela LI: Estimativa de demanda de água para abastecimento doméstico dos municípios da BHERT até a Usina Hidrelétrica Mauá.....	353
Tabela LII: Estimativas da carga potencial de DBO gerada pelos municípios da bacia do rio Tibagi até o sítio da barragem Mauá.....	354
Tabela LIII: Resíduos sólidos urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi na área da futura Barragem de Mauá.....	358
Tabela LIV: Metodologia utilizada para os diversos ensaios realizados.....	359
Tabela LV: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2001.....	360
Tabela LVI: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2002.....	361
Tabela LVII: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2003.....	361
Tabela LVIII: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2004.....	361
Tabela LIX: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2005.....	362
Tabela LX: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2006.....	362
Tabela LXI: Coordenadas dos pontos de amostragem.....	363
Tabela LXII: Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos realizados no Rio Tibagi.....	367
Tabela LXIII: Compilação dos dados referentes à carga poluidora no Rio Tibagi.....	370
Tabela LXIV: Tipos de pesticidas e seus alvos.....	375
Tabela LXV: POP's focalizados pelo Programa Ambiental das Nações Unidas.....	382
Tabela LXVI: Tempo de persistência dos POP's no meio ambiente.....	382
Tabela LXVII: Pesticidas comuns e suas propriedades.....	384
Tabela LXVIII: Coordenadas dos pontos de amostragem.....	393
Tabela LXIX: Coordenadas dos pontos de amostragem.....	394
Tabela LXX: Metodologia utilizada para os diversos ensaios realizados.....	398

Índice de figuras

Figura 1 – Análise de Classificação das espécies de macroinvertebrados aquáticos coletados no EIA-UHE Mauá.....	65
Figura 2 – Análise de Classificação das espécies de macroinvertebrados aquáticos coletados no EIA-UHE Mauá.....	66
Figura 3- Detalhe da área a jusante da barragem da UHe Mauá, indicando as subáreas I: margem esquerda, com pastos e pequenos fragmentos florestais, II, mata de vertente, na margem direita; III, foz do Rio das Antas.....	153

Figura 4– Locais de coleta de polinizadores - 1Usina da Klabim; 2 Salto Aparado; 3 Foz do rio Ribeirão das Antas.....	201
Figura 5 - Povoamento de <i>Eucalyptus</i> spp, com subosque ocupado por espécies arbóreas nativas.	202
Figura 6 - Número de espécies de plantas vasculares por categoria de uso. Múltiplo uso significa vários usos para a mesma espécie e variado indica o grupo das plantas com uso alimentício, forrageiro e fibras.	203
Figura 7 - Lepidoptera (borboleta – <i>Barbicornis brasillis</i>).....	204
Figura 8- Apiários.....	244
Figura 9. Árvore de capixingui na época da florada (fonte: Raven).....	244
Figura 10 – Identificação dos pontos de coleta de abelhas nativas e pontos de identificação de apiários.	251
Figura 11. Manta utilizada para abafar o mato embaixo das caixas de abelhas	254
Figura 12. Isca de garrafa plástica com atrativos para capturar abelhas	260
Figura 13. Disposição das iscas na área amostral abelhas	261
Figura 14 - A arenito médio da Formação Rio Bonito com estratificação cruzada e nódulos carbonosos, assentado sobre siltito.	308
Figura 15 – Afloramento de arenito da Formação Rio Bonito	308
Figura 16 – Folhelhos da Formação Rio Bonito com leitos de carvão, no interior da mina da Cambuí em Figueira.	309
Figura 17 – Distribuição da porção aflorante do Grupo Guatá no Estado do Paraná.....	309
Figura 18 - Diques de diabásio condicionando estruturalmente um trecho da bacia do Rio Tibagi. Fonte da imagem: Google Earth.	310
Figura 19 - Secção geológica mostrando a relação entre unidades sedimentares intrusivas básicas, bem como a movimentação de blocos ao longo de falhas geológicas. Fonte: CNEC, 2004.	311
Figura 20 - Produtos e processos envolvidos na movimentação de material particulado na superfície da terra e postos disponíveis para monitoramento do processo.Fonte: BITTENCOURT, 1978 modificado.....	319
Figura 21 – Esboço geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.....	324
Figura 22 - Imagem salientando feições geomórficas e de ocupação superficial da porção média da Bacia hidrográfica do Rio Tibagi. Fonte: Google Earth	325
Figura 23 - Erodibilidade dos solos da região da bacia hidrográfica do rio Tibagi (elementos extraídos de ELETROBRÀS, 1992).....	326
Figura 24 - Produção específica mínima de material em suspensão na região da bacia hidrográfica do rio Tibagi (elementos extraídos de ELETROBRÀS, 1992).....	327
Figura 25 - Relação entre a pluviosidade, concentração de material particulado em suspensão e vazão líquida no córrego Jacutinga tributário da bacia hidrográfica do Rio Ivaí (Bittencourt, 1978).	330

Figura 26 – Curva chave de sólidos transportados em suspensão em estações do rio Tibagi. Fonte: CEHPAR (1998).....	333
Figura 27 - Ponto 01 de amostragem de água.....	363
Figura 28 - Ponto 02 de amostragem de água.....	364
Figura 29 - Ponto 03 de amostragem de água.....	364
Figura 30 - Ponto 04 de amostragem de água.....	364
Figura 31 - Tendências dos níveis de DDT no leite materno das mulheres canadenses entre 1967 e 1992..	379
Figura 32 - Variação da concentração média de DDT com a idade das trutas do Lago Ontário.....	380
Figura 33: Cadeia Alimentar simplificada dos Grandes Lagos, incluindo concentrações típicas de DDT em algumas espécies.	381
Figura 34: Ponto 01 de coleta de solo.....	389
Figura 35: Indivíduo adulto de <i>Nezara viridula</i>	390
Figura 36: Ponto 02 de coleta de solo.....	390
Figura 37: Ponto 03 de amostragem de solo	391
Figura 38: Ponto 04 A de amostragem de solo.....	391
Figura 39: Ponto 04 B de amostragem de solo.....	392
Figura 40: Indivíduo adulto de <i>Sternechus subsignatus</i>	392
Figura 41: Ponto 05 de amostragem de solo.	393
Figura 42: Ponto 01 de amostragem de água.....	394
Figura 43: Ponto 02 de amostragem de água.....	395
Figura 44: Ponto 03 de amostragem de água.....	395
Figura 45: Ponto 04 de amostragem de água.....	395

1 INTRODUÇÃO

O presente documento faz parte do processo de licenciamento ambiental da Usina Hidrelétrica de Mauá, no Rio Tibagi, em conformidade com a Resolução 001/86 - CONAMA. O estudo pretende atender os requisitos do Instituto Ambiental do Paraná necessários à obtenção da Licença de Instalação (LI), constantes na Licença Prévia (LP) Nº 9589. Para execução do trabalho foi criada uma equipe multidisciplinar composta por pesquisadores e consultores especialistas em várias áreas do conhecimento. O objetivo principal deste trabalho foi atender a treze dos setenta requisitos contidas na Licença Prévia, sendo elas:

- Requisito nº 1 - Aprofundar os estudos etno-ecológicos e relacionar com os impactos de jusante.
- Requisito nº 2 - Aprofundar e detalhar a avaliação de impactos ambientais a jusante.
- Requisito nº 3 - Explicitar de forma conclusiva os efeitos do empreendimento sobre a ictiofauna, macroinvertebrados, herpetofauna, avifauna e mastofauna.
- Requisito nº 4 - Dimensionar os impactos reais dos efeitos dos efluentes domésticos em termos absolutos e concomitantes aos efluentes da Klabin sobre a qualidade do rio Tibagi.
- Requisito nº 5 - Analisar o desenvolvimento de processo de eutrofização do reservatório.
- Requisito nº 6 - Destacar e analisar a presença de princípios ativos de pesticidas e herbicidas utilizados, haja vista peculiaridades em termos de reações químicas e transformações biológicas que podem sofrer as águas do rio Tibagi e futuro reservatório.
- Requisito nº 8 - Apresentar estudos de ponderação sobre a descarga anual de sedimentos de montante a jusante em função de barramentos a montante do empreendimento.
- Requisito nº 9 - Avaliar a erodibilidade dos rios suscetíveis as modificações por inserção do empreendimento.
- Requisito nº 13 - Informar se a vazão sanitária na alça do rio Tibagi, a jusante da barragem, permitira condições de vida a biota.
- Requisito nº 15 - Descrever se haverá inversão dos fluxos dos níveis freáticos e restrições ao abastecimento de água.
- Requisito nº 20 - Avaliar os arrastes de fundo, bem como os riscos aos sistemas de jusante.
- Requisito nº 24 - Analisar os impactos sobre a apicultura.

• Requisito nº 52 - Realizar estudo pormenorizado sobre os polinizadores da flora com interesse medico e alimentar.

Os demais requisitos da Licença Prévia serão objeto de outros documentos e estudos a serem apresentados ao órgão licenciador. Todos os 70 requisitos com seus estudos associados estão descritos na Tabela I.

Para atender de forma adequada às expectativas do órgão licenciador e da sociedade com relação a estes treze requisitos, a equipe de trabalho analisou cada um dos itens e elaborou, com base no entendimento de cada um dos consultores, um plano de trabalho descrevendo as atividades que seriam desenvolvidas, com detalhamento dos métodos a serem empregados e da abrangência dos estudos. Este plano de trabalho foi encaminhado ao Instituto Ambiental do Paraná no Ofício SMA-C/080/2006 e protocolado no órgão ambiental sob o nº 9.346.075-8. A resposta do órgão licenciador foi obtida com o ofício nº 016/2007/IAP – DIRAM/DLE datado de 05 de fevereiro de 2007, aprovando o plano de trabalho e apontando algumas sugestões que foram incluídas nos estudos. Além das sugestões, o IAP repassou à Copel, neste ofício, um Termo de Referência da Funai onde a Coordenação Geral de Patrimônio Indígena e Meio Ambiente desta instituição indica os estudos que devem ser realizados para atendimento ao requisito nº 1 nas Terras Indígenas de Queimadas e Mococa e suas relações com as demais Terras Indígenas da bacia do Rio Tibagi. Como se trata de um estudo bem abrangente ele fará parte de um outro documento a ser entregue ao órgão ambiental no prazo para obtenção da Licença de Instalação do empreendimento. Para o momento, apresentamos um plano de trabalho para atendimento deste Termo de Referência.

Tabela I– Lista dos requisitos da Licença prévia do empreendimento com indicação da inclusão dos estudos (Cond. = Documento de atendimento às condicionantes da LP; PBA = Plano Básico Ambiental; Outros = Termo de Referência da Funai; Equipe de engenharia; Consórcio Cruzeiro do Sul).

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
1. Aprofundar os estudos Etno-ecológicos e relacionar com os impactos a jusantes.			Este requisito será atendido nos estudos a serem realizados para atendimento ao “Termo de Referência FUNAI”
2. Aprofundar e detalhar a avaliação de impactos ambientais a jusante.	Item 4.2 Vol I pág. 45.		
3. Explicitar de forma conclusiva os efeitos do empreendimento sobre a ictiofauna,	Item 4.3 Vol I pág. 45.		

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
macroinvertebrados, herpetofauna, avifauna, mastofauna, os estudos deverão ser aprofundados e elaborados por profissionais especialistas			
4. Dimensionar os impactos reais dos efeitos dos efluentes domésticos em termos absolutos e concomitantes aos efluentes da KLABIN sobre a qualidade da água do rio Tibagi.	Item 4.10 vol. II pág. 344.		
5. Analisar o desenvolvimento de processos de eutrofização do reservatório	Item 4.7 Vol. II pág. 287.		
6. Destacar e analisar a presença de princípios ativos de pesticidas e herbicidas utilizados, haja visto peculiaridades em termos de reações químicas e transformações biológicas, que podem sofrer as águas do rio Tibagi e futuro reservatório.	Item 4.11 Vol. II pág. 372.		
7. Reprojetar a barragem para vazão de inundação máxima considerando o coeficiente de deflúvio, área da bacia de contribuição topográfica, declividade, depressões, acumuladores, vegetação, capacidade de infiltração no solo e condições de escoamento das águas.			Contemplado no Projeto Básico de Engenharia da Obra
8. Apresentar estudos de ponderação sobre a descarga anual de montante a jusante em função de barramentos à montante do empreendimento.	Item 4.9 Vol. II pág. 317.		
9. Avaliar a erudibilidade dos rios suscetíveis às modificações por inserção do empreendimento.	Item 4.9 Vol. II pág. 317	Programa nº 3	
10. Avaliar a questão da área espacial de inundação relacionada com a perda da cobertura espacial florística, possibilitando áreas de conservação para a manutenção de processos ecossistêmicos naturais, levando-se em consideração a dinâmica do meio local e microrregional, cuja configuração deve escorar-se em estudos de campo, científicos, instrumentalizados de mapas temáticos.		Programa nº 9 - Sub-programa 9.1 e 9.2	Contemplado no Projeto Básico de Engenharia da Obra
11. Elaborar inventário florestal, realizado por profissional da área, mapeando as tipologias identificadas.		Programa Nº 7 - Sub-programa 7.1	
12. Apresentar e descrever as unidades de conservação públicas e privadas existentes na AID e		Programa Nº 9 - Sub-programa 9.2	

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
All, mapeando as ocorrências.			
13. Informar se a vazão sanitária na alça do rio Tibagi, à jusante da barragem, permitirá condições de vida a biota.	Item 4.4 Vol. I pág. 191.		
14. Explicitar através de cenários, a erosão de margens, redução de incidências solar devido a formação de neblinas, danos a agricultura próxima ao reservatório e transmissão de enfermidades fúngicas.		Programa nº 1, nº 3 e nº 15	
15. Descrever se haverá inversão dos fluxos nos níveis freáticos e restrições ao abastecimento de água.	Item nº 4.8 Vol.II. pág.304 .	Programa nº 8 - Sub-programa 8.1 e 8.2	
16. Propor solução quanto ao tempo de residência da água, principalmente ao rio Barra Grande e aprofundar os estudos de limnologia.		Programa Nº 8 - Sub-Programa 8.2	
17. Enfatizar e analisar a especulação imobiliária urbana e rural e a retração do mercado de trabalho.		Programa Nº 12	
18. Verificar e apresentar soluções plausíveis para o deplecionamento.			Contemplado no Projeto Básico de Engenharia da Obra
19. Analisar e apontar soluções quanto a conformação de conflitos de usos de recursos hídricos, tendo em vista os usos para energia, usos com a ampliação da Klabin, usos de captação para consumo entre outros.		Programa nº 20	
20. Avaliar os arrastes de fundo, bem como os riscos aos sistemas de jusante.	Item 4.9 Vol II pág. 317	Programa nº 2	
21. Apontar medidas mitigadoras, compensações com as perdas de matérias primas, areia, solos agrícolas, saibro, diamantes, entre outros.		Programa nº 6, nº 12 e nº 13	
22. Avaliar com maior profundidade os lastros de vizinhanças e o sócio-econômico das famílias da área marinha, as infra-estruturas existentes, e estruturas comunitárias.			Requisito excluído com o rebaixamento da quota do reservatório de 642,5 m p/ 635,0 m. A Comunidade da Marinha não será atingida
23. Analisar a suspensão das linhas de crédito rural, desagregação de empregos, marginalização, exclusão social, aumento do alcoolismo, prostituição da população local, expropriação e expulsão de famílias		Programas nº 12, nº 13, nº 15 e nº 16	

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
rurais e de pescadores.			
24. Analisar os impactos sobre a apicultura	Item 4.6 Vol. II pág. 241.	Programa nº 20 Sub-programa 21.1	
25. Avaliar os recursos turísticos atuais e potenciais.		Programa nº 11 e nº 20	
26. Avaliar surtos de endemias e vinculações hídricas.		Programa nº 16	
27. Avaliar a inundação de sistemas de transportes.		Programa nº 14	
28. Avaliar a inundação e relocação de cemitérios.		Programa nº 7 Sub-programa 7.2 e Programa nº 14	
29. Avaliar o aumento de demanda no período de relocação de famílias e infra-estrutura.		Programa nº 12	
30. Avaliar a desarticulação do sistema de ensino		Programa nº 14	
31. Avaliar a separação de território pela formação do lago.		Programa nº 12 e nº 14	
32. Analisar a zoonose por animais desalojados.		Programa nº 9 sub-programa 9.5 e Programa nº 16	
33. Avaliar os custos de reorganizações sócio-econômicos, principalmente infra-estrutura e de serviços.		Programa 12 e nº 14	
34. Apontar áreas disponíveis para reassentamentos rurais e urbanos.		Programa nº 12 -	
35. Analisar os transtornos dos serviços públicos, problemas de comunicação, informação e segurança pública.		Programa nº 14	
36. Analisar a desestruturação psico-social.		Programa nº 12, nº 13, nº 15 e nº 16	
37. Analisar a perda da flora medicinal popular, as fontes, locais e a desestruturação da economia de subsistência.		Programa nº 9 Sub-programa 9.3	
38. Reavaliar os monumentos e aspectos culturais e históricos, arqueológicos em conformidade com a legislação vigente.		Programa nº 10 e nº 11	
39. Coletar as sementes e mudas de espécies para		Programa nº 9	

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
manutenção das espécies com o intuito de reflorestar áreas degradadas com nativas desta região, antes do desmate apresentar ao IAP, plano de coleta.		Sub-programa 9.3	
40. Solicitar ao IBAMA, autorização para o resgate de fauna antes do início da obra, e continuidade até o término da mesma e apresentar ao IAP, plano de resgate.		Programa nº 9 Sub-programa 9.5	
41. Requerer autorização do IAP, para desmate.		Programa nº 7 Sub-programa 7.1	
42. Treinar os futuros agentes de coletas de flora e de fauna e os operários da construção, quanto à observância ambiental, risco com animais peçonhentos, caça e pesca.		Programa nº 9 Sub-programa 9.3 e .9.5 e programa nº 19	
43. Manter percentagem de contratação de mão de obra local.		Programa nº 17	
44. Educar e capacitar mão de obra local para os serviços na fase de construção.		Programa nº 17	
45. Cadastrar em conjunto com as Secretarias de ação social os futuros interessados em trabalhar nas obras.		Programa nº 17	
46. Instituir equipe interdisciplinar para cadastrar e acompanhar as famílias diretamente atingidas que serão reassentadas.		Programa nº 13	
47. Apresentar plano de cadastramento e de indenização das famílias afetadas.		Programa nº 12	
48. Indenizar as propriedades rurais considerando 100 metros no entorno do futuro reservatório, conforme legislação vigente		Programa nº 9 Sub-programa 9.1 e Programa 12	
49. Instituir fórum participativo, envolvendo prefeituras, população atingida, órgãos governamentais e interessados, para acompanharem a implementação dos programas sócio-ambientais.		Programa nº 18	Apoio GEM-Mauá
50. Firmar termo de compromisso para o cumprimento das medidas compensatórias no valor de 1% sobre o investimento total do empreendimento.		Programa nº 9 Sub-programa 9.2	
51. Cumprir com todos os termos e acordos firmados entre as prefeituras.		Programa nº 12 e nº 14	
52. Realizar estudo pormenorizado sobre os	Item 4.5 Vol. II pág.	Programa nº 9	

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
polinizadores da flora com interesse médico e alimentar.	196.	Sub-programa 9.3 e 9.4 e Programa nº 21	
53. Solicitar autorização do IBAMA, para resgatar insetos melíferos.		Programa nº 21 Sub-programa 21.2	
54. Implementar áreas adequadas, aprovadas pelo IBAMA, para quarentena e solturas em locais apropriados, mantendo registros junto ao IBAMA, IAP e Museu de História Natural.		Programa nº 9 Sub-programa 9.5	
55. Efetuar os resgates de sítios arqueológicos conforme disciplinam Legislação Federal, Estadual de acordo com o IPHAN-Pró memória.		Programa nº 10	
56. Implementar áreas adequadas para manutenção de viveiros com autorização e vistorias conjunta IBAMA e IAP.		Programa nº 9 sub-programa 9.1 e 9.3	
57. Mapear os pontos e locais de eventos, monumentos históricos, em conjunto com as Universidades.		Programa nº 11	
58. Recuperar as áreas degradadas com espécies nativas da região e com monitoramento mínimo de 5 anos.		Programa nº 5	
59. Planejar e implementar, em conjunto com as famílias os reassentamentos com toda a infraestrutura, acompanhamento e monitoramento em conjunto com as prefeituras e IAP.		Programa nº 12 nº 13 e nº 14	
60. Manter registros fotográficos e gravações da região ex-antes-durante, ex-pós a construção.		Programa nº 11 e nº 18	
61. Coletar e registrar, através de depoimentos/história de vida, as histórias das comunidades, famílias antigas e principalmente da área rural, comunidades da marinha, incluindo a utilização de recursos da flora e fauna como medicina popular e alimentar.		Programa nº 11	
62. Manter os registros e coletar as espécies mais usadas pelas famílias.		Programa nº 9 Sub-programa 9.3 e Programa nº 11	
63. Implementar nos dois municípios, em conjunto com as universidades, museus de história e história natural.		Programa nº 11	Apoio Institucional do CECS

REQUISITOS	ESTUDOS PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA LP	PBA	OUTROS
64. Ampliar o acervo das bibliotecas municipais com as memórias e documentos da região, resgatados.		Programa nº 11	Apoio Institucional do CECS
65. Articular em conjunto com os municípios e demais órgãos o plano de desenvolvimento sustentável.		Programa nº 15	
66. Implementar em conjunto com a SANEPAR o sistema de tratamento de esgoto para os dois municípios.			Articulação Institucional CECS e SANEPAR
67. Auxiliar o desenvolvimento de pesquisas científicas na região, em conjunto com as 3 universidades, nas áreas sócio cultural, biótica e hidrogeológica.		Programa nº 11	Apoio Institucional do CECS
68. Implementar plano de desativação das obras e incrementar plano de ação a população atingida.		Programa nº 17	
69. Elaborar e apresentar Plano Básico Ambiental - PBA , com detalhamento de todas as medidas, planos e programas ambientais propostos na EIA/RIMA e exigidos nesta LP.			CECS
70. Rebaixar o nível da água (NA) máximo normal de 642,5 metros para 635,00 metros, desde que assegure, no mínimo a redução do reservatório em 15,5% do tempo de residência em 24,4% e da área de inundação do rio Barra Grande em 22,7%.			Contemplado no Projeto Básico de Engenharia da Obra

2 DADOS DO EMPREENDEDOR

Consórcio Energético Cruzeiro do Sul

CNPJ/MF 08.567.195/0001-20

Contrato de Constituição de Consórcio registrado na Junta Comercial do Paraná sob o nº 41500146954

Sede: Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Curitiba - Paraná

Consoiciadas:

Copel Geração S.A. - 51%

Subsidiária integral da Companhia Paranaense de Energia – COPEL

CNPJ/MF 04.370.282/0001-70

Sede: Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Curitiba - Paraná

Eletrosul Centrais Elétricas S.A. - 49%

Subsidiária da ELETROBRÁS

CNPJ/MF 00.073.957/0001-68

Sede: Rua Deputado Edu Vieira, 999 - Bairro Pantanal - Florianópolis - Santa Catarina

3 EMPREENDIMENTO

3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O empreendimento UHE Mauá situa-se na porção média do rio Tibagi, região centro-leste do estado do Paraná, projetado para as coordenadas 24°02'24" de latitude Sul e 50°41'33" de longitude Oeste, na divisa dos municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, próximo ao local denominado Salto Mauá. Esse barramento está previsto a montante da atual UHE Presidente Vargas, pertencente à empresa Klabin S.A. A casa de força principal da UHE Mauá está projetada a jusante desta usina, próxima à foz do ribeirão das Antas.

O acesso ao local do aproveitamento, especificamente à área projetada para implantação da infra-estrutura definitiva e de apoio pode ser feito a partir da capital do estado, a cidade de Curitiba, pela BR-277 até a localidade de Spréa, no município de Palmeira, seguindo-se pela BR-376 até a cidade de Imbaú e pela rodovia PR-160 até a cidade de Telêmaco Borba. Segue-se pela estrada vicinal de acesso à Klabin Fábrica de Papel e Celulose S.A., proprietária das terras da margem direita do rio Tibagi, até à vila

Mauá, núcleo populacional mais próximo dos canteiros de obra projetados na margem direita. Para acessar a margem esquerda, segue-se a partir de Imbaú pela BR-376, até a cidade de Ortigueira. A partir daí toma-se à direita estrada vicinal, passando-se pelo distrito de Lageado Bonito e pela comunidade de Sapé, até o local projetado para os canteiros de obra na margem esquerda do rio Tibagi.

3.2 ARRANJO GERAL

O arranjo selecionado para o aproveitamento hidrelétrico prevê a construção de uma barragem de concreto compactado com rolo (CCR), a montante do Salto Mauá, em local situado a aproximadamente 600 m da UHE Presidente Vargas, de propriedade da Klabin.

O Salto Mauá constitui-se de uma série de corredeiras existentes em uma curva que o rio Tibagi faz para a direita. A fim de aproveitar o desnível existente ao longo desta curva, a casa da força da UHE Mauá estará situada à jusante do final da mesma, próximo à foz do Ribeirão das Antas, em local denominado Poço Preto.

Para aduzir as águas captadas no reservatório formado pela construção da barragem até as unidades geradoras situadas na casa de força, será construída uma tomada d'água e túnel de adução de baixa pressão, com cerca de 1.900 m de extensão. Este túnel desemboca em uma câmara de carga onde se situa a tomada de água de alta pressão, a partir da qual estão previstos três túneis forçados que levam às unidades geradoras, na casa de força.

A vazão sanitária será mantida entre a barragem e a restituição do canal de fuga através de uma pequena central hidrelétrica, situada no pé da barragem.

O desvio do rio para a construção da barragem será efetuado através de adufas situadas na margem direita.

3.3 BARRAGEM E VERTEDOIRO

A barragem é uma seção a gravidade em concreto compactado com rolo, com altura máxima prevista de aproximadamente 75 m e 680 m de extensão.

O vertedouro está posicionado no corpo central da barragem, previsto para descarregar a vazão decamilenar de $7.173 \text{ m}^3/\text{s}$ e controlado por quatro comportas do tipo setor com altura de 17,0 m e largura de 11,2 m.

3.4 CIRCUITO DE GERAÇÃO

A tomada d'água de baixa pressão situa-se na margem direita a cerca de 800 m a montante da barragem seguida pelo túnel de adução com cerca de 1.900 m de extensão, em seção transversal tipo arco-retângulo de 12,2 m de largura por 12,2 m de altura, escavado em rocha.

Ao final do túnel de baixa pressão situa-se a câmara de carga, prevista para o amortecimento da variação das vazões turbinadas pela casa de força. A câmara constituiu-se em uma escavação a céu aberto e onde se situa a tomada d'água para os túneis de alta pressão.

Estão previstos três túneis forçados (de alta pressão), compostos, cada um, por dois trechos principais, um vertical com extensão aproximada de 80 m seguido por um trecho horizontal de aproximadamente 300 m.

3.5 CASA DE FORÇA PRINCIPAL

A casa de força principal é uma estrutura de concreto dotada de superestrutura com fechamento em alvenaria convencional e concreto, do tipo abrigada e com infraestrutura assente em rocha. Estão previstas três unidades geradoras do tipo Francis, com potência unitária de 116,67 MW, perfazendo uma potência total instalada de 350 MW.

3.6 CASA DE FORÇA COMPLEMENTAR

A tomada d'água da usina complementar da UHE Mauá será incorporada à barragem, na margem direita, com conduto forçado a céu aberto até a casa de força, com uma bifurcação no seu trecho final, para alimentar cada uma das duas unidades geradoras. A casa de força complementar é dotada de 2 unidades geradoras do tipo Francis horizontal, acopladas diretamente aos geradores, com potência unitária instalada de 5,5 MW, totalizando 11 MW.

3.7 SUBESTAÇÃO

A subestação que interligará a UHE Mauá ao sistema de transmissão será do tipo convencional, na tensão de 230 kV.

A subestação estará localizada a montante da casa de força de força, cerca de 50 m distante da margem esquerda do Ribeirão das Antas. Esta unidade terá quatro vãos de entrada, sendo três provenientes dos geradores da casa de força e um proveniente da

casa de força complementar. A SE apresentará também dois circuitos de saída para a subestação de Figueira.

3.8 LINHA DE TRANSMISSÃO

A interligação entre a subestação da usina e o sistema se fará através de duas linhas de transmissão de 230 kV, com extensão de cerca de 41 km até a subestação de Figueira e outra com cerca de 110 km, interligando a subestação Jaguariaiva.

4 RESULTADOS

A seguir serão descritos cada um dos 13 requisitos estudados contemplando as metodologias aplicadas, os resultados encontrados, a análise de possíveis impactos e a proposição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

4.1 REQUISITO Nº 1 “APROFUNDAR OS ESTUDOS ETNO-ECOLÓGICOS E RELACIONAR COM OS IMPACTOS DE JUSANTE”

4.1.1 PLANO DE TRABALHO PARA EXECUÇÃO DO TERMO DE REFERÊNCIA DA FUNAI

4.1.1.1 Introdução

A FUNAI, através do CGPIMA (Coordenação Geral de Patrimônio Indígena e Meio Ambiente), encaminhou ao Instituto Ambiental do Paraná, em 30 de maio de 2006, o ofício nº 235 contendo o Termo de Referência sobre o requisito indígena para as Terras Indígenas de Queimadas e Mococa, referente ao aproveitamento hidrelétrico de Mauá. Este Termo de Referência está sendo executado de acordo com suas especificações e estará sendo entregue ao órgão licenciador em um documento separado deste. Desta forma, apresenta-se aqui um plano de trabalho para execução do Termo de Referência, o qual foi encaminhado para a Funai e aprovado preliminarmente pelo ofício nº 181/CMAM/CGPIMA de 29 de maio de 2007.

Os planos de trabalho específicos de cada área estão descritos a seguir, de acordo com os itens constantes do termo de referência e foram elaborados a partir de pesquisa de dados secundários e uma visita de campo com a participação de consultores da antropologia, pesquisadores do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec, funcionários da Companhia Paranaense de Energia - Copel e representantes da FUNAI na região.

O plano de trabalho a ser posto em prática objetiva investigar a situação sociocultural dos Kaingang, que vivem nas Terras Indígenas Mocóca e Queimadas, no município de Ortigueira, PR administradas pela Fundação Nacional do Índio. Os Kaingang são os habitantes tradicionais das terras situadas na Bacia do Rio Tibagi. As condições ambientais dessas terras e a relação que os indígenas estabelecem com o meio físico e patrimônio cultural serão investigadas.

O objetivo do trabalho será levantar os possíveis impactos globais (IPARJ, 1988) que poderão ocorrer, se a Usina Hidrelétrica Mauá for construída na Bacia do Rio Tibagi, nas proximidades dos municípios de Telêmaco Borba e de Ortigueira, PR, cujo processo de licenciamento ambiental, Licença Prévia está em andamento.

4.1.1.2 Metodologia e conceitos

A pesquisa de campo e os trabalhos a serem realizados em gabinete envolvem os pesquisadores dos estudos a serem realizados pela equipe do LACTEC/UFPR. Nas áreas de Antropologia, de Etnologia Indígena vão ser usados os métodos próprios da Ciência, a observação participante, as entrevistas, o diálogo interétnico e democrático, em que serão ouvidas, anotadas e encaminhadas às considerações e as propostas dos indígenas indicados pelos seus pares, para representarem as comunidades indígenas do rio Tibagi. Os interlocutores indígenas e não indígenas vão participar do trabalho de campo e das reuniões, para serem sugeridas as medidas mitigadoras e os programas sociais de compensações pelos possíveis danos ambientais e sociais que venham a ocorrer. O documento final deve ser aprovado pelos indígenas e pelos não indígenas envolvidos no processo.

Todo o envolvimento dos indígenas com os rios, o Tibagi e seus afluentes, e com o rio Mocóca que abastece a comunidade do mesmo nome será investigado. A relação que estabelecem com as matas ciliares e com a vegetação das áreas do entorno será pesquisada. As plantas, os animais, os peixes que consomem devem merecer especial atenção dos pesquisadores. A alimentação indígena, os usos que fazem da erva mate, dos produtos de suas roças, como o milho e o feijão, a farinha de milho, os frutos que coletam na mata serão pesquisados. Se ainda há araucárias na região, coletam e consomem o pinhão é importante verificar. Em outras regiões, como em Guarapuava e Mangueirinha, os Kaingang coletam o fruto da Araucária angustifolia, fazem farinha, consomem nos meses de inverno o pinhão que faz parte da alimentação indígena. Vendem os pinhões cuja renda auxilia no orçamento familiar. Na região de Ortigueira e Telêmaco Borba coletam a taquara nas matas, confeccionam e utilizam as armadilhas de pesca, os pari, também fazem cestos, peneiras, chapéus para uso e para troca no comércio local.

Os conceitos de Terras Indígenas (CF, 1988), de Área de Influência do empreendimento (RIBEIRO, 1991), de Impactos Globais (IPARH, 1988), de Políticas Públicas serão tratados no decorrer dos trabalhos. O estudo das relações interétnicas, da

situação de contato e os conflitos serão investigadas com fundamento no conceito de fricção interétnica de Roberto Cardoso de Oliveira (1964). As contribuições de Darcy Ribeiro (1970) sobre as relações de contato devem ser incorporadas aos estudos. As interpretações mais recentes de Pacheco de Oliveira (1999) sobre a situação histórica do contato devem ser levadas em consideração durante a realização dos trabalhos.

4.1.1.3 Caracterização do modo de vida dos grupos indígenas com ênfase na importância dos recursos hídricos, vegetação e fauna relacionados

Os estudos devem abordar a caracterização do território indígena. A noção de território para os Kaingang e Guarani da Bacia do Rio Tibagi será analisada. A ocupação do território tradicional, a formação das aldeias, a criação dos Postos Indígenas, na década de 1940, pelo então Serviço de Proteção ao Índio e as unidades sociais indígenas são tópicos que irão ser investigados. Serão descritos os limites de cada Terra Indígena e as perdas ocorridas, devido às ações das frentes de expansão da sociedade nacional. Os estudos devem abordar os conflitos, as disputas territoriais, as perdas de terras, devido às expropriações realizadas por não índios que invadem as terras indígenas. Os impactos que vêm ocorrendo devido à ferrovia que passa pelo interior da Terra Indígena Queimadas devem ser levantados. Acidentes já ocorreram com sérias conseqüências para a população Kaingang aldeada.

Os estudos também vão abordar a situação fundiária das terras indígenas, a ser informada pela Funai/Brasília. Há processos na Justiça Federal em Curitiba que vão ser analisados. Tratam sobre conflitos de terras na região de Ortigueira. Os Kaingang da Terra Queimadas, no município de Ortigueira, devem receber novas terras a serem adquiridas como compensações pelas perdas ocorridas no passado recente, devido às invasões dos *brancos*, uma vez que a Cidade de Ortigueira foi construída dentro do território de ocupação tradicional indígena.

Ortigueira e São Jerônimo da Serra são os municípios mais pobres do Paraná e quatro Terras Indígenas estão inseridas nesses locais: Queimadas e Mocóca no primeiro, São Jerônimo e Barão de Antonina, no segundo. Os Kaingang e os Guarani dependem dos recursos naturais de cada região, onde estão situadas as suas aldeias, para a sua sobrevivência física e cultural.

Os estudos precisam tratar da caracterização do uso dos recursos naturais, uma vez que a usina deve causar impactos ao meio ambiente em que vivem e ao patrimônio

cultural dos povos da Bacia do rio Tibagi. A qualidade da água, a poluição vão ser estudadas.

Mata, solo, fauna, flora são elementos de distintas áreas do conhecimento que devem ser estudados. A dependência dos Kaingang em relação a estes fatores será investigada. Os indígenas utilizam plantas medicinais coletadas na natureza. As plantas medicinais que são usadas na cura de doenças foram estudadas pela bióloga/antropóloga Nacir Marquesini (1995) e apresentadas em sua monografia de Mestrado defendida na UFPR¹. As plantas usadas como medicinais são de grande importância para os indígenas e devem merecer a atenção dos pesquisadores. Será necessário investigar os impactos que podem ocorrer e prejudicar o uso das plantas medicinais da Bacia do Rio Tibagi.

Será necessário investigar os impactos no entorno da Terra Indígena Mocóca, se a usina for construída no Rio Tibagi. O rio Mocóca que corta a área indígena é de uso dos Kaingang dessa aldeia. Deverá ser preservado, porque a sobrevivência física e cultural dos indígenas depende das águas do rio Mocóca e da mata que existe nas suas margens. Os indígenas dependem dos rios e das matas ciliares para as suas atividades produtivas e sociais.

4.1.1.4 Contato Interétnico, Políticas Públicas e Empreendimentos Privados

A atenção dos antropólogos e dos demais pesquisadores envolvidos na produção do trabalho vai se concentrar nas políticas públicas que estão operando na Bacia do Rio Tibagi, no Estado do Paraná e no Brasil, como um todo. No capítulo VIII, *Dos Índios*, da CF de 1988, que trata sobre os Povos Indígenas estão estabelecidas as normas e os conceitos que devem ser respeitados.

O art ° 231 da CF determina que: *são reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, protegê-las e fazer respeitar todos os seus bens.*

Os índios são sociedades de culturas singulares, seus modos de vida devem ser respeitados, suas terras têm a proteção da Lei, e o Ministério Público Federal age como fiscal da Lei.

¹ MARQUESINI, N. *Plantas usadas como medicinais pelos índios do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil*. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, 1995.

Será necessário respeitar as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, sobre a questão dos estudos e inventários do meio ambiente e social e as suas recomendações, para que os impactos sejam atenuados e os povos indígenas recompensados pelos danos que possam ocorrer com a implantação da Usina Mauá, nas proximidades das Terras Indígenas, notadamente de Queimadas e de Mocóca, habitadas pelos Kaingang.

De antemão, sabe-se que os Kaingang e os Guarani participam de reuniões na sede da Prefeitura de Ortigueira, e em diversos órgãos federais e estaduais, como a Assessoria Especial de Assuntos Indígenas do Governo do Estado do Paraná, localizada em Curitiba, e as lideranças e autoridades indígenas freqüentam encontros em Brasília, na Funai e em outros estados em que apresentam seus problemas e suas reivindicações.

Também se empenham para receber a proteção dos órgãos federais, estaduais e municipais que tratam da saúde pública. De acordo com a chefia do posto indígena, a Fundação Nacional de Saúde, Funasa, dá atendimento às comunidades indígenas da Bacia do Rio Tibagi, sendo que há postos de saúde instalados nas Terras Indígenas. Na Terra Mocóca, devido à situação precária da estrada de acesso, os técnicos de saúde fazem visitas, utilizando um veículo do tipo Van, para o atendimento à população indígena. Na Terra Indígena. Queimadas há um gabinete odontológico e um profissional dá atendimento aos indígenas aldeados.

Ocorre ainda a distribuição de cestas básicas para os velhos, enfermos e para as viúvas que necessitam do apoio do governo para a sua sobrevivência. Se não recebem as cestas básicas, notadamente na aldeia Mocóca, os indígenas se sentem prejudicados. A Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná distribui sementes e adubos para os indígenas produzirem as suas roças de milho e de feijão.

Há uma escola na Terra Indígena Queimadas freqüentada pelos Kaingang da primeira à quinta série. Havia uma velha construção de madeira que está sendo substituída por uma nova escola. Em trabalhos anteriores de Helm (1996) está registrado que a escola necessitava de reparos. Há necessidade de ser pesquisada a freqüência dos alunos e a evasão, se ocorre. A merenda escolar também vai ser investigada. Na Terra Indígena Mocóca, os Kaingang compartilham a mesma escola com os não índios que vivem em um assentamento nas imediações da Terra Indígena. Será necessário investigar se há projeto de construção de uma escola dentro da aldeia Mocóca.

As casas de alvenaria construídas pela COHAPAR, com o apoio do Governo do Estado do Paraná, nos últimos anos, estão sendo habitadas tanto pelos Kaingang, como

pelos Guarani, em todas as Terras Indígenas localizadas no Paraná. Os ranchos tradicionais construídos pelos indígenas são usados para acomodar as visitas e utilizados como cozinha, ao lado da nova habitação, onde instalam o fogão e uma pia.

Há o apoio eventual de ONGs que obtêm licença da Funai, para atuarem junto aos indígenas da Bacia do rio Tibagi. A maioria delas está vinculada às igrejas de crentes e de católicos. Instalam-se nas Terras Indígenas ou em suas imediações e estabelecem uma política de trocas e de alianças com os líderes indígenas. Fazem pregações e convertem os índios para os seus credos. Ainda selecionam alguns índios para exercerem o papel de pastores e pregadores dessas igrejas. Recebem apoio de países europeus e distribuem cestas de alimentos ou sementes para os indígenas incrementarem as suas plantações.

Os indígenas têm recebido em todo o estado do Paraná os recursos do ICMS Ecológico que foi instituído neste estado. Os recursos devem ser repassados pelas prefeituras locais. Nos últimos dois anos, a Prefeitura de Ortigueira tem repassado uma parte desses recursos para os Kaingang de Ortigueira.

Neste tópico serão caracterizadas as relações de contato entre índios e não índios e entre Kaingang e Guarani. Os conflitos existentes devem ser desvendados.

As relações de comércio que estabelecem com os *brancos*, na venda de artesanatos e de produtos de seus roçados vão ser investigadas. O cultivo e a coleta do mel de abelhas que é uma característica da região, praticado pelos colonos, vão ser pesquisados, para se saber se os Kaingang têm interesse na instalação de colméias.

As relações de trabalho devem ser pesquisadas, notadamente o índio na categoria de diarista que trabalha em fazendas, sítios, realizando jornadas a 15,00 reais por dia. Nas plantações e corte de eucaliptos e cedros os Kaingang prestavam serviços aos *brancos*. As plantações dessas árvores caracterizam a paisagem em dias de hoje. A vegetação natural, as madeiras de lei, a peróba, a Araucária angustifólia, o pinheiro-do-Paraná, cederam lugar aos eucaliptos. Em uma boa parte do entorno, há plantações de milho e lavouras de soja. Há frutíferas em toda a região, notadamente nas proximidades da aldeia Mocóca, as goiabeiras e os limoeiros são nativos e estão espalhados pela mata ciliar (HELM, 1996).

Na região, está instalada, há vários anos, a Empresa Klabin que fabrica papel e celulose e se tornou uma grande produtora e exportadora de papel. Mais recentemente, passou a aproveitar também a madeira para a fabricação de móveis. Há plantações de cedros e de eucaliptos por toda a região de Ortigueira e de Telêmaco Borba, nas proximidades das Terras Indígenas Mocóca e Queimadas. A Empresa Klabin contrata

uma grande quantidade de mão-de-obra da região para os serviços de plantio, limpeza dos terrenos e corte das madeiras. Extensões de terras na região são arrendadas para as plantações de eucaliptos, conforme notícias publicadas nos jornais de Curitiba, Gazeta do Povo e O Estado do Paraná. Não se tem notícia de que os indígenas estejam prestando serviços, na atualidade, para a Klabin. Será necessário pesquisar este dado.

4.1.1.5 Impactos decorrentes da instalação e operação do empreendimento

Os Kaingang das Terras Indígenas Mocóca e de Queimadas têm conhecimento, desde 1995, do Projeto da Companhia Paranaense de Energia de explorar os recursos hídricos da Bacia do rio Tibagi. Mais recentemente (2003, 2004, 2007), foram realizados estudos na região, audiências e reuniões em Curitiba e em Londrina, para ser discutido o Projeto de Implantação da Usina Hidrelétrica Mauá que se encontra na fase do Licenciamento ambiental. Os líderes e as comunidades indígenas estão preocupados com os prováveis impactos ambientais e sociais que o projeto de desenvolvimento pode causar às suas terras, aldeias e à população de modo geral.

Em estudos realizados de 1994 a 1999, Helm² registrou em seu trabalho denominado *Povos Indígenas e Projetos Hidrelétricos no Rio Tibagi* que os Kaingang e os Guarani que habitam as cinco Terras da Bacia do Rio Tibagi estavam apreensivos, quanto aos projetos de obras hídricas, para a exploração dos recursos do Rio Tibagi. Escreveu que “*havia uma expectativa em relação ao que poderia acontecer, se as suas terras e matas fossem parcialmente alagadas*” (HELM, 1998).

Na atualidade, a preocupação de índios e de não índios diz respeito à construção de estradas de acesso, contato com futuros empregados da obra, proximidades do canteiro de obras e os possíveis aumentos no consumo de bebidas alcoólicas e na prostituição e aumento na especulação imobiliária. Estes impactos e outros que possam ocorrer durante a construção e operação da usina serão avaliados e medidas mitigatórias e compensatórias serão analisadas e propostas.

² Consultar HELM, C, coordenadora .et al, 1998 **A Implantação de Usinas Hidrelétricas e os Indígenas no Sul do Brasil**. Relatório produzido para o IAP/GTZ. Programa de Impactos Ambientais de Barragens- PIAB. Publicado pelo IAP/GTZ; HELM, C. *Povos Indígenas e Projetos Hidrelétricos no Rio Tibagi*, em **Antropologia y Grandes Proyectos en el Mercosur**, 2001, Editorial Minerva, La Plata, Argentina.

Projetos de pesquisa têm sido desenvolvidos na UFSC, em colaboração com estudiosos da UFPR com o apoio do CNPq.³, da ELETROSUL, do Instituto Ambiental do Paraná, da Companhia Paranaense de Energia, desde o final da década de 1970. Também, nas Universidades Estaduais de Londrina e de Maringá foram realizados projetos e publicados livros sobre os Projetos Hidrelétricos para a Bacia do Rio Tibagi. Várias obras foram produzidas e publicadas por um grupo de especialistas das Universidades Federais e das Estaduais do Paraná⁴. Novas abordagens têm sido produzidas com o objetivo de que os Povos Indígenas recebam o amparo das Leis, participem das discussões sobre as obras de engenharia, tenham participação em reuniões, em que o diálogo interétnico e democrático venha a ocorrer.

³ SANTOS, S.; HELM,C.; NACKE, A. 2003. **Hidrelétricas e Povos Indígenas**, Letras Contemporâneas; REIS, M.J.;BLOEMER, N.;HELM, C.et al. 2001, **Hidrelétricas e Populações Locais**, Editora da UFSC, Cidade Futura, Florianópolis.; BALLAZOTE, CATULLO, RADOVICH, HELM, SANTOS; 2001, **Antropologia y Grandes Proyectos en el Mercosur**. Editorial Minerva, Argentina. HELM, C. 1999. *Povos Indígenas e Projetos Hidrelétricos no Estado do Paraná*, em, STIPP, N. (org.) **Análise Ambiental, Usinas Hidrelétricas uma visão multidisciplinar**. NEMA, Editora da UEL.

⁴ Consultar: **A Bacia do Rio Tibagi**. Retrata as contribuições importantes de um grupo de especialistas que investigaram a complexidade da Bacia, analisaram a flora, a fauna, a população que habita e explora os rios da Bacia, as matas ciliares e documentaram a Bacia na atualidade. Editores: MEDRI, BIANCHINI, SHIBATTA e PIMENTA. Londrina, 2002, apoio Indústrias Klabiin, UEL, Fundação Araucária, Sercomtel.

4.1.1.6 Levantamento das condições de atenção à saúde

Os estudos vão exigir uma atenção especial a ser dada às condições de saúde dos Kaingang que habitam as Terras Indígenas Mocóca e Queimadas. Será necessário levantar a estrutura atual de atendimento médico e odontológico aos Kaingang dessas terras pela Funasa e prefeituras regionais. Há informações que na Terra Indígena Queimadas, há um gabinete odontológico e um profissional da área, dando atendimento aos indígenas. O Posto de Saúde está bem instalado, sua construção é recente e os índios são atendidos pelos profissionais responsáveis pelo setor de saúde. Será preciso entrevistar os funcionários e técnicos, para se obter informações precisas. Necessário obter o censo das populações aldeadas realizado pelos técnicos de saúde.

Na região, onde está prevista a instalação da obra, novas doenças poderão ser introduzidas, devido ao movimento de população de fora. Novos hábitos alimentares devem ocorrer. A alimentação dos Kaingang e Guarani será investigada. Será preciso que o atendimento à população indígena, na área de saúde seja prioritário. Os construtores da Usina Mauá devem contribuir com medidas preventivas, para que a população indígena tenha um atendimento exemplar na questão da saúde.

4.1.1.7 Caracterização das relações das comunidades indígenas que habitam as Terras Queimadas e Mocóca com as comunidades indígenas que vivem nas Terras Indígenas de São Jerônimo, Barão de Antonina e Apucarana, situadas na Bacia do Rio Tibagi

As cinco Terras Indígenas da Bacia do Rio Tibagi são habitadas pelos Kaingang. Na Terra Indígena São Jerônimo há indígenas das etnias Guarani e Kaingang. Os Kaingang são mais numerosos. Tanto os Kaingang como os Guarani falam as suas línguas e se comunicam entre eles e com os *brancos* em português⁵

⁵ Sobre os Kaingang há vasta literatura para ser consultada. Os Kaingang tradicionais foram descritos e estudados por Lima, Borba, Nimuendajú, Métraux, Maniser, Mabilde, Baldus, Loureiro Fernandes, Schaden, Ambrossetti. Os Kaingang contemporâneos têm sido investigados por Helm, Santos, Veiga, Simonian, Pereira, Tommasino, Motta, Crépeau, Fernandes, Rosa. Consultar: **Bibliografia Kaingang, referências sobre um povo Jê do Sul do Brasil**, 1998, UEL. Londrina.

Os Kaingang tradicionalmente cultivam milho, feijão, abóboras ⁶(HELM, 2001). Segundo Baldus (1937, 32), eram agricultores. Também Helm em seus estudos (1974, 1977, 1996, 1998, 2001, 2004), dá importância às práticas agrícolas desenvolvidas pelos Kaingang. Fazem atualmente as suas plantações de milho, feijão, abóboras. Plantam soja com sementes fornecidas pela Secretaria de Estado da Agricultura e utilizam maquinário em suas lavouras. Na Terra Indígena Queimadas, estenderam a sua área de roças e de lavouras de soja com o apoio da ONG Cristianismo Decidido, informou o responsável pela administração da ONG na região de Ortigueira. Suas plantações recentes envolveram uma parte significativa da comunidade indígena. Ocorreu uma grande produção de milho e soja que está sendo administrada pela Associação Comunitária Indígena, em parceria com o dirigente da referida ONG.

A confecção de artesanatos, através da venda em cidades vizinhas tem contribuído para a complementação da renda doméstica. Costumam levar suas peças de artesanatos para serem comercializadas em cidades como Londrina, Cambé e uma parte da produção é comercializada por intermediários que levam o produto para ser colocado à venda em tendas nas praças de Curitiba.

As relações de troca entre os Kaingang da Bacia do Rio Tibagi, quanto aos produtos de suas roças é pequena. Será necessário investigar se vem ocorrendo com frequência. O escambo ocorre com relação aos animais que criam e consomem em sua alimentação. Costumam, p. ex. trocar uma porca por outro animal, seja com vizinhos ou com indígenas de outras terras da Bacia do Rio Tibagi.

As roças dos Kaingang da Terra Mocóca são para o consumo das famílias indígenas. Vendem uma pequena parte da produção, quando passam por necessidades e precisam de alguns reais.

A Terra Apucarana está localizada nas proximidades da cidade de Tamarana. Os Kaingang se comunicam com os indígenas de Mocóca por uma estrada precária. Levam alguns produtos, para serem comercializados em Londrina. No Centro Cultural em que os Kaingang de Apucarana costumam se hospedar em Londrina, que tem o apoio da Prefeitura local, os Kaingang de outras terras não estão autorizados a pernoitar.

⁶ Consultar HELM, C. (Coord. Do GT). 2001, 90 pgs. *Relatório de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Boa Vista*. Funai/Brasília.; FREITAS, 1994, cita em sua monografia apresentada na ESALQ que “material vegetal encontrado em sítios arqueológicos em grutas no Estado do Paraná, região do rio Ivaí, remete o cultivo do milho pelos Kaingang, há, pelo menos mil anos.” A variedade foi designada pelos geneticistas da ESALQ, Piracicaba, de *milho Caingang*.

Os Kaingang de Queimadas se queixam que são impedidos de se hospedar no Centro Cultural de Londrina, quando levam alguns produtos para serem comercializados. Não há troca de produtos confeccionados nesta terra com os de outras terras indígenas do Tibagi.

As Terras Indígenas São Jerônimo e Barão de Antonina situadas no chamado Norte Velho do Paraná, no município de São Jerônimo da Serra são habitadas pelos Kaingang e pelos Guarani. Em São Jerônimo há Guarani e Kaingang. Devido às disputas acirradas de terras que ocorreram nos últimos cem anos, a T.I. Barão de Antonina foi invadida por intrusos, que na região eram chamados *posseiros*. Apesar dos esforços da Funai, do Incra e do Dr. Procurador Chefe do Ministério Público Federal, em Curitiba, os Kaingang perderam parte dessas terras e o hábito de falar o idioma, por causa das uniões interétnicas que ocorreram, durante o período em que os *posseiros* permaneceram na aldeia do Cedro, na T.I. Barão de Antonina (HELM, 1998).

Na Terra Indígena São Jerônimo, os Guarani plantam roças para a subsistência de suas famílias. Uma família de índios Xetá vive em São Jerônimo. Os Kaingang também fazem pequenas roças para o consumo. Usam a ajuda mútua, o mutirão para a preparação dos terrenos, carpida e na colheita do milho.

Há um número razoável de índios Guarani que se casam com pessoas da etnia Kaingang. O cacique da etnia Guarani é casado com uma índia Kaingang. Ocorre um bom entendimento entre Kaingang e Guarani. Não se tem notícia de que o comércio dos seus produtos seja realizado com os indígenas de outras terras.⁷

As comunidades Kaingang que vivem nas proximidades do Rio Tibagi e seus afluentes estabelecem fortes laços de parentesco, através de uniões matrimoniais, de ajuda mútua, de participação em eventos, em festas, em visitas periódicas que fazem entre eles e programam partidas de futebol entre eles.

Se fôra possível desenhar a genealogia dos Kaingang dessas terras, encontrariam-se relações de parentesco entre as famílias unidas por laços de sangue e por afinidade. Ao serem entrevistados os Kaingang dessas terras costumam narrar que têm parentes em cada Terra Indígena. Costumam hospedar parentes em suas casas. Visitam parentes que se encontram enfermos, para tratar de pequenos negócios como a venda ou a troca de um animal. Também ocorrem transferências de famílias indígenas de uma terra para a

⁷ Consultar ROTHEN, Letícia, 2000 *Identidade Étnica na Terra Indígena São Jerônimo*, UFPR. Monografia de conclusão do Curso de Ciências Sociais/UFPR. Curitiba.

outra, devido a conflitos. Os parentes costumam receber em suas casas aqueles indivíduos que foram expulsos de suas aldeias, desde que haja o consentimento do parente que vai ser o hospedeiro.

Em período recente, os Kaingang ainda se casavam dentro de princípios de sua organização social dual tradicional. Se, em uma terra indígena, encontravam dificuldade em arranjar uma companheira para um Kaíru, que deveria se casar com uma Kamé, recorriam à eventual esposa em outra Reserva Indígena, e faziam os acordos.

Nos dias atuais, é provável que os namoros ocorram durante as festas, ou partidas de futebol, em que se deslocam de uma terra para a outra.

Nos cemitérios de cada aldeia, estão enterrados os indígenas que nasceram nesses locais, que têm os seus umbigos enterrados nessas terras e cujos parentes foram sepultados nesses locais, considerados sagrados. É comum que um Kaingang se desloque durante o Dia de Finados de uma aldeia até outra em que está sepultado seu pai, sua mãe, para homenagear os seus mortos. O costume de levar flores para os seus mortos foi incorporado por eles.

Os Kaingang têm conhecimento do Projeto de construção de usinas hidrelétricas na Bacia do Rio Tibagi. Desde 1995 até 2001, foram discutidos os Projetos da COPEL para o Rio Tibagi, notadamente a implantação das Usinas Cebolão e São Jerônimo. Os Kaingang e Guarani da Bacia do Rio Tibagi participaram de reuniões, de audiências públicas para a discussão desses projetos. Foram informados dos impactos globais que poderiam ocorrer. Os Kaingang das três terras Barão de Antonina, São Jerônimo e Apucarana sabem que uma obra de engenharia, uma Usina Hidrelétrica pode causar impactos ambientais e sociais. Será necessário desvendar as representações deles sobre a Usina Mauá, que vai afetar os Kaingang das Terras Mocóca e Queimadas, devido às relações sociais que estabelecem entre eles, provavelmente vão se interessar em participar das reuniões e decisões a serem tomadas.

4.1.1.8 Medidas Mitigadoras

As medidas mitigadoras só poderão ser apresentadas e encaminhadas à Comissão da Funai: 1.com fundamento nos estudos a serem realizados, durante as visitas da equipe técnica às Terras Indígenas da Bacia do Rio Tibagi, notadamente às Terras Mocóca e Queimadas. O trabalho etnográfico vai permitir que os pesquisadores desvendem os impactos globais que vão ocorrer; 2. a participação dos representantes indígenas é necessária, para que apresentem suas reivindicações sobre os impactos a

serem causados pela implantação da UHE Mauá. 3. As recomendações serão encaminhadas aos órgãos competentes, uma vez que o Plano seja aprovado pela equipe da Funai. As equipes envolvidas nos estudos e discussões sobre as medidas mitigadoras e/ou compensatórias deverão se reunir com regularidade, para que as medidas sejam elaboradas com fundamento nos estudos etnográficos e nas solicitações dos líderes indígenas que irão participar do processo.

4.1.1.9 Referências

BALAZOTE, O.; CATULLO, M.R.; RACOVICH, J. (orgs.) et. al. **Antropologia y Grandes Proyectos en el Mercosur**. Editorial Minerva, 2001. Argentina.

BALDUS, H. O Culto aos Mortos entre os Kaingang de Palmas. 1937. Em, **Ensaio da Etnologia Brasileira**, Brasiliense, SP.

CARDOSO DE OLIVEIRA, R. **O Índio e o Mundo dos Brancos**. Difusão Européia do Livro, 1964.

_____. **O Trabalho do Antropólogo**. Editora UNESP. Paralelo 15. 1998. Brasília.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1988. Centro Gráfico do Senado Federal, Brasília.

FREITAS. ESALQ, monografia de Curso de Mestrado em Agronomia, 1994, Piracicaba, SP.

HAVERROTH, M. **Kaingang: um estudo Etnobotânico**. Dissertação de Mestrado. PPGAS/UFSC, 1997, Florianópolis.

HELM, C.M.V. **O Índio Camponês Assalariado em Londrina: Relações de Trabalho e Identidade Étnica**. Tese concurso Professor Titular Antropologia Social/Universidade Federal do Paraná, 1977. Curitiba.

_____. *A Terra, a Usina e os Índios do P.I. Mangueirinha*, em SANTOS, S.C. (org.) **O Índio Perante o Direito** (Ensaio). 1982. Editora da UFSC. Florianópolis.

_____. (coord.) et. al. **A Implantação de Usinas Hidrelétricas e os Indígenas no Sul do Brasil**. Relatório produzido para o IAP/GTZ. Publicado pelo PIAB/IAP/SEMA, apoio GTZ. 1998, Curitiba.

_____. **Laudo Antropológico: Povos Indígenas da Bacia do Rio Tibagi-Kaingang e Guarani- e os Projetos das Usinas Hidrelétricas Cebolão e São Jerônimo**. CNIA/COPEL. 1998. Curitiba.

_____. **Os Indígenas da Bacia do Rio Tibagi e os Projetos Hidrelétricos**. Trabalho apresentado no Vº Congresso Argentino de Antropologia Social, 1977. La Plata, Argentina, publicação da autora, Estúdio Gráfico, 23 pgs. 1988. Curitiba.

-
- _____ ***Povos Indígenas e Projetos Hidrelétricos no Estado do Paraná***, em STIPP, N. (org.) *Análise Ambiental, Usinas Hidrelétricas uma Visão Multidisciplinar*. NEMA, UEL, 1999. Editora da UEL, Londrina.
-
- _____ ***Povos Indígenas e Projetos Hidrelétricos no Rio Tibagi***, em BALAZOTE, CATULLO, RADOVICH. et. al. ***Antropologia y Grandes Proyectos en el Mercosur***. Editorial Minerva, 2001, La Plata, Argentina.
-
- _____ ***Kaingang e Guarani da Terra Indígena Mangueirinha e a Usina Hidrelétrica Salto Santiago, no rio Iguaçu (PR)***, em *Hidrelétricas e Populações Locias*. REIS, M.J. e BLOEMER, N. (orgs). Editora Cidade Futura. 2001. Florianópolis.
-
- _____ (Coord. GT) ***Relatório de Identificação e Delimitação Terra Indígena Boa Vista, PR***. 2001. Funai/Brasília.
-
- _____ ***A consulta aos índios da Bacia do Rio Tibagi, PR: a usina hidrelétrica São Jerônimo e a questão ética***. Em SANTOS, S. NACKE, A. (orgs.) et.al. *Hidrelétricas e Povos Indígenas*. 2003. Letras Contemporâneas. Florianópolis.
- MARQUESINI, N. ***Plantas usadas como medicinais pelos índios do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil***. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. 1995.
- MEDRI, BIANCHINI, SHIBATTA, PIMENTA (editores). ***A Bacia do Rio Tibagi***, 2002. UEL, Londrina, apoio, Indústrias Klabin, Fundação Araucária, Sercomtel.
- OLIVEIRA, J.P. ***Ensaio em Antropologia Histórica***. Editora UFRJ. Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, D. ***Os Índios e a Civilização***. 1970. Editora Civilização Brasileira. Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, G. ***Empresas Transnacionais: Um grande projeto visto por dentro***. Marco Zero.1991. Brasília.
- ROTHEN, L. ***Identidade Étnica na Terra Indígena São Jerônimo***. Monografia conclusão de Curso de Ciências Sociais, SCHLA/UFPR. 2000. Curitiba.
- SILVA NOELLI (org.) et. al. ***Bibliografia Kaingang: Referências sobre um Povo Jê do Sul do Brasil***. 1998. Editora da UEL. Londrina.

4.2 REQUISITO Nº 2 “APROFUNDAR E DETALHAR A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS A JUSANTE”.

Este requisito, por se tratar de um item abrangente e que se relaciona com todas as áreas do conhecimento envolvidas neste trabalho, foi contemplado em todos os demais requisitos, tendo cada um dos consultores discutido os possíveis impactos ambientais a jusante do empreendimento. Para este trabalho foi considerado como jusante a área que vai da futura barragem à foz do rio Ribeirão da Antas, conforme descrito no plano de trabalho e aprovado pelo órgão licenciador estadual do Paraná – IAP.

4.3 REQUISITO Nº 3 “EXPLICITAR DE FORMA CONCLUSIVA OS EFEITOS DO EMPREENDIMENTO SOBRE A ICTIOFAUNA, MACROINVERTEBRADOS, HERPETOFAUNA, AVIFAUNA E MASTOFAUNA”

4.3.1 ICTIOFAUNA

4.3.1.1 Introdução

A região biogeográfica Neotropical, que compreende a América do Sul e Central, abriga a ictiofauna de água doce mais diversificada e rica do mundo, contendo aproximadamente 60 famílias, centenas de gêneros e talvez cinco mil espécies de peixes (VARI & WEITZMAN, 1990).

Apesar desta constatação, os dados obtidos para o Brasil são considerados incompletos, uma vez que a documentação é insuficiente para as áreas de cabeceiras de rios e riachos. Isto pode ser facilmente verificado, uma vez que, a cada novo esforço de coleta em áreas pouco exploradas, novas espécies são descobertas e descritas. Tais fatos demonstram que estimativas sobre a diversidade baseadas nos dados atualmente disponíveis estão longe de refletir a verdadeira composição taxonômica e a distribuição dos grupos de peixes existentes (MENEZES, 1996).

Com uma área aproximada de 2.800.000 km², o rio Paraná é a segunda maior bacia de drenagem da América do Sul. Percorre cerca de 3.800 km, de sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba (latitude 20°S), até a sua foz, no estuário da bacia do Prata (latitude 34°S) (STEVANUX *et al.*, 1997). Esta região possui comunidades de peixes com muitas espécies e com inter-relações complexas entre seus membros,

como conseqüência de uma ampla área de drenagem e grande heterogeneidade ambiental (LOWE-McCONNELL, 1987).

A ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Paraná é composta por pelo menos 600 espécies de pequeno (<20cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (>40cm) (BONETTO, 1986), entretanto, este número deve ser considerado subestimado, em função do número insuficiente de levantamentos e da falta de conhecimento da composição taxonômica de alguns táxons representados. A participação das diferentes ordens reflete a situação descrita para os rios neotropicais, sendo que mais de 90% dos peixes pertencem as ordens Characiformes e Siluriformes (AGOSTINHO *et al.*, 1997).

O rio Paranapanema possui uma extensão total de cerca de 930 km e um desnível de 570 m, desaguando no rio Paraná na divisa dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. A área como um todo é uma parte da face sul do Escudo Brasileiro e inclui frações dos domínios morfoclimáticos de Mata Atlântica, Florestas de Araucárias e Cerrado, bem como as regiões de transição correspondentes entre eles. Seu percurso pode ser segmentado em três trechos principais:

- Alto rio Paranapanema, das nascentes até sua confluência com o rio Apiaí-Guaçu;
- Médio rio Paranapanema, do rio Apiaí-Guaçu até Salto Grande;
- Baixo rio Paranapanema, de Salto Grande até sua foz no rio Paraná.

A ictiofauna da bacia do rio Paranapanema pertence ao sistema chamado de Alto Paraná, cuja drenagem abrange cerca de 900 mil km² e contém a bacia hidrográfica do rio Paraná acima de Sete Quedas (agora inundada pelo Reservatório de Itaipu) (AGOSTINHO & JÚLIO JR, 1999). A ictiofauna dentro dos limites desta província ictiofaunística abriga pelo menos 250 espécies de peixes de pequeno (<20cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (>40cm) (AGOSTINHO *et al.*, 1997).

Com relação à bacia hidrográfica do rio Paranapanema, a drenagem desta bacia no estado de São Paulo, que abriga outros grandes tributários do rio Paraná como o rio Grande, Paranaíba e Tietê, contém pelo menos 22 famílias e aproximadamente 170 espécies de peixes (CASTRO & MENEZES, 1998), muitas das quais distribuídas apenas em riachos (CASTRO *et al.*, 2003).

O rio Tibagi apresenta uma área de drenagem de 25 mil km² e uma variação de 762 m de altitude entre sua nascente, no município de Ponta Grossa, e a sua foz no rio Paranapanema, no reservatório da UHE Capivara. Os trechos superior e médio localizam-se no Segundo Planalto Paranaense, e a bacia limita-se ao norte com rio Paranapanema,

a leste com a bacia do rio Ribeira, ao sul com a bacia do rio Iguaçu, a oeste com a bacia do rio Ivaí (MEDRI *et al.*, 2002).

Muito embora seja difícil caracterizar uma ictiofauna típica ou exclusiva para a bacia do rio Tibagi, um tributário de margem esquerda do médio rio Paranapanema, o conhecimento gerado pelos estudos realizados até agora na bacia, incluindo aqui os levantamentos realizados no contexto deste Estudo de Impacto Ambiental, permite listar 114 espécies de peixes nativos. Este valor representa 45% da ictiofauna da bacia do Alto Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 1997) e 67% das espécies de peixes da bacia do rio Paranapanema (CASTRO & MENEZES, 1998).

A distribuição longitudinal desta ictiofauna ao longo do curso do rio Tibagi provavelmente não é uniforme, sendo que algumas espécies são encontradas apenas em regiões de maior altitude, próximas às cabeceiras, enquanto outras são exclusivas das regiões do curso médio e baixo. A substituição de espécies e a variação no grau de dominância entre elas podem ser notadas ao longo da bacia (BENNEMANN *et al.*, 1995), sendo os trechos inferiores influenciados pela bacia do rio Paranapanema.

Segundo SHIBATTA *et al.* (1992), que apresenta uma síntese do conhecimento da diversidade e distribuição das espécies de peixes do rio Tibagi, a ictiofauna da bacia encontra-se distribuída em espécies que ocorrem na calha principal do rio, em seus tributários e afluentes, ou em ictiocenoses que combinam duas ou três destas categorias de corpos hídricos. Esta variação está consequentemente relacionada à ocorrência de distintos ambientes aquáticos na bacia, que propiciam a manutenção de um considerável número de espécies, as quais apresentam variações na sua abundância e na fase de desenvolvimento de acordo com o ambiente considerado. Segundo AGOSTINHO *et al.* (1997), este fato pode estar relacionado (i) às maiores faixas de tolerância às condições físicas, químicas e biológicas; (ii) a diferentes exigências e tolerâncias durante o ciclo de vida; e (iii) a um comportamento nômade ou errante da espécie, permanecendo em cada ambiente enquanto as condições limnológicas estão próximas ao seu ótimo ecológico.

O projeto da barragem da Usina Hidrelétrica Mauá localiza-se a montante da Usina Presidente Vargas (Klabin S.A.), ambas situadas no trecho médio do rio Tibagi, no centro-leste do estado do Paraná. Possui uma casa de força complementar para o aproveitamento do potencial energético da vazão ambiental de 18,8 m³/s, que deve ser mantida no trecho do rio situado entre a futura barragem e a casa de força principal. Para o projeto da UHE, a bacia do rio Tibagi foi considerada como Área de Influência Indireta do empreendimento, enquanto que a Área de Influência Direta e seu entorno corresponde

às áreas rurais e urbanas a serem inundadas, acrescidas da área de preservação permanente delimitada no projeto.

4.3.1.2 Objetivos

Este documento tem o objetivo de analisar os requisitos à licença prévia referentes aos impactos ambientais que a implantação e operação da UHE Mauá acarretarão sobre a ictiofauna, no que concernem os efeitos a jusante, os efeitos do empreendimento propriamente dito e a influência da vazão sanitária/ecológica sobre a biota aquática.

Os seguintes requisitos à Licença Prévia relacionados ao tema ictiofauna foram analisados:

Aprofundar e detalhar a avaliação de impactos ambientais a jusante.

Considerando-se a jusante como sendo a área entre a barragem e a alça do rio Tibagi até a foz do rio Ribeirão das Antas, a metodologia proposta pretende utilizar os dados coletados nas áreas de influência direta e indireta durante a elaboração do EIA/RIMA e durante a fase de complementação, para discutir possíveis impactos relacionados a esta porção do rio Tibagi. Os possíveis impactos serão avaliados considerando as áreas do conhecimento solicitadas como complementação ao EIA/RIMA e contidas na Licença Prévia (LP).

Explicitar de forma conclusiva os efeitos do empreendimento sobre a ictiofauna.

Os dados coletados em campo durante a fase de elaboração do EIA/RIMA serão compilados e analisados por especialistas em cada uma das áreas da zoologia. O documento destacará de forma clara e conclusiva os efeitos do empreendimento sobre cada grupo da fauna local.

Informar se a vazão sanitária na alça do rio Tibagi, a jusante da barragem, permitira condições de vida a biota.

Nesta etapa, os dados referentes à vazão ecológica calculados no EIA/RIMA serão disponibilizados para a equipe da fauna para que analisem os possíveis impactos da redução na vazão do rio Tibagi sobre as espécies de animais que utilizam este habitat.

4.3.1.3 Metodologia

Este documento utilizou as informações obtidas nos diagnósticos do Estudo de Impacto Ambiental elaborado pela IGPLAN (2002), complementados pelos trabalhos efetuados pela empresa CNEC (2004), associados aos dados não publicados consultados em órgãos públicos e privados e também à literatura sobre a ictiofauna da região.

Como na elaboração do EIA/RIMA foram considerados basicamente dois grupos de informações, sendo o primeiro referente às características técnicas do projeto e o segundo com o diagnóstico ambiental, a conjunção destes dois grupos de informações foi utilizada para a identificação dos impactos ambientais.

Estas informações foram necessárias para se traçar um quadro que descreve e analisa os impactos ambientais que a implantação e operação da obra acarretarão sobre a ictiofauna do local afetado e seu entorno.

Esse conjunto de informações foi sintetizado em uma matriz de impactos, considerando-se sua graduação por magnitude (por exemplo, pequena, média ou grande) e extensão (por exemplo, local, regional ou nacional). Cabe considerar ainda que os impactos foram descritos de acordo com a fase em que está prevista sua ocorrência, ou seja, planejamento, implantação ou operação.

A partir dos impactos ambientais foram então definidas as medidas mitigadoras e estabelecidos programas ambientais para fazer frente aos impactos previstos. As medidas mitigadoras e programas ambientais foram elaborados de acordo com cada fase de projeto (implantação e operação do empreendimento).

4.3.1.4 Resultados

Os levantamentos realizados pela IGPLAN (2002 e 2004), complementados pelos estudos da CNEC (2004) para os Estudos de Impacto Ambiental da UHE Mauá indicam a presença de um grande número de espécies na área de influência direta do empreendimento.

Informações levantadas pelos diagnósticos do Estudo de Impacto Ambiental apontam para a ocorrência de pelo menos 114 espécies de peixes nativas na bacia do rio Tibagi (All), distribuídas em seis ordens e 25 famílias. As famílias Characidae (23 espécies), Loricariidae (22 espécies), Anostomidae (10 espécies), Pimelodidae (9 espécies) e Heptapteridae (9 espécies) foram as mais representativas (Tabela II). Os resultados apresentados evidenciam uma ictiofauna dominada principalmente por Characiformes e Siluriformes, com praticamente 94%. A participação das diferentes ordens

reflete a situação descrita para os rios neotropicais por LOWE-McCONNELL (1987), sendo que a maioria dos peixes pertence às ordens Characiformes e Siluriformes.

Muito embora os diversos estudos produzidos representem um considerável incremento de informações sobre a fauna de peixes da bacia do rio Tibagi, as listas de nomes científicos e vulgares apresentadas são de difícil aproveitamento na avaliação da dinâmica espacial e temporal da ictiofauna. Além disso, os conhecimentos sobre os ciclos reprodutivos, migratórios e estruturas populacionais da maioria das espécies nativas registradas na bacia são ainda incipientes, dificultando sobremaneira o gerenciamento e a administração dos ecossistemas estudados.

Apesar disso, os resultados permitiram a caracterização da ictiofauna da bacia em formas migradoras, de ocorrência generalizada na região e que usam a calha do rio para deslocamentos reprodutivos, alimentares e/ou de crescimento; formas de ocorrência generalizada, normalmente de médio (entre 20 e 40cm) e grande (>40cm) porte; formas introduzidas, que ocorrem nestes rios por causa da introdução acidental (aquicultura) ou intencional (“peixamento” de represas); e formas de sistemas fluviais pequenos, com ictiocenoses normalmente formadas por espécies de pequeno porte.

Tabela II- Famílias com seus respectivos números de espécies ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Tibagi (All), organizadas de acordo com seus respectivos taxa.

Ordens	Famílias (número de espécies)
Characiformes	Characidae (23), Crenuchidae (2), Anostomidae (10), Parodontidae (4), Curimatidae (3), Prochilodontidae (1), Erythrinidae (1), Lebiasinidae (1), Acestrorhynchidae (1)
Siluriformes	Cetopsidae (1), Pimelodidae (9), Pseudopimelodidae (2), Heptapteridae (9), Auchenipteridae (2), Doradidae (1), Aspredinidae (1), Loricariidae (22), Callichthyidae (5), Trichomycteridae (5)
Gymnotiformes	Gymnotidae (1), Sternopygidae (2), Apternotidae (2)
Cyprinodontiformes	Poeciliidae (2)
Synbranchiformes	Synbranchidae (1)
Perciformes	Cichlidae (5)

Fonte: IGPlan (2002, 2004) e CNEC(2004)

Dentre as 114 espécies nativas registradas, 72 foram efetivamente coletadas nos levantamentos realizados para o EIA/RIMA, sendo 59 espécies coletadas na calha do rio e 13 nos tributários.

A ictiofauna deste trecho do rio Tibagi apresenta o padrão generalizado da ictiofauna da bacia do alto rio Paraná, sendo que cerca de 40% das espécies registradas são exclusivas deste sistema (alto Paraná), e essa participação demonstra a importância dos processos regionais na determinação da composição e estrutura das ictiocenoses. De acordo com a distribuição original, a ictiofauna amostrada pode ser dividida basicamente em três categorias de espécies:

- autóctone: espécies endêmicas da bacia do alto rio Paraná;
- alóctones: espécies de ocorrência em outras bacias hidrográficas, além da bacia do rio Paraná;
- exóticas: espécies provenientes de outros continentes.

4.3.1.5 Impactos sobre a ictiofauna relacionados ao projeto da UH Mauá

A conservação da diversidade de qualquer ecossistema natural aquático fundamenta-se na manutenção de um ambiente equilibrado, caracterizado principalmente pela integridade de seus componentes físicos e biológicos. Esses fatores, aliados aos diferentes graus de preservação, são determinantes na riqueza específica de cada área e condicionadores da sobrevivência de cada espécie no ambiente.

Nos sistemas naturais afetados pela ação humana, a interferência gera impactos cuja intensidade é diretamente proporcional ao grau de diversidade do ambiente, às suas características de primitividade e à vulnerabilidade das espécies envolvidas. Os processos de ocupação de ambientes pelas espécies e as interações interespecíficas são por vezes bruscamente interrompidos ou modificados, tendo como resultados a extinção localizada de determinadas espécies e o aumento populacional de outras oportunistas, afetando os ecossistemas e gerando efeitos de perturbação no ambiente.

A formação de um reservatório determina importantes modificações das condições hidrológicas com influência direta e indireta sobre as populações animais de hábitos aquáticos. A eliminação de ambientes lóticos e a conseqüente ampliação de áreas provocam modificações na abundância e distribuição da fauna aquática e terrestre. A tendência geral é o estabelecimento de uma situação drástica inicialmente, através da destruição de abrigos, sítios reprodutivos e alimentares, o que acarreta alterações na estrutura das comunidades. Após a conclusão do enchimento, ocorre um processo de

reestruturação devido à rápida transformação na dinâmica da água, influenciando interações e levando os organismos a respostas distintas frente às novas condições.

Esta constatação demonstra a importância que os ecossistemas remanescentes representam dentro do Estado, indicando que a conservação desse ambiente deve ser conseguida através de medidas de controle e manejo ambiental amplas, com abrangência suficiente para contemplar os fatos regionais vigentes, sendo os resultados aferidos através de um amplo levantamento dos componentes faunísticos e um rigoroso programa de monitoramento.

Fase de Planejamento

Não foram identificados impactos.

Fase de Implantação

Deterioração e alteração de habitats para a ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento

Entre as ações causadoras de deterioração e alteração dos habitats aquáticos foram identificadas a retirada de vegetação, a abertura de estradas, a exploração de áreas de empréstimo, o desvio do leito do rio e a construção das ensecadeiras e da barragem.

Para a ictiofauna, estas atividades durante a implantação do empreendimento acarretarão na deterioração e na alteração de habitats aquáticos, onde será estabelecida a transformação de um ambiente aquático com domínio de características lólicas para um outro, cujas características passam a ser tipicamente lênticas..

A alteração ou a eliminação da vegetação pode prejudicar e matar diretamente alguns animais, já que a cobertura vegetal ribeirinha exerce importante papel na conservação dos ecossistemas aquáticos, como o fornecimento de alimento para a ictiofauna. A supressão da vegetação deverá ocorrer basicamente nas áreas próximas ao eixo da barragem, além das áreas que serão posteriormente afetadas pelo enchimento do reservatório.

Além disso, a eliminação de ambientes de água corrente e a conseqüente ampliação de áreas lênticas, devem provocar modificações na abundância e distribuição de diversos grupos da fauna aquática.

A movimentação ocasionada pelo trabalho das máquinas e dos caminhões deve expor material passível de ser carregado pela chuva. A condução dos sedimentos para as regiões alagadas ou corpos de água pode acarretar modificações na qualidade da água, como o aumento de turbidez, e alterar as características fisiográficas dos rios e córregos. Este assoreamento poderá ocasionar danos à flora e à fauna bentônica e provavelmente aos ovos e as larvas de peixes. O efeito pode ser mais pronunciado nos setores imediatamente à jusante de onde serão construídos o desvio do rio e a barragem.

Tabela III – Atributos do Impacto: Deterioração e alteração de habitats para a ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção e Enchimento
Área de abrangência	Localizada
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Imediato
Duração	Permanente
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Alteração da composição e estrutura das comunidades da ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento

A formação do reservatório da UHE Mauá irá determinar importantes modificações das condições hídricas e limnológicas, com influência direta e indireta sobre as populações de peixes.

A tendência geral será o estabelecimento de uma situação drástica inicialmente, através da destruição de abrigos, sítios reprodutivos e alimentares, o que acarretará em alteração na composição e estrutura das comunidades. Após a conclusão do enchimento, passará a ocorrer um processo de reestruturação devido à rápida transformação na dinâmica da água esperando-se, por isso, uma alteração na proporção entre os recursos alimentares, afetando interações e levando os organismos a respostas distintas frente às novas condições.

Enquanto certas espécies serão prejudicadas, outras serão eventualmente beneficiadas. Estas últimas poderão ter suas populações grandemente aumentadas

devido à ausência de um mecanismo regulador e isso irá provocar, conseqüentemente, um deslocamento tendencioso no equilíbrio do ecossistema como um todo.

Tabela IV – Atributos do Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades da ictiofauna no trecho localizado a jusante do empreendimento.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção e Enchimento
Área de abrangência	Localizada
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Imediato
Duração	Permanente
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Comprometimento local das populações de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras

As seguintes espécies classificadas em alguma categoria de ameaça no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (portanto as categorias RE – Regionalmente Extinta, CR – Criticamente Ameaçada, EM – Em perigo, VU – Vulnerável) foram registradas na AID do projeto da UHE Mauá: o dourado *Salminus brasiliensis*, a pirapitinga *Brycon nattereri*, o sorubim *Steindachneridion scripta*, o jaú-sapo *Pseudopimelodus mangurus* e o cascudo-preto *Rhinelepis aspera*.

Entre estas cinco espécies listadas como Vulneráveis de acordo com os critérios da IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*), duas se encontram na “Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção” (Diário Oficial da União - Seção 1 – Instrução Normativa número 5 de 21 de maio de 2004): o sorubim *Steindachneridion scripta* e a pirapitinga *Brycon nattereri*.

Muito embora seja difícil prever o impacto sobre as populações destas espécies, pois algumas já têm um longo histórico de perda de habitats, exploração e pouca capacidade de adaptação, alguns fatores relacionados ao empreendimento poderão afetar o estoque de suas populações, especialmente aqueles relacionados à destruição de habitats, isolamento das populações sobreviventes e alterações na estrutura e composição das comunidades.

Tabela V – Atributos do Impacto: Comprometimento local das populações de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção e Enchimento
Área de abrangência	Localizada
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Imediato
Duração	Permanente
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Interferências do barramento sobre as espécies migradoras

Os movimentos migratórios podem ser descritos de uma forma geral como a migração sazonal de adultos dos sítios de alimentação para locais de reprodução rio acima (PETRERE, 1985; GODINHO & POMPEU, 2003). Embora a piracema constitua o movimento migratório mais evidente, os deslocamentos dos peixes migradores também incluem o carreamento de ovos e larvas rio abaixo, o movimento dos jovens e o retorno dos adultos para os sítios de alimentação.

Entre as espécies migradoras observadas na AID da bacia do rio Tibagi destacam-se o curimatá *Prochilodus lineatus*, o dourado *Salminus brasiliensis*, o pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, o sorubim *Steindachneridion scripta*, o cascudo-preto *Rhinelepis aspera*, o barbado *Pinirampus pirinampu*, a piapara *Leporinus elongatus*, o campineiro *Leporinus octofasciatus*, a perna-de-moça *Leporellus vittatus*, o chimboré *Schizodon nasutus* e o mandi *Pimelodus maculatus*.

Este impacto incidirá principalmente sobre esta ictiofauna, cuja circulação será impedida pela presença do barramento. Além disso, este problema poderá ser agravado com a instalação de aproveitamentos hidrelétricos em série na bacia do Tibagi, pois a ictiofauna poderá ficar "compartimentalizada" e o isolamento genético poderá inviabilizá-la completamente.

Tabela VI – Atributos do Impacto: Interferências do barramento sobre as espécies migradoras

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção, Enchimento e Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Imediato
Duração	Permanente
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Fase de Operação

Interferências da operação do empreendimento sobre a ictiofauna do trecho localizado a jusante – vazão sanitária

A flutuação abrupta do nível d'água, mesmo que temporária, poderá afetar as comunidades de peixes imediatamente a jusante do eixo do futuro aproveitamento.

Além disso, durante a operação, as alterações no regime hidrológico a jusante da barragem, em particular aquelas produzidas pela variação dos picos de cheia e pulsos de vazão decorrentes da operação da usina, devem imprimir alterações sobre a ictiofauna, interferindo no comportamento migratório e na reprodução de inúmeras espécies reofílicas.

A alteração das comunidades do meio aquático a jusante da barragem tem natureza negativa, direta e permanente, uma vez que se manifesta na fase de enchimento e durante a operação da usina. Tem ocorrência em curto prazo e abrangência regional, pois as variações no fluxo são sentidas a jusante do represamento da água até onde os afluentes possam suprir, ou amenizar, as variações ocorridas.

Com relação à vazão sanitária, segundo o Estudo de Impacto Ambiental o fluxo que será vertido pela barragem da UHE Mauá será de 18,8 m³/s, e este valor corresponde a 50% da vazão mínima média móvel no período de 7 dias. Este volume será mais elevado apenas nos períodos de excedente hídrico.

Tabela VII – Atributos do Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a ictiofauna do trecho localizado a jusante

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Imediato
Duração	Permanente
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

4.3.1.6 Medidas mitigatorias e compensatorias

Qualquer programa que tenha como objetivo a proteção da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Tibagi deve considerar que a principal causa da rarefação ou extinção de espécies de peixes é a alteração das condições ambientais. Neste sentido, a

preservação de remanescentes de áreas inalteradas ou pouco alteradas é a principal prioridade, sendo que uma intervenção sobre áreas consideravelmente impactadas visando sua recuperação e, conseqüentemente, a minimização dos impactos, também é uma medida a ser adotada.

Impacto: Deterioração e alteração de habitats para a ictiofauna a jusante

- Adoção de medidas preventivas para evitar a instalação de processos erosivos nas áreas a serem exploradas para obtenção de material de empréstimo. Além dessas, devem ser adotadas outras medidas, com a mesma finalidade, durante a construção do desvio do rio, das ensecadeiras e da barragem, evitando o carreamento de sedimentos para os cursos de água.
- Implantar programa de monitoramento e manejo da fauna.
- Manutenção e proteção dos cursos de água e das áreas ribeirinhas a jusante e a montante do reservatório com capacidade de sustentar populações viáveis de peixes.
- Adoção de medidas de prevenção para minimização da descaracterização dos ambientes aquáticos adjacentes aos locais onde serão construídos o desvio do rio, as ensecadeiras e a barragem.

Impacto: Alteração da composição e estrutura da ictiofauna a jusante

- Proteção e manutenção de área a jusante ou a montante do reservatório com capacidade de sustentar populações viáveis de peixes.
- Desenvolvimento de Programa de Monitoramento e Manejo de Fauna, com ênfase na dinâmica da alteração de fatores como aspectos alimentares e reprodutivos das comunidades afetadas.

Impacto: Comprometimento local das populações de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e raras

- Recomenda-se que sejam propiciadas condições para estudos científicos das populações da ictiofauna ameaçada, endêmica e rara, os quais deverão abordar também a avaliação de populações representativas destas espécies em outras regiões da bacia do rio Tibagi.

- Intensificar a fiscalização da pesca diminuindo assim a ação sobre as populações ameaçadas.
- Empenhar Programas de Educação Ambiental na AII e AID não apenas para os funcionários da obra, mas para a comunidade local.

Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a ictiofauna do trecho localizado a jusante – vazão sanitária

- O cálculo da vazão sanitária/ecológica deverá atender simultaneamente à vazão necessária para a operação da UHE Presidente Vargas e a preservação dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos à jusante.
- Recomendam-se estudos da extensão das alterações bióticas à jusante do barramento, antes e após o enchimento do reservatório.
- Desenvolvimento de um programa de monitoramento e manejo da ictiofauna, com ênfase na dinâmica da alteração de fatores como aspectos alimentares e reprodutivos das comunidades afetadas.

Impacto: Interferências do barramento sobre as espécies migradoras

- Manutenção e proteção dos cursos de água e das áreas ribeirinhas a jusante e a montante do reservatório com capacidade de sustentar populações viáveis de peixes, já que essas áreas são importantes para o ciclo de vida de várias espécies, como por exemplo a realização da etapa reprodutiva.
- A instalação de mecanismos de transposição ou outros dispositivos como a escadas de peixes poderá, em alguns casos, minimizar este tipo de impacto. Porém, para que estes dispositivos sejam eficazes é necessário que sejam escolhidos, dimensionados e localizados de acordo com as espécies existentes no trecho da bacia estudado e as características do local. No entanto, destaca-se que a eficácia destes dispositivos é reduzida e questionável, e, em um curso de água com a previsão de vários aproveitamentos hidrelétricos, a probabilidade dos peixes conseguirem transpor as sucessivas escadas diminui muito com o número de obstáculos a serem ultrapassados.
- Identificar áreas e períodos de reprodução das espécies migradoras e reofílicas registradas, pois apesar das implicações do barramento sobre o deslocamento da

ictiofauna, existem registros de várias espécies de peixes que conseguem se reproduzir nos reservatórios e seus afluentes.

- Desenvolvimento de um programa de monitoramento e manejo da ictiofauna, com ênfase na dinâmica da alteração de fatores como aspectos alimentares e reprodutivos das comunidades afetadas.

4.3.1.7 Referências

- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JR, H.F. **Peixes da bacia do alto rio Paraná**. In: LOWE-McCONNEL, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1999. 535p.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR, H.F.; GOMES, L.C. & BINI, L.M., AGOSTINHO, C.S. 1997. **Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna**. In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, p.229-248.
- BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A. & GARAVELLO, J.C. 2000. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. Londrina: UEL. 62p.
- BENNEMANN, S.T.; SILVA-SOUZA, A.T. & ROCHA, G.R.A. 1995. **Composición ictiofaunística em cinco localidades de la cuenca del rio Tibagi, PR – Brasil**. Interciencia, v.20, n. 1, p.7-13.
- BÖEHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & MENEZES, N. 1978. **Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul**. Acta Amazonica, v. 8, p.:657-677.
- BONETTO, A.A. 1986. Fish of the Paraná system. In: DAVIES, B.R. & WALKER, K.F. (ed.). **The ecology of river systems**. Junk: Den Haag. p. 573-588.
- CASTRO, R. M. C. & MENEZES, N. A. **Estudo Diagnóstico da Diversidade de Peixes do Estado de São Paulo**. In: CASTRO, R. M. C., JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M., **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**, vol. 6 Vertebrados. São Paulo, WinnerGraph – FAPESP, 1998.
- CASTRO, R. M. C., CASATTI, L., SANTOS, H. F., FERREIRA, K. M., RIBEIRO, A. C., BENINE, R. C., DARDIS, G. Z. P., MELO, A. L. A., STOPIGLIA, R., ABREU, T. X., BOCKMANN, F. A., CARVALHO, M., GIBRAN, F. Z. & LIMA, F. C. T. 2003. **Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil**. Biota Neotrop. 3(1): 1-31.
- CECÍLIO, E. B.; AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. & PAVANELLI, C.S. 1997. **Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes**. Revta. bras. Zool., v.14, n..1, p:1-14.

- GODINHO, A. L. & POMPEU, P. S. (2003). **A importância de ribeirões para os peixes de piracema.** p. 361-372. In: GODINHO, H. P. & GODINHO, A. L. (org) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Gerais.** Belo Horizonte: PUC Minas. 468p.
- HUECK, K. & SEIBERT, P. **Vegetationskarte von Südamerika.** Band IIa. Stuttgart, Fischer, 1981.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1967. **Some factors affecting fish populations in Amazonian waters.** Atas Simp., v.7, p.:177-186.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1975. **Fish communities in tropical freshwater: their distribution, ecology and evolution.** London: Longman. 337p.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities.** Cambridge: Cambridge Univ. Press. 382p.
- MENEZES, N.A. 1988. **Implications of the distribution patterns of the species of Oligosarcus from Central and South America.** In: Workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro: Acad. Brasileira de Ciências. Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution Patterns.p: 295-304.
- MENEZES, N.A. **Peixes de água doce.** In: Workshop padrões de distribuição da biodiversidade da mata atlântica do sul e sudeste brasileiro, são paulo, 1996. resumos... são paulo: conservation International e Fundação Biodiversitas, 1996.
- NISHIYAMA, E.K. 1994. **Comunidades de peixes em quatro riachos na bacia do rio Iguaçu.** Maringá. Monografia (Bacharel em Biologia) - Depto. de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 22p. + anexos.
- PETRERE Jr., M. (1985). **Migraciones de peces de agua dulce en America Latina: algunos comentarios.** COPESCAL Doc. Ocas., 1: 17p.
- ROSA, R.S. & MENEZES, N.A. 1996. **Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil.** Revta. bras. Zool., v.13, n.3. p.647-667.
- SHIBATTA, O.A. & ORSI, M.L. 1996. **Diversidade de peixes da bacia do rio Tibagi.** In: **Aspectos da fauna e flora da Bacia do rio Tibagi.** Londrina: UEL/COPATI.
- STEVAUX, J.C.; SOUZA FILHO, E.E. de & JABUR, I.C. **A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso.** In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá: EDUEM, p.47-102.
- UIEDA, V.S. 1983. **Regime alimentar, distribuição espacial e temporal de peixes (Teleostei) em um Riacho na Região de Limeira, São Paulo.** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas. 151p.

VARI, R.P. & WEITZMAN, S.H. 1990. **A review of the phylogenetic biogeography of the freshwater fishes of South America.** In: PETERS, G. & HUTTERER, R. (eds.) Vertebrates in the tropics. Bonn (Germany): Museum

4.3.2 MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS

4.3.2.1 Metodologia

O detalhamento da avaliação de impactos ambientais a jusante e a montante do empreendimento, de forma tabular e textual, foi realizado de acordo com os principais efeitos conhecidos de empreendimentos hidroelétricos sobre os macroinvertebrados, adaptados para a realidade atual e local, conforme os dados fornecidos pelo EIA-UHE Mauá.

4.3.2.2 Análise geral do estudo dos macroinvertebrados aquáticos do EIA da Usina Hidrelétrica de Mauá.

Metodologia para coleta e avaliação dos macroinvertebrados utilizada no EIA-UHE Mauá:

A composição e abundância das associações de macroinvertebrados aquáticos reconhecidamente mudam respondendo a modificações naturais e induzidas no ambiente. Também, é bastante conhecida a grande variação da fauna sendo dependente das condições hidrodinâmicas dos rios, principalmente entre áreas de corredeira e remanso, mesmo aquelas muito próximas, e entre as distintas zonas ao longo do perfil longitudinal dos rios (zona das nascentes, zona de transferência e zona de deposição). Estas características devem ser levadas em consideração quando do planejamento de pontos de amostragem a fim de caracterizar a variabilidade espacial dos macroinvertebrados aquáticos em uma bacia ou trecho de uma bacia hidrográfica.

No EIA-UHE Mauá foi chamada a atenção ao fato de que os ambientes aquáticos predominantes na área são:

- Regiões de águas lênticas, mais profundas, nas quais há maior deposição de sedimentos finos (areia e argila) no leito;
- Regiões de águas lênticas menos profundas, onde também ocorre deposição;
- Regiões de águas lóticicas, mais profundas;
- Regiões de águas lóticicas, menos profundas, as quais quase sempre representam ambientes mais ricos quanto a comunidades bentônicas.

Entretanto, não houve um planejamento a fim de dividir e otimizar o esforço amostral entre todos os tipos de ambientes identificados e ao longo do trecho da bacia

hidrográfica do rio Tibagi. Notadamente a forma de amostragem realizada privilegiou mais o levantamento dos táxons de invertebrados aquáticos do que o estudo da variabilidade espacial e/ou temporal da associação destes organismos. Este fato fica bastante evidente pela falta de uma análise que sumarie toda a informação levantada. De todo modo, a validade na utilização de métodos de amostragem para levantamentos taxonômicos consiste no uso de diferentes aparatos de amostragem, a fim de realizar o levantamento dos mais variados tipos de habitats e micro-habitats. Como no documento não está (ão) revelado(s) o(s) método(s) utilizado(s) nas amostragens, fica difícil avaliar se efetivamente realizou um levantamento adequado da fauna de invertebrados aquáticos da região.

O número de pontos amostrais realizados foi bastante expressivo (vinte e nove pontos), entretanto, estes estiveram concentrados em três locais: 1) entre a barragem e o rio Barra Grande; 2) no rio Lageado; 3) próximo a cidade de Telêmaco Borba, ficando grandes áreas descobertas de amostragens e ocorrendo uma concentração de pontos amostrais muito próximos.

Diagnóstico das associações de macroinvertebrados aquáticos no EIA-UHE Mauá e revisão dos dados

O estudo carece de uma análise detalhada das informações levantadas. Foram apresentados os dados de forma tabular e textual sem nenhuma discussão sobre possíveis padrões de distribuição e ocorrência dos organismos no ambiente, e também, sem nenhuma discussão sobre a distribuição dos táxons na região do empreendimento.

A partir da informação constante no EIA-UHE Mauá os dados foram planilhados e investigados através de análise multivariada utilizando técnicas de classificação sobre matriz de índices de Sorensen. A informação resultante mostra claramente a formação de três agrupamentos de amostra e três agrupamentos de espécies relacionados a:

A) pontos de corredeira (rio Tibagi e tributários);

B) pontos de remanso do rio Tibagi;

C) pontos de remansos, que pode ainda ser dividido em pontos de tributários e de toda a área estudada.

Este resultado pode indicar por um lado a distribuição diferenciada da fauna segundo o habitat amostrado, ou ainda, simplesmente refletir o tipo de aparato amostral utilizado em diferentes locais. Hipotetizando-se que a amostragem realizada utilizou apenas um tipo de técnica de amostragem e tendo sido realizado o mesmo esforço amostral em todos os pontos, o resultado evidencia que a rica fauna aquática local,

composta por 76 morfoespécies, ocupa diferentes tipos de habitats no trecho estudado da bacia hidrográfica do rio Tibagi.

Este resultado indica que alterações provocadas na hidrodinâmica da bacia após o represamento das águas podem interferir marcadamente na composição e abundância dos táxons registrados. A grande heterogeneidade de ambientes e microambientes presente nos rios locais será transformada em uma grande área homogênea possibilitando a ocorrência de umas poucas espécies.

Cabe ressaltar que no EIA-UHE Mauá foram reportados espécimes de Mollusca bivalves dos gêneros *Diplodon* e *Anodontites*. Segundo a Instrução Normativa 05, de 21 de maio de 2004, que trata da lista nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos Ameaçados de Extinção:

- Cerca de 10 espécies do gênero *Diplodon* encontram-se ameaçadas, sendo 03 espécies registradas no Estado do Paraná, *D. expansus*, *D. fontainianus* e *D. martensi*.
- Cerca de 08 espécies do gênero *Anodontites* encontram-se ameaçadas, sendo que 02 ocorrem no Estado do Paraná, *A. tenebricosus* e *A. trapesialis*.

Portanto, somente um estudo investigativo que identifique as espécies dos gêneros com representantes na lista de espécies ameaçadas de extinção poderá nortear a tomada de decisão sobre o estado de perigo e manejo destes recursos naturais.

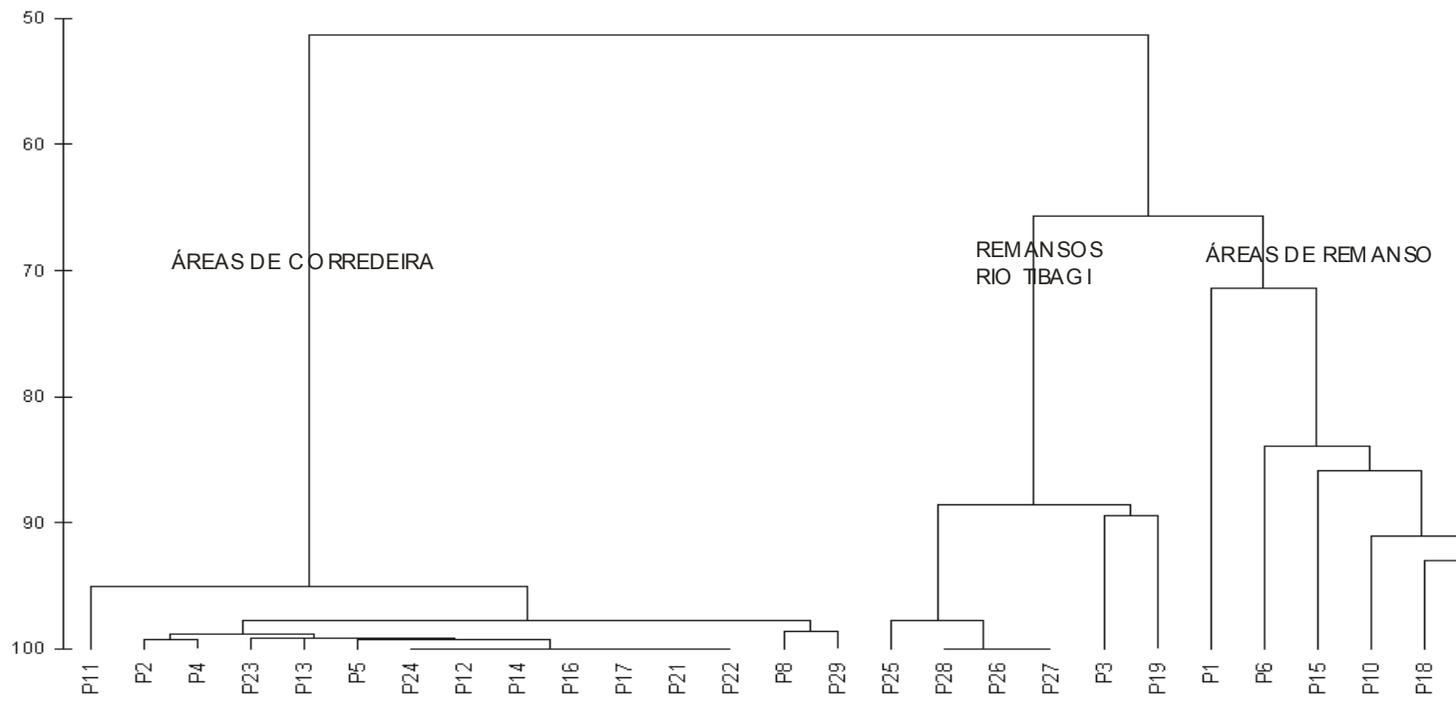


Figura 1 – Análise de Classificação das espécies de macroinvertebrados aquáticos coletados no EIA-UHE Mauá.

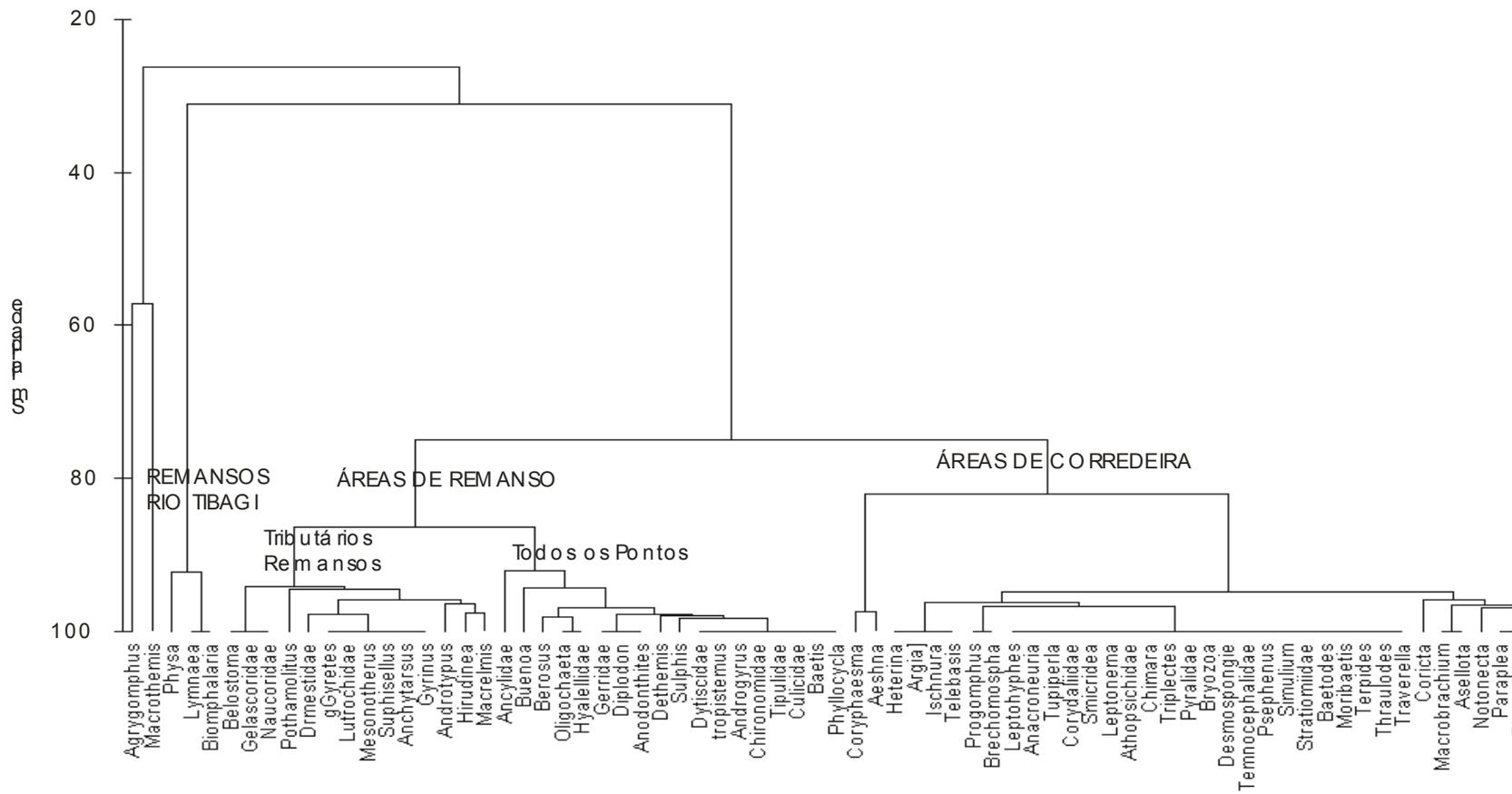


Figura 2 – Análise de Classificação das espécies de macroinvertebrados aquáticos coletados no EIA-UHE Mauá.

4.3.2.3 Análise dos impactos a jusante do empreendimento no EIA da U.H.E. Mauá.

Apenas um dos 29 (vinte e nove) pontos de coleta foi realizado na região a jusante da barragem, sendo este representativo de um pequeno córrego, e não do rio Tibagi propriamente. Deste modo, os dados levantados não servem para subsidiar uma discussão sobre os possíveis efeitos do empreendimento sobre os macroinvertebrados na região a jusante da barragem.

4.3.2.4 Impactos ambientais e Matriz de Impactos Ambientais relacionados aos invertebrados aquáticos no EIA-UHE Mauá:

O único impacto relacionado na matriz de impactos se reporta a “Alteração na Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos”. Entretanto, neste item o impacto é descrito como: “Este impacto se observará desde a fase de enchimento do reservatório e toda a operação, sendo, no entanto, localizado, restrito a áreas do reservatório e a jusante da barragem. Sua causa está diretamente relacionada às alterações do fluxo de águas do reservatório e indiretamente pela proliferação de macrófitas em remansos. A ocorrência é certa e parcialmente reversível pela adoção de medidas de monitoramento e controle da qualidade da água, macrófitas e das condições de saúde pública”. Esta classificação não está de acordo com os impactos conhecidos de represamentos sobre a fauna aquática e estabelece falsa relação de causa e efeito.

O impacto não é localizado, uma vez que boa parte da literatura sobre o assunto chama atenção para o “contínuo fluvial”, ou seja, o que acontece numa região de um rio tem conseqüências rio abaixo. Também sobre a ocorrência do impacto, esta é irreversível. Mesmo que possamos considerar como sendo “reversível” caso algum dia a barragem seja completamente removida, não serão medidas de monitoramento e controle da qualidade da água que farão com que este impacto se torne reversível ou “parcialmente reversível”. Programas de monitoramento são realizados para, como o próprio termo sugere, monitorar, avaliar e acompanhar um ambiente. Medidas de “controle da qualidade da água” são tomadas para garantir a saúde ambiental do sistema.

4.3.2.5 Nova matriz de possíveis impactos do empreendimento sobre os macroinvertebrados aquáticos.

Abaixo são identificados os possíveis impactos ambientais do empreendimento sobre os macroinvertebrados aquáticos, incluindo aqueles que podem ocorrer a jusante do empreendimento e aqueles recorrentes da alteração na vazão do rio Tibagi.

Para cada impacto identificado foi relacionada a fase do empreendimento em que se manifesta. Em seguida é feita a sua descrição e uma classificação, de acordo com as recomendações da resolução CONAMA 1/86, segundo a natureza (positivo ou negativo), forma como se manifesta (direta ou indireta), duração (permanente, temporária ou cíclica), época de ocorrência (curto ou longo prazo), reversibilidade (reversível ou irreversível), abrangência (local, regional ou estratégico), magnitude (baixa ou alta) e importância do impacto (pequena, média ou grande).

Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à montante do reservatório.

O enchimento do reservatório altera profundamente as comunidades de organismos aquáticos a montante da barragem. Um dos efeitos mais evidentes da construção do reservatório será a alteração da hidrologia do rio e das propriedades físicas e químicas de suas águas, em virtude das modificações do fluxo, velocidade e volume das águas em distintas escalas temporais.

Com a alteração do ambiente lótico para lêntico, além da formação de uma coluna de água com vários metros de profundidade, as características outrora favoráveis ao estabelecimento da comunidade de macrófitas desaparecerão, tornando impossível a continuidade na dinâmica populacional destas plantas, principalmente pela alteração no regime de fluxo do rio. Diversos macroinvertebrados utilizam o habitat fornecido pelas macrófitas aquáticas para viver, se alimentar e reproduzir sendo diretamente afetados por esta alteração.

O desgaste da linha de costa, ou das margens e das áreas próximas aos rios, provocado pelo aumento do volume de água a montante do represamento altera a dinâmica natural na relação margem-rio. Muitas espécies de

macroinvertebrados aquáticos, características da zona litoral dos rios, são dependentes deste hábitat e das variações sazonais que ocorrem nestes ambientes.

Mesmo espécies de invertebrados não aquáticos que têm suas populações estabelecidas na região da linha de costa, nas áreas próximas às margens dos rios, podem exercer um importante papel no funcionamento do ambiente, servindo como recurso alimentar para outros invertebrados, peixes, aves e mamíferos, ou mesmo, usando as áreas úmidas como um hábitat preferencial. As diversas atividades destes animais auxiliam na estabilização e na aeração dos solos, diminuindo a erosão e aumentando a fertilidade.

Pagliosa *et al.* (2000) acompanhando os efeitos do represamento da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, no sudoeste do Estado do Paraná, mostraram que imediatamente após o represamento das águas ocorreram mudanças na comunidade bentônica. Larvas de quironomídeos e de outros dípteros, larvas de tricópteros, larvas e adultos de coleópteros, ninfas de efemerópteros e de odonatos, além de bivalves e gastrópodes foram dominantes nas amostras antes do represamento das águas e também em áreas controles, que não sofreram os efeitos do represamento após a formação do lago. Enquanto, os oligoquetos foram os únicos organismos com densidades representativas nas áreas alagadas.

Este impacto tem natureza negativa, age de forma direta e tem ocorrência rápida e permanente. Pode-se considerar que é um impacto irreversível, de abrangência local. A magnitude e importância do impacto é alta, uma vez que altera completamente um trecho natural remanescente do rio Tibagi, contribuindo para o declínio de várias populações terrestres, semi-aquáticas e aquáticas.

Tabela VIII – Atributos do Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à montante do reservatório.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à jusante da barragem

A variação no fluxo de água interfere no comportamento migratório e na reprodução dos macroinvertebrados aquáticos e dificulta o estabelecimento da vegetação ciliar do reservatório.

Uma importante consequência da construção de uma barragem é a redução do sedimento carregado rio abaixo. Este evento pode desencadear uma série de possíveis impactos sobre o ambiente aquático, como a redução das concentrações de nutrientes depositados durante as enchentes, acelerando a erosão das encostas e do leito do rio. Esta última também é conhecida como erosão de águas claras, uma vez que uma menor quantidade de sedimentos está disponível e sendo depositado no fundo dos rios. Vários elementos químicos são dependentes das partículas de sedimento e de matéria orgânica para serem depositados no fundo dos rios. Tanto a erosão das encostas e do leito do rio, como a própria diminuição de sedimentos no ambiente podem inviabilizar a sobrevivência de muitos organismos bentônicos.

A alteração das comunidades do meio aquático a jusante da barragem tem natureza negativa, direta e permanente, uma vez que se manifesta na fase de enchimento e durante a operação da usina. Tem ocorrência em curto prazo e abrangência regional, pois as variações no fluxo são sentidas a jusante do represamento da água até um local não estabelecido. Estima-se que este impacto seja importante até onde os afluentes rio abaixo possam suprir, ou amenizar, as variações ocorridas.

Tabela IX - Atributos do Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à jusante da barragem.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Comprometimento local de espécies ameaçadas de extinção

No diagnóstico ambiental realizado no EIA-UHE Mauá foram registrados espécimes de Mollusca bivalves dos gêneros *Diplodon* e *Anodontites*. Segundo a Instrução Normativa 05, de 21 de maio de 2004, que trata da lista nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos Ameaçados de Extinção:

Cerca de 10 espécies do gênero *Diplodon* encontram-se ameaçadas, sendo 03 espécies registrados no Estado do Paraná, *D. expansus*, *D. fontainianus* e *D. martensi*.

Cerca de 08 espécies do gênero *anodontites* encontram-se ameaçadas, sendo que 02 ocorrem no Estado do Paraná, *A. tenebricosus* e *A. trapesialis*.

Portanto, somente um estudo investigativo que identifique as espécies dos gêneros com representantes na lista de espécies ameaçadas de extinção poderá nortear a tomada de decisão sobre o estado de perigo e manejo destes recursos naturais. Segundo o princípio da precaução considerar-se-á aqui as mesmas medidas necessárias para espécies ameaçadas até que os exemplares sejam identificados a nível específico.

Este impacto se caracteriza por se de natureza negativa, age de forma direta, tem duração permanente, de ocorrência a curto prazo, podendo, entretanto, ser reversível, de abrangência regional e estratégica, de alta magnitude e grande importância.

Tabela X - Atributos do Impacto: Comprometimento local de espécies ameaçadas de extinção.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Reversível

Impacto: Perda de habitats aquáticos

Com a formação do reservatório alguns habitats à montante serão completamente suprimidos, acarretando conseqüências na ocorrência da flora e fauna típica e/ou exclusiva destes ambientes. Com o desaparecimento das porções encorredeiradas do rio Tibagi serão afetadas as comunidades de macrófitas, da mesma forma que com o alagamento das ilhas rochosas toda a vegetação insular será suprimida, afetando diretamente os macroinvertebrados aquáticos. Estes organismos podem estar utilizando a vegetação como substrato, abrigo contra possíveis predadores e como alimento e terão seu habitat reduzido, acarretando diretamente em alteração das comunidades, fragmentação e comprometimento de espécies ameaçadas de extinção. Aparentemente este impacto terá proporções maiores à montante da barragem.

Por outro lado, a diminuição das matas ciliares e procedimentos agrícolas não conservacionistas têm favorecido a uma maior erosão dos solos e o conseqüente acúmulo de sedimentos no leito dos rios. Este excesso de sedimentos pode, da mesma forma que sua ausência, produzir situações desfavoráveis para vários organismos, principalmente aqueles mais dependentes direta ou indiretamente da luz no ambiente.

A elevada diversidade de fauna aquática nos rios é altamente dependente da grande diversidade de habitats destes sistemas. Esta característica é tão marcante que diversos métodos de avaliação da qualidade ambiental de sistemas aquáticos levam em consideração a diversidade de habitats nos rios. A grande e rápida deposição de sedimentos após o represamento diminui drasticamente a diversidade de habitats e produz uma grande homogeneidade ambiental, formada a partir da elevada quantidade de sedimentos finos (lodo) depositada no fundo.

Desta forma, este impacto tem natureza negativa, agindo diretamente sobre os recursos e na maioria dos casos produz perdas permanentes, como a “seca das nascentes”. Nestes casos o impacto é sentido em curto prazo e tem caráter irreversível. A abrangência é local, limitada a área do empreendimento, entretanto a perda de nascentes e de cursos d’água saudáveis é assunto estratégico, uma vez que a escassez de água potável no planeta tem suscitado diversas manifestações de preocupação de entidades nacionais e internacionais. A magnitude do problema é alta e de grande importância.

Tabela XI - Atributos do Impacto: Perda de habitats aquáticos.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Fragmentação do habitat e perda da variabilidade genética

O rio Tibagi já se encontra profundamente modificado em seu regime hídrico. Essas modificações trouxeram diferenças de ambientes lóticos para lênticos na composição florística e faunística da biota aquática, bem como na oxigenação, na turbidez, na temperatura e na profundidade das suas águas, na forma e na composição de suas margens e nos habitats oferecidos.

A construção de barragens de usinas hidrelétricas em um rio modifica as características do habitat, altera as comunidades e compartimentaliza o ambiente, pois a estrutura física destas é intransponível para inúmeras espécies. Esse isolamento transforma populações em subpopulações que não realizam troca gênica entre si. Embora o fluxo gênico seja interrompido na fase de construção da usina, os efeitos deletérios para as subpopulações serão sentidos apenas a longo prazo com o enfraquecimento genético por endogamia e maior suscetibilidade a fatores determinísticos e estocásticos.

O barramento das águas e a conseqüente formação de um lago causam a fragmentação do ambiente lótico. Qualquer espécie aquática que transite ao longo do rio ou possua estratégias de reprodução relacionada com as diferentes regiões do rio poderão sofrer algum impacto se possuírem estratégias de dispersão ou locomoção exclusivamente aquático e dependentes de ambiente lótico. Desta forma a natureza do impacto é negativa e de manifestação direta, atingindo toda a área do lago formado pelo represamento. O impacto pode ser considerado como

permanente e irreversível, se manifestando em curto prazo, a partir do início do enchimento do reservatório. A fragmentação de habitats aquáticos tem influência regional e estratégica, uma vez que isto pode influenciar o sucesso reprodutivo de animais dependentes do sistema aquático. Este impacto pode ser considerado de alta magnitude e grande importância, uma vez que a fragmentação de habitats é tida como um dos principais fatores causadores de perda da biodiversidade aquática.

Tabela XII - Atributos do Impacto: Fragmentação do habitat e perda da variabilidade genética.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção, Enchimento e Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Alteração dos habitats aquáticos

O aumento do nível da água a montante do represamento causa a mudança de um ambiente lótico para lântico. O sistema aquático passa a funcionar de modo diferente. A mudança de um ambiente lótico para lântico tem natureza negativa, uma vez que reduz e modifica drasticamente a diversidade. Seus efeitos agem direta e permanentemente sobre a fauna local. São sentidos rapidamente e tem caráter irreversível. Este impacto tem abrangência local, limitada a área do represamento, embora de relevância estratégica, de alta magnitude e importância. Considera-se que a abrangência do impacto é estratégica tendo em vista a presença de outras usinas hidrelétricas no rio Tibagi. As modificações ambientais, portanto, não se limitam unicamente ao presente empreendimento.

O represamento das águas e a conseqüente diminuição no fluxo proporciona ainda um aumento nas taxas de deposição de sedimentos, que são carreados naturalmente pelos rios ou mesmo induzidos por várias atividades humanas nas encostas, principalmente pela diminuição das matas ciliares e por procedimentos agrícolas não conservacionistas. Outra conseqüência da construção

de uma barragem é a redução de sedimentos carregados rio abaixo. Este evento pode desencadear uma série de possíveis impactos sobre o ambiente aquático, como a redução das concentrações de nutrientes depositados durante as enchentes, acelerando a erosão das encostas e do leito do rio. Esta última também é conhecida como erosão de águas claras, uma vez que uma menor quantidade de sedimentos está disponível e sendo depositado no fundo dos rios. Vários elementos químicos são dependentes das partículas de sedimento e de matéria orgânica para serem depositados no fundo dos rios. Tanto a erosão das encostas e do leito do rio, como a própria diminuição de sedimentos no ambiente podem inviabilizar a sobrevivência de vários organismos bentônicos no ambiente.

A redução na carga de sedimento sendo carregado pelo rio a jusante do represamento das águas pode ser considerado tanto como um efeito positivo como negativo. O impacto age de forma direta, é permanente, ocorre em curto prazo e é irreversível. Seus efeitos têm abrangência local, até a mistura de sua água com a de afluentes rio abaixo, tem alta magnitude e importância.

É importante ressaltar também que o desgaste da linha de costa, ou das margens e das áreas próximas aos rios, provocado pelo aumento do volume de água a montante do represamento altera a dinâmica natural na relação margem-rio. Muitas espécies de macroinvertebrados aquáticos, principalmente aquela comunidade animal que vive na zona litoral dos rios, são dependentes deste hábitat e das variações sazonais que ocorrem nestes ambientes.

Mesmo espécies de invertebrados não aquáticos que têm suas populações estabelecidas na região da linha de costa, nas áreas próximas às margens dos rios, podem exercer um importante papel no funcionamento do ambiente, servindo como recurso alimentar para outros invertebrados, peixes, aves e mamíferos, ou mesmo, usando as áreas úmidas como um hábitat preferencial. As diversas atividades destes animais auxiliam na estabilização e na aeração dos solos, diminuindo a erosão e aumentando a fertilidade.

É comum que o conjunto de operações de escavação, transporte, depósito e compactação de terras necessárias à realização de uma obra atinjam cursos de rio e áreas de nascentes provocando o fenômeno da “seca das nascentes”. Tais obras normalmente mudam a dinâmica natural e muitas vezes extinguem quaisquer possibilidades de manutenção de um ambiente ecologicamente viável para

populações de invertebrados aquáticos.

Tabela XIII - Atributos do Impacto: Alteração dos habitats aquáticos.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção, Enchimento e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Contaminação do ambiente aquático

Vários fatores relacionados à construção da usina podem provocar a contaminação dos ambientes terrestres e aquáticos com substâncias tóxicas. Acidentalmente podem ocorrer derrames de combustíveis e outros resíduos tóxicos. Outras formas de contaminação são maximizadas na área de influência devido ao uso predominantemente agrícola do solo. Este fato pode provocar o carreamento de compostos químicos utilizados como agrotóxicos e fertilizantes para o leito do rio, ampliando sua ação devido a supressão da vegetação para a formação do reservatório.

Há que se considerar também que na fase de construção são lançados na água produtos da construção civil cujos efeitos sobre os parâmetros abióticos são desconhecidos. Ainda neste sentido, na fase de operação normalmente ocorre a ocupação das margens do lago, com a construção de verdadeiros condomínios, inclusive com marinas e bombas de combustível à beira da água, tendo como consequência o lançamento de dejetos na água como derivados de petróleo e resíduos orgânicos de esgoto. Os efeitos das mudanças das taxas de oxigênio dissolvido na água, pH, salinidade, turbidez, podem alterar ainda mais as condições do lago comprometendo a qualidade físico-química da água e as comunidades de organismos aquáticos.

Desta forma, este impacto tem natureza negativa, agindo diretamente sobre os recursos e na maioria dos casos produz perdas temporárias. Nestes

casos o impacto é sentido em curto prazo e tem caráter reversível. A abrangência é local, limitada a área do empreendimento. A magnitude do problema é média e de grande importância.

Tabela XIV - Atributos do Impacto: Contaminação do ambiente aquático.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção, Enchimento e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Alta
Início	Rápido
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Reversível

Impacto: Alteração das propriedades físico-químicas da água na área de influência

Diversos estudos têm mostrado as influências que as características físicas e químicas da água exercem sobre a comunidade de invertebrados e vertebrados aquáticos (FISRWG, 1998). O barramento da água produz mudanças nas propriedades físicas e químicas da água, como temperatura, pH, turbidez, condutividade, oxigênio e nutrientes e podem influenciar na ocorrência, no crescimento, na reprodução e em diversos outros fatores do ciclo de vida das comunidades locais.

Desta forma, este impacto tem natureza negativa, agindo indiretamente sobre os macroinvertebrados aquático e na maioria dos casos produz perdas temporárias, ao menos enquanto durar o distúrbio. Nestes casos o impacto é sentido em curto prazo e tem caráter reversível. A abrangência é local, limitada a área do empreendimento. A magnitude do problema é alta e de grande importância.

Tabela XV- Atributos do Impacto: Alteração das propriedades físico-químicas da água na área de influência.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Construção e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Indireta
Probabilidade de ocorrência	Alta
Início	Rápido
Duração	Temporária
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Reversível

4.3.2.6 Medidas mitigadoras e compensatórias

Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à montante do reservatório

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. A restauração dos ambientes atingidos é de alta prioridade temporal para propiciar condições estáveis ao re-estabelecimento do ambiente natural.
2. Estudos das comunidades de invertebrados aquáticos antes, durante e depois do enchimento do reservatório, com a finalidade de detectar as tendências de mudanças que ocorrerão nos padrões de distribuição espacial e temporal das comunidades atingidas.
3. Recomendam-se estudos sobre as comunidades de plantas aquáticas e da comunidade de macroinvertebrados associada antes da formação do reservatório, com o intuito de obter informações ecológicas das populações que serão extintas localmente.

Impacto: Alteração das comunidades do meio aquático à jusante da barragem

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. A variação no fluxo das correntes a jusante do represamento das águas provavelmente está relacionada com as variações diárias, semanais e sazonais do

ambiente e da demanda na produção de energia elétrica. Estas demandas não são apenas locais, relativas à situação de cada usina, mas regionais, pois um sistema de represas em cascatas não permite o gerenciamento separado das usinas. Deste modo, uma melhor previsão sobre as variáveis que interferem nas variações do consumo e da produção de energia podem resultar em melhor controle sobre a variação no fluxo das correntes a jusante do represamento.

2. Recomendam-se estudos da extensão das alterações bióticas à jusante do barramento, antes e após o enchimento do reservatório.

Impacto: Comprometimento local de espécies ameaçadas de extinção

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. Recomenda-se que seja propiciada primeiramente a identificação específica dos bivalves na área do empreendimento.

2. Caso seja confirmada a ocorrência de espécies constantes na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção, recomenda-se que sejam propiciadas condições para estudos científicos demográficos e genéticos de populações das espécies. Estes estudos deverão abordar dois aspectos básicos: 1 - Busca de populações representativas destas espécies em outras regiões da bacia do rio Tibagi que não serão afetados pelo empreendimento; 2 – Resgate e manutenção do patrimônio genético das populações das espécies aquáticas que serão extintas pela formação do reservatório.

3. Empenhar Programas de Educação Ambiental na AII e AID não apenas para os funcionários da obra, mas para a comunidade local.

Impacto: Perda de habitats aquáticos

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. A completa proteção e preservação das nascentes de água situadas na área do empreendimento, incluindo sua vegetação circundante será uma medida necessária para a manutenção da capacidade de recuperação dos cursos d'água após o término dos impactos.

2. Controle e estabilização das margens nas regiões mais expostas à influência do canteiro de obras. Muitas vezes o que se verifica nas áreas após intervenção direta pelas obras de engenharia é uma erosão descontrolada, sendo visível o aporte de areia e poeira para dentro dos cursos d'água, proveniente tanto dos desbarrancamentos como da pavimentação das vias durante as chuvas. Nestes locais deve ser realizado o enrocamento das margens ou a recuperação paisagística das encostas, visando a manutenção de sua estabilidade.

3. Plantio de cerca-viva ao lado das vias de acesso, com espécies pioneiras de crescimento rápido, com finalidade de bloquear em parte a quantidade de poeira levantada pela circulação dos veículos.

Impacto: Fragmentação do hábitat e perda da variabilidade genética

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. Recomenda-se que sejam propiciados recursos para o estudo aprofundado do efeito da fragmentação provocada pelas usinas hidrelétricas da bacia sobre a comunidade de invertebrados e demais faunas aquáticas. Tais estudos devem buscar populações remanescentes na bacia e mapear a atual distribuição, obter dados demográficos e analisar a variabilidade genética entre estas populações.

Impacto: Alteração dos habitats aquáticos

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. Recomenda-se que sejam propiciados recursos para o estudo aprofundado do efeito da fragmentação provocada pelas usinas hidrelétricas da bacia sobre a comunidade de invertebrados e demais faunas aquáticas. Tais estudos devem buscar populações remanescentes na bacia e mapear a atual distribuição, obter dados demográficos e analisar a variabilidade genética entre estas populações.

2. A completa proteção e preservação das nascentes de água situadas na área do empreendimento, incluindo sua vegetação circundante será uma medida necessária para a manutenção da capacidade de recuperação dos cursos d'água

após o término dos impactos.

3. Controle e estabilização das margens nas regiões mais expostas à influência do canteiro de obras. Muitas vezes o que se verifica nas áreas após intervenção direta pelas obras de engenharia é uma erosão descontrolada, sendo visível o aporte de areia e poeira para dentro dos cursos d'água, proveniente tanto dos desbarrancamentos como da pavimentação das vias durante as chuvas. Nestes locais deve ser realizado o enrocamento das margens ou a recuperação paisagística das encostas, visando a manutenção de sua estabilidade.

4. Plantio de cerca-viva ao lado das vias de acesso, com espécies pioneiras de crescimento rápido, com finalidade de bloquear em parte a quantidade de poeira levantada pela circulação dos veículos.

Impacto: Contaminação do ambiente aquático

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. Deverá ser instalada uma comissão interna de prevenção de acidentes na área do empreendimento;

2. A restauração das margens do reservatório com vegetação nativa, mitiga os efeitos da contaminação.

3. Deverá ser levado a cabo um programa permanente de monitoramento da qualidade físico-química da água e dos macroinvertebrados aquáticos do reservatório e dos tributários da AI do empreendimento.

4. Adoção de medidas preventivas visando o controle dos efluentes gerados na bacia de captação do reservatório, como a instalação de fossas sépticas eficientes nas propriedades limítrofes e desenvolvimento de programas educativos.

5. Programas educativos deverão contemplar esclarecimentos aos agricultores da região quanto à utilização adequada dos agrotóxicos e fertilizantes, a fim de evitar o aporte de contaminantes para a água provenientes de escoamento superficial de área de agricultura e pastagem.

Impacto: Alteração das propriedades físico-químicas da água na área de influência

Medidas mitigadoras e/ou compensatórias:

1. A proteção das margens ciliares dos rios tributários do trecho afetado é fundamental para garantir a qualidade da água do reservatório. Deverão ser incentivadas práticas de restauração da vegetação ciliar com espécies nativas nas propriedades que possuem cursos d'água da bacia de contribuição do empreendimento;

2. Programas de Educação Ambiental deverão ser realizados com os proprietários rurais de terras na área de influência direta, com a finalidade de demonstrar a importância da vegetação ciliar em suas propriedades.

3. Deverá ser implementado um programa de monitoramento da qualidade da água e dos macroinvertebrados aquáticos a montante e a jusante do empreendimento.

4.3.3 REPTAIS

4.3.3.1 Introdução

A região do médio rio Tibagi pode ser considerada integrante da Mata Atlântica *lato sensu*, englobando em âmbito paranaense, a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual.

Portanto, a Floresta Atlântica recebe a influência de diversos biomas brasileiros e freqüentemente está associada a outros ecossistemas, proporcionando um mosaico de habitats e fitofisionomias vegetacionais que resultam em sua enorme biodiversidade. Da mesma maneira, há répteis que interagem com os biomas vizinhos, influenciando-os e recebendo suas influências (Bérnils, 2003).

As características dos diferentes ambientes influenciam em certas tendências ecológicas observadas nas comunidades de répteis. Sendo assim, os répteis da Floresta Atlântica podem ser caracterizados como ombrófilos, dependentes da sombra das florestas. Há também uma predominância de formas arborícolas sobre répteis de vida subterrânea. A grande quantidade de espécies arborícolas em matas está relacionada à oferta de substrato e recursos associados para estas formas de vida (e.g. Duellman, 1978).

O Brasil tem a flora e a fauna mais ricas de toda a América Central e do Sul, mas a maioria das informações sobre os répteis ainda é preliminar (Rodrigues, 2005). Apesar da riqueza de espécies de répteis e de um alto número de endemismos, aspectos básicos sobre taxonomia, ecologia, composição de espécies, dinâmica e estrutura de comunidades são ainda desconhecidos (Sazima, 1994, Rocha, 2000).

Atualmente existem 650 espécies de répteis no Brasil, sendo que pelo menos 154 répteis ocorrem no Estado do Paraná (Bernils *et al.*, 2004). A Mata Atlântica abriga cerca de 67 espécies registradas de lagartos e anfisbenídeos e 134 de serpentes (Rodrigues, 2005).

A elevada diversidade de répteis na Floresta Atlântica deve-se, entre outros fatores, às grandes variações latitudinais, altitudinais e climáticas, aos diversos gradientes orométricos e geopedológicos e à imensa heterogeneidade espacial desse bioma (Mantovani, 1993; Bérnils, 2003).

Devido à baixa mobilidade, requerimentos fisiológicos e especificidade de hábitat, os répteis podem ser considerados modelos ideais para estudos sobre os efeitos da fragmentação (Silvano *et al.*, 2003).

Apesar da fragmentação e perda de hábitat ter sido alarmante, principalmente nas três últimas décadas, a resiliência da Floresta Atlântica tem se mostrado elevada (Pinto & Brito, 2003). O reflorestamento de áreas degradadas, em especial aquelas que restabelecem a conectividade com áreas florestadas são fundamentais para a conservação dos remanescentes desse Bioma (Rocha *et al.*, 2003).

Duas importantes estratégias de conservação que têm sido utilizadas em escala geográfica são os corredores ecológicos e os de biodiversidade, por diminuírem os efeitos negativos do processo de fragmentação (Rocha *et al.*, 2003). Os corredores de conservação também aumentam a área total por onde as espécies podem se deslocar em busca de recursos, ampliando suas chances de sobrevivência em populações que estejam próximas da extinção local (Soulé, 1987).

Mesmo o Brasil sendo considerado um dos países mais biodiversos, com uma das mais ricas diversidades de répteis, ainda há poucos estudos no tocante à conservação dessa fauna (veja França & Araújo, 2006).

As serpentes atualmente são consideradas “organismos modelos” em estudos ecológicos, fato este comprovado pelo crescente número de publicações sobre o assunto (Shine & Bonnet, 2000). Contudo, pesquisas relacionadas à conservação de serpentes, e de uma forma mais ampla da fauna de répteis, são praticamente inexistentes, com poucos estudos abordando quais espécies são raras e/ou estenóicas em uma dada comunidade (Webb & Shine, 1997).

4.3.3.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo analisar os requisitos à licença prévia referentes aos impactos ambientais que a implantação e operação da UHE Mauá acarretarão sobre a fauna de répteis, no que concernem os impactos a jusante, os efeitos do empreendimento propriamente dito e a influência da vazão sanitária, a jusante da barragem, sobre as espécies de répteis que utilizam este ambiente.

4.3.3.3 Material e Métodos

Histórico do conhecimento

Houve um interesse tardio das grandes expedições científicas do século passado em coletar no território paranaense (Straube, 1990). A fauna de répteis do estado do Paraná vem sendo sistematicamente estudada desde 1983 (Moura-Leite, 1994), como por exemplo: Bérnils & Moura-Leite (1990), que relacionaram os exemplares coletados por André Mayer; Moura-Leite *et al.* (1996) e Bérnils *et al.* (2000) que apresentaram novos registros concernentes à ampliação de distribuição de certas espécies e Morato & Bérnils (1989); Bérnils & Moura-Leite (1991); Machado *et al.* (1998); Stender-Oliveira *et al.* (1999) e Marques *et al.* (2006) que abordaram algum aspecto específico sobre a biologia de alguma espécie procedente do Estado. Diversos trabalhos foram realizados na região leste do Estado e na bacia do rio Iguaçu (Moura-Leite, 1994), contudo, áreas importantes como a do empreendimento nunca foram alvo de estudos pormenorizados. Os estudos geograficamente mais próximos dizem respeito ao Parque Estadual da Mata dos Godoy, em Londrina (Bernarde *et al.*, 1997) e às porções baixas do rio Tibagi (Bernarde & Machado, 2003).

De um modo geral, referências a répteis paranaenses são escassas na literatura, limitando-se a resumos divulgados em congressos nacionais, referências pontuais em revisões taxonômicas ou registros oriundos de estudos feitos com espécies ou espécimes em particular (*e.g.* Morato & Bérnils, 1989; Bérnils & Moura-Leite, 1990; Morato, 1991; Morato *et al.*, 1995; Moura-Leite *et al.*, 1996; Prudente *et al.*, 1998; Bernarde *et al.*, 2000; Ribas & Monteiro-Filho, 2002; Buss & Calleffo, 2004).

No contexto da região compreendida pela Floresta de Araucária e ecossistemas a ela associados, poucos são os estudos sobre composições faunísticas e/ou padrões de distribuição de seus elementos (porém veja Morato, 1995; Di-Bernardo, 1998). Comunidades de répteis de clima temperado, na região neotropical, não têm sido estudadas provavelmente em função da pequena diversidade (Di-Bernardo, 1998).

Além dos estudos acima citados, o trabalho desenvolvido durante a elaboração do EIA-RIMA da UHE Mauá contribuiu de maneira significativa para o conhecimento da fauna de répteis do Médio Tibagi.

Métodos de Estudos

Este documento utilizou as informações obtidas nos diagnósticos realizados em 1997 e no EIA/RIMA elaborado pela CNEC (2004), associados aos dados não publicados consultados em órgãos públicos e privados e também na literatura sobre a fauna de répteis da região.

4.3.3.4 Resultados

Os levantamentos realizados para os Estudos de Impacto Ambiental da UHE Mauá indicam a presença de um grande número de espécies na área de influência direta e indireta do empreendimento e quando somadas as espécies para todo o médio Tibagi tem-se elevada diversidade de répteis.

Assim, foram levantados como habitantes da região em estudo (AID + AII) 46 répteis sendo: dois quelônios (Ordem Testudines), dez lagartos (Ordem Squamata, Sub-Ordem Lacertilia), duas cobras-de-duas-cabeças (Ordem Squamata, Sub-Ordem Amphisbaenia) e 32 serpentes (Ordem Squamata, Sub-Ordem Serpentes), conforme exposto nas Tabela XVI e Tabela XVII.

Tabela XVI- Répteis não-serpentes da área de influência direta (AID) e indireta (AII) da UHE de Mauá.

Ordenamento taxonômico	Preferência ambiental	História Natural
Ordem Testudines		
Família Chelidae		
<i>Hydromedusa tectifera</i> ✓	aquática	O D H G
<i>Phrynops geoffroanus</i>	aquática	O D H G
Ordem Squamata		
Família Gekkonidae		
<i>Hemidactylus mabouia</i> ✓	meio urbano	O N A S
Família Polychrotidae		
<i>Anisolepis grilli</i>	campícola	O D A S

<i>Enyalius perditus</i>	silvícola	O D A S
<i>Urostrophus vautieri</i>	silvícola	O D A S
Família Anguidae		
<i>Ophiodes fragilis</i>	diversas	V i F S
<i>Ophiodes sp.</i>	diversas	V i F i
Família Scincidae		
<i>Mabuya dorsivittata</i>	campícola	V D T G
<i>Mabuya frenata</i>	silvícola	V D T G
Família Gymnophthalmidae		
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	campícola	O D T S
Família Teiidae		
<i>Tupinambis merianae</i> ✓	diversas	O D T S
Família Amphisbaenidae		
<i>Amphisbaena mertensi</i>	i	O i F i
<i>Amphisbaena sp.</i>	i	O i F i

História Natural: A = arborícola; D = diurno; F = fossorial; G = gregário; H = aquático; N = noturno; O = ovíparo; S = solitário; T = terrestre; V = vivíparo. Em diversos itens, i = informação não disponível. As espécies marcadas com o sinal ✓ foram encontradas em campo, na AID.

Tabela XVII - Serpentes (Ordem Serpentes) da área de influência direta (AID) e indireta (AI) da UHE de Mauá.

Ordenamento taxonômico	Preferência ambiental	História Natural
Família Anomalepididae		
<i>Liotyphlops beui</i>	campícola	O i F G
Família Colubridae		
<i>Atractus reticulatus</i>	campícola	O i F S
<i>Boiruna maculata</i>	campícola	O N T S
<i>Chironius bicarinatus</i>	silvícola	O D A S
<i>Clelia plumbea</i>	silvícola	O N T S
<i>Dipsas indica</i>	silvícola	O N A S
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	silvícola	O D T S
<i>Liophis miliaris</i>	aquática	O D H S
<i>Liophis poecilogyrus</i>	campícola	O D T S
<i>Mastigodryas bifossatus</i>	campícola	O D T S

<i>Oxyrhopus clathratus</i>	silvícola	O D T S
<i>Oxyrhopus guibei</i> ✓	campícola	O D T S
<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	campícola	O N T S
<i>Philodryas aestivus</i>	campícola	O D A S
<i>Philodryas olfersii</i>	diversas	O D A S
<i>Philodryas patagoniensis</i>	silvícola	O N T S
<i>Sibynomorphus mikanii</i>	campícola	O N T S
<i>Sibynomorphus neuwiedi</i>	silvícola	O N T S
<i>Sibynomorphus ventrimaculatus</i>	campícola	O N T S
<i>Spilotes pullatus</i> ✓	silvícola	O D A S
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	diversas	V N A S
<i>Tomodon dorsatus</i>	silvícola	V N T S
<i>Tropidodryas striaticeps</i>	silvícola	O N A S
<i>Xenodon merremii</i>	paludícola	O N T S
<i>Xenodon neuwiedii</i>	paludícola	O N T S
Família Elapidae		
<i>Micrurus altirostris</i>	silvícola	O D F S
<i>Micrurus corallinus</i>	silvícola	O D F S
Família Viperidae		
<i>Bothrops alternatus</i>	campícola	V N T S
<i>Bothrops jararaca</i> ✓	diversas	V N T S
<i>Bothrops jararacussu</i>	silvícola	V N T S
<i>Bothrops neuwiedii</i>	campícola	V N T S
<i>Crotalus durissus</i>	campícola	V N T S

História Natural: A = arborícola; D = diurno; F = fossorial; G = gregário; H = aquático; N = noturno; O = ovíparo; S = solitário; T = terrestre; V = vivíparo. Em diversos itens, i = informação não disponível. As espécies marcadas com o sinal ✓ foram encontradas em campo, na AID.

Das 154 espécies de répteis já registradas para o Estado do Paraná (Bérnils *et al.*, 2004), 118 ocorrem no trecho designado como Médio Tibagi e/ou na porção leste do Estado, no domínio da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica senso estrito) - excluídas, por motivos óbvios, as cinco tartarugas marinhas.

Estas 118 espécies estão divididas em 16 famílias: uma de cágados (Chelidae), uma de jacarés (Alligatoridae), oito de lagartos (Tropiduridae,

Polychrotidae, Leiosauridae, Gekkonidae, Teiidae, Gymnophthalmidae, Anguidae e Scincidae), uma de cobras-de-duas-cabeças (Amphisbaenidae) e cinco de serpentes (Anomalepididae, Boidae, Colubridae, Elapidae e Viperidae).

Quatro dessas famílias estão presentes no Médio Tibagi (MT), mas ausentes na região da Floresta Ombrófila Densa (FD): Tropicuridae, Scincidae, Boidae e Anomalepididae. O contrário não acontece, ou seja, não há uma só família que esteja representada na FD e ausente do MT.

Além disso, é dada como certa a ocorrência de 77 répteis no MT, podendo ultrapassar 90 espécies caso sejam confirmadas outras 16 que talvez ocorram naquela região (faltam pesquisas na região). Já para a FD, apenas 51 espécies de répteis têm ocorrência confirmada no Paraná - com esse total não chegando sequer a 60, caso as espécies de provável ocorrência sejam um dia confirmadas para esse bioma. Também lhe faltam pesquisas, mas a FD é mais bem conhecida do que o MT (Tabela XVIII).

Outro dado relevante é que a região do MT abarca três répteis de elevado interesse conservacionista: as serpentes *Ditaxodon taeniatus* e *Lystrophis histricus*, bem como o lagarto *Stenocercus azureus*, enquanto a FD abriga apenas uma espécie com esse *status*, a serpente *Liophis amarali*. Outros três répteis sob suspeita de ameaça de extinção no Estado do Paraná também são passíveis de ocorrer no MT: o lagarto *Cnemidophorus vacariensis* e as serpentes *Philodryas arnaldoi* e *Bothrops cotiara*.

Sem dúvida, a diversidade maior encontrada no MT é decorrente da riqueza de ambientes distribuídos pelos quatro biomas ali presentes: Estepo Gramíneo Lenhosa (campos dos planaltos), Savana (cerrados), Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária, nos planaltos) e Floresta Estacional Semidecidual (nos vales dos rios).

Tabela XVIII - Répteis verificados na região do Médio rio Tibagi e na Floresta Ombrófila Densa no Estado do Paraná com base em estudos realizados durante o EIA/RIMA de 2004 pelo pesquisador Renato S. Bérnils.

CHELIDAE		Nome popular	Médio Tibagi	F. O. Densa
01	<i>Achantochelys spixii</i>	cágado-preto	PRESENTE	-
02	<i>Hydromedusa tectifera</i>	cágado-pescoçudo	PRESENTE	PRESENTE
03	<i>Phrynops geoffroanus</i>	cágado-de-barbelas	PRESENTE	-
ALLIGATORIDAE				
04	<i>Caiman latirostris</i>	jacaré-do-papo-amarelo	PRESENTE	PRESENTE
TROPIDURIDAE				
05	<i>Stenocercus azureus</i> ☹	lagartixa-azul	PRESENTE	-
06	<i>Tropidurus itambere</i>	calango-preto	PRESENTE	-
POLYCHROTIDAE				
07	<i>Anisolepis grilli</i>	camaleãozinho	PRESENTE	PRESENTE
08	<i>Urostrophus vautieri</i>	camaleãozinho	PRESENTE	-
LEIOSAURIDAE				
09	<i>Enyalius iheringii</i>	camaleãozinho	-	PRESENTE
10	<i>Enyalius perditus</i>	camaleãozinho	PRESENTE	-
GEKKONIDAE				
11	<i>Hemidactylus mabouia</i>	lagartixa-das-paredes	PRESENTE	PRESENTE
ANGUIDAE				
12	<i>Diploglossus fasciatus</i>	lagarto-coral	-	PRESENTE
13	<i>Ophiodes fragilis</i>	cobra-de-vidro	PRESENTE	PRESENTE
14	<i>Ophiodes</i> sp. n.	cobra-de-vidro	PRESENTE	-
15	<i>Ophiodes striatus</i>	cobra-de-vidro	PRESENTE	-
TEIIDAE				
16	<i>Ameiva ameiva</i>	calango-verde	talvez	-
17	<i>Cnemidophorus vacariensis</i> 📍	calanguinho	talvez	-
18	<i>Teiurus oculatus</i>	calanguinho	PRESENTE	-
19	<i>Tupinambis merianae</i>	tetu	PRESENTE	PRESENTE
GYMNOPHTHALMIDAE				
20	<i>Colobodactylus taunayi</i>	lagartinho	talvez	PRESENTE
21	<i>Pantodactylus quadrilineatus</i>	lagartinho	PRESENTE	-
22	<i>Pantodactylus schreibersii</i>	lagartinho	PRESENTE	talvez
23	<i>Placosoma cordylinum</i>	lagartinho	-	PRESENTE
24	<i>Placosoma glabellum</i>	lagartinho	-	PRESENTE
SCINCIDAE				
25	<i>Mabuya dorsivittata</i>	lagartixa-listrada	PRESENTE	-
26	<i>Mabuya frenata</i>	lagartixa-listrada	PRESENTE	-

AMPHISBAENIDAE		Nome popular	Médio Tibagi	F. O. Densa
27	<i>Amphisbaena darwini</i>	cobra-de-duas-cabeças	talvez	-
28	<i>Amphisbaena mertensii</i>	cobra-de-duas-cabeças	PRESENTE	-
29	<i>Amphisbaena prunicolor</i>	cobra-de-duas-cabeças	PRESENTE	-
30	<i>Cercolophia robertii</i>	cobra-de-duas-cabeças	PRESENTE	-
31	<i>Lepostemon microcephalum</i>	cobra-de-duas-cabeças	PRESENTE	PRESENTE
ANOMALEPIDIDAE				
32	<i>Liotyphlops beui</i>	cobrinha-cega	PRESENTE	-
BOIDAE				
33	<i>Epicrates crassus</i>	salamanta	PRESENTE	-
COLUBRIDAE				
34	<i>Atractus reticulatus</i>	cobra-tijolo	PRESENTE	-
35	<i>Atractus trihedrurus</i>	muçurana	-	PRESENTE
36	<i>Atractus zebrinus</i>	falsa-coral	-	PRESENTE
37	<i>Apostolepis dimidiata</i>	cobrinha-de-cabeça-preta	talvez	-
38	<i>Boiruna maculata</i>	muçurana	PRESENTE	-
39	<i>Calamodontophis sp.</i>	cobra-espada	talvez	-
40	<i>Chironius bicarinatus</i>	cobra-cipó	PRESENTE	PRESENTE
41	<i>Chironius exoletus</i>	cobra-cipó	talvez	PRESENTE
42	<i>Chironius flavolineatus</i>	cobra-cipó	PRESENTE	-
43	<i>Chironius foveatus</i>	cobra-cipó	-	PRESENTE
44	<i>Chironius fuscus</i>	cobra-cipó	-	PRESENTE
45	<i>Chironius laevicollis</i>	cobra-cipó	talvez	PRESENTE
46	<i>Chironius quadricarinatus</i>	cobra-cipó	talvez	-
47	<i>Clelia hussami</i>	muçurana	talvez	-
48	<i>Clelia plumbea</i>	muçurana	PRESENTE	PRESENTE
49	<i>Clelia quimi</i>	muçurana	PRESENTE	-
50	<i>Clelia rustica</i>	muçurana	PRESENTE	-
51	<i>Dipsas albifrons</i>	dormideira	-	PRESENTE
52	<i>Dipsas alternans</i>	dormideira	-	PRESENTE
53	<i>Dipsas indica</i>	dormideira	PRESENTE	PRESENTE
54	<i>Dipsas neivai</i>	dormideira	-	PRESENTE
55	<i>Dipsas petersi</i>	dormideira	-	PRESENTE
56	<i>Ditaxodon taeniatus</i> 📍	cobra-cipó	PRESENTE	-
57	<i>Echivanthera affinis</i>	cobrinha-cipó	PRESENTE	-
58	<i>Echivanthera amoena</i>	cobrinha-cipó	-	PRESENTE
59	<i>Echivanthera bilineata</i>	cobrinha-cipó	-	PRESENTE
60	<i>Echivanthera cephalostriata</i>	cobrinha-cipó	talvez	PRESENTE
61	<i>Echivanthera cyanopleura</i>	cobrinha-cipó	PRESENTE	PRESENTE
62	<i>Echivanthera occipitalis</i>	cobrinha-cipó	PRESENTE	-
63	<i>Echivanthera persimilis</i>	cobrinha-cipó	-	PRESENTE
64	<i>Echivanthera undulata</i>	cobrinha-cipó	-	PRESENTE
65	<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	falsa-coral	PRESENTE	PRESENTE
66	<i>Gomesophis brasiliensis</i>	cobra-espada	PRESENTE	-

67	<i>Helicops carinicaudus</i>	cobra-d'água	-	PRESENTE
68	<i>Helicops infrataeniatus</i>	cobra-d'água	PRESENTE	talvez
69	<i>Imantodes cenchoa</i>	dormideira	-	PRESENTE
70	<i>Liophis almadensis</i>	cobra-de-capim	PRESENTE	-
71	<i>Liophis amarali</i> ☹	cobrinha-da-praia	-	PRESENTE
72	<i>Liophis flavifrenatus</i>	cobra-de-capim	PRESENTE	-
73	<i>Liophis jaegeri</i>	cobrinha-verde	PRESENTE	-
74	<i>Liophis meridionalis</i>	cobra-de-capim	PRESENTE	-
75	<i>Liophis miliaris</i>	cobra-d'água	PRESENTE	PRESENTE
76	<i>Liophis poecilogyrus</i>	cobra-de-capim	PRESENTE	-
77	<i>Lystrophis histricus</i> ☹	falsa-coral-nariguda	PRESENTE	-
78	<i>Mastigodryas bifossatus</i>	jaracuçu-do-brejo	PRESENTE	-
79	<i>Oxyrhopus clathratus</i>	falsa-coral	PRESENTE	PRESENTE
80	<i>Oxyrhopus guibei</i>	falsa-coral	PRESENTE	-
81	<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	falsa-coral	PRESENTE	-
82	<i>Phalotris reticulatus</i>	cobrinha-de-cabeça-preta	PRESENTE	-
83	<i>Philodryas aestivus</i>	cobra-verde	PRESENTE	-
84	<i>Philodryas amaldoi</i> ☹	parelheira-do-mato	talvez	talvez
85	<i>Philodryas olfersii</i>	cobra-verde	PRESENTE	talvez
86	<i>Philodryas patagoniensis</i>	parelheira	PRESENTE	-
87	<i>Pseudablables agassizi</i>	parelheira	PRESENTE	-
88	<i>Pseudoboia haasi</i>	muçurana	PRESENTE	PRESENTE
89	<i>Ptychophis flavovirgatus</i>	cobra-espada	PRESENTE	-

90	<i>Rhachidelus brazili</i>	muçurana	talvez	-
91	<i>Sibynomorphus mikani</i>	dormideira	PRESENTE	-
92	<i>Sibynomorphus neuwiedii</i>	dormideira	PRESENTE	PRESENTE
93	<i>Sibynomorphus ventrimaculatus</i>	dormideira	PRESENTE	-
94	<i>Simphis rhinostoma</i>	falsa-coral	talvez	-
95	<i>Spilotes pullatus</i>	caninana	PRESENTE	PRESENTE
96	<i>Siphlophis pulcher</i>	falsa-coral	-	PRESENTE
97	<i>Sordellina punctata</i>	cobra-d'água	talvez	PRESENTE
98	<i>Tantilla melanocephala</i>	cobrinha-de-cabeça-preta	PRESENTE	-
99	<i>Thamnodynastes strigatus</i>	cobra-espada	PRESENTE	-
100	<i>Thamnodynastes hypoconia</i>	cobra-espada	PRESENTE	-
101	<i>Thamnodynastes</i> sp. n.	cobra-espada	-	PRESENTE
102	<i>Tomodon dorsatus</i>	cobra-espada	PRESENTE	talvez
103	<i>Tropidodryas striaticeps</i>	jiboinha	PRESENTE	PRESENTE
104	<i>Tropidodryas serra</i>	jiboinha	-	PRESENTE
105	<i>Uromacerina ricardinii</i>	cobra-bicuda	-	PRESENTE
106	<i>Waglerophis merremii</i>	boipeva	PRESENTE	-
107	<i>Xenodon guentheri</i>	boipevinha	talvez	-
108	<i>Xenodon neuwiedii</i>	boipevinha	PRESENTE	PRESENTE

ELAPIDAE		Nome popular	Médio Tibagi	F. O. Densa
109	<i>Micrurus altirostris</i>	coral-verdadeira	PRESENTE	-
110	<i>Micrurus corallinus</i>	coral-verdadeira	PRESENTE	PRESENTE
111	<i>Micrurus decoratus</i>	coral-verdadeira	-	PRESENTE
VIPERIDAE				
112	<i>Bothrops alternatus</i>	urutu	PRESENTE	-
113	<i>Bothrops cotiara</i> ☹	cotiara	talvez	-
114	<i>Bothrops itapetiningae</i>	cotiarinha	PRESENTE	-
115	<i>Bothrops jararaca</i>	jararaca	PRESENTE	PRESENTE
116	<i>Bothrops jararacussu</i>	jararacuçu	PRESENTE	PRESENTE
117	<i>Bothrops newwiedi</i>	jararaca-pintada	PRESENTE	-
118	<i>Crotalus durissus</i>	cascavel	PRESENTE	-
			77 a 94* spp.	51 a 55* spp.

* = quando computadas as espécies classificadas como de provável ocorrência (espécies "TALVEZ").

☹ = espécie citada como "dados insuficientes" no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (Mikich & Bérnils, 2004) e, portanto, passíveis de estar sob ameaça de extinção no Estado.

☛ = espécie citada como "vulnerável" e, portanto, ameaçada, no mesmo Livro Vermelho.

4.3.3.5 Impactos sobre a fauna de répteis relacionados ao projeto da UHE Mauá

Durante as três principais fases de construção de barragens para usinas hidrelétricas, quais sejam, I) PLANEJAMENTO; II) CONSTRUÇÃO: (implantação do canteiro de obras; construção da barragem e formação do reservatório) e III) OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, somente a fase I é destituída de impactos sobre a fauna de répteis. A fase II é responsável pela maioria dos impactos, muitos deles irreversíveis que podem ser perpetuados ou potencializados na fase III. Levando em consideração o exposto, foram considerados no presente trabalho em resposta aos questionamentos citados nos objetivos, três potenciais impactos à fauna de répteis, todos com conotações negativas e invariavelmente não atenuáveis.

Fase de Construção

Impacto: Alteração e supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução com a construção da barragem.

A biodiversidade é afetada pela perda de habitat, interrupção do fluxo migratório, introdução de espécies exóticas, alteração na qualidade da água e composição de comunidades aquáticas (Fahey & Langhammer, 2005). Construções de usinas hidrelétricas têm contribuído substancialmente para a perda de habitats, para o isolamento dos habitats remanescentes, que impedem o movimento e a migração de espécies, e para mudanças ecológicas e evolucionárias, que resultam em populações cada vez menores e com maiores riscos de extinção (Fahey & Langhammer, 2005).

O impacto de maior magnitude se dá pela alteração e supressão da cobertura vegetal (matas ciliares e aquelas mais distantes do leito do rio). As conseqüências imediatas da retirada da vegetação são o decréscimo da riqueza específica e extinção local de populações de répteis. Esse quadro pode ser agravado quando a cobertura vegetal da área não tem extensão e grau de conservação suficientes para comportar os diversos impactos (Odum, 1988).

Com a retirada da vegetação, as espécies adaptadas ao microclima especial do interior da mata (úmido e sombreado), possivelmente não irão persistir.

Já as espécies de áreas abertas, com amplas áreas de distribuição e elevada plasticidade ecológica, provavelmente estarão a salvo de extinções locais.

Na fauna de répteis levantada para a região da AID e da AII, o número de espécies preferencialmente silvícolas (florestais) é relativamente elevado (16 espécies, 35%), mas se trata de um conjunto quase sempre enquadrado como "incomum" ou "comum" na região. Apenas um réptil essencialmente florestal pode ser classificado como "muito comum".

A supressão da vegetação é um impacto de natureza negativa, de curto prazo e permanente. Por constituir-se em um impacto relevante, deve ser compensado com programas ambientais direcionados a recuperação da cobertura vegetal original de entorno e monitoramento da fauna antes, durante e após o enchimento.

Recomenda-se também que se utilize outro local para a construção da casa de força, pois o escolhido apresenta uma bem estabelecida e preservada floresta de encosta e para a saída do túnel, que está muito próxima da várzea da foz do Rio das Antas e de sua floresta de baixada.

Tabela XIX - Atributos do Impacto: Alteração e supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução com a construção da barragem.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Alta
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Alta
Possibilidade de reversão	Irreversível

Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades de répteis com a construção da barragem.

A inundação das áreas florestadas representa a redução de recursos, como espaço, abrigos e alimento. Em decorrência desse fato surge a tendência à sobreposição de áreas de vida e de territórios e à competição por recursos. Dessa forma, táxons com maior plasticidade ecológica, conseguem se sobrepujar e

permanecer na área, ao passo que as espécies mais exigentes quanto à qualidade do ambiente são forçadas a partir em busca de outro território, ou tenderão à extinção.

Os efeitos dessa migração forçada sobre a dinâmica populacional e sobre a utilização dos recursos (sobreposição de nicho e competição interespecífica) somente poderão ser calculados com um monitoramento a longo prazo, antes, durante, depois, dentro e fora das áreas sob intervenções.

Os lagartos, na sua maioria, possuem uma área de vida (“*home range*”) restrita, mantendo um território permanente. Estudos em uma comunidade de lagartos nas margens do Reservatório de Serra da Mesa, Goiás, revelaram que a sobreposição na utilização do espaço não aumentou, apesar da migração da fauna expulsa da área inundada. Muitas serpentes parecem apresentar hábitos nômades, como é o caso da dormideira *Sibynomorphus neuwiedii*, que se desloca por grandes distâncias em busca de alimento (lesmas e caramujos terrestres). Já no caso de serpentes estenóicas, é sabido que suas chances de sobrevivência são inversamente proporcionais à distância em metros do local que habitava. Sendo assim, a migração imposta para tais espécies é um impacto negativo.

Os indivíduos que porventura consigam escapar para áreas mais altas, estarão sujeitos à inadaptabilidade aos habitats remanescentes, pressão de caça, atropelamentos (maximizados pelo aumento temporário do contingente humano em torno do reservatório), desvantagens em interações competitivas com espécies mais adequadas às modificações e competição com animais domésticos.

Os efeitos da formação do reservatório serão negativos para os répteis fossórios, terrestres e principalmente os arborícolas (morte por afogamento). Para a região de estudo podem ser citados os seguintes répteis exclusivamente florestais (dados oriundos da coleção herpetológica do Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba): *Clelia plumbea* (cobra muçurana), *Spilotes pullatus* (cobra caninana), *Dipsas indica* (cobra dormideira), *Tropidodryas striaticeps* (jiboinha), *Xenodon neuwiedi* (cobra boipeva), *Enyalius perditus* (camaleãozinho verde) e *Urostrophus vautieri* (camaleãozinho marrom).

Durante a fase de enchimento do reservatório, muitos animais têm a oportunidade de fugir da água que invade seus esconderijos e sítios de reprodução e forrageio. Contudo, formas jovens terrestres e ovos de quaisquer répteis

ovíparos, se afogam durante esse processo. Não há cuidado parental com ovos e filhotes nas espécies terrestres e mesmo as espécies aquáticas que apresentam esse comportamento (*Caiman latirostris*, o jacaré-do-papo-amarelo), não há preparo para remover ovos e filhotes de fenômenos de inundação desse porte.

Os répteis semi-aquáticos e aquáticos poderão no início ser beneficiados, contudo, a mudança do ambiente aquático de regime lótico para lêntico, propiciará alterações faunísticas e florísticas e na composição das comunidades dulcícolas, que se traduzirá em um grande fator impactante para esses indivíduos (Odum, 1988). Contudo, as três formas aquáticas encontradas não demandam grande atenção, porque duas estão ligadas a pequenos corpos d'água do interior da mata (*Hydromedusa tectifera* e *Liophis miliaris*), não sendo especialmente atingidas por modificações no rio Tibagi, e a terceira (*Phrynops geoffroanus*) possui raros registros na região do Médio Tibagi, sendo mais própria das porções mais quentes do Baixo Tibagi. Além disso, as “cobras d'água” e as várias espécies de “cágados” já foram observados em locais alterados, como margens de tanques e lagos artificiais, desde que haja disponibilidade alimentar de invertebrados (principalmente crustáceos, moluscos, larvas e adultos de insetos), peixes e/ou larvas e adultos de anfíbios. É esperado que alterações ambientais oriundas da formação do reservatório influenciem na disponibilidade alimentar para estas espécies.

Os habitats estritamente ribeiros, como paredões rochosos, remansos de água com rochas expostas e barrancos cobertos com vegetação ciliar rala, serão localmente extintos, não havendo similares nas áreas onde serão formadas as margens do reservatório. Répteis que usam com muita frequência (ou exclusivamente) esses ambientes, como o cágado-pescoçudo *Hydromedusa tectifera*, a cobra-nova *Mastigodryas bifossatus* e a cobra-d'água *Liophis miliaris*, terão suas populações, a jusante e a montante do reservatório, fragmentadas. Os habitats de mata ciliar poderão se recompor naturalmente ou por intervenção humana apenas em longo prazo.

Durante a fase de enchimento do reservatório, o alagamento súbito dos ambientes acarretará a dispersão imediata de uma grande quantidade de répteis, em sua grande parte composto de serpentes (parte delas peçonhentas) em direção às margens do reservatório em formação. Poderá, então, haver um considerável

aumento no número de indivíduos das serpentes peçonhentas. Desse modo, será preciso monitorar a situação durante o enchimento e orientar os moradores e trabalhadores locais, a fim de reduzir o risco de acidentes ofídicos. A disponibilidade de soros antiofídico e anticrotálico deverá ser assegurada com antecedência.

Todos estes impactos diretos e irreversíveis são evidentemente negativos e se mantêm apenas o tempo que durar o enchimento. São de elevada magnitude, uma vez que todas as formas jovens, fossoriais e todos os ovos afetados morrerão, mas é de abrangência local e aparentemente de média importância.

Tabela XX - Atributos do Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades de répteis com a construção da barragem.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Alta
Início	Rápido
Duração	Temporária
Magnitude	Alta
Importância	Média
Possibilidade de reversão	Irreversível

Fase de Operação

Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a fauna de répteis do trecho localizado a jusante – vazão sanitária.

Os rios, as várzeas e seus habitats associados são alguns dos ecossistemas mais diversificados da terra (McCully, 2000). As represas podem impedir a migração das espécies de répteis que habitam estes ambientes e com isso alterar drasticamente a composição e a estrutura de suas comunidades à jusante devido às mudanças nos padrões de fluxo regular dos rios (Dudgeon, 1992). A redução da quantidade do fluxo de água à jusante pode causar um aumento na salinidade da água na foz dos rios em níveis letais para muitos organismos aquáticos (McCully, 2000). As represas também podem alterar a temperatura da água a jusante, o que pode afetar muitas espécies (Fahey &

Langhammer, 2005). Padrões de reprodução e hábito alimentar podem ser alterados em função de pequenas variações na temperatura da água.

Estes impactos serão especialmente marcados sobre uma das espécies registradas, *Hydromedusa tectifera*, por ser esta normalmente encontrada em águas rasas de rios e áreas alagadiças.

A alteração da comunidade de répteis aquáticos a jusante da barragem tem natureza negativa, direta e permanente, uma vez que se manifesta na fase de enchimento e durante a operação da usina.

Tabela XXI - Atributos do Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a fauna de répteis do trecho localizado a jusante – vazão sanitária.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento e Operação
Área de abrangência	Local
Natureza	Negativo
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Alta
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Alta
Possibilidade de reversão	Irreversível

4.3.3.6 Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Para o impacto de extinção das populações locais na área a ser intervinda não existem medidas mitigadoras possíveis. Mas algumas medidas preventivas e atenuantes podem ser adotadas, como exemplo:

Impacto: Alteração e supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução com a construção da barragem.

Possibilidade de compensação: Não.

Programas e mitigação do impacto:

- Criação de unidade(s) de conservação.
- Implementação de Programas de Reflorestamento: O reflorestamento a ser realizado nas margens ciliares do rio Tibagi, tanto à montante quanto à jusante, na

AID do empreendimento pode vir a ser colonizado por espécies de répteis florestais a partir de populações existentes em remanescentes florestais (como o Parque Ecológico da Klabin). Novas populações animais poderão se estabelecer na área reflorestada, inclusive as mesmas espécies cujas populações foram extintas na ADA. Este programa depende da garantia de que um cordão florestado será mantido e/ou implantado ao redor do reservatório a ser formado, permitindo a criação de conexões vegetacionais entre os fragmentos florestais a montante e a jusante da UHE, bem como entre estes, as matas ciliares e o Parque Ecológico da Klabin (na margem direita do rio Tibagi). Em longo prazo, essas áreas florestadas servirão de base a corredores de fauna. Conexões desse porte certamente serão freqüentadas pela maioria dos répteis florestais ocorrentes na região, incluindo as formas estenóicas e ombrófilas estritas.

A formação dos corredores florestados deve ocorrer assim que sejam desapropriadas as terras da área de influência direta. A manutenção dos fragmentos já existentes e seu incremento, bem como o reflorestamento das margens do reservatório com uma grande variedade de espécies florestais nativas (principalmente na margem esquerda, município de Ortigueira), devem ser feitos o mais precocemente possível, respeitando-se as cotas de enchimento do reservatório, de forma a permitir abrigo e refúgio dos animais em deslocamento das áreas alagadas.

- A construção da hidrelétrica deve buscar respeitar o período reprodutivo, como, por exemplo, iniciar a obra e prever o enchimento do reservatório em época mais apropriada (outono), não coincidindo, assim, com o período reprodutivo da maioria das espécies de répteis da região.

- Implementação do Programa de Educação Ambiental: As atividades de educação ambiental deverão abordar os seguintes tópicos: desmistificação e fornecimento de informações corretas sobre répteis, em especial sobre serpentes, demonstrando que, apesar de normalmente considerados apenas como animais nocivos, estes têm importante papel na manutenção de ecossistemas; informações sobre a importância da conservação dos ambientes naturais como forma de proteção a esses animais, especialmente às espécies ameaçadas; fornecimento de informações sobre ofidismo (identificação, tratamento e profilaxia dos acidentes ofídicos); abordagem de problemas oriundos do acúmulo de lixo próximo a áreas

habitadas, especialmente a proliferação de roedores e conseqüente atração de serpentes peçonhentas. Este programa deverá ser desenvolvido durante as fases de implantação, enchimento do reservatório e manutenção/operação, incluindo: a realização de cursos, palestras e outras atividades de cunho ambientalista, destinados à população local e, especialmente, às crianças da rede de ensinos; e orientação de profissionais da saúde da região, quanto a aspectos de identificação de serpentes peçonhentas, tratamento e profilaxia dos acidentes ofídicos.

- Implementação do Programa de Minimização dos Danos Ambientais: Evitar acúmulo de resíduos sólidos da construção, principalmente próximos a áreas florestadas; restringir a movimentação de maquinário e de pessoas ao mínimo necessário. Deverão ser realizados esforços para conter o aumento da população humana e minimizar a poluição causada pelos detritos pós-produção. Deverá atingir especialmente os trabalhadores da obra. Iniciar junto à fase de construção.

- Implementação do Programa de Controle do lixo: A ocupação das áreas por empreiteiras encarregadas pela realização das obras, determinará a presença de um grande número de trabalhadores, conseqüentemente, gerando uma grande quantidade de lixo. Depósitos de lixo, como focos de proliferação de roedores (principalmente ratos), podem agir como fonte de atração de espécies peçonhentas ocorrentes na região, especialmente a “jararaca” (*Bothrops jararaca*) e a “cascavel” (*Crotalus durissus*). Isto poderá determinar um aumento na incidência de acidentes ofídicos na região. Dessa forma, torna-se necessária a adoção de medidas de controle no acondicionamento e destino final do lixo produzido nas áreas ocupadas pelos trabalhadores.

- Aproveitamento científico da fauna de répteis capturada durante o enchimento da barragem.

- Implementação do Programa de Monitoramento da fauna de répteis no entorno do reservatório. O monitoramento deve ser realizado em duas etapas:

1- Dois anos de monitoramento antes do enchimento da barragem. Nesse período deve-se monitorar tanto a fauna de répteis existente no entorno do rio Tibagi, quanto a que vive adjacente aos limites do futuro lago.

2- Dois anos de monitoramento após o enchimento. Nesse período, com exceção dos pontos inundados, os demais continuarão a ser monitorados, verificando desse

modo, quais as verdadeiras alterações na dinâmica da comunidade de répteis da região afetada.

Impacto: Alteração da composição e estrutura das comunidades de répteis com a construção da barragem.

Possibilidade de compensação: Não.

Programas e mitigação do impacto:

- Implementação do Programa de captura dos répteis durante a fase de enchimento do reservatório (Resgate de fauna): A captura de répteis durante a fase de enchimento do reservatório têm se mostrado uma medida eficaz para minimizar o deslocamento destes animais para regiões adjacentes. Isto deverá diminuir a incidência de acidentes ofídicos e a possibilidade de que esse contingente venha a desenvolver competição intra-específica (entre indivíduos da mesma espécie) ou interespecífica (entre indivíduos de espécies diferentes) em áreas que não estão diretamente influenciadas pelo empreendimento.

- Implementação do Programa de Monitoramento da fauna de répteis, que deve ser realizado em duas etapas:

1- Dois anos de monitoramento antes do enchimento da barragem. Nesse período deve-se monitorar a fauna de répteis existente no entorno do rio Tibagi, a jusante e a montante da barragem. Um estudo detalhado da composição da fauna de répteis antes, durante e após o enchimento do reservatório torna-se necessário, em função da magnitude dos impactos oriundos deste empreendimento e pelos escassos dados sobre a história natural (biologia alimentar, reprodutiva e comportamental) das espécies nesta região.

2- Dois anos de monitoramento após o enchimento. Nesse período, continuar monitorando os mesmo pontos, verificando desse modo, quais as verdadeiras alterações na dinâmica da comunidade de répteis da região afetada.

Impacto: Interferências da operação do empreendimento sobre a fauna de répteis do trecho localizado a jusante – vazão sanitária.

Possibilidade de compensação: Não.

Programas e mitigação do impacto:

- Criação de unidade(s) de conservação.
- A construção da hidrelétrica deve respeitar o período reprodutivo: Iniciar a obra em época adequada (outono), que não coincida com o período reprodutivo da maioria das espécies de répteis da região.
- Implementação do Programa de Reflorestamento das matas ciliares a jusante da barragem.
- Implementação do Programa específico de monitoramento da fauna de répteis a jusante da barragem: Recomendam-se estudos de extensão das alterações à jusante, antes e após o enchimento da barragem. Deve ser realizado em duas etapas:
 - 1- Dois anos de monitoramento antes do enchimento da barragem. Nesse período deve-se monitorar a fauna de répteis existente no entorno do rio Tibagi, a jusante da barragem.
 - 2- Dois anos de monitoramento após o enchimento. Nesse período, continuar monitorando os mesmo pontos, verificando desse modo, quais as verdadeiras alterações na dinâmica da comunidade de répteis da região afetada.

4.3.3.7 Referências

BERNARDE, P. S. & R. A. MACHADO. 2003. **Fauna reptiliana da bacia do rio Tibagi**. p.291-296 in M. E. Medri, E. Bianchini, O. A. Shibatta & J. A. Pimenta (eds.). A Bacia do Rio Tibagi. Londrina: MC-Gráfica, 595 p.

BERNARDE, P. S., R. A. MACHADO, S. A. A. MORATO, J. C. MOURA-LEITE, L. ANJOS, A. PAULA, M. D. RODRIGUES & G. SILVEIRA, 1997. **A importância do “Parque Estadual Mata dos Godoy” na conservação de algumas espécies de anfíbios e répteis florestais na região de Londrina, Estado do Paraná, Brasil**. Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Curitiba, p.478-484.

- BERNARDE, P. S., J. C. MOURA-LEITE, R. A. MACHADO & M. C. N. KOKUBUM, 2000. **Diet of the colubrid snake, *Thamnodynastes strigatus* (Günther, 1858) from Paraná State, Brazil, with field notes on anuran predation.** Rev. Bras. Biol. 60(4):695-699.
- BÉRNILS, R. S. 2003. **Répteis da Floresta Atlântica.** p. 151-174. *In*: C. R. FERNANDES (Ed.). Floresta Atlântica, Reserva da Biosfera. Curitiba – PR. Opta ed. 299p.
- BÉRNILS, R. S. & MOURA-LEITE, J. C. 1990. **A contribuição de André Mayer à história natural do Paraná (Brasil).** III Répteis. Arq. Biol. Tecnol., 33: 469-480.
- BÉRNILS, R.S. & J.C. MOURA-LEITE, 1991. **Registro de carência de eritrina em uma cobra coral, *Micrurus corallinus* (Merrem, 1820) (Serpentes, Elapidae).** Acta biol. Leopoldensia 13 (1): 97-100.
- BÉRNILS, R.S., S.A.A. MORATO & J.C. MOURA-LEITE, 2000. ***Imantodes cenchoa* (Dormideira). Geographic distribution.** Herp. Review 31 (1): 55-56.
- BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J. C. & MORATO, S. A. A. 2004. **Répteis.** p. 499-536. *In*: S. B. MIKICH & R. S. BÉRNILS (Eds.). Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba – PR, Instituto Ambiental do Paraná. 764p.
- BUSS, I. M. & M. E. V. CALLEFFO. 2004. **Levantamento da ofiofauna no Parque Samuel Klabin e arredores, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil.** Resumos 1º Congresso Brasileiro de Herpetologia, Curitiba: Sociedade Brasileira de Herpetologia, formato digital.
- DI-BERNARDO, M., 1998. **História natural de uma comunidade de Serpentes da borda oriental do Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil.** Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP, vi + 119pp.
- DUDGEON, D. 1992. **Endangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical Asian rivers.** Hydrobiologia 248: 167-191.
- DUPELLMAN, W. E. 1978. **The biology of an equatorial herpetofauna in amazonian Ecuador.** Mis. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas 65: 1-352.

- FAHEY, C. & LANGHAMMER, P. F. 2005. **The effects of dams on biodiversity in the Atlantic Forest.** p. 413-425. *In*: C. GALINDO-LEAL & CÂMARA, I. G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Island Press. 488p.
- FRANÇA, F. G. R. & ARAÚJO, A. F. B. 2006. **The conservation status of snakes in central Brazil.** South American Journal of Herpetology 1(1): 25-36.
- MACHADO, R.A., P.S. Bernarde & S.A.A. Morato, 1998. ***Liophis miliaris* (Common Water Snake).** Diet. Herp. Review 29 (1): 45.
- MANTOVANI, W. 1993. **Estrutura e dinâmica de um trecho da Mata Atlântica na Juréia, Iguape – SP.** Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 126p.
- MARQUES, O. A. V.; STENDER-OLIVEIRA F.; SAWAYA, R. J.; FRANÇA, F.G.R. 2006. **Ecology of the colubrid snake *Pseudablables agassizii* in South-Eastern South America.** Herpetological Journal, Inglaterra, 16: 37-45.
- McCULLY, P. 2000. **Expensive and dirty hydro: why dams are uneconomic and not part of the solution to global warming.** International Rivers Network. Paper prepared for the Bratislava Hearing on Dams.
- MORATO, S. A. A., 1991. **Localidades de registro e distribuição geográfica de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia: Alligatoridae) no Estado do Paraná, Brasil.** Acta Biol. Leopoldensia 13(2):93-104.
- MORATO, S.A.A., 1995. **Padrões de Distribuição da Fauna de Serpentes da Floresta de Araucária e Ecossistemas Associados na Região Sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, vi+122 pp.
- MORATO, S.A.A. & R.S. BERNILS, 1989. **Dados sobre reprodução de *Uromacerina ricardinii* (Peracca, 1897) (Serpentes, Colubridae) do Estado do Paraná - Brasil.** Acta biol. Leopoldensia 11 (2): 273-278.
- MORATO, S. A. A., J. C. MOURA-LEITE & R. S. BÉRNILS, 1995. **Répteis ameaçados de extinção no Paraná. In PARANÁ, Lista Vermelha de animais ameaçados de extinção no Estado do Paraná.** Curitiba, Inst. Amb. do Paraná, Deuts. Gessels. Tech. Zusammenarb., 175 pp.

- MOURA-LEITE, J. C., 1994. **A coleção de répteis do Museu de História Natural Capão da Imbuia (Curitiba, Paraná).** In L. B. NASCIMENTO; A. T. BERNARDES & G. A. COTTA (Eds.). *Herpetologia no Brasil* 1, Belo Horizonte, p. 114-119.
- MOURA-LEITE, J. C.; MORATO, S. A. A. & BÉRNILS, R. S. 1996. **New records of reptiles from the state of Paraná, Brazil.** *Herpetological Review*, 27(4): 216-217.
- ODUM, E. P. 1988. **Fundamentos de Ecologia.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 4ed. 927p.
- PINTO, L. P. & BRITO, M. C. W. 2003. **Dynamics of biodiversity loss in the brazilian Atlantic Forest: an introduction.** p. 27-30. In: C. GALINDO-LEAL & CÂMARA, I. G. (Eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook.* Island Press. 488p.
- PRUDENTE, A. L. C., J. C. MOURA-LEITE & S. A. A. MORATO, 1998. **Alimentação das espécies de *Siphlophis Fitzinger* (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Pseudoboini).** *Rev. Bras. Zool.* 15(2): 375-383.
- RIBAS, E. R. & E. L. A. MONTEIRO-FILHO. 2002. **Distribuição e habitat das tartarugas de água-doce (Testudines, Chelidae) do Estado do Paraná, Brasil.** *Biociências* 10 (2): 15-32.
- ROCHA, C. F. D. 2000. **O declínio de populações animais, a degradação de habitats e as prioridades de conservação: espécies ou habitats?.** 17-21p. In: H. G. BERGALLO; C. F. D. ROCHA; M. A. S. ALVES & M. V. SLUYS (Eds.). *A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro.* EdUERJ, Rio de Janeiro. 166p.
- ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S. & SLUYS, M. V. 2003. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica.** São Carlos, São Paulo. RiMa Editora. 160p.
- RODRIGUES, M. T. 2005. **Conservação dos répteis brasileiros: os desafios de um país megadiverso.** *Megadiversidade* 1 (1): 87-94.
- SAZIMA, I. 1994. **Répteis.** p. 148-157. In: *Intervalos.* Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo, São Paulo, 90 p.

- SHINE, R. & BONNET, X. 2000. **Snakes: a new “model organism” in ecological research?** Trends in Ecology and Evolution 15: 221-222.
- SILVANO, D. L.; COLLI, G. R.; DIXO, M. B. O.; PIMENTA, B. V. S. & WIEDERHECKER, H. C. 2003. **Anfíbios e Répteis**. p. 183-200. *In*: D. M. RAMBALDI & D. A. S. OLIVEIRA (Orgs.). Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília – DF. MMA/SBF. 510p.
- SOULÉ, M. E. 1987. **Viable populations for conservation**. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 784p.
- STENDER-OLIVEIRA, F. & BÉRNILS, R. S. 2004. **Répteis de uma área de Floresta Atlântica no sudeste do estado de São Paulo, Brasil**. Congresso Brasileiro de Herpetologia, 1, 2004, Curitiba. Resumos. Curitiba, SBH, CD-ROM.
- STRAUBE, F. C. 1990. **Tadeusz Chrostowski (1878-1923)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ornitologia 17.
- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1997. **Out on a limb: conservation implications of tree-hollow use by a threatened snake species (*Hoplocephalus bungarioides*: Serpentes, Elapidae)**. Biological Conservation 81: 21-33.

4.3.4 ANFÍBIOS

4.3.4.1 Introdução

A construção de usinas hidrelétricas estão entre as principais causas de declínio e extinções de espécies de anfíbios para os estados do Rio Grande do Sul e Paraná (GARCIA & VINCIPROVA 2003, SEGALLA & LANGONE 2004). No Paraná 50% das espécies (n = 2) consideradas como criticamente ameaçadas tem como ameaça, a construção de barragens. Os impactos ambientais variam de acordo com as características do ambiente, bacia hidrográfica e formação vegetacional. Os principais problemas oriundos da construção de barragens podem ser englobados em duas categorias: alteração do curso dos rios (ambiente lótico para lêntico), supressão da vegetação de entorno.

Na região em que se situa o empreendimento encontram-se áreas antropizadas, mas também há ambientes de matas bem preservadas. Na última década, pesquisadores vêm alertando que várias espécies de anfíbios têm desaparecido. Os estudos têm indicado que certamente a maior ameaça para os anfíbios é a destruição de seus habitats, seja pelo desmatamento ou fragmentação florestal, principalmente aquelas espécies de anuros que mantêm estreita e complexa relação de interdependência com ambientes florestais, levando as alterações na abundância populacional e na riqueza de espécies (TOCHER *et al.* 1997). A carência de estudos bionômicos com a maioria dos táxons de anfíbios da Floresta Atlântica (HADDAD & SAZIMA 1992, POMBAL JR. & GORDO 2004) dificulta a tomada de decisões conservacionistas eficazes para o grupo e seu bioma.

Diversos trabalhos realizados nas últimas décadas revelaram que a região neotropical abriga a mais rica fauna de anfíbios anuros do mundo (DUELLMAN 1978 e 1990, HEYER *et al.* 1990). Atualmente são registradas para o Brasil 803 espécies de anfíbios anuros (SBH 2007), das quais 34% são endêmicas da Floresta Atlântica (RANA 2006), sendo esse o bioma com a maior diversidade e taxa de endemismo (DUELLMAN 1999). Atualmente, a Floresta Atlântica está ameaçada por grandes concentrações urbanas, pólos industriais e suas conseqüências (EMBRAPA 1996), resultando num cenário lastimável de devastação, que reduziu a menos de 5% sua área original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE 1998). Por estes motivos, esse ecossistema é considerado um dos 25 hotspots, regiões mais ricas

em biodiversidade do planeta e, ao mesmo tempo, mais ameaçadas (WILSON 1988, MYERS *et al.* 2000).

Devido a esses fatos, a avaliação dos termos para instalação de grandes empreendimentos em ambientes que se mantêm preservados deve ser bastante criteriosa. Ademais, é importante a realização de medidas que minimizem e/ou atenuem os impactos sobre a fauna de anfíbios ainda residentes na área de grandes empreendimentos, principalmente daquelas espécies mais sensíveis, as quais geralmente estão associadas à ambientes florestais.

O presente relatório tem como objetivo atender aos requisitos da Licença prévia da UHE Mauá, rio Tibagi, Estado do Paraná.

4.3.4.2 Material e métodos

Histórico do conhecimento

Para o sul do Brasil, em particular para o Estado do Paraná, a anurofauna é pouco conhecida, o que faz ainda freqüente a ocorrência de novos registros (BERNARDE 1998 e 1999, LINGNAU 2000, MACHADO & CONTE 2001, MACHADO & HADDAD 2001, CONTE *et al.* 2005) ou mesmo a descoberta de novas espécies (LANGONE & SEGALLA 1996, POMBAL JR. *et al.* 1998, CASTANHO & HADDAD 2000, RIBEIRO *et al.* 2005). Por outro lado, há uma carência efetiva de informações biológicas para as comunidades, sejam estas em quais níveis forem, na maioria das regiões paranaenses (MACHADO *et al.* 1999), uma realidade que dificulta a tomada de decisões quanto à conservação das espécies e de seus habitats.

Dentre os trabalhos realizados com anuros na região a ser afetada pela UHE Mauá, destacam-se os estudos de MACHADO & HADDAD (2001), relatando um novo registro de ocorrência para o estado de uma espécie de anfíbios (*Dendropsophus anceps*: Hylidae), sendo esta encontrada em um único sítio reprodutivo, dentro dos muitos analisados na região e o de BERNARDE & MACHADO (2000) onde uma das localidades estudadas encontra-se na região de influência do projeto da UHE Mauá. Mais recentemente dois trabalhos abrangendo a região foram publicados: “Anfíbios Anuros da Bacia do Rio Tibagi” (MACHADO & BERNARDE 2002) e “A Biodiversidade da Fazenda Monte Alegre da Klabin S.A. – No estado do Paraná (ROCHA *et al.* 2003).

Destaca-se também na região de influência da UHE MAUÁ, a tese de doutoramento intitulada "Ecologia de assembléias de anfíbios anuros no município de Telêmaco Borba, Paraná, sul do Brasil" (MACHADO 2004), onde é relatada a importância do Parque Ecologico da Klabin na conservação de algumas espécies de anfíbios florestais, na região de Telêmaco Borba. Ainda, o autor refere-se às espécies de caráter estenóico encontradas na região e comenta sobre a importância das áreas florestais para a manutenção das mesmas.

Além dos trabalhos publicados em revistas científicas, o trabalho desenvolvido durante a elaboração do EIA-Rima da UHE MAUÁ contribuí de modo significativo para o conhecimento da fauna de anfíbios nesta bacia.

4.3.4.3 Objetivos

Atender aos requisitos da Licença prévia da UHE. Mauá, rio Tibagi.

4.3.4.4 Resultados

Na Área de Influência Direta (AID) e o seu entorno imediato foram registradas 41 espécies (Tabela XXII). Todas pertencetes à ordem Anura, que compreendem sapos, rãs e pererecas. Representantes da ordem Gymnophiona (cecílias ou cobra de duas cabeças) não foram citados devido à inexistência de registros para a região, refletindo a necessidade de estudos sobre este grupo, uma vez que é esperada a sua ocorrência; Já a ordem Caudata só possui ocorrência para Amazônia com uma única espécie.

Tabela XXII - Sumário do hábitat, ambiente e substrato utilizado durante atividade de vocalização pelos anuros no Parque Ecológico da Klabin e região. F= hábitat florestado, A= hábitat de área aberta, FSH= floresta sem água acumulada, RRF= riacho rochoso dentro da floresta, BFL= brejo em floresta, BAA brejo em área aberta, PCF= poça permanente com borda florestada, PSF= poça permanente sem borda florestada; gr= gramíneas, ty= *Typha* sp., ab= arbustos, av= árvores, ld= lâmina d'água, fo= folhço e rg= rochas e galhos. Ordenamento taxonômico segue os trabalhos de: FAIVOVICH *et al.* (2005), FROST *et al.* (2006) e GRANT *et al.* (2006).

Família/Espécies	Habitats	Substratos
Brachycephalidae		
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	F, FSH	fo, ab e av
<i>Eleutherodactylus guentheri</i>	F, FSH	ab, fo e av
Bufonidae		
* <i>Chaunus</i> gr. <i>crucifer</i>	A, F, PCF e PSF	ld, gr e ab
<i>Chaunus ictericus</i>	A, PSF	gr e ld
Centrolenidae		
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	F, RRF	ab e av
Cycloramphidae		
<i>Odontophrynus americanus</i>	A, F, BAA e BFL	ld
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	F e BFL	ld
Hylidae		
<i>Aplastodiscus albosignatus</i>	F, FSH e BFL	av
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	F, BFL	ab e av
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	F, RRF, BFL e PCF	ab e av
<i>Dendropsophus anceps</i>	A, PSF	ty
<i>Dendropsophus microps</i>	A, F, RRF, PCF e PSF	ab
<i>Dendropsophus minutus</i>	A, F, PCF e PSF	gr, ty e ab
<i>Dendropsophus nanus</i>	A e PSF	ty, gr e ab
<i>Dendropsophus sanborni</i>	A, F, PCF e PSF	gr e ab
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	A, F, PCF e PSF	gr, ty e ab
<i>Hypsiboas faber</i>	A, F, PCF e PSF	gr, ty, ar, av e ld
<i>Hypsiboas prasinus</i>	A, F, PCF e PSF	gr, ty e ab
<i>Hypsiboas</i> sp. (gr. <i>pulchellus</i>)	F e RRF	ab
<i>Phasmahyla</i> sp.	F e RRF	ab
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	A, F, PCF e PSF	gr, ab, av e ty
<i>Scinax berthae</i>	A, F, PCF e PSF	ab
<i>Scinax</i> gr. <i>catharinae</i>	F, RRF	ab
<i>Scinax</i> aff. <i>fuscomarginatus</i>	A, BAA e PSF	gr
<i>Scinax fuscovarius</i>	A, PSC	ab, av e ro
<i>Scinax perereca</i>	A, F, PCF e PSF	ab, av e ro
<i>Scinax rizibilis</i>	A, F, PCF e PSF	ab
<i>Scinax squalirostris</i>	A	gr e ab
<i>Scinax</i> sp. (clade <i>ruber</i>)	A	gr e ab
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	A, PSF	gr, ld e ty
<i>Trachycephalus imitatrix</i>	A, PCF e PSF	ty
Hylodidae		
<i>Crossodactylus</i> sp.	F, RRF	rg,ld

Leiuperidae		
<i>Physalaemus cuvieri</i>	A, F, PCF e PSF	ld
<i>Physalaemus gracilis</i>	A e PSF	ld
Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus aff. gracilis</i>	A	ld
<i>Leptodactylus fuscus</i>	A, BAA	ld
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	A, F, FSH, BAA e BFL	fo e ld
<i>Leptodactylus notoaktites</i>	A, BAA	ld
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	A, F, PCF e PSF	ld
Microhylidae		
<i>Elachistocleis bicolor</i>	A e PSF	ld
Ranidae		
<i>Lithobates catesbeianus</i>	A, BAA e PSF	ld e fo

* espécie recentemente passou por uma revisão taxonômica (BALDISSERA JR. *et al.* 2005). Desse modo para correta identificação do exemplar necessita-se uma análise do material coletado.

O número de espécies registradas (n = 41) representa 34% (n = 120) daquelas esperadas para o estado do Paraná (SEGALLA & LANGONE 2004). A grande heterogeneidade ambiental encontrada no local pode ser uma explicação para essa riqueza. A presença de habitats, tanto de área aberta quanto de interior de remanescentes florestais, fornece recursos variados (*e.g.* sítios de vocalização e ovoposição, com graus diferentes de umidade e temperatura) que permitem uma exploração diferenciada por um grande número de espécies de anuros. A expressiva riqueza de espécies comprova a importância da Bacia do rio Tibagi para conservação da biodiversidade regional. Segundo o MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2002) toda a bacia do Tibagi está entre uma das áreas prioritárias para conservação dentro da categoria alta e o médio Tibagi na categoria extremamente alta. Salienta-se, porém, que o resultado obtido não pode ser encarado como definitivo. Possivelmente um aumento no esforço temporal e espacial acarretará em um incremento na lista.

4.3.4.5 Impactos sobre a anurofauna relacionados ao projeto da u.h.e. mauá

Fase de Implantação.

Declínio e/ou extinção de populações de anfíbios pela supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução a montante da barragem.

Apesar da maioria das espécies encontradas na área do empreendimento estarem associadas a áreas abertas, verifica-se que cerca de 27% da anurofauna local (*E. guentheri*, *E. binotatus*, *H. uranoscopum*, *Proceratophrys avelinoi*, *A. albosignatus*, *A. perviridis*, *B. circumdata*, *Hypsiboas* sp. (gr. *pulcillus*), *S. gr. catharinae*, *Phasmahyla* sp., *Crossodactylus* sp.) é associada a ambientes florestais mais úmidos. São espécies altamente dependentes de microhabitats de interior de floresta devido à exigência requerida por seus modos reprodutivos especializados (HEYER & MAXSON 1983, HADDAD & PRADO 2005). Deste modo, alterações na formação vegetal causará um declínio e/ou extinção local em suas populações.

Apesar da maioria das espécies serem caracterizadas como de área aberta e colonizadoras de habitats antrópicos, a magnitude do empreendimento ocasionará a redução e/ou mesmo o total desaparecimento de diversos habitats utilizados para reprodução, locais de repouso e forrageamento. Os anfíbios anuros são sensíveis às alterações do habitat, pois sua baixa mobilidade limita a dispersão dos indivíduos para áreas favoráveis (BOWNE & BOWERS 1994). Além disso, a maioria das espécies apresenta um ciclo de vida complexo, envolvendo uma larva aquática e um adulto terrestre (WIKLBUR 1980), o que os torna dependentes da qualidade destes dois ambientes (DUELLMAN & TRUEB 1986).

Fragmentos florestais adjacentes exercem forte influência na ocupação dos corpos d'água localizados em área aberta. Por exemplo, LAAN & VERBOOM (1990) encontraram uma relação positiva entre diversidade de espécies nos corpos d'água e sua proximidade de fragmentos florestais. Além disso, os fragmentos florestais são de extrema importância tanto para a dispersão dos juvenis de anuros, que evitam as áreas abertas devido ao alto risco de dessecação (ROTHERMEL &

SEMLITSCH 2002), quanto para servir de refúgios para os adultos de algumas espécies (WEYRAUCH & GRUBB 2004), por exemplo *Hypsiboas faber*, *Trachycephalus imitatrix* e *Scinax perereca* utilizam a formação florestal fora do período reprodutivo.

Declínio e/ou extinção de populações de anfíbios devido a supressão da vegetação é um impacto de probabilidade certa e de natureza negativa e deve começar a ocorrer antes do enchimento do lago na área de influência direta. Devido este impacto ocorrer em curto prazo e ser permanente, constitui-se um impacto relevante e que deve ser compensado com programas ambientais direcionados a recuperação da cobertura vegetal original de entorno e monitoramento da fauna antes, durante e pós enchimento.

Morte das larvas de anuros encontradas em poças temporárias, córregos e lagoas inundadas pelo lago.

Em anfíbios, os ciclos reprodutivos estão sujeitos a controle hormonal, o qual responde a variáveis ambientais e produz certos padrões (DUELLMAN & TUEB 1986). Em regiões tropicais com clima sazonal, principalmente em relação à chuva, um maior número de espécies se reproduz na estação chuvosa (HEYER 1973, TOFT & DUELLMAN 1979, JIM 1980, ROSSA-FERES & JIM 1994).

A avaliação dos dados climáticos históricos e mensais da região de Telêmaco Borba indicou que o período de outubro a março são os meses com maiores temperaturas, umidade relativa do ar, precipitações e número de dias com chuva. Nesse período foi encontrado maior número de espécies em atividade reprodutiva (MACHADO 2004). Durante a estação reprodutiva, os anuros adultos determinam o local da postura de ovos e conseqüentemente o desenvolvimento de larvas, havendo um certo grau de especificidade por certas características físicas do habitat (STRIJBOSCH 1979, GASCON 1991) e, dessa “escolha” de habitats, depende a sobrevivência das larvas. Nos corpos d’água disponíveis no ambiente (poças temporárias, córregos e açudes), são formadas grandes agregações multi-específicas (CRUMP 1992, WELLS 1977).

Ocorrendo o enchimento durante o período reprodutivo, milhares de larvas de anuros serão mortas por causa das mudanças físicas bruscas ocorridas

pelo alagamento dos seus habitats. É um impacto de probabilidade certa e de natureza negativa, e deve começar a ocorrer no início do enchimento do lago na área de influência direta. Apesar desse impacto ocorrer em curto prazo e ser temporário, constitui-se um impacto relevante.

Alteração na qualidade do ar por poluição sonora e material particulado.

O processo de britagem, o tráfego permanente de caminhões, o uso de explosivos e a utilização de certos equipamentos no pátio de obras deverão gerar ruídos, os quais, possivelmente provocarão o afugentamento dos animais dos seus habitats para áreas vizinhas, causando efeitos secundários como atropelamento e competições inter e intra específicas nos ambientes colonizados. Levando em consideração que a estratégia reprodutiva mais difundida é a do “macho vocalizador” (onde o macho canta para atrair a fêmea) (POMBAL-JR & HADDAD 2005) e a intensidade sonora das vocalizações parece ser o principal parâmetro usado pelos machos para avaliar a distância do vizinho (BASTOS & HADDAD 1999), a poluição sonora pode interferir na comunicação intraespecífica e, conseqüentemente, prejudicar a atividade reprodutiva dos anfíbios, dado a complexidade de vocalização deste grupo.

Para anfíbios que apresentam respiração cutânea através da sua pele lisa e úmida, um aumento das partículas suspensas no ar pode ser um impacto relevante, caso ocorra deposição destas partículas sobre sua pele, podendo ocasionar morte à muitas espécies, principalmente hílideos, os quais geralmente ficam mais expostos na vegetação.

Este impacto também afetará uma espécie de perereca, *Dendropsophus anceps* que está listada no livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Paraná na categoria criticamente ameaçada (SEGALLA & LANGONE 2004). Até o momento, sua distribuição no estado do Paraná está restrita a um brejo de 100 m² na fazenda Monte Alegre, no município de Telêmaco Borba. Esse brejo é extremamente ameaçado, pois se encontra circundado por plantações de pinus e eucaliptus, além de duas estradas. Segundo informação retirada do EIA/RIMA a estrada que dará acesso à Usina Mauá passa ao lado do brejo, gerando risco de

atropelamentos e deposição de partículas. Salienta-se que a população já está depauperada pelo seu isolamento e tais impactos irão agravar a situação.

No geral, este impacto de probabilidade provável e de natureza negativa deve começar a ocorrer no início da implantação e durante toda a operação na área de influência direta e indireta. Devido este impacto ocorrer em médio prazo, constitui-se um impacto relevante e que deve ser minimizado com programas de controle de emissão de material particulado, uso de filtros durante processo de britagem e em escapamentos dos caminhões.

Atropelamento de animais silvestres.

Uma das causas de impacto sobre a fauna de anfíbios poderá ser o atropelamento de indivíduos pelo trânsito intenso de veículos. Os indivíduos adultos de anfíbios, principalmente em momentos de chuva, podem migrar de um ambiente de pouso ou abrigo para o ambiente de reprodução, este comportamento implica em atropelamento constante de espécies de anfíbios quando vias de acesso são construídas próximas a estes. As espécies mais afetadas são os bufonídeos, microhylídeos e espécies pequenas que possuem menor velocidade de deslocamento, além da fragilizada população de *Dendropsophus anceps*.

Este impacto de probabilidade certa e de natureza negativa deve começar a ocorrer no início das atividades de construção da barragem, porém deve ser minimizado durante a fase de operação. Deve ocorrer tanto na área de influência direta como na indireta. O impacto deve ocorrer em médio prazo e é reversível quando cessada as atividades. Constitui-se um impacto de média importância.

Comprometimento da anurofauna associada a cursos d'água e margens pelo carreamento de resíduos sólidos, lixos e substâncias graxas.

Essa atividade, aliada ao impacto de alteração e supressão de sítios reprodutivos, pode potencializar a extinção local de algumas espécies em função do carreamento e deposição de resíduos sólidos e líquidos. Este impacto é relevante entre os anfíbios, principalmente para espécies que dependem de ambientes lóticos com boa qualidade de água para a sua reprodução, como no caso de espécies que tem atividade reprodutiva em riachos (*H. uranoscopum*, *Aplastodiscus perviridis* e *Crossodactylus* sp.).

Fase de Operação

Aumento das populações de *Chaunus ictericus* e *Lithobates catesbeianus*

Mudanças produzidas pelo barramento de rios, transformam um ambiente lótico em um lêntico e resultam no desaparecimento de algumas espécies. Segundo GIBBONS (1998), o que se espera é que apenas algumas poucas espécies mais adaptadas a situações de alteração ambiental sejam aquelas que venham a se estabelecer às margens do reservatório, aumentando assim suas populações na área e podendo, em conseqüência, vir a competir pelo espaço e alimento com as espécies mais frágeis e raras, podendo ocasionar depleções nas populações dessas últimas. Para região a ser afetada pela UHE Mauá, o reservatório pode ser colonizado por espécies oportunistas, como *Chaunus ictericus* e *Lithobates catesbeianus*.

Chaunus ictericus é uma espécie amplamente distribuída na Floresta Atlântica, do sudeste e sul do Brasil e em *Misiones* (Argentina). O principal período reprodutivo é de agosto a janeiro e suas desovas são compostas por cordões gelatinosos com milhares de ovos (KWET & DI-BERNARDO 1999). Como a formação do lago interfere na composição e abundância de possíveis predadores aquáticos, associado à toxicidade cutânea da larva de *Chaunus ictericus* (ALTIG & MCDIARMID 1999), a taxa de predação exercida sobre a espécie diminui. Ademais um ambiente com um desenvolvimento massivo de algas e macrófitas (processo de eutrofização), sua principal fonte de alimento, gera condições favoráveis ao

desenvolvimento. Explosão demográfica de *Chaunus schneideri*, espécie filogeneticamente próxima a *Chaunus ictericus*, foi observada no entorno do lago formado pela UHE Ourinhos, no rio Paranapanema (obs. pess.)

O aumento de espécies exóticas no ambiente represado pode causar a redução ou extinção de populações nativas locais, devido a competição por alimentação, abrigo e a disseminação de parasitos. A extinção das espécies ou a alteração da sua composição nos ecossistemas pode causar perdas irreversíveis aos recursos naturais. Os resultados para a biodiversidade são a redução dos recursos genéticos, a perda do potencial de fontes de alimentação e controle de doenças, e a redução da estabilidade dos ecossistemas.

A invasão de espécies exóticas têm sido assunto de grande preocupação por atuar de forma agressiva sobre a manutenção de populações de espécies nativas. Espécies exóticas com grande capacidade de adaptação em ambientes naturais são favorecidas pelas transformações das paisagens naturais complexas em mosaicos homogêneos (MEFEE *et al.*, 1997).

Lithobates catesbeianus é uma espécie Norte Americana que foi introduzida na região do baixo Tibagi (MACHADO & BERNARDE 2002), porém já foi registrada na região da área de influência do empreendimento, no médio Tibagi. Esta rã é favorecida pela formação de corpos lânticos, sendo um predador agressivo de vertebrados da fauna nativa e tem conseguido se reproduzir em ambiente natural. PECHMANN & Wake (1997) relatam diversas causas do declínio e desaparecimento de populações de anfíbios, entre as quais a predação e competição com espécies introduzidas.

Este impacto de probabilidade certa e de natureza negativa deve começar a ocorrer pós enchimento da barragem. Seus efeitos atuam tanto na área de influência direta quanto na indireta. Por ser um impacto permanente, pode ser considerado de alta importância.

Alterações na estrutura das comunidades de larvas de anuros a jusante da barragem

Com o início do enchimento do reservatório o volume de água a jusante será reduzido, dando origem a formação de corpos d'água isolados que, conforme

seu tamanho, a temperatura da água pode elevar-se acima do nível tolerado pelas larvas de anuros e, nesse caso levando a morte das mesmas. Além disso, existe a possibilidade de predação por aves, mamíferos e peixes e, eventuais posturas nestes locais podem ser prejudicadas com a desidratação dos ovos.

Durante a operação da usina, o segmento entre a barragem até a foz do rio Ribeirão das Antas, terá sua vazão reduzida. Diversas alterações decorrentes da modificação da vazão, contribuirão para mudanças na qualidade da água a jusante da barragem, que afetarão toda a fauna de anuros existente, principalmente às espécies que apresentam larvas com especificidade à ambientes lóticos como *Hyalinobatrachium uranoscopum*, *Aplastodiscus albosignatus*, *Phasmahyla* sp. e *Crossodactylus* sp. (HEYER *et al.* 1990, STRIJBOSCH 1979, GASCON 1991). Ademais, o controle da vazão, impedirá as cheias naturais reduzindo os criadouros e locais de desovas naturais em áreas sazonalmente alagáveis.

4.3.4.6 Medidas mitigadoras e compensatórias

Quanto ao impacto:

“Declínio e/ou extinção de populações de anfíbios pela supressão de cobertura florestal, habitats e sítios utilizados para reprodução a montante da barragem”.

Possibilidade de compensação: Não

Programas e mitigação de impacto:

- Implementação de unidade(s) de conservação;
- Reflorestamento e adensamento da faixa ciliar do reservatório;
- Prevenção do deflorestamento indevido;
- Aproveitamento científico da fauna de anfíbios capturados durante o enchimento da barragem;
- Monitoramento da anurofauna no entorno do reservatório: o grande problema relacionado à construção de barragens é a obtenção de dados que revelem ou não alterações sobre a dinâmica da comunidade de anuros antes e pós enchimento, principalmente pela falta de um delineamento dimensional, espacial e temporal, é

de extrema importância a realização do monitoramento da anurofauna com a coleta de dados quantitativos através de armadilhas de interceptação e queda (pit-falls), além de amostragens em sítios reprodutivos. O monitoramento deve ser realizado duas etapas:

1- Dois anos de monitoramento antes do enchimento da barragem. Nesse período deve-se monitorar tanto a anurofauna existente no entorno do rio Tibagi, quanto a anurofauna que vive adjacente aos limites do futuro lago.

2- Dois anos de monitoramento após o enchimento. Nesse período, com exceção dos pontos inundados, os demais continuarão a ser monitorados, verificando desse modo, quais as verdadeiras alterações na dinâmica da comunidade de anuros da região afetada.

“Morte das larvas de anuros encontradas em poças temporárias, córregos e lagoas inundadas pelo lago.”

Possibilidade de compensação: Sim

Programas e mitigação de impacto:

- Realizar o enchimento em um período no qual a maioria das espécies não esteja em atividade reprodutiva.

“Alteração na qualidade do ar por poluição sonora e material particulado.”

Possibilidade de compensação: Sim

Programas e mitigação de impacto:

- Deve haver um programa de controle de emissão de ruídos, gases e material particulado durante toda a fase de operação do empreendimento. No caso da população de *D. anceps*, a melhor solução é o deslocamento da estrada que passa ao lado do taboal.

“Atropelamento de animais silvestres.”

Possibilidade de compensação: Sim

Programas e mitigação de impacto:

- Localizar os principais sítios reprodutivos de anuros que podem ser afetados por tal impacto;
- Deve tentar ser minimizado com programas de conscientização dos motoristas para que esses não andem em velocidades altas e respeitem as sinalizações, diminuindo a velocidade em locais com maior probabilidade de travessia de animais. Devem estar previstas sanções ao não cumprimento das sinalizações. Sugere-se a mudança no trajeto da estrada que passa ao lado do taboal utilizado pela população de *D. anceps*.

“Comprometimento da anurofauna associada a cursos d’água e margens pelo carreamento de resíduos sólidos, lixos e substâncias graxas.”

Possibilidade de compensação: Sim

Programas e mitigação de impacto:

- Rigoroso controle de materiais de descarte.

*“Aumento das populações de *Chaunus ictericus* e *Lithobates catesbeianus*.”*

Possibilidade de compensação: Sim

Programas e mitigação de impacto:

- Monitoramento da fauna de anuros antes e depois do enchimento;
- Controle e erradicação de populações de *L. catesbeianus*.

“Alterações na estrutura das comunidades de larvas de anuros a jusante da barragem.”

Possibilidade de compensação Não

Programas e mitigação de impacto:

- Realizar o enchimento em um período no qual a maioria das espécies não esteja em atividade reprodutiva.

- Monitoramento da anurofauna a jusante a barragem: como o grande problema relacionado a construção de barragens é a obtenção de dados sobre a dinâmica de população de anuros a jusante a barragem antes e pós enchimento, principalmente por causa da falta de um delineamento dimensional, espacial e temporal, é de extrema importância a realização de monitoramento da anurofauna com a coleta de dados quantitativos através de armadilhas de interceptação e queda (pit-falls), além de amostragens em sítios reprodutivos. O monitoramento deve ser realizado em duas etapas:

1 - Dois anos de monitoramento antes do enchimento da barragem. Nesse período deve-se monitorar a anurofauna existente no entorno do rio Tibagi, a jusante a barragem;

2 - Dois anos de monitoramento após o enchimento. Nesse período, continuar monitorando os mesmo pontos, verificando desse modo, quais as verdadeiras alterações na dinâmica da comunidade de anuros da região afetada.

4.3.4.7 Referências

- ALTIG, R. & R. MCDIARMID. 1999. Body plan: Development and Morphology, p: 24-51. *In*: R.W. MCDIARMID & R. ALTIG (Eds.) **Tadpoles: the biology of anuran larvae**. The University of Chicago Press, 444p.
- BALDISSERA Jr, F.A.; U. CARAMASCHI & C.F.B. HADDAD. 2004. **Review of the *Bufo crucifer* species group, with descriptions of the two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae)**. Arquivos do Museu Nacional, 62(3): 255-282.
- BASTOS, R.P. & C.F.B. HADDAD. 1999. **Atividade reprodutiva de *Scinax rizibilis* (Bokermann) (Anura, Hylidae) na Floresta Atlântica, sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, 16(2): 410-421.
- BERNARDE, P.S. 1998. **Geographic distribution: *H. punctata***. Herpetological Review, Lawrence, 29(4): 246.
- BERNARDE, P.S. 1999. **Geographic distribution: *H. uruguayana***. Herpetological Review, Lawrence, 30(4): 230.
- BERNARDE, P.S. & R.A. MACHADO. 2000. **Riqueza de espécies, ambientes de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura)**. Cuadernos de Herpetologia, Tucumán, 14(2): 93-104.

- BOWNE, D.R. & M.A. BOWERS. 2004. **Interpatch movements in spatially structured populations: a literature review.** *Landscape Ecology*, 19: 1-20.
- CASTANHO, L. & C.F.B. HADDAD. 2000. **New species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from Guaraqueçaba, Atlantic Forest of Brazil.** *Copeia*, Lawrence, 33(3): 777-781.
- CONTE, C.E.; R. LINGNAU & A. KWET. 2005. **Description of the advertisement call of *Hyla ehrhardti*, Müller, 1924 and new distribution records (Anura: Hylidae).** *Salamandra*, Rheinbach, 41 (3).
- CRUMP, M.L. **Amphibian reproductive ecology on the community level.** U.S. *Fisch and Wildlife Res. Rept*, 13:21-36.
- DUELLMAN, W.E. 1978. **The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador.** *Micellaneous publication Museum Natural History University of Kansas*, Lawrence, Kansas, 65: 1-352.
- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. 1986. **Biology of amphibians.** McGraw-Hill Book Company, New York, 670pp.
- DUELLMAN, W.E. 1990. **Herpetofaunas in neotropical rainforests: comparative composition, history, and resource use**, p. 455-505. *In: A. H. CENTRY (Ed.) Four Neotropical Rainforests.* New Haven, Yale University Press, XI + 627p.
- DUELLMAN, W.E. 1999. **Global distribution of amphibians: patterns, conservation, and future challenges**, p. 1-31. *In: W. E. DUELLMAN (Org.) Patterns of distribution of amphibians: a global perspective.* Baltimore & London, The John Hopkins University, VII + 648p.
- EMBRAPA, 1996. **Atlas do meio ambiente do Brasil.** Brasília, Serviço de produção e informação, Terra Viva. 160p.
- FAIVOVICH, J, C.F.B HADDAD, P.C.A. GARCIA, D.R. FROST, J.A. CAMPBELL & W.C, WHEELER. 2005. **Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294, 240p.
- FROST, D.R.; T. GRANT; J. FAIVOVICH; R.H.B. BAIN; A. HAAS; C.F.B HADDAD; R. O DE SÁ; A. CHANNING; M. WILKINSON; S.C.S. DONNELLAN; C.J. RAXWORTHY; J.A. CAMPBELL; B. L. BLOTTO; P. MOLER; R.C. DREWES; R.A. NUSSBAUM; J.D. LYNCH; D.M. GREEN & W.C. WHEELER. 2006. **The amphibian tree of life.** *Bulletin of the American Museum of natural history*, 297, 370p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) & ISA (Instituto Socioambiental). 1998. **Atlas da Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995.** Relatório Nacional. São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto Sócio-Ambiental, 7p.

- GASCON, C. 1991. **Population and community-level analyses of species occurrences of central amazonian rainforest tadpoles.** *Ecology*, 72 (5): 1731-1746.
- GARCIA, P.C.A. & G. VINCIPROVA. 2003. Anfíbios, p. 147-164. IN: Fontana, C.S.; G.A. Bencke & R.E. Reis (Eds). **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, EdiPuc, 632p.
- GUERRY, A.D. & M.L. HUNTER JR. 2002. **Amphibian distributions in a landscape of forests and agriculture: an examination of landscape composition and configuration.** *Conservation Biology*, 16: 745–754.
- GRANT, T.; D.R. FROST; J.P. CALDWELL; R. GAGLIARDO; C.F.B. HADDAD; P.J.R. PHILIPPE KOK; D. BRUCE MEANS; B.P. NOONAN; W. E. SCHARGEL & W.C. WHEELER. 2006. **Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (amphibia: atesphatanura: dendrobatidae) 2006.** *Bulletin of the American Museum of natural history*, 299, 299p.
- HADDAD, C.F.B. & I. SAZIMA. 1992. **Anfíbios anuros da Serra do Japi**, p. 188-211. *In: L.P.C. MORELLATO (Org). História Natural da Serra do Japi.* Campinas, Editora da UNICAMP/FAPESP, 321p.
- HADDAD, C.F.B. & C.P.A. PRADO. 2005. **Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Florest of Brazil.** *BioScience*, 55(3): 207-217.
- HECNAR, S.J. & R.T. M'CLOSKEY. 1997. **The effects of predatory fish on amphibian species richness and distribution.** *Biological Conservation*, 79: 123–131.
- HEYER, W. R. 1973. **Ecological interactions og frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand.** *Journal of Herpetology*, 7(4): 337-361.
- HEYER, W.R. & L.R. MAXSON. 1983. **Relationships, Zoogeography, and Speciation Mechanisms of frogs of the genus *Cycloramphus* (Amphibia, Leptodactylidae).** *Arquivos de Zoologia*, 30(5):341-373.
- HEYER, W.R.; A.S. RAND; C.A.G. CRUZ, O.L. PEIXOTO & C.E. NELSON. 1990. **Frogs of Boracéia.** *Arquivos de Zoologia, São Paulo*, 31 (4): 231-410.
- JIM, J. 1980. **Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura).** Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP.
- KWET, A. & M. DI-BERNARDO. 1999. **Anfíbios, Amphibien, Amphibians.** Rio Grande do Sul, EDIPUCRS, II + 108p.
- KNUTSON, M.G.; J.R. SAUER, D.A. OLSEN, M.J. MOSSMAN, L.M. HEMESATH & M.J. LANNOO. 1999. **Effects of landscape composition and wetland**

- fragmentation on frog and toad abundance and species richness in Iowa and Wisconsin, USA.** *Conservation Biology*, 13: 1437–1446.
- KOLOZSVARY, M.B. & R.K. SWIHART. 1999. **Habitat fragmentation and the distribution of amphibians, patch and landscape correlates in farmland.** *Canadian Journal of Zoology*, 77: 1288–1299.
- LAAN, R. & B. VERBOOM. 1990. **Effects of pool size and isolation on amphibian communities.** *Biological Conservation*, 54: 251–262.
- LANGONE, J.A. & M.V. SEGALA. 1996. **Una nueva especie de *Eleutherodactylus* del Estado de Paraná, Brasil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae).** *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, Montevideo, 12 (185): 1-8.
- LANNOO, M.J. 1999. **Integration: Nervous and Sensory Systems, p:149-169.** In: R.W. McDiarmid & R. Altig (Eds) *Tadpoles: the biology of anuran larvae.* The University of Chicago Press, 444p.
- LINGNAU, R. 2000. **Geographic distribution. *Hylodes heyeri*.** *Herpetological Review*, Lawrence, 31 (3): 251.
- MACHADO, R.A.; P.S. BERNARDE; S.A.A. MORATO; L. ANJOS. 1999. **Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no Município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura).** *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (4): 997-1004.
- MACHADO, R.A. & C.E. CONTE. 2001. **Geographic distribution. *H. nahdereri*.** *Herpetological Review*, 32 (2): 114.
- MACHADO, R.A. & C.F.B. HADDAD. 2001. **Geographic distribution. *H. anceps*.** *Herpetological Review*, 32 (2): 113.
- MACHADO, R.A. & P.S. BERNARDE. 2002. **Anurofauna da bacia do rio Tibagi, p. 297-306.** In: M.E. MEDRI; E. BIANCHINI; O.A. SHIBATTA & J.A. PIMENTA (Eds.). *A bacia do rio Tibagi.* Londrina, Edição os editores, 595p.
- MACHADO, R.A. 2004. **Ecologia de assembléias de anfíbios anuros no município de Telêmaco Borba, Paraná, Sul do Brasil.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná (doutor em zoologia), 128p.
- MEFEE, G. K. & CARROLL, C. R. **Changes in ecological time: disturbance regimes and invasive species.** Pp. 243-267. In: MEFEE, G.K. & C.R. CARROLL (Eds.). *Principles of Conservation Biology*, 2a ed. Massachusetts: Sinauer Associates Publishers. 729p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: 404 p.

- MYERS, N.; R.A. MITTERMAYER; C.G. MITTERMAYER; G.A.B. FONSECA & J. KENT. 2000. **Biodiversity hot spots for conservation priorities**. *Nature*, 403: 853-858.
- PECHMANN, J.H.K.; D.B. WAKE. 1997. **Declines and disappearances of amphibian populations** (essay 5B, p 135-137). *In*: Meeff, G.K. & C.R. Carroll (Eds.), *Principles of Conservation Biology*, 2a ed. Massachusetts: Sinauer Associates Publishers. 729p.
- POMBAL JR. J. P.; E.M. WISTUBA & M. BORNSCHEIN. 1998. **A new espécie of brachycephalid (Anura) from the Atlantic Rainforest of Brazil**. *Journal of Herpetology*, 32(1): 70-74.
- POMBAL JR. & M. GORDO. 2004. Anfíbios anuros da Juréia, p. 243-256. *In*: O.V. MARQUES & D. WÂNIA, (Eds.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna**. Ribeirão Preto, Holos, 386p.
- POMBAL Jr., J.P. & C.F.B. HADDAD. 2005. **Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil**. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 45 (15):201-213.
- RANA. 2006. **Red de análisis para los anfibios neotropicales amenazados**. <http://rana.biologia.ucr.ac.cr/>. Acessado em 9 de março de 2007.
- SBH. 2006. Sociedade Brasileira de Herpetologia. <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acessado em 9 de março de 2007.
- RIBEIRO, L.F.; A.C.R. ALVES; C.F.B. HADDAD & S.F. REIS. 2005. **Two new species of *Brachicephalus* Günther, 1858 from the state of Paraná, Southern Brazil (Amphibia, Anuro, Brachycephalidae)**. *Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 519: 1-18.
- ROCHA, V.L; R.A. MACHADO, S.A. FILIPAKI, I.S.N. FIER & J.A.L. PUCCI. 2003. **A biodiversidade da Fazenda Monte Alegre da Klabin S/A – no estado do Paraná**. *In*: Anais 8º Congresso Florestal Brasileiro, São Paulo, SBS, v2 p1-12.
- ROSSA-FERES, D.C. & J. JIM. 1994. **Distribuição sazonal em comunidade de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo**. *Revista Brasileira de Biologia*, 54 (2): 323-334.
- ROTHERMEL, B.B. & R.D. SEMLITSCH. 2002. **An experimental investigation of landscape resistance of forest versus old-field habitats to emigrating juvenile amphibians**. *Conservation Biology*, 16: 1324–1332.
- SEGALA, M.V. & J.A. LANGONE. 2004. Anfíbios, p. 537-577. *In*: S. B. MIKICH & R.S. BÉRNILS (Eds.). **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, XVI + 764p.

- STRIJBOSCH, H. 1979. **Habitat selection of amphibians during their aquatic phase.** *Oikos*, 33: 363-372.
- TOCHER, M.D., G. GASCON & B.L. ZIMMERMAN. 1997. **Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study**, p. 124-127. *In*: W.F. LAURENCE & R.O. BIERREGAARD (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**, The University of Chicago press, London, XI + 616p.
- TOFT, C.A & W.E. DUELLMAN. 1979. **Anurans of the lower Rio Llullapichis, Amazonian Perú: a preliminary analysis of community structure.** *HERPETOLOGICA*, 35: 71-77.
- VALLAN, D. 2000. **Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature reserve of Ambohitantely, highland Madagascar.** *Biological Conservation*, 96: 31-43.
- VOS, C.C. & J.P. CHARDON. 1998. **Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*.** *Journal of Applied Ecology*, 35: 44-46.
- WELLS, K.D. 1977. **The courtship of frogs**, p:233-262. *In*: D.H. Taylor & S.I. Guttman (Eds.) *The reproductive biology of amphibian*. Plenum press.
- WEYRAUCH, S.L. & T.C. GRUBB JR. 2004. **Patch and landscape characteristics associated with the distribution of woodland amphibians in an agricultural fragmented landscape: an information-theoretic approach.** *Biological Conservation*, 115: 443–450.
- WILBUR, H.M. 1980. **Complex life cycles.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11: 67-93.
- WILSON, E.O. 1998. **Biodiversidade.** Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 657 pp.

4.3.5 AVIFAUNA

4.3.5.1 Introdução

A extensa área em apreço coincide com uma das regiões cujo ritmo de modificação ambiental - especialmente devastação da cobertura florestal original - foi surpreendentemente rápido, oriundo de um processo de colonização que teve início já no fim do Século 19. Isso se deu, primeiramente, como efeito da ampliação de fronteiras agropecuárias e, posteriormente, com o desenvolvimento da silvicultura, que conferiu à região um aspecto singular de exploração mesmo em locais de considerável declividade (Maack, 1963, 1981). Assim, obedecendo diversos períodos de um padrão exploratório tipicamente imediatista, passou a integrar um grande ideal coletivo voltado ao plantio de essências arbóreas exóticas, primeiramente o pinus e, depois, o eucalipto, passando então a diversificar as atividades agrícolas, com o cultivo de soja, feijão, cana-de-açúcar e algodão, bem como a pecuária.

À medida que o avanço das monoculturas e pecuária se estabeleceram e expandiram, a paisagem natural, recoberta originalmente por extensas áreas de matas de araucária, em sua transição com as florestas estacionais, tornou-se gradativamente fragmentada, gerando o complexo sistema em mosaico que se observa na atualidade. Esse é o formato básico que deve ser levado em conta para análises ambientais ligadas à biodiversidade local, incluindo não somente a sua descrição contemporânea, mas também a composição original dos organismos que, no passado, fizeram parte da biota regional e de todo o processo de substituição decorrente das inúmeras frentes de modificação da paisagem.

A avifauna desta região foi objeto de vários estudos sistemáticos até então. Na região de Londrina e ao longo de todo o curso do Rio Tibagi (leste da área de estudo), por exemplo, vários estudiosos procedem, há várias décadas, a pesquisa da avifauna local (Steffan, 1974; Westcott, 1980, 1986; Mariño, 1996; Anjos & Schuchmann, 1997; Anjos *et al.* 1997; Anjos, 2001), com enfoques ecológicos (Soares & Anjos, 1996; Anjos & Ferreira, 1998; Anjos & Gimenes, 2000; Gimenes & Anjos, 2000; Mendonça *et al.*, 2001; Volpato *et al.*, 2001; Volpato & Anjos 2001a,b) e de certos tópicos de sinantropia, assim como de conservação (Anjos, 1998; Anjos & Soares, 1999; Lopes *et al.*, 2001). Em Telêmaco Borba, na região do alto Tibagi,

Rodrigues *et al.* (1981), depois Pinto (1991), Berndt (1992) e, finalmente, Anjos *et al.* (1997) dedicaram-se aos mesmos propósitos.

Toda essa gama de informações teve como resultado o inventário de uma avifauna essencialmente florestal e, em muitos casos, restritivas quanto à ocupação do ambiente, servindo como testemunho para se diagnosticar a dinâmica na composição avifaunística à medida que as matas foram substituídas por áreas de cultivo e pastoril.

A extinção local de algumas espécies em decorrência das alterações ambientais ao longo desse processo pode ser tida como certa, não somente no caso de aves de pequena plasticidade quanto às alterações do ambiente florestal, mas também àquelas que são restritas a ambientes lóticos e, portanto, com distribuição linear.

Em contrapartida, algumas outras, até então inexistentes naquela região, ocuparam o novo ambiente criado pelo homem, destacadamente aquelas cujos centros de dispersão encontram-se em vegetações abertas, como o Cerrado e os Campos Naturais. Atualmente, portanto, é comum observar, na área de estudo, diversas espécies típicas de habitats abertos, nas áreas que originalmente recobriam-se por grandes maciços florestais.

A proposta para a construção da Usina Hidrelétrica de Mauá, haja vista toda essa problemática, gerou opiniões divergentes e largamente divulgadas e defendidas por diversos segmentos da sociedade paranaense (Martins, 2005; Instituto TerraMar, 2006; CPT, 2007), cumulando com um processo que se estende desde a década de 90. Nesse sentido, uma análise complementar faz-se necessária, inclusive visando o cumprimento de determinações do órgão ambiental, recentemente exigidas aos responsáveis pelo empreendimento.

4.3.5.2 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo reavaliar sinopticamente a composição avifaunística da área de influência da UHE Mauá apresentando - por meio de inferências técnicas - a identificação de impactos ambientais à avifauna em apreço e, como consequência, as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias. Secundariamente pretende-se também, no contexto acima citado, oferecer informações adicionais a documentações preparadas anteriormente

(IGPlan, 2002, 2004; CNEC, 2004), desta vez enfocando também as áreas a serem afetadas a jusante da barragem.

Visa o presente estudo analisar os requisitos à licença prévia determinadas pelo Instituto Ambiental do Paraná, quanto à avifauna no que tange a: 1. aprofundamento e detalhamento dos impactos ambientais a jusante da barragem; 2. explicitação conclusiva dos efeitos do empreendimento como um todo.

4.3.5.3 Metodologia

O presente estudo baseia-se nos estudos de impacto ambiental realizados anteriormente pela IGPlan (2002, 2004), complementados por CNEC (2004), bem como em fontes diversas provenientes da literatura pertinente e em campanha realizada entre 12 e 14 de fevereiro de 2007, com a finalidade primária de avaliar os ambientes presentes na área de influência do empreendimento e de colher registros adicionais de espécies de aves. Nesse período procurou-se visitar diversos locais da região do montante e jusante da barragem bem como amostrar os principais pontos sujeitos aos vários impactos.

Considerou-se desnecessária a realização de inventário ornitológico mais detalhado, uma vez que as informações largamente divulgadas na literatura, bem como de esforços de campo similares (CNEC, 2004, consolidando IGPlan, 2002 e 2004 e registros próprios), permitiu a geração de compilação bastante extensa e completa sobre a avifauna da região e, desta forma, mostraram-se totalmente satisfatórios para a realização das presentes análises.

Como um todo, o enfoque dado à presente avaliação tomou como base as informações apresentadas em Anjos & Schuchmann (1997), Anjos *et al.*, (1997) e CNEC (2004) e, eventualmente, em publicações complementares. Espécies restritas às áreas do baixo Rio Tibagi e, portanto, de ocorrência não aguardada para a área do empreendimento foram suprimidas, ainda que representem pequena fração do montante geral.

Com base em uma caracterização reformulada da avifauna desta região suportada pela lista de espécies (CBRO, 2006), procedeu-se a descrição de certos tópicos que pudessem auxiliar na complementação dos documentos anteriores, com ênfase na questão da paisagem como suporte à avifauna, biogeografia e

espécies endêmicas, tópicos de conservação e, mais aprofundadamente os assuntos alusivos aos impactos ambientais previstos.

A classificação desses impactos baseia-se em Fishpool & Evans (2001) e Bencke *et al.* (2006), com ligeiras adaptações coerentes com a realidade local (*vide* Straube, 1995) e em complementação a CNEC (2004).

4.3.5.4 Resultados

Caracterização geral da avifauna

Sob o ponto de vista biogeográfico, a área abordada situa-se na Região Neotropical (Müller, 1973), particularmente na Província Atlântica (concordante com a zona geográfica denominada Mata Atlântica) e na Sub-Província Guarani (Mello-Leitão, 1946). Segundo Cracraft (1985), essa região compreende área de endemismos avifaunísticos, denominada "*Parana Center*", que corresponde a todo o Planalto Meridional Brasileiro, limitando-se a norte pela região centro-sul de São Paulo, ao sul pelos planaltos da porção elevada do norte e nordeste do Rio Grande do Sul, a oeste pelo Paraguai e nordeste da Argentina e a leste pelos contrafortes da Serra do Mar.

Quanto à paisagem original, situa-se no grande domínio morfoclimático dos "Mares de Morros" (Ab'Saber, 1977), que se insere no bioma da Mata Atlântica. Sua situação geográfica indica que, embora situe-se dentro dos limites da Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária), vegetação que era originalmente dominante na área de estudo (Veloso *et al.* 1991), encontra-se fortemente influenciada por outros tipos vegetacionais das adjacências, como a Floresta Estacional Semidecidual (Mata Estacional) e, embora em pequena escala, também a Savana (Cerrado) que, naquela região, miscigena-se também com a Estepe (Campos). O padrão de influência fitogeográfica, que se reflete também na composição faunística, indica a presença de espécies das matas estacionais que invadem o curso do Rio Tibagi no sentido norte-sul, declinando em altitudes superiores a 500 m, esta tida como clássico limite de vegetação no Paraná (Maack, 1981).

Já o cerrado e o campo associados ocorrem na região de São Jerônimo da Serra, Tibagi e, com menor importância geográfica, em Jaguariaíva e Arapoti em

patamares de maiores elevações, expressando-se como vegetação relictual e isolada, mas também importante no cenário fitofisionômico macro-regional.

Toda essa caracterização, contudo, tem importância biogeográfica de menor escala, uma vez que se baseia em paisagens originais; Nas áreas de influência previstas para o empreendimento, em cenário de maior escala e contemporâneo, observa-se que a maior parte da vegetação original foi exterminada, modificada ou ligeiramente alterada, restando apenas poucos e pequenos remanescentes com as características originais. Nesse sentido, destacam-se os ambientes agro-pastoris, representados pela grande diversificação agrícola (café, milho, feijão e soja) e florestal (eucalipto e pinus), bem como relativamente extensas áreas utilizadas para a pecuária extensiva (essencialmente bovinos) (IPARDES, 2003). Esse padrão de mosaico, amplamente verificado em toda a região e definido pela orografia ondulada, é interrompido por pequenos remanescentes florestais relictuais em vários estádios de alteração e de regeneração, com a presença de capoeiras, capoeirões e mata secundária, onde se observa ainda intensa e, em geral ilegal, atividade de extrativismo madeireiro.

De uma forma geral, os remanescentes de vegetação encontram-se confinados às áreas de proteção permanente (APPs), incluindo as reservas legais das propriedades e as mata ciliares, cuja preservação nem sempre é guardada à risca. Eventualmente ocorrem áreas com vegetação menos alterada, quase sempre mantidas por interesse dos proprietários ou pelas limitações de acesso ou pela inviabilidade de estabelecimento de atividades rentáveis.

Riqueza avifaunística

A Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi é considerada uma das mais expressivas em riqueza de espécies de aves em todo o sul do Brasil, decorrente da grande variedade de ambientes, mas especialmente da zonação ali verificada em decorrência da altitude. Essa característica, que ocorre em todos os rios de grande porte do Planalto Meridional Brasileiro, determina a presença de diversas composições faunísticas em gradação, cujo fator limitante é a altitude e, por conseqüência, os diferentes tipos vegetacionais ali presentes, muitas vezes

favorecendo penetrações de elementos mais peculiares às paisagens limítrofes (Straube & Reinert, 1992; Straube *et al.*, 2005).

A compilação geral da avifauna ocorrente na área do empreendimento e adjacências soma um total de 520 espécies para a AII e 247 para AID (IGPlan, 2002, 2004), entretanto há divergências numéricas neste sentido, particularmente no tocante às questões de zonação (*cf.* Anjos *et al.*, 1997).

Como um todo, destacam-se as famílias Tyrannidae, Thraupidae, Furnariidae, Emberizidae, Trochilidae e Accipitridae e a relação de diversidade entre grupos de passeriformes (n=285) e não-passeriformes (n=236) informa que a predominância de táxons de menor porte, preferencialmente florestal (Passeriformes) atinge quase 55% da avifauna total.

Dentre os Passeriformes destacam-se dois grupos taxionômicos com características eto-ecológicas e biogeográficas bastantes distintas; Os Tyranni (ex-Suboscines) foram os mais representados (158 espécies, 55,4%) e englobam espécies de origem antiga na Região Neotropical, sendo que sua quase totalidade é endêmica, aumentando a riqueza específica em direção à linha do equador; a inexistência de representantes granívoros - neste grupo - sugere íntima relação com o ambiente florestado, no qual essa fonte alimentar é escassa (Sick, 1997).

Os Passeri (ex-Oscines) foram menos representados (127 espécies, 44,6%) e consistem em pássaros de colonização mais recente, cujo centro de dispersão é encontrado no Velho Mundo e América do Norte, considerados imigrantes recentes do continente sul-americano. Habitam predominantemente as áreas abertas, com destaque para os campos, os quais são ricos e bem representados por plantas graníferas (Sick, 1997).

Sinopticamente pode-se afirmar que a região em questão compreende avifauna tipicamente florestal, que sofreu diversas interferências ao longo da história de exploração, permitindo o aparecimento de espécies colonizadoras, as quais concorreram com um incremento na riqueza específica local.

Mudanças na composição avifaunística de fato ocorreram, decorrentes de invasão de espécies típicas de ambientes abertos, provenientes de áreas agricultadas e campos, ricos localmente, embora difusos. A presença dessas espécies deve-se não apenas a essa característica, como pela própria expansão

de distribuição no sentido norte-sul de elementos colonizadores de zonas antropizadas, alterando, assim, a relação entre esses táxons.

Uma questão auto-ecológica também relevante é alusiva às aves migratórias, representadas na área de estudo por pelo menos 17 espécies (*Pandion haliaetus*, *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus*, *Limosa haemastica*, *Bartramia longicauda*, *Tringa solitaria*, *T.flavipes*, *T.melanoleuca*, *Actitis macularius*, *Calidris fuscicollis*, *C. melanotos*, *Coccyzus americanus*, *Chordeiles minor*, *Riparia riparia*, *Hirundo rustica*, *Petrochelidon pyrrhonota* e *Dolichonyx oryzivorus*). Todas essas aves são visitantes setentrionais que incluem diversas regiões do Brasil meridional como ponto de parada ou descanso durante seus ciclos de deslocamento, muitas vezes de larga escala, ou seja, intercontinentais.

Em nenhuma região paranaense são conhecidos sítios de grandes concentrações de espécies migratórias, entretanto, a presença de tais representantes é quase sempre determinada pela existência de ambientes aquáticos, sejam lânticos (brejos, banhados, várzeas com vegetação aberta), sejam lóticos (margens expostas de rios de médio a grande porte). Por esse motivo, têm sido motivo de diversos estudos, em especial nos locais onde se agregam, mas também em pontos isolados que fazem parte de seus percursos habituais. A área de estudo pode ser considerada como eventual para a presença de espécies migratórias de larga escala.

Aspectos conservacionistas

Foram identificadas 112 espécies de interesse conservacionista, sejam por estarem protegidas pela legislação federal ou estadual como ameaçadas (ou "quase ameaçadas": *near-threatened*), sejam por serem citadas em acordos internacionais para espécies ameaçadas ou de repressão ao tráfico internacional. A base para tanto encontra-se relatada no item "Impactos", que associa-se tanto às ameaças diretas decorrentes da modificação dos ambientes (corte seletivo, degradação do hábitat, desmatamento, fragmentação, insularização etc.) quanto às ações secundárias (p.ex. caça e captura para cativeiro), igualmente previstas como fatores impactantes deste empreendimento.

Esse número de espécies, interpretado aprioristicamente como superestimado, refere-se também às espécies potencialmente ocorrentes na área de estudo. De qualquer forma, é evidente que quase todas as espécies citadas merecem consideração, uma vez que justamente por se tratarem de espécies raras é que apresentam pequena probabilidade de constatação, o que fica ainda mais ressaltado pela pouca informação sobre localidades de ocorrência e principalmente de seus ciclos sazonais (Straube *et al.*, 2004). Dessa maneira, ainda que sob suposição, todas elas devem receber igual atenção, haja vista seu declínio e mesmo extinção local em grande parte de suas distribuições geográficas.

Independente da subjetividade de estimativas deste tipo e das discussões delas oriundas, torna-se necessária uma interpretação mais geral, levando-se em consideração o status e sua representação pelas riquezas de espécies nos três âmbitos considerados (Tabela XXIII).

Tabela XXIII- Espécies de interesse conservacionista constatadas na área de estudo, segundo o âmbito internacional (INT) com base nas deliberações da "The World Conservation Union" (IUCN, 2006), da "Birdlife International" (Birdlife International, 2006) e da "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora" (CITES, 2006); nacional (NAC), com base na Instrução Normativa nº 03/2003 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2003) e estadual (EST), para o Estado do Paraná (Secretaria Estadual do Meio-Ambiente) (Straube *et al.*, 2004). Legenda: RE, regionalmente extinta; CR, criticamente ameaçada; EN, em perigo; VU, vulnerável; NT, quase-ameaçada; DD, dados deficientes; I, II e III: citada nos apêndices respectivos do CITES.

Espécies	INT		NAC	EST
	IUCN Birdlife	CITES	Ibama	SEMA-PR
<i>Tinamus solitarius</i>	NT	I	NT	VU
<i>Crypturellus undulatus</i>				CR
<i>Mergus octosetaceus</i>	CR		CR	CR
<i>Accipiter poliogaster</i>			DD	DD
<i>Accipiter bicolor</i>				DD
<i>Falco peregrinus</i>		I		
<i>Aburria jacutinga</i>	EN	I	EN	EN
<i>Crax fasciolata</i>				CR
<i>Rallus maculatus</i>				DD
<i>Porphyrio flavirostris</i>				DD
<i>Cariama cristata</i>				NT
<i>Gallinago undulata</i>				DD
<i>Primolius maracana</i>	NT	I	NT	EN
<i>Ara chloropterus</i>		II		CR
<i>Aratinga leucophthalma</i>		II		

<i>Aratinga auricapillus</i>	NT	II		
<i>Pyrrhura frontalis</i>		II		
<i>Forpus xanthopterygius</i>		II		
<i>Brototogeris tirica</i>		II		
<i>Pionopsitta pileata</i>		II		
<i>Pionus maximiliani</i>		II		
<i>Amazona aestiva</i>		II		
<i>Amazona vinacea</i>	VU	I	VU	NT
<i>Triclaria malachitacea</i>	NT	II	NT	VU
<i>Coccyzus euleri</i>				DD
<i>Pulsatrix perspicillata</i>		II		DD
<i>Strix hylophila</i>	NT			
<i>Asio flammeus</i>		II	DD	DD
<i>Asio stygius</i>		II		DD
<i>Chordeiles minor</i>				DD
<i>Nyctibius aethereus</i>			DD	DD
<i>Eleothreptus anomalus</i>	NT		NT	VU
<i>Phaethornis eurynome</i>		II		
<i>Phaethornis squalidus</i>		II		
<i>Phaethornis pretrei</i>		II		
<i>Eupetomena macroura</i>		II		
<i>Melanotrochilus fuscus</i>		II		
<i>Colibri serrirostris</i>		II		
<i>Anthracothorax nigricollis</i>		II		
<i>Stephanoxis lalandi</i>		II		
<i>Lophornis magnificus</i>		II		
<i>Chlorostilbon lucidus</i>		II		
<i>Thaluranis furcata</i>		II		
<i>Thalurania glaucopis</i>		II		
<i>Hylocharis chrysura</i>		II		
<i>Hylocharis cyanus</i>		II		
<i>Hylocharis sapphirina</i>		II		
<i>Leucochloris albicollis</i>		II		
<i>Amazilia lactea</i>		II		
<i>Amazilia versicolor</i>		II		
<i>Amazilia fimbriata</i>		II		
<i>Aphantochroa cirrochloris</i>		II		
<i>Heliomaster squamosus</i>		II		
<i>Heliomaster furcifer</i>		II		
<i>Calliphlox amethystina</i>		II		

<i>Chloroceryle aenea</i>				NT
<i>Chloroceryle inda</i>				NT
<i>Momotus momota</i>				NT
<i>Galbula ruficauda</i>				NT
<i>Pteroglossus aracari</i>		II		VU
<i>Pteroglossus bailloni</i>	NT	III		
<i>Selenidera maculirostris</i>		III		
<i>Ramphastos dicolorus</i>		III		
<i>Picumnus nebulosus</i>	NT			
<i>Piculus aurulentus</i>	NT			
<i>Psiloramphus guttatus</i>	NT			NT
<i>Scytalopus indigoticus</i>	NT			
<i>Scytalopus iraiensis</i>				EN
<i>Thamnophilus pelzelni</i>				DD
<i>Dysithamnus stictothorax</i>	NT			
<i>Chamaeza meruloides</i>				DD
<i>Clibanornis dendrocolaptoides</i>	VU			
<i>Leptasthenura setaria</i>	NT			
<i>Anabacerthia amaurotis</i>	NT			
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>				NT
<i>Tyranniscus burmeisteri</i>				DD
<i>Suiriri suiriri</i>				NT
<i>Culicivora caudacuta</i>	VU		VU	VU
<i>Phylloscartes eximius</i>	NT			
<i>Phylloscartes oustaleti</i>	NT			
<i>Phylloscartes paulista</i>	NT		NT	NT
<i>Leptotriccus sylviolus</i>	NT		NT	DD
<i>Hemitriccus nidipendulus</i>				DD
<i>Hemitriccus obsoletus</i>				DD
<i>Onychorhynchus swainsoni</i>	VU		DD	DD
<i>Alectrurus tricolor</i>	VU		VU	EN
<i>Laniisoma elegans</i>			NT	DD
<i>Phibalura flavirostris</i>	NT			NT
<i>Procnias nudicollis</i>	VU			
<i>Lipaugus lanioides</i>	NT		NT	NT
<i>Pyroderus scutatus</i>			NT	NT
<i>Piprites pileata</i>	VU		VU	EN
<i>Anthus nattereri</i>	VU		VU	DD
<i>Polioptila lacteal</i>	NT		NT	EN
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	NT			

<i>Cyanocorax cristatellus</i>			EN
<i>Neothraupis fasciata</i>	NT		EN
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>			EN
<i>Piranga flava</i>			NT
<i>Tangara cayana</i>			NT
<i>Sporophila hypoxantha</i>	NT	DD	NT
<i>Sporophila bouvreuil</i>			NT
<i>Sporophila melanogaster</i>	NT	VU	VU
<i>Sporophila plumbea</i>			VU
<i>Sporophila angolensis</i>			VU
<i>Amaurospiza moesta</i>	NT		
<i>Passerina glaucocaerulea</i>			NT
<i>Saltator atricollis</i>			DD
<i>Psarocolius decumanus</i>			CR
<i>Agelasticus thilius</i>			NT
<i>Euphonia chalybea</i>	NT		

De acordo com a significância geográfica, essas informações podem ser sumarizadas de acordo com a (Tabela XXIV).

Tabela XXIV - Riqueza de espécies de interesse conservacionista, nos âmbitos internacional (INT) com base nas deliberações da "The World Conservation Union" (IUCN, 2006), da "Birdlife International" (Birdlife International, 2006); nacional (NAC), com base na Instrução Normativa nº 03/2003 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2003) e estadual (EST), para o Estado do Paraná (Secretaria Estadual do Meio-Ambiente) (Straube *et al.*, 2004). Legenda: CR, criticamente ameaçada; EN, em perigo; VU, vulnerável; NT, quase-ameaçada.

	INT	NAC	EST
NT	27	10	19
VU	8	6	8
EN	1	1	9
CR	1	1	5
Total	37	18	41

O âmbito internacional é o que mais se aproxima da realidade biogeográfica, uma vez que contempla a distribuição geográfica como um todo, enquanto os demais apontam para necessidades de proteção de populações em um contexto político. Nesse sentido, observa-se três situações, (desconsideradas

as espécies NT): 1. espécies ainda presentes em toda a All seja nos ambientes florestais (p.ex. *Piprites pileata*, *Onychorhynchus swainsoni*), seja nos campestres (p.ex. *Alectrurus tricolor*); 2. espécies que possuem "populações-fonte" nas imediações da All e AID (*Aburria jacutinga*, *Amazona vinacea*, *Clibanornis dendrocolaptoides*, *Procnias nudicollis* e *Anthus nattereri*); 3. espécies naturalmente raras ou de distribuição pontual ou linear (*Mergus octosetaceus*, *Culicivora caudacuta*). Cabe a esses últimos uma atenção especial, haja vista seu declínio e grande restrição por detalhes particulares de ambiente, cuja erradicação ou simples modificação estrutural poderá comprometer substancialmente as populações.

Os casos mais problemáticos, abaixo descritos e avaliados, são:

- *Mergus octosetaceus*: espécie extremamente rara em toda a sua área de distribuição, contando com registros esparsos para o Paraná, os quais invariavelmente foram obtidos em rios de médio a grande porte, com corredeiras e leito rochoso;
- *Aburria jacutinga*: cracídeo em franco declínio motivado originalmente pela sobrecaça e, atualmente, pela destruição de grandes extensões florestais, ambiente do qual é profundamente dependente;
- *Amazona vinacea*: papagaio cujas populações-fonte estão concentradas em toda a porção leste do Paraná, que consistem da maior população da espécie em toda a sua área de ocorrência;
- *Culicivora caudacuta*: pequeno pássaro campestre, dependente de certas condições de hábitat, que alternam situações extremas de condições edáficas, coincidentes com as alternâncias de seu ciclo reprodutivo/alimentar;
- *Alectrurus tricolor*: tiranídeo de ocorrência localizada, com poucos registros no Paraná e em toda a sua distribuição, aparentemente dependente de uma série de particularidades do hábitat, ainda não bem esclarecidas;

- *Piprites pileata*: pássaro de pequeno porte, pouco conhecido e outrora abundante em algumas regiões mas em franca diminuição populacional em decorrência das modificações dos ambientes florestais, dos quais é dependente;
- *Anthus nattereri*: espécie restrita à vegetação campestre sul-brasileira, que tem populações-fonte apenas na porção leste do Paraná e campos catarinenses, ambientes que têm sofrido drasticamente com a utilização para a agricultura.

4.3.5.5 Impactos Sobre a Avifauna Relacionados ao Projeto da UHE-Mauá

Descrição dos impactos

Os impactos decorrentes da instalação da referida UHE são notáveis e importantes sob dois contextos: 1. macro-regional, considerando-se a representatividade local da paisagem em confronto com toda a região do terço-médio do Rio Tibagi; 2. local, ligado aos tópicos ecológicos específicos da área de influência do empreendimento.

É de amplo conhecimento que toda a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi encontra-se em estado adiantado de alteração ambiental, seja por meio de implantação de práticas agropecuárias (destacadamente silviculturais), seja pelo não cumprimento da legislação vigente (Anjos, 1998). Essa situação reflete-se tanto no ambiente florestal originalmente miscigenado com áreas naturalmente abertas (campos) ou semi-abertas (cerrado), quanto no aquático, que se resume a uma das raras situações de habitats lóticos apresentando componentes relativamente preservados no contexto ambiental paranaense (Anjos & Schuchmann, 1997; Anjos et al., 1997).

Como um todo, a área atingida encontra-se vegetada como um mosaico de paisagens alternando plantações de pinus e eucalipto com florestas secundárias, em avançado estágio de regeneração ou primárias pouco alteradas (especialmente na margem direita) e grandes extensões de pastos, com eventuais relictos de floresta alterada (especialmente na margem esquerda). Em ambas as margens

observa-se não menos destacados pontos de atividade agrícola, razoavelmente diversificada.

A questão espacial e de ocupação do solo é determinante no reconhecimento dos impactos ambientais do empreendimento, uma vez que as monoculturas de arbóreas concentram-se em áreas mais planas, coincidentes com os interflúvios e, portanto, locais de maiores altitudes. Já as florestas nativas situam-se nos talwegues ou em áreas de significativa declividade sendo exatamente por esse motivo que acabaram sendo poupadas, constituindo-se de pontos protegidos pela legislação, respectivamente como matas ciliares e locais de grande declividade.

As ações impactantes, desta forma, serão muito mais intensificadas nas confluências dos pequenos tributários do Rio Tibagi e, com o enchimento do reservatório, concordarão exatamente com os remanescentes florestais mais significativos da região.

A consolidação de impactos aos quais estão sujeitos os ambientes do Domínio da Mata Atlântica e, indiretamente, as aves que o habitam, encontra-se em Bencke *et al.* (2006). Com base nessa normatização pode-se avaliar com mais critério a questão na área de influência da UHE-Mauá, inclusive diferenciando-se com mais clareza as causas (impactos) das conseqüências (efeito sobre a avifauna). Dessa forma, trata-se a presente descrição de um desdobramento, mais aprofundado, daquele sugerido em CNEC (2004), que resume os impactos ao meio biótico à supressão da vegetação, afastamento da fauna terrestre, intensificação da caça e pesca, atropelamento de animais silvestres, atração e estabelecimento de fauna sinantrópica e supressão de hábitats para a fauna. Uma análise mais pormenorizada se faz necessária pelas particularidades de cada grupo focado, bem como pelas várias extensões que cada impacto pode estender-se.

A paisagem original dominante em toda a área em questão é florestal, com eventualidades de hábitats aquáticos lânticos (brejos e banhados, também várzeas) e lóticos (fluviais) e, ainda, de campos e cerrados, algo distanciadas da área de influência (Anjos & Schuchmann, 1997; Anjos *et al.*, 1997). Nesse sentido é previsível que a conservação da avifauna seja principalmente determinada pelas ameaças impostas ao ambiente florestal, sobre as quais pode-se enumerar as seguintes: corte seletivo (CS), degradação localizada de hábitat (DH), exploração

de produtos vegetais não arbóreos (EP), desmatamento (De), e, em particular, a fragmentação (Fr) e a insularização (In).

O corte seletivo (CS) refere-se à retirada particular de algumas espécies de plantas de interesse comercial madeireiro, geralmente como decorrência das maiores facilidades de acesso a certos locais. Esse impacto, apesar de ser um evento paralelo, posto que não reflete os termos oficiais do empreendimento, tem grande relevância, uma vez que, com o enchimento do reservatório, áreas antes inacessíveis ficarão muito mais sujeitas à exploração ilegal. Nesse sentido, apesar de grande parte da composição florística original ser preservada, aguarda-se o rareamento e provável extinção local de muitas espécies arbóreas que se constituem de elemento fundamental para a ocorrência de aves corticícolas (p.ex. picídeos e dendrocolaptídeos) (Soares & Anjos, 1999; Aleixo, 2001). Tais famílias, que na área de estudo contam respectivamente com 15 e 8 espécies, dependem de árvores de grande porte para a busca por alimento, que se constitui de pequenos invertebrados que capturam sob o córtex. Também serão visivelmente afetadas muitas aves que se utilizam de cavidades naturais (ocos) para reproduzirem, tendo como exemplo clássico o dos psitacídeos (12 espécies), bem como as já citadas famílias (Willis, 1979). Mesmo com a retirada seletiva de árvores mortas para utilização das mesmas como lenha, esse impacto é importante, tendo-se em vista sua inegável importância para essas aves.

A degradação localizada do hábitat (DH) refere-se à modificação ativa de um ou vários elementos constituintes da vegetação, para fins não comerciais. Tanto essa ação quanto o corte seletivo e a exploração de produtos vegetais não arbóreos (EP) constituem-se em atividades em geral pontuais de descaracterização do ambiente natural. Cada um destes contribui para um tipo específico de alteração realizada pelo homem nos habitats naturais, em especial a modificação da estratificação da floresta (notadamente do sub-bosque), mas também a sua alteração drástica (Mariño, 1996). Um extremo localizado, constitui-se do desmatamento (De), que é o somatório de tais ações, englobando todos impactos acima citados, sob a forma de erradicação. Esse é, de fato, o mais importante impacto, uma vez que a ele é que se associa a maior parte das consequências deletérias à composição avifaunística.

Levando-se em consideração que a maior parte das espécies sensíveis são especialistas de sub-bosque (p.ex. tiranídeos e emberizídeos) e de brenhas no estrato arbustivo (p.ex. tamnofilídeos e furnarídeos), mesmo uma modificação sutil da paisagem pode fazer declinar ou mesmo promover a extinção local de várias espécies de aves (Bierregaard & Lovejoy, 1989; Bierregaard & Stouffer, 1997; Wong, 1985, 1986). O mesmo se aplica para determinadas espécies de plantas que participam de conexões sincológicas importantes como a frutificação em períodos-chave, participando de processos de deslocamento sazonal em obediência a tais ciclos. Nesse caso, ficam impactadas as populações de frugívoros especializados, com destaque para espécies de médio a grande porte (p.ex. cracídeos, trogonídeos, columbídeos ranfastídeos e psitacídeos), mas também as pequenas (p.ex. traupídeos) (Willis, 1979; Galetti & Aleixo, 1998; Galetti & Fernandez, 1998; Pizo, 2001). O somatório destas aves, potencialmente impactadas na área do empreendimento chega a quase 40 espécies, apenas consideradas as de maior porte.

Os acontecimentos importantes no tocante à degradação do ambiente não se resumem apenas ao declínio e extinção local de aves, que ocorre imediatamente após a ação impactante, mas também a fenômenos secundários. Um deles é a modificação do efeito de borda dos fragmentos florestais, que gera modificação do micro-clima e modificação estrutural da vegetação marginal a ele (p.ex. adensamento de brenha, proliferação de lianas e bambus etc) (Olmos, 1996). Uma considerável riqueza de espécies acaba atingida por esses tipos de impactos, muitas vezes, desconsiderados. Destacam-se, neste sentido, várias espécies de bordas (p.ex. tiranídeos de pequeno porte), frequentadoras de brenhas (tamnofilídeos e afins, com aproximadamente 25 espécies na área de estudo) e semi-dependentes de habitats particulares como vegetação de lianas e bromélias (furnarídeos, com 28) e córtex das árvores (dendrocolaptídeos e picídeos, com 23 espécies) (Bierregaard & Lovejoy, 1989; Bierregaard & Stouffer, 1997). Várias aves nectarívoras também são atingidas, uma vez que seu recurso alimentar é - maior parte das vezes - localizado e, desta forma, altamente sujeito à diminuição por ações pontuais (Willis, 1979). Espécies sujeitas a essa intervenção são os troquilídeos (26 espécies).

Também merece destaque a invasão de espécies oportunistas, que ampliam suas distribuições acompanhando as frentes de desmatamento (De) e, em geral, competem seriamente com a avifauna nativa. Eventualmente, esses fenômenos podem causar outros problemas ambientais como a proliferação de zoonoses e dispersão de parasitas. Muitas vezes, tais fenômenos, obviamente oriundos dessas alterações, não podem ser detectados, visto assemelharem-se a processos naturais (Willis & Oniki, 1988a; Protomastro, 2001).

Em um contexto mais amplo, a ação integrada desses impactos e o próprio desmatamento levam a consequências mais globais, de importância no contexto regional, como a fragmentação da vegetação (Fr) e, eventualmente, a insularização (In) (Willis & Oniki, 1988b).

Já os ambientes aquáticos, que encontram expressiva representação junto à foz do Rio Ribeirão das Antas, mas também ao longo de toda a área de influência, as ameaças identificadas são quase as mesmas. Por serem ambientes originalmente isolados e, desta forma, naturalmente preparados para os processos de isolamento e insularização, impactos do tipo Fr e In não são muito importantes. Contudo, haja vista a pontualidade geográfica destes ambientes e, por extensão, de sua avifauna, o impacto sob a forma de degradação localizada de habitats (DH) e principalmente sua erradicação, são muito mais nocivos à avifauna. Isso se deve por que as espécies de ocorrência nestes habitats são extremamente locais e, assim, a substituição do ambiente natural induz - invariavelmente - a episódios de extinção local. Ao contrário do que ocorre nos ambientes florestais, as espécies mais atingidas sob impactação dos habitats aquáticos são as de médio a grande porte, muitas delas com grande restrição às características estruturais do ambiente, seja sob a forma predominante herbácea (p.ex. rallidae) seja, nos locais disponíveis de beira-rio, com formação de lodo ou areia (p.ex. escolopacídeos, ardeídeos) (Willis & Oniki, 1992).

Desconsiderando-se o critério do tipo de paisagem, há, ainda, toda um sorte de outros impactos que não se restringem propriamente ao tipo de ambiente, mas que devem ser considerados como globais (Straube, 1995). Eles podem ser sumariamente listados como: caça (Ca), captura (Cp), construção de barragens (CB), expansão agropecuária (EA), impactos de animais domésticos (ID),

perturbações variadas (PV), introdução de animais e plantas exóticos (IA), poluição (Po), queimadas (Qu), tráfego de veículos (TV), urbanização (Ur).

Tanto a caça (Ca) quanto a captura para manutenção em cativeiro (Cp) são impactos específicos, que têm como alvo apenas determinadas espécies. Entretanto, justamente por essa característica é que servirão como modalidades de degradação destacada, uma vez que seu padrão seletivo é justamente o que irá determinar o declínio populacional e mesmo extinção local de muitas delas. Pela caça são especialmente impactadas as aves de interesse cinegético, quase sempre por necessidade para a subsistência local, mas também por interesse comercial. São impactados os tinamídeos (7 espécies), cracídeos (4), anatídeos (7) odontoforídeos (1), columbídeos (15) e, eventualmente também os psitacídeos (11), ranfastídeos (4) e mesmo passeriformes (várias espécies). Já a captura volta-se a outros grupos que se concentram no grupo dos passeriformes, como emberizídeos (24 espécies), cardinalídeos (6), icterídeos (15), traupídeos (31), fringilídeos (5), mas também psitacídeos, cracídeos e columbídeos (Collar et al., 1992). É evidente que nem todas essas espécies são alvos costumeiros de atividades ilegais de abate ou captura, visto sua raridade e menor valor consensual. Contudo, várias destas espécies sofrem severamente com tais ações e, no caso particular de captura para cativeiro destaca-se o gênero *Sporophila* (p.ex. coleiro, patativa, curió), cujas populações têm sido quase que erradicadas de muitas regiões brasileiras devido a tais intervenções.

A construção de barragens (CB) refere-se a todas as causas diretas para a modificação da paisagem e da estrutura original como consequência do aprisionamento de grandes extensões de água, convertendo o ambiente terrestre em aquático e o aquático lótico, em lêntico. Esse impacto, que tem direta relação com a área a ser considerada gera rápida recuperação da biota original, mas, ao mesmo tempo, determina sua completa modificação (Willis & Oniki, 1988b; Straube, 1995). Com isso é possível observar grande parte dos problemas ambientais acima relacionados. Para espécies florestais o efeito dessa mudança estrutural brusca é comparável ao do desmatamento, uma vez que as populações residentes forçam-se a buscar novos territórios ou mesmo declinam até o completo desaparecimento, no caso de aves menos resilientes. Já as aves aquáticas, que formam a composição original, encontram grandes dificuldades de adaptação visto

sua distribuição ser notadamente linear e, assim, muito mais sensível a qualquer tipo de interferência. No caso em questão, a substituição de um ambiente lótico, por ter se repetido em quase todo o Estado do Paraná nas últimas três décadas, torna-se condicionante de grande relevo para a manutenção das espécies, algumas delas seriamente ameaçadas por tais atividades.

Os impactos decorrentes de animais domésticos (ID) constituem-se de fator importante no declínio de muitas espécies de aves, em geral submetidas à captura por parte de cães e gatos mantidos por moradores da região ou funcionários do empreendimento. Diversas espécies são impactadas, especialmente aquelas de hábitos terrícolas, mas também vários passeriformes e outras espécies de pequeno porte. A essa questão associa-se a introdução de animais e plantas exóticos (IA), fenômeno que favorece não somente a modificação ativa da paisagem natural, mas a proliferação de zoonoses e parasitas, tal como se sucede nas próprias invasões espontâneas, por parte de aves nativas do Brasil, mas não compatíveis com a composição avifaunística original.

Como perturbações variadas (PV) enquadram-se as diversas intervenções decorrentes da movimentação humana nos ambientes naturais e em suas adjacências, destacando-se emissões sonoras exageradas decorrentes de residências, edificações, maquinário móvel ou fixo, explosões e diversas outras fontes; nesse caso as espécies mais atingidas serão aquelas que ocupam as bordas, particularmente em pontos onde a vegetação é menos densa e, desta forma, fica possível a propagação sonora com mais intensidade. O efeito decorrente deste impacto é o afugentamento da avifauna (Willis, 1979).

A poluição (Po), por sua vez, é impacto freqüente e constante e, mesmo sob rígido controle, surge sob a forma de efluentes lançados em corpos d'água, mas também de descartes variados (p.ex. lixo doméstico, descartes de construções etc.) e inclusive como consequência da formação do reservatório. Aves aquáticas que dependem de condições particulares de eutrofização (p.ex. ralídeos e escolopacídeos) são afetadas em virtude da modificação da estratificação térmica e das condições físicoquímicas e bioquímicas da água e de sua eutrofização e, portanto, indisponibilidade de alimento. Também algumas espécies florestais relacionam-se a esse impacto, em particular no que se refere aos descartes

realizados nas margens ou no interior dos fragmentos florestais, causando uma alteração na qualidade do solo e também da própria estrutura da vegetação.

O tráfego de veículos (TV) causa episódios constantes de atropelamentos, sendo especialmente problemático para as espécies terrícolas e, em especial as de maior porte, ainda que aves pequenas também estejam suscetíveis a tais colisões (Goosem, 1997). Aves como estrigídeos (13 espécies na área de estudo) e caprimulgídeos e nictibiídeos (12 e 2 espécies) sofrem importantes baixas populacionais com esse tipo de incidentes, visto seus hábitos noturnos e adaptações especiais para a visão nesse período do dia.

Uma matriz de impactos aqui mencionados e descritos encontra-se apresentada na Tabela XXV, à qual estão adicionadas informações sobre a regionalidade, período e caracterização.

Tabela XXV - Matriz de impactos e sua classificação.

Tipo de impacto	Localização	Fase	Classificação								Grupos mais afetados
			Natureza	Ordem	Ocorrência	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Especialização	Importância	
CS	All	I-O	N	I	P	M	C	I	L	M	Espécies cortícolas (Picidae, Dendrocolaptidae)
DH	AID	I	N	D	C	I	P	R	L	A	Espécies especializadas em habitats particulares ou em eventos ecológicos sazonais.
De	AID	I	N	D	C	I	P	I	L	A	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
EP	All	I-O	N	I	C	M	C	R	L	M	Espécies dependentes de recursos vegetais relacionados à sazonalidade.
Fr	All	I	N	D	C	I	P	I	D	A	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
In	All	I	N	D	C	I	P	I	D	A	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
Ca	All	I-O	N	I	P	M	P	R	L	M	Espécies cinegéticas (Tinamidae, Cracidae, Odontophoridae e alguns Passeriformes)
Cp	All	I-O	N	I	P	M	P	R	L	B	Vários Passeriformes,

											especialmente Emberizidae, Thraupidae, Fringillidae e Icteridae.
CB	AID	I	N	D	C	I	P	I	L	A	Espécies de ocorrência em zonas juxta-fluviais; espécies terrícolas e de sub-bosque.
EA	AII	I-O	N	I	P	M	P	I	D	M	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
ID	AII	I-O	N	I	C	M	P	R	L	M	Espécies terrícolas e de sub-bosque.
PV	AID	I-O	N	D	C	I	P	I	D	M	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
IA	AII	I-O	N	I	C	M	P	I	L	M	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
Po	AID	I-O	N	D	C	I	P	R	D	M	Espécies aquáticas; espécies de bordas.
Qu	AII	I-O	N	I	P	M	C	R	L	B	Toda a avifauna nativa, em especial espécies de menor resiliência.
TV	AID	I-O	N	D	C	I	P	I	L	B	Espécies de grande a médio porte, cursoriais e com grande potencial de deslocamento; espécies noturnas (p.ex. Strigidae, Tytonidae e Caprimulgidae)

Quanto à localização

Montante

Toda a região da AID e AII da UHE-Mauá é composta por um misto de plantações de eucalipto e pinus, pastos com pequenos remanescentes de mata, remanescentes de florestas de encosta e ambientes aquáticos lóticos e lênticos. Na margem direita do Rio Tibagi concentram-se as monoculturas e as matas, em variados estádios de conservação; na margem esquerda destacam-se as pastagens. Nesse contexto, observa-se que a área a ser contemplada pelo reservatório corresponde exatamente aos resquícios de florestas pouco alteradas

ou mesmo ainda preservadas que se encontram nas margens do Rio Tibagi e afluentes principais.

Os principais impactos convergem para a alteração de habitats, que pode se manifestar desde ações localizadas de pequenas dimensões até a erradicação total de perímetros consideráveis de vegetação, contribuindo para a fragmentação da paisagem regional e até casos de insularização, em um âmbito geográfico mais amplo. Os efeitos deste tipo de impacto relacionam-se basicamente à sua localização, extensão e ao estado de conservação e tipo do habitat afetado (Nee & May, 1996).

Embora a vegetação original de quase todo o médio Rio Tibagi já esteja profundamente descaracterizada, uma considerável extensão de matas ainda encontra-se mantida, especialmente sob o padrão de floresta avançada, correspondendo a mais de 30% da AID (CNEC, 2004). A supressão desses remanescentes causará para a avifauna local o declínio de diversas espécies que se utilizam destes fragmentos seja como área de vida e território reprodutivo, seja como meio para a conexão de populações entre as florestas relictuais da All e adjacências. Não há quaisquer instrumentos que permitam previsão de extinções locais; isso porque o desaparecimento de espécies de aves de uma região é um episódio pontual, muitas vezes reversível e até certo ponto subjetivo. No entanto, a supressão da vegetação que ainda está presente nos mais variados estádios de recuperação, irá contribuir significativamente para esse processo no quadro regional, ampliando a problemática de fragmentação e todos os seus efeitos deletérios (de riqueza e abundância filética e gênica) que surgirão a curto e longo prazos.

As espécies, ou grupos, de avifauna mais problemáticos são aqueles que mantêm estritas relações sincológicas com a vegetação (p.ex. frugívoros de médio a grande porte, insetívoros de sub-bosque, nectarívoros, corticícolas etc.) (Whitmore, 1996) e que, por sua ocorrência pontual, terão grande probabilidade de ser atingidos em decorrência da formação do reservatório. Esse evento irá também contribuir para o rareamento de aves ditas de "topo de cadeia" exemplificadas pelos falconiformes que, na All + AID, apresentam considerável riqueza específica. Todas essas aves são classicamente reconhecidas como sensíveis a pequenas alterações, em especial do habitat florestal (Willis, 1979).

No contexto florestal, um caso especial a merecer atenção é o da jacutinga (*Aburria jacutinga*), uma espécie considerada "em perigo" nos âmbitos internacional, federal e estadual e, desta forma largamente protegida pela legislação vigente (Collar et al., 1992). Sua ocorrência na AID e All é não somente possível como esperada e, desta forma, preocupante no cenário conservacionista. Não somente sua raridade é algo a ser considerado, mas também o fato de estar relacionada à sinergia de uma série de impactos: exploração de produtos vegetais não-arbóreos (realiza deslocamentos sazonais, acompanhando a frutificação de plantas-chave), destruição de hábitat (necessita de certos parâmetros de hábitat), desmatamento e fragmentação (não subsiste em fragmentos de pequeno porte) e caça (é uma das espécies mais visadas para a prática cinegética).

Com relação aos ambientes aquáticos estima-se que, por sua extensão, eles sejam pouco afetados. A questão mais relevante liga-se aos ambientes fluviais ao longo do Rio Tibagi que, por sua sazonalidade decorrente da pluviosidade, favorece uma diversidade de hábitats que coincide com a riqueza de avifauna ocupante (Anjos & Schuchmann, 1995). Áreas de margem e de pequenas ilhas permitem a existência de afloramentos arenosos, lodosos, rochosos e mesmo com rala vegetação fluvial (sarandis) e, nas confluências dos afluentes principais, ocorre também alguma meandrização. Todo esse sistema complexo e estacional forma pequenas várzeas e seus hábitats particulares, onde vivem aves peculiares de ambientes ribeirinhos lânticos (p.ex. ralídeos, escolopacídeos, caradriídeos) e lóticos (p.ex. ardeídeos e anatídeos). O efeito da transformação de um ambiente lótico em lântico será decisivo para a presença destas aves, causando o desaparecimento pontual de várias delas e, eventualmente, a colonização por outras, mais restritas a ambientes lacustres.

No contexto aquático, a espécie problemática é o pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*), anatídeo de extensa distribuição linear fluvial, extremamente especializado no tocante aos deslocamentos, alimentação e sítios reprodutivos, que ocupa enormes áreas ao longo de rios de médio a grande porte de características oligotróficas, correntosas e marginados por matas (Collar et al., 1992). Trata-se de espécie considerada "criticamente ameaçada de extinção" nos três âmbitos e, assim, de elevado interesse conservacionista (MMA, 2003; Birdlife International, 2006). A espécie não foi positivamente constatada nas áreas

influência da UHE-Mauá, contudo, a possibilidade de ocorrência ali é considerável tendo-se em vista a existência de outros registros em áreas do baixo Tibagi e também ao menos um ponto de ocorrência algo próximo, bem como pelo tipo de habitat concordante com outros locais de sua área de distribuição. A ação conjunta de vários impactos decorrentes do empreendimento será decisiva para a sua conservação, sendo possível prever a seguinte sinergia: destruição de habitat e desmatamento (caso a espécie ali ocorra, depende seriamente das matas ainda mantidas ao longo do Rio Tibagi), construção de barragem (depende de ambiente lótico correntoso, que será modificado para lântico lacustre) e poluição (apresenta grandes exigências quanto à característica físico-química da água).

Dentre os demais impactos que serão oriundos da própria obra, destacam-se as perturbações variadas e o tráfego de veículos. O efeito mais evidente dessas ações é o afugentamento, em virtude do impacto sonoro causado por veículos, maquinários, explosões etc. Não há um grupo de aves mais impactado e sim todo um somatório de espécies que sejam mais sensíveis ou que ocupem território marginais às fontes impactantes, em particular colonizadores de borda, dependendo da situação espacial das mesmas. As baixas populacionais poderão ser decorrentes de atropelamentos e colisões com veículos automotores, passíveis de ocorrer destacadamente com aves noturnas como estrigídeos, titonídeos e caprimulgídeos, mas também com espécies de médio a grande porte, com pequena agilidade de voo.

Impactos originários de atividades paralelas ao empreendimento são as várias ações de alteração do ambiente, largamente relatadas acima quanto ao efeito. A extração de madeira merece um destaque particularizado pelos efeitos de formação de clareiras e pela redução de sítios de grande importância para aves que utilizam-se de cavidades para suas atividades de reprodução (p.ex. ranfastídeos e psitacídeos) e alimentação (p.ex. picídeos e dendrocolaptídeos).

Já a caça a captura para cativeiro, causarão diminuições populacionais - eventualmente extinções locais pela sobre captura, de natureza seletiva, destacadamente aves de interesse cinegético de subsistência ou mesmo comercial como espécies canoras ou de adorno.

Jusante⁸

Quase todos os impactos ambientais previstos para a área a montante da barragem serão repetidos a jusante desta, uma vez que ambos constituem um sistema de orografia e vegetação idênticos que se repete por uma vasta extensão nessa região.

Esse bloco pode ser distinguido, por questões estruturais, em três subáreas: I. terrenos de menor declividade da margem esquerda do Rio Tibagi; II. vertentes florestadas na margem direita do Rio Tibagi; III. várzea da foz do Rio Ribeirão das Antas (Figura 3).

Na primeira destas (I) é possível observar pastos e áreas de plantios, com vegetação profundamente alterada, quando muito representada por pequenos capões ou manchas de mata pouco extensas. Esses remanescentes são fortemente modificados em sua estratificação; neles faltam quase todos os componentes originais da floresta original como subbosque, estrato arbustivo, epífitas e até mesmo as lianas são escassas. Essa configuração deve-se principalmente à sua utilização como pontos de refúgio para o gado, o que permite única e exclusivamente a preservação de seu contorno externo pela silhueta definida pelas árvores de maior porte relictuais. Esse padrão é repetido por uma vasta extensão regional, pertencente ao município de Ortigueira.

⁸ Atende ao requisito à Licença Prévia (IAP): "*Aprofundar e detalhar a avaliação de impactos ambientais a jusante*".



Figura 3- Detalhe da área a jusante da barragem da UHe Mauá, indicando as subáreas I: margem esquerda, com pastos e pequenos fragmentos florestais, II, mata de vertente, na margem direita; III, foz do Rio das Antas.

Já na margem direita (II), que apresenta orografia pedregosa e escarpada, encontra-se um importante remanescente florestado que, obedecendo o padrão de exploração regional, não pôde até o momento ser alterado em decorrência da dificuldade de acesso. Nesse local, que coincide exatamente com o local previsto para ser edificada a Casa de Força do empreendimento, há uma mata densa e estruturada, eventualmente penetrada por bambuzais, mas com sub-bosque bem caracterizado, formando brenhas e abundância de certas espécies de plantas importantes em processos de dispersão ornitocórica (p.ex. Melastomatáceas).

Durante os trabalhos de campo foi possível detectar várias espécies indicadoras de ambientes preservados como o inambuquaçu (*Crypturellus obsoletus*), a pariri (*Geotrygon montana*), a baitaca (*Pionus maximiliani*), araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*), o pica-pau de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*), o macuquinho-pintado (*Psiloramphus guttatus*), o trovoada (*Drymophila rubricollis*), o matracão (*Batara cinerea*), o limpa-folhas (*Philydor rufum*) e várias outras. Devido à ocorrência de tais espécies, bem como todo o contexto geográfico envolvido, não resta dúvida de que esse fragmento se conecta com outros remanescentes das adjacências e que se constitui de importante relictos de floresta ligeiramente alterada e, desta forma, de grande importância para a composição avifaunística regional.

Com relação à foz do Rio Ribeirão das Antas (III), pode-se descrevê-la como representada por uma floresta aluvial, alterada, mas ainda com representação de espécies arbóreas de médio porte. Ladeando essa mata, há uma várzea, provavelmente suscetível ao regime fluvial de ambos os rios, de maneira sinérgica, permitindo a formação de pequenas lagoas, também decorrentes da meandrização e de habitats aquáticos preenchidos por vegetação herbácea. É habitat de espécies paludícolas como ralídeos (foram constatadas: *Aramides saracura* e *Pardirallus nigricans*), mas ali também podem ocorrer várias outras espécies típicas de ambiente brejosos.

Temporalidade

Fase de planejamento

Não há impactos previstos para a avifauna nesta fase do empreendimento, visto que as atividades a serem desenvolvidas relacionam-se à divulgação e a estudos preliminares variados, sem interferência humana sobre o ambiente como um todo ou a habitats particulares.

Fase de implantação

Durante essa fase ocorrerão os mais importantes impactos sobre a avifauna, visto se tratar especificamente do período em que a maior parte das atividades serão realizadas. Nela ocorrerá a maior parte da alteração, deterioração e mesmo erradicação pontual de vegetação original e todos os efeitos a curto prazo (Tabela XXVI).

Tabela XXVI - Ações do empreendimento, durante a fase de implantação, e os impactos à avifauna referentes a esse período. Os impactos à avifauna distinguem-se em diretos (causados pelo empreendimento *per se*) ou indiretos (causados com consequência do empreendimento). Legenda: CS, corte seletivo; DH, destruição localizada de hábitat; De, desmatamento; EP, exploração de espécies vegetais não-arbóreas; Fr, fragmentação; In, insularização; Ca, caça; Cp, captura para cativeiro; CB, enchimento de barragem; EA, expansão agropecuária; ID, introdução de animais domésticos; PV, perturbações variadas; IA, introdução de animais e plantas exóticos; Po, poluição; Qu, queimadas; TV, tráfego de veículos; Ur, urbanização (para mais detalhes *vide* Descrição de Impactos).

Ações do empreendimento	Impactos à avifauna	
	Diretos	Indiretos
Limpeza do terreno do canteiro e implantação de vias de acesso	De, CB, PV, Po, TV	CS, DH, Fr, In, Ca, Cp, EA, ID, IA, Qu, Ur
Implantação e operação do canteiro	Po, TV	CS, DH, EP, Fr, In, Ca, Cp, Po, Qu
Ampliação e melhoria da infraestrutura existente	De, CS, DH, Po, TV	CS, DH, EP, Fr, In, Ca, Cp, ID, IA, Po, Qu
Execução das obras civis	De, CB, DH, Po, TV	CS, DH, EP, Fr, In, Ca, Cp, Po, Qu
Exploração de jazidas e deposição de materiais em bota-foras	Po, TV	
Transporte e suprimento de materiais	Po, TV	
Desmatamento e limpeza da área do reservatório	De, CS, DH, TV	CS, DH, EP, Fr, In, Ca, Cp, ID, IA, Po, Qu
Enchimento do reservatório	CB, DH, Po	Fr, In, ID, IA, Po, Qu

Fase de operação

Embora não citada como um período impactante à avifauna (CNEC, 2004), essa fase merece atenção visto se tratar de um complexo de ações permanentes que apenas poderão ser mitigadas mediante seguimento à risca de atividades de controle e fiscalização (Tabela XXVII).

Durante a desmobilização do canteiro e retirada de materiais ocorrerão - por ação direta ou indireta do empreendimento - diversas atividades causadoras de perturbações variadas (PV), uma vez que toda a estrutura estabelecida necessitará de intensa movimentação de funcionários e maquinário, eventualmente de grande

porte. Isso causará eventos isolados ou freqüentes - ainda que temporários - de emissões sonoras e efluentes.

A operação da usina é a ação que traz os impactos mais importantes, não quanto à obra em si, uma vez que surtirá apenas em perturbações diversas, em geral de origem pontual ou fortuita (p.ex. poluição sonora, emissão de efluentes, permanência de obstáculos e sítios potenciais a colisões por aves migratórias ou residentes etc). No entanto, cabe lembrar que, além dos impactos diretos que uma obra com formação de reservatório de grande porte pode causar, são muito relevantes aqueles que se seguem a ela, em geral causados pelas vias de acesso que se criam por esses empreendimentos. Uma destas vias é a terrestre que, sem dúvida, será utilizada para as mais variadas ações, quase sempre ilícitas, por parte de moradores da região. Esses, inegavelmente verão toda a infraestrutura criada para a obra como uma nova frente passível de ações impactantes das mais variadas. Da mesma forma, o acesso fluvial passa a ser de larga escala, alterando o que antes era restrito aos intervalos entre corredeiras a uma extensa linha concordante com a lâmina d'água do reservatório. Com todas essas facilidades quase todo o rol de impactos previstos passa a ter um significado muito relevante, visto sua temporalidade.

Em resumo, todas essas ações impactantes, embora localizadas, são ressaltadas pelo significativo aumento da escala geográfica e principalmente pelo tempo que serão passíveis de ocorrer, ainda que indiretamente relacionadas (muitas vezes por ilicitude) com a obra em si.

Tabela XXVII - Ações do empreendimento, durante a fase de operação, e os impactos à avifauna referentes a esse período. Legenda: CS, corte seletivo; DH, destruição localizada de hábitat; De, desmatamento; EP, exploração de espécies vegetais não-arbóreas; Fr, fragmentação; In, insularização; Ca, caça; Cp, captura para cativeiro; CB, enchimento de barragem; EA, expansão agropecuária; ID, introdução de animais domésticos; PV, perturbações variadas; IA, introdução de animais e plantas exóticos; Po, poluição; Qu, queimadas; TV, tráfego de veículos; Ur, urbanização (para mais detalhes *vide* Descrição de Impactos).

Ações do empreendimento	Impactos à avifauna	
	Diretos	Indiretos
Desmobilização do canteiro e retirada de materiais	PV, Po, TV	PV, Po, TV
Operação da usina	PV, Po, TV	CS, DH, De, EP, Fr, In, Ca, Cp, CB, EA, ID, PV, IA, Po, Qu, TV, Ur

4.3.5.6 Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Impacto: Desmatamento e redução da vegetação presente para estabelecimento de edificações e infra-estrutura (desmatamento, construção de barragens).

De uma forma geral, os efeitos adversos advindos de tal impacto sobre a comunidade avifaunística autóctone são muito relevantes e pouco mitigáveis ou compensados. A supressão da vegetação ocasionará perdas populacionais irreparáveis para muitas espécies, sobretudo aquelas mais restritas quanto à ocupação do hábitat e dependentes de situações ecológicas muito específicas e, seja pelo tempo para que tal evento ocorra ou pela própria natureza do recurso, de difícil reposição (cavidades naturais em árvores, por exemplo). Assim, as medidas passíveis de controle, ou seja, que podem ser mitigadas, são aquelas relacionadas aos impactos que agirão de forma indireta sobre as aves da região.

Nesse contexto, destacam-se algumas atividades que poderão servir como importante ferramenta para assegurar a salvaguarda da avifauna:

Medidas Mitigadoras de ordem prática

- Fiscalização e educação ambiental

Tais medidas visam diminuir a pressão humana sobre os ambientes naturais ainda remanescentes, seja de modo indireto (p.ex. corte seletivo de espécies arbóreas) ou direto (p.ex. captura de aves de interesse comercial ou de criação, coleta de ovos), por meio de fiscalização intensa, sobretudo durante o período de implantação do empreendimento (no qual haverá grande incremento de contingente humano). A supressão da vegetação ocasiona ainda o trânsito de animais em busca de novas áreas de ocupação, podendo haver maior demanda de caçadores que, oportunisticamente, se aproveitem desse fato.

A prática de educação ambiental, assegurará o desenvolvimento de uma “consciência” dos problemas ambientais nas mais diferentes escalas, sugerindo-se especial ênfase para a área do empreendimento, servindo como importante medida que assegurará melhorias ambientais a médio e longo prazos nas áreas de influência do empreendimento..

- Resgate de fauna

Durante a supressão da vegetação e enchimento do reservatório da UHE Mauá certamente haverá o ferimento/afogamento de animais e um contato mais próximo entre esses e os operários. Assim, afim de garantir tanto a segurança de animais como trabalhadores (quando ameaçados por animais peçonhentos) é necessário o desenvolvimento de um Programa Básico Ambiental de Resgate e Salvamento Científico da Fauna, o qual deverá, ainda, assegurar o melhor aproveitamento científico possível, seja na aquisição de dados relevantes a pesquisas em andamento como no aproveitamento de material biológico morto.

Medidas mitigadoras investigativas

- Monitoramento de espécies

O monitoramento da fauna faz-se necessário para subsidiar planejamentos estratégicos para a manutenção da avifauna autóctone em todas atividades de cunho conservacionista desenvolvidas pelo empreendedor, e deverá estar contido,

portanto, em um Programa Básico Ambiental de Monitoramento e Conservação da Fauna.

Medida compensatória

- Criação de unidade de conservação

A criação de unidade de conservação por si só não é considerada aqui uma medida compensatória e sim mitigadora, uma vez que se trata de área já preservada e que, possivelmente, mantém-se por já pertencer a um sistema de conservação garantido pela legislação brasileira (p.ex. APP ou Reserva Legal). A garantia da manutenção dessas áreas sob os auspícios do empreendedor logicamente é muito apreciável e certamente assegura uma melhoria na qualidade ambiental, já que as categorias de unidade de conservação escolhidas nessas ocasiões são mais restritivas quanto ao uso. Para compensar-se um dano ambiental de tal proporção é sugerido que haja comprometimento do empreendedor em assegurar a possibilidade de reposição, mesmo que de modo hipotético e a longo prazo, das populações extintas em decorrência do empreendimento. Assim, acredita-se que para que se haja efetividade na compensação do dano ambiental oriundo do desflorestamento e supressão de habitats, além da aquisição da unidade de conservação, deverá buscar-se a reposição florestal equivalente em tamanho à área suprimida. Para o sucesso dessa compensação várias medidas podem ser usadas para que seu objetivo seja alcançado, como por exemplo: o compromisso do empreendedor em utilizar parte da verba de compensação ambiental na reposição florestal, desenvolvimento de uma política conservacionista participativa envolvendo os moradores lindeiros e sob influência do empreendimento, fomento e/ou apoio a atividades governamentais que tenham como objetivo a reposição florestal para a macro-região (matas ciliares, por exemplo), dentre outras.

Impacto: Ações ativas de perturbação (perturbações diversas, poluição).

- Fiscalização e Educação ambiental (idem descrição anterior)

Impacto: Alterações passivas do ambiente (corte seletivo, destruição localizada de habitats, exploração de recursos vegetais não arbóreos).

- Fiscalização e Educação ambiental (idem descrição anterior)

Impacto: Participação no processo de Fragmentação e Insularização da região.

Em muitas ocasiões quando analisados impactos ambientais, esses são enfocados de modo restrito à área diretamente afetada. Por esse motivo, considera-se que medidas simples, como a compensação com a aquisição de unidade de conservação, será efetiva para garantir a manutenção da biota regional. Despreza-se, por exemplo, que tal área adquirida já faça parte de um sistema ecológico e não acarrete em ganho na qualidade ou dimensão da cobertura vegetal. A manutenção de modelos de paisagem (p. ex. metapopulações, fonte-poço) é quebrada com a supressão de uma grande área florestada e reparar as perdas oriundas desse evento, principalmente em áreas já bastante impactadas por um histórico de não planejamento e supressão da vegetação natural em épocas remotas, faz-se por um processo demorado e quase sempre impossível de ser compensado de modo imediato.

Os efeitos dos processos de fragmentação e insularização têm sido responsáveis pela extinção de muitas espécies de aves. Desenvolver medidas que assegurem a conectividade dos fragmentos, como a escolha de áreas a serem recuperadas, deve fazer parte do rol de atividades conservacionistas desenvolvidas pelo empreendedor, mitigando assim impactos em escalas maiores.

Impacto: Favorecimento de atividades ilícitas (caça, captura para cativeiro)

- Fiscalização e Educação ambiental (idem descrição anterior)

- Etnozoologia

Estudos etnozoológicos se prestarão para nortear medidas de fiscalização, educação ambiental, seleção de áreas para preservação e para a implantação de políticas conservacionistas. Nesse contexto não se excluem as comunidades indígenas próximas ao empreendimento, as quais causam impactos adversos de caça sobre espécies particulares.

Impacto: Favorecimento de fenômenos destrutivos (introdução de animais domésticos, introdução de espécies exóticas, queimadas)

- Fiscalização e Educação ambiental (idem descrição anterior)

4.3.5.7 Referências

AB'SABER, A. **Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação.** Geomorfol. 52:1-21, 1977.

ALEIXO, A. 2001. **Conservação da avifauna da Floresta Atlântica: efeitos da fragmentação e a importância de florestas secundárias.** In: **J.L.B.Albuquerque et al. eds.** Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias. Tubarão, Editora Unisul. p. 199-206.

ANJOS, L. DOS & GIMENES, M.R. 2000. **Distribuição espacial de aves em um fragmento florestal do campus da Universidade Estadual de Londrina, Norte do Paraná, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia 17(1):263-271.

ANJOS, L. DOS & SCHUCHMANN, K.L. 1997. **Biogeographical affinities of the avifauna of the Tibagi river basin, Paraná drainage system, southern Brazil.** Ecotropica 3(1):43-66.

ANJOS, L. DOS & SOARES, E.S. 1999. **Efeito da fragmentação florestal sobre aves escaladoras de tronco e galho na região de Londrina, norte do Estado do Paraná, Brasil.** Ornitologia Neotropical 10:61-68.

ANJOS, L. dos 1998. **Conseqüências biológicas da fragmentação no norte do Paraná.** Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais 12:87-94.

ANJOS, L. DOS. 2001. **Bird communities in five atlantic forest fragments in southern Brazil.** Ornitologia Neotropical 12:11-27.

ANJOS, L. DOS; SCHUCHMANN, K.L. & Berndt, R.A. 1997. **Avifaunal composition, species richness, and status in the Tibagi River Basin, Parana State, southern Brazil.** Ornitologia Neotropical 8:145-173.

ANJOS, L. DOS; SCHUCHMANN, K.L. & Berndt, R.A. 1997. **Avifaunal composition, species richness, and status in the Tibagi River Basin, Parana State, southern Brazil.** Ornitologia Neotropical 8(2):145-173.

BENCKE, G.A. ; MAURÍCIO, G.N.; DEVELEY, P.F. & GOERCK, J.M. (orgs.) 2006. **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: Parte I - Estados do Domínio da Mata Atlântica.** São Paulo, Birdlife International, Museu de Ciências Naturais e Save-Brasil. 494 pp.

- BERNDT, R. 1992. **Influência da estrutura da vegetação sobre a avifauna em uma floresta alterada de *Araucaria angustifolia* e em reflorestamento em Telêmaco Borba no Paraná.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Zoologia. Dissertação de Mestrado. 223 pp.
- BIERREGAARD, R.O. E LOVEJOY, T. 1989. **Effects of forest fragmentation of Amazonian understory bird communities.** Acta Amazonica 19:215-241.
- BIERREGAARD, R.O. E P.C.STOUFFER. 1997. **Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforests.** In: **W.F.Laurance e R.O.Bierregaard eds.** Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago Press: 138-155.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2006. **Birdlife's online World Bird Database: the site for bird conservation.** Versão 3.0. Cambridge/UK, Birdlife International. URL: <http://www.birdlife.org> (acessado em 22 de dezembro de 2006).
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2006. **Lista das aves do Brasil. (Versão 10/2/2006).** Disponível on line em <http://www.cbro.org.br>. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, Brasil. Acessada em 10 de fevereiro de 2006.
- CITES. 2004. **The CITES Appendices.** Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. URL: <http://www.cites.org> (acessado em 24 de julho de 2004).
- CNEC. 2004. **Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental da UHE Mauá.** São Paulo, CNEC Engenharia Ltda. 5 volumes.
- CPT. 2007. **Licenciamento da Usina Hidrelétrica de Mauá [...].** Home page da Comissão da Pastoral da Terra. Disponível em: <http://www.cpt.org.br> ; acessada em 10 de março de 2007.
- CRACRAFT, J. 1985. **Historical biogeography and patterns of differentiation within the South american avifauna: areas of endemism.** Ornithol. Monogr. 36:49-84.
- FISHPOOL, L.D.C. & EVANS, M.I. (eds.). 2001. **Important bird areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation.** Newbury, Birdlife International (Birdlife Conservation Series n° 11).
- GALETTI, M. E ALEIXO, A. 1998. **Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil.** Journ. Applied Ecology 35:286-293.
- GALETTI, M. E FERNANDEZ, J.C. 1998. **Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade.** Journ. Applied Ecology 35:294-301.

- GIMENES, M.R. & ANJOS, L. DOS. 2000. **Distribuição espacial de aves em um fragmento florestal no campus da Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná, Brasil.** Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia AV001, p.470.
- GOOSEM, M. 1997. **Internal fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates.** In: W.F.Laurance e R.O.Bierregaard eds. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago Press: 241-255.
- IPARDES. 2003. **Avaliação da sustentabilidade socioeconômica do município de Figueira.** Curitiba, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Documento disponível online: http://www.ipardes.gov.br/pdf/publicacoes/diagnostico_figueira.pdf acessado em 22 de dezembro de 2006.
- INSTITUTO TERRAMAR. 2006. **Fraudes em EIA-RIMA deixam hidrelétrica Mauá fora de leilão da Aneel.** Homepage do Instituto TerraMar. Disponível em <http://www.terramar.org.br>; acessada em 9 de março de 2007.
- IUCN. 2006. **2006 IUCN Redlist of Threatened Species.** Cambridge/UK, The IUCN Species Survival Commission. URL: <http://www.iucnredlist.org> (acessado em 22 de dezembro de 2006).
- LOPES, E.V.; ANJOS, L. DOS; LOURES-RIBEIRO, A.; GIMENES, M.R.; MENDONÇA, L.B.; VOLPATO, G.H. & SILVA, R.J. da. 2001. **Efeito da fragmentação florestal sobre aves da família Formicariidae na região de Londrina, norte do Paraná.** In: F.C.Straube ed. **Ornitologia sem fronteiras**, incluindo os Resumos do IX Congresso Brasileiro de Ornitologia (Curitiba, 22-27 de julho de 2001). Curitiba, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. R117, p. 266-267.
- MAACK, R. 1963. **O ritmo da devastação das matas no Estado do Paraná, suas consequências e problemas de reflorestamento.** Ciência e Cultura 15(1):25-33.
- MAACK, R. 1981. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba, Livraria José Olympio e Secretaria do Estado da Cultura e do Esporte do Paraná. 442 p.
- MARIÑO, J.H.F. 1996. **Aves da Bacia do Rio Tibagi: por que conservá-las?** In: Anais de Etologia [ou] XIV Encontro Anual de Etologia, Anais, p. 341.
- MARTINS, F. 2005. **Projeto de hidrelétrica ameaça fauna e flora do Rio Tibagi / Procurador pode entrar com ação / IAP promete complementar estudo / ÁGUA / CPT prevê problemas / ÁGUA / Copel tem interesse no projeto.** Matéria jornalística Gazeta do Povo, edição de 16 de agosto de 2005. Ministério Público do Estado do Paraná, disponível on line em <http://celepar7cta.pr.gov.br/mppr>; acessada em 5 de março de 2007.

- MELLO-LEITÃO, C.de. 1946. **As zonas de fauna da América tropical**. Rev. Bras. Geogr.8:71-118.
- MENDONÇA, L.B.; ANJOS, L. DOS; VOLPATO, G.H.; LOURES-RIBEIRO, A.; GIMÉNEZ, M.R. & LOPES, E.V. 2001. **Uso de plantas nativas e exóticas pelos beija-flores (Trochilidae) numa área urbanizada em Londrina, norte do Paraná**. In: F.C.Straube ed. **Ornitologia sem fronteiras**, incluindo os Resumos do IX Congresso Brasileiro de Ornitologia (Curitiba, 22-27 de julho de 2001). Curitiba, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. R129, p. 279-280.
- MMA. 2003. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. URL: <http://www.mma.gov.br> (acessado em 24 de julho de 2004).
- NEE, S. E MAY, R.M. 1992. **Dynamics of metapopulations: habitat destruction and competitive coexistence**. Journal Animal Ecology 61:37-40.
- OLMOS, F. 1996. **Satiation or deception?: Mast-seeding chusquea bamboos, birds and rats in the atlantic forest**. Rev. Brasileira Biol. 62(2):391-401.
- PINTO, J.C. 1991. **Levantamento preliminar da avifauna de uma vegetação secundária no Parque Ecológico, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Monografia de Bacharelado. 37 pp.
- PIZO, M.A. 2001. **A conservação das aves frugívoras**. In: J.L.B.Albuquerque et al. eds. **Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias**. Tubarão, Editora Unisul. p.49-60.
- PROTOMASTRO, J. 2001. **A test for preadaptation to human disturbances in the birds of the Atlantic Forest**. In: J.L.B.Albuquerque et al. eds. **Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias**. Tubarão, Editora Unisul. p.179-198.
- RODRIGUES, L.C.; ALMEIDA, A.F. DE; KIKUTI, P. & SPELTZ, R.M. 1981. **Estudo comparativo da avifauna em mata natural e em plantio homogêneo de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze**. IPEC, Circular Técnica 132:1-7.
- SICK, H. 1997. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 862 p.
- SOARES, E.S. & ANJOS, L. DOS. 1996. **Aves escaladoras de troncos e galhos em remanescentes florestais da região de Londrina, norte do Paraná**. V Congresso Brasileiro de Ornitologia, Resumos p.113.
- SOARES, E.S. & ANJOS, L. DOS 1999. **Efeito da fragmentação florestal sobre aves escaladoras de tronco e galho na região de Londrina, norte do Estado do Paraná, Brasil**. Ornitologia Neotropical 10:61-68.

- STEFFAN, K. 1974. **Vogellben am Agua do Quati (Brasilien)**. Gefiederte Welt 98(6):102-104.
- STRAUBE, F.C. 1995. **Métodos de caracterização e diagnóstico de avifaunas para estudos de impactos ambientais**. In: P.Juchen ed. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná e Deutsche Gesselshaft für Technische Zusammenarbeit. Cap.3990, p.1-15.
- STRAUBE, F.C. E REINERT, B.L. 1993. **Avifauna da Usina Hidrelétrica de Segredo (sudoeste do Paraná) e a influência atlântica nas florestas com araucárias**. III Congresso Brasileiro de Ornitologia, Resumos P69.
- STRAUBE, F.C. & SCHERER-NETO, P. 2001. **História da Ornitologia no Paraná**. In: F.C.Straube ed. **Ornitologia sem fronteiras**, incluindo os Resumos do IX Congresso Brasileiro de Ornitologia (Curitiba, 22-27 de julho de 2001), p. 43-116.
- STRAUBE, F.C.; URBEN-FILHO, A. & KAJIWARA, D. 2004. Aves. In: S.B.Mikich & R.S.Bérnils eds. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná. pp.143-496. (disponível online em <http://www.gb2.com.br/livro/> acessado em 24 de julho de 2004).
- VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.R. E LIMA, J.C.A.1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE. 123 pp.
- VOLPATO, G.H. & ANJOS, L. DOS. 2001. **Análise das estratégias de forrageamento das aves que se alimentam no solo na Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná**. Ararajuba 9(2):95-99.
- VOLPATO, G.H.; ANJOS, L. DOS; MENDONÇA, L.B.; LOURES-RIBEIRO, A.; GIMENEZ, M.R. & LOPES, E.V. 2001a. **Preferência de área e de substrato durante o forrageio das aves que se alimentam no solo na Universidade Estadual de Londrina (Paraná)**. In: F.C.Straube ed. **Ornitologia sem fronteiras**, incluindo os Resumos do IX Congresso Brasileiro de Ornitologia (Curitiba, 22-27 de julho de 2001). Curitiba, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. R227, p. 394-395.
- VOLPATO, G.H.; ANJOS, L. DOS; MENDONÇA, L.B.; LOURES-RIBEIRO, A.; GIMENEZ, M.R. & LOPES, E.V. 2001b. **Análise das estratégias de forrageamento das aves que se alimentam no solo na Universidade Estadual de Londrina, Paraná**. In: F.C.Straube ed. **Ornitologia sem fronteiras**, incluindo os Resumos do IX Congresso Brasileiro de Ornitologia (Curitiba, 22-27 de julho de 2001). Curitiba, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. R228, p. 395-396.
- WESTCOTT, P.W. 1980. **Descrição das aves encontradas na área urbana de Londrina - Paraná. Primeira parte - espécies não Passeriformes**. Semina 6(2):59-66.

- WESTCOTT, P.W. 1985. **Kleptoparasitism and territoriality by *Myiornis auricularis* (Passeriformes, Tyrannidae)**. XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos 584, p. 282.
- WESTCOTT, P.W. 1986. **Flutuação populacional de beija-flores (Aves, Trochilidae) na região de Londrina - Pr.** XIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos 533, p. 190.
- WESTCOTT, P.W.; PITTA, M.O.; BORSATTO, A.M.; XAVIER, J.M.; ROSA, R. & MANNU, M. 1987. **Levantamento e potencial reprodutivo das aves de uma zona urbana, Londrina-PR.** XIV Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos 691, p.244.
- WILLIS, E. O. 1979. **The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil.** Pap.Avuls.Zol. 3:1-25.
- WILLIS, E.O. E ONIKI, Y. 1988A. **Invasion of deforested regions of São Paulo State by the picazuro pigeon *Columba picazuro*.** Ciência e Cultura 39:1064-1065.
- WILLIS, E.O. E ONIKI, Y. 1988B. **Aves observadas em Balbina, Amazonas, e os prováveis efeitos da barragem.** Ciência e Cultura 40(3):280-288.
- WILLIS, E.O. E YONIKI, Y. 1992. **Losses of São Paulo birds are worse in the interior than in Atlantic forests.** Ciência e Cultura 44(5):326-328.
- WONG, M. 1985. **Understory birds as indicators of regeneration in a patch of selectively logged west malysian rainforest.** ICBP Techn.Publ.4:249-258.
- WONG, M. 1986. **Trophic organization of understory birds in a malaysian dipterocarp forest.** Auk 103:100-116.

4.3.6 MASTOFAUNA

4.3.6.1 Introdução

A diversidade de mamíferos do Brasil é uma das maiores do mundo; seus representantes terrestres somam 607 espécies distribuídas pelos biomas Amazônia, Caatinga, Campos Sulinos, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Reis *et al.* 2006). Nesse cenário, a Mata Atlântica se destaca pelo elevado número de táxons já descritos (311 espécies), nível de endemismo (55 espécies, 22% do total) e também, mas lamentavelmente (!), grau de ameaça. Cerca de 40 espécies de mamíferos com distribuição neste bioma encontram-se na Lista Brasileira da Fauna Ameaçada de Extinção (Machado *et al.* 2005), sendo que muitas outras estão incluídas nas listas regionais (*e.g.*: Bergallo *et al.* 2000; Fontana *et al.* 2003; Margarido & Braga 2004). No caso particular do Paraná, são 56 espécies, 32 sob algum grau de ameaça e outras 24 com dados insuficientes (Margarido & Braga 2004).

Fitogeograficamente, as áreas sob influência do empreendimento estão inseridas nos domínios da Floresta Atlântica paranaense, mais especificamente no ecossistema Floresta Ombrófila Mista, na bacia do médio Tibagi (CNEC, 2004). Segundo o relatório gerado pela CNEC (2004), os remanescentes florestais localizados na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Mauá ultrapassam 438 mil hectares e, muito embora estejam cercados por uma matriz inóspita (reflorestamentos, pastagens, culturas, etc), ainda conservam parte de suas populações originais de mamíferos. Tal inferência é reforçada quando da análise da bibliografia recente disponibilizada para região (*e.g.*: Peracchi *et al.* 2002; Reis *et al.* 2002; Reis *et al.* 2005), em adição aos dados apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (CNEC 2004), conforme veremos.

4.3.6.2 Objetivos

Este documento tem por objetivo aprofundar e detalhar a avaliação de impactos ambientais sobre a mastofauna, dando ênfase, quando pertinente, as áreas localizadas a jusante da barragem da UHE Mauá. Seu conteúdo busca

atender aos requisitos da Licença Prévia emitida para o empreendimento em questão.

4.3.6.3 Métodos

Para compor este relatório foram acessados os dados apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (CNEC 2004) e na literatura disponível para All (Borges 1989; Margarido 1989; Reis *et al.* 1999; Peracchi *et al.* 2002; Reis *et al.* 2002; Rocha *et al.* 2003; Reis *et al.* 2005; Rocha-Mendes & Kuczach *in litt.*). Aspectos sobre a distribuição geográfica do grupo também foram considerados (s. Emmons 1990; Eisenberg & Redford 1999; Cáceres & Monteiro-Filho 2006; Rossi *et al.* 2006; Oliveira & Bonvicino 2006).

O status de conservação segue a lista da fauna brasileira e paranaense ameaçada de extinção (Machado *et al.* 2005; Margarido & Braga 2004, respectivamente) e os aspectos bionômicos foram retirados de Eisenberg (1981), Crespo (1982), Emmons (1990), Nowak (1991), Redford & Eisenberg (1992), Fonseca *et al.* (1998), Lange & Jablonski (1998), Eisenberg & Redford (1999), Bianconi *et al.* (2004) e Reis *et al.* (2006), dentre outros.

Para a análise dos potenciais impactos sobre o grupo, buscou-se primeiramente a identificação dos aspectos ambientais relevantes para a Área de Influência Direta (AID) e All do empreendimento (segundo abrangência determinada no Estudo de Impacto Ambiental - CNEC 2004), seguida da identificação, valoração e interpretação das pressões geradas pela UHE Mauá, considerando suas etapas de planejamento, implantação e operação.

Posteriormente, cada impacto foi caracterizado quanto a forma como se manifesta, duração, temporalidade, reversibilidade, abrangência, magnitude e importância. Por fim, foram apresentadas medidas mitigadoras ou compensatórias que, posteriormente, sofrerão integração com os programas ambientais propostos.

4.3.6.4 Resultados

A fauna de mamíferos estimada no Estudo de Impacto Ambiental para toda a bacia hidrográfica do Tibagi é de 100 espécies, distribuídas em 26 famílias e nove ordens; o mesmo relatório indica para AID do empreendimento a presença de 57 espécies. Esse último valor representa cerca de 37% dos mamíferos terrestres do estado do Paraná (153 espécies) (Miretzki *in litt.*) e 10% daqueles esperados para o Brasil (607 espécies) (Reis *et al.* 2006). Mais de 1/3 (21 espécies; 36,8% do total) dessa fauna encontra-se citada nas listas vermelhas do estado do Paraná e do Brasil (Margarido & Braga 2004; Machado *et al.* 2005).

Esses números tornam-se ainda mais expressivos quando da análise da recente publicação “Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná” (pertencente à Klabin S/A) (Reis *et al.* 2005). Parcialmente inserida na AID da UHE Mauá, a fazenda resguarda 83 espécies de mamíferos, ou seja, mais da metade (54,2%) daquelas esperadas para o estado.

4.3.6.5 Impactos sobre a mastofauna, relacionados ao projeto da u.h. mauá

Fase de Planejamento

Exploração de recursos florestais

Não rara, seria a exploração de recursos florestais (que significam recursos para a mastofauna) ainda na fase de planejamento da UHE Mauá como efeito da divulgação prévia do empreendimento. Frente à notícia de que uma represa hidrelétrica inundará alguns remanescentes florestais, as comunidades do entorno poderão retirar da AID e All, plantas ornamentais e madeiras de interesse comercial ou para uso particular.

Essas atividades poderão transformar manchas de hábitat adequados à manutenção de diversas subpopulações de mamíferos, em áreas de hábitat desfavorável. Podemos elencar como grupos sensíveis a este impacto aqueles com baixa vagilidade (p.ex. roedores cricetídeos) e/ou com locomoção arborícola

(primatas, alguns roedores, alguns carnívoros, gambás, cuícas e serelepe). Também se incluem várias espécies de mamíferos (morcegos, roedores) que utilizam ocos, cascas de árvores e outras estruturas vegetais como abrigo, bem como todo e qualquer táxon potencialmente dependente dos recursos alimentares (espécies zoocóricas) disponibilizados pelas plantas exploradas.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto indireto decorrente do empreendimento.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto prazo, embora alguns efeitos possam se manifestar a médio e longo prazo.

Reversibilidade: irreversível, pois as perdas em componentes da diversidade local são irreversíveis.

Abrangência: impacto não restrito aos ambientes à jusante da barragem; sua abrangência inclui todo e qualquer fragmento florestal localizado na AII ou AID.

Magnitude: média, pois a exploração de recursos tende a ser localizada.

Importância: o impacto é relevante.

Fase de Implantação

Supressão e alteração de habitats

Nos trópicos, a remoção total ou mesmo parcial da cobertura florestal tem como consequência direta a redução da riqueza e abundância de espécies (Simberloff 1984, Dirzo 2001). No caso específico da UHE Mauá, esse processo de defaunação será gerado pela exclusão de parcelas significativas de vegetação (a maior parte pertencente às Indústrias Klabin S/A) e limpeza nas áreas destinadas à instalação do canteiro de obras, eixo da barragem e inundação. As pesquisas conduzidas na região permitem fazer tal inferência com relativa segurança, pois é fato comum entre elas destacar a importância dos remanescentes florestais na

conservação das taxocenoses de mamíferos (v. Peracchi *et al.* 2002; Reis *et al.* 2002; Reis *et al.* 2005).

Muitas das espécies listadas no EIA/RIMA e mais recentemente na publicação (Reis *et al.* 2005) sobre a Fazenda Monte Alegre, além de ameaçadas são consideradas sensíveis às alterações em seu ambiente. Tal condição relaciona-se tanto ao fato de manterem uma íntima afinidade com os recursos disponíveis, como pelo caso de não conseguirem atravessar o hábitat-matriz num novo modelo de paisagem vindouro. Assim, comprometem sua dispersão e a colonização de novas manchas vegetacionais, gerando vários efeitos adversos, tais como: perda da diversidade genética, depressão por endocruzamento (*inbreeding*), queda do tamanho mínimo crítico das populações (população mínima viável), dentre outros.

Se considerarmos que esses movimentos são ecologicamente relevantes – pois várias espécies de mamíferos são potencialmente dispersoras de sementes e de pólen (Heithaus & Fleming 1978) – qualquer alteração nesse sentido pode influenciar a distribuição espacial e a estrutura genética das plantas (Fenton *et al.* 1992; Garcia *et al.* 2000). O impacto mais direto da remoção da cobertura vegetal arbórea na região é a destruição de habitats amplamente utilizados por espécies de locomoção arborícola, como primatas, marsupiais, serelepe, entre outras. Agravante, é que quanto mais baixa a vagilidade e a área de vida desses mamíferos, maiores serão as dificuldades para que ocupem novos ambientes, comprometendo assim seu sucesso de sobrevivência.

Um outro lado dessa história merece ser abordado. Assim como há espécies com limitado potencial de deslocamento, outras podem se movimentar com relativa facilidade entre manchas de hábitat (caso, por exemplo, de morcegos e carnívoros comprovadamente ocorrentes na região) (e.g.: Crawshaw 1995; Estrada & Coates-Estrada 2002; Bianconi *et al.* 2006). A construção de uma usina hidrelétrica implica a destruição total de alguns ambientes forçando esses organismos a buscar novas áreas para seu estabelecimento. Nesse momento, surgem conflitos que culminam em competições intra e interespecíficas, reduzindo os níveis de recursos e afetando até mesmo a sobrevivência dos indivíduos envolvidos no processo. Essa dispersão induzida pode eventualmente expor a fauna a outras formas de pressão. Indivíduos que necessitam de grandes áreas para sobreviver, caso geral dos carnívoros,

podem ser caçados mais facilmente ou atropelados durante seus deslocamentos; outros grupos ficam mais expostos a predação e patógenos diversos.

Até mesmo as áreas não atingidas diretamente pelo desmatamento deverão sofrer alterações (em diferentes intensidades) devido à movimentação de pessoal e maquinário na fase de implantação da UHE Mauá. Este impacto tende a ser mais intenso próximo ao canteiro de obras, eixo da barragem e entorno da área de inundação. Nesse sentido, os mais variados recursos, em especial o abrigo e o alimento, poderão ser comprometidos, podendo causar o declínio de algumas espécies da mastofauna (v. Turner 1975; Trajano 1984). Em contrapartida, modificações no ambiente natural propiciam o incremento de plantas e animais exóticos tidos como invasores. Estes, por possuírem um caráter agressivo, podem causar doenças à fauna nativa, além de provocar, quando abundantes, redução das populações naturais da região por competição e/ou predação.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto direto decorrente da ação do empreendimento.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto prazo, embora alguns efeitos possam se manifestar a médio e longo prazo.

Reversibilidade: irreversível, pois ainda que o plantio de espécies nativas seja realizado, buscando a recuperação da área atingida, existem perdas irreversíveis na diversidade local em seus mais variados níveis tróficos.

Abrangência: a principal área atingida será a de influência direta, embora habitats localizados em áreas próximas, possam sofrer, por extensão, alguns efeitos negativos causados pelo impacto.

Magnitude: alta, pois a supressão da vegetação poderá acarretar perdas irreversíveis à biodiversidade local, conforme já demonstrado acima.

Importância: o impacto é extremamente relevante.

Ruídos e intensa movimentação humana

Os ruídos que serão gerados pelo uso de equipamentos/veículos e a intensa movimentação humana no canteiro de obras e seu entorno, podem ocasionar efeitos adversos para alguns grupos de mamíferos. Esse tipo de impacto tende a afugentar os organismos (Cândido-Jr. *et al.* 2002) havendo, quando desse processo, a ocupação de novos ambientes pelas espécies – fenômeno que pode determinar o uso ou a defesa de um recurso entre os indivíduos residentes e àqueles migratórios ou mesmo invasores (Ricklefs 2003). Como resultado, deverão ser contabilizados prejuízos em diferentes níveis da diversidade local ou mesmo regional, frutos da mortalidade causada pela competição, exposição demasiada à caça, atropelamentos e doenças diversas.

Ao nomearmos essa nova realidade como ‘estresse ambiental’ e assumirmos que o *status* fisiológico dos indivíduos está diretamente relacionado com o ambiente aonde vivem, podemos esperar para algumas espécies uma maior suscetibilidade a patógenos, parasitas e, até mesmo, a diminuição de seu potencial reprodutivo.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto direto decorrente da ação do empreendimento.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto prazo, embora alguns efeitos possam se manifestar a médio e longo prazo.

Reversibilidade: irreversível.

Abrangência: atinge principalmente a AID, mas seus efeitos alastram-se também pela AII.

Magnitude: média.

Importância: o impacto é relevante.

Atração e estabelecimento de mastofauna sinantrópica nas proximidades da obra

A conversão da paisagem na AID, aliada ao possível acúmulo de materiais no canteiro de obras (em especial orgânico) devido à intensa movimentação de trabalhadores, fornece condições para que alguns mamíferos invasivos/exóticos ocupem a área. Este fenômeno pode provocar danos materiais e à saúde humana, além de permitir uma maior aproximação (até mesmo competição por recursos) dessa fauna e seus patógenos, com as espécies silvestres.

Alguns desses mamíferos, como os roedores exóticos *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*, são extremamente adaptados às mais variadas condições impostas pelo homem. Mesmo espécies nativas relacionadas aos ambientes abertos da América do Sul, como é o caso de cricetídeos citados para região, têm mostrado alto poder de penetração em ambientes florestais alterados.

Recentemente, a necessidade de abordar essas questões tem se tornado cada vez mais intensa, especialmente pelo fato dos roedores serem reconhecidos como um dos principais transmissores de doenças aos seres humanos. No estado do Paraná, as atenções têm se voltado para uma virose tida como letal na maioria dos casos, conhecida como hantavirose. Entre os episódios já estudados, destaca-se a predominância de ocorrência em regiões similares à AID da UHE Mauá, ou seja, 'locais próximos a plantios de pinus e com intenso fluxo de trabalhadores'. Essa situação facilita o acesso de roedores silvestres que contaminam o ambiente com fezes e urina, transmitindo assim a doença (fonte: Secretaria de Estado da Saúde do Paraná 2004).

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto direto decorrente da ação do empreendimento.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto e médio prazo, embora alguns efeitos possam se manifestar a longo prazo.

Reversibilidade: irreversível.

Abrangência: atinge principalmente a AID, mas seus efeitos alastram-se também pela All.

Magnitude: alta.

Importância: o impacto é relevante.

Intensificação da caça de mamíferos

A caça está entre as principais atividades humanas que reduzem as populações naturais (Redford 1997). Esta atividade retira da floresta mamíferos cruciais para manutenção dos ecossistemas (p.ex. espécies polinizadoras e dispersoras de sementes), ou mesmo presas potenciais, afetando assim predadores, carniceiros e outros animais que delas dependem (Thiollay 1984). Com a abertura de acessos para a implantação do canteiro de obras e outras frentes de trabalho na AID, a caça furtiva será facilitada. Conforme destacado no EIA/RIMA, obras similares costumam receber funcionários oriundos de áreas rurais aonde a caça é uma atividade corriqueira.

Em geral, os mamíferos de maior interesse cinegético no neotrópico são os primatas, porcos-do-mato, anta, veados, tatus e os grandes roedores (Redford & Robinson 1987, Bodmer et al. 1997, Rocha-Mendes et al. 2005). Fato agravante é que esses também são os mamíferos cada vez mais raros na região, devendo, qualquer impacto em suas populações, desencadear um processo de extinção local. Um exemplo dos prejuízos causados quando da degradação do hábitat, foi dado por Margarido (2001). Neste estudo, realizado no estado do Paraná em áreas similares à de estudo (ou seja, mosaico incluindo silvicultura, fragmentos florestais, pasto, agricultura), a autora presenciou a rápida redução das populações de porcos-do-mato frente à fragmentação da cobertura florestal para assentamentos de reforma agrária.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto indireto causado quando da perturbação ao ambiente.

Duração: permanente.

Temporalidade: médio e longo prazo.

Reversibilidade: pode ser parcialmente reversível se as atividades de fiscalização forem intensificadas nos locais de risco.

Abrangência: AID e AII do empreendimento.

Magnitude: alta.

Importância: o impacto é relevante.

Atropelamento de mamíferos silvestres

Estradas e rodovias são normalmente barreiras para o livre deslocamento de animais silvestres (Lodé 2000; Trombulak & Frissell 2000). A abertura de estradas poderá causar atropelamentos de mamíferos pelos veículos que transitam por essas vias. Dos animais comumente relacionados na literatura (Cândido-Jr. *et al.*, 2002) como os mais afetados por este impacto, muitos ocorrem na AII e AID (CNEC 2004; Reis *et al.* 2005), como: os tatus *Euphractus sexcinctus* e *Dasypus novemcinctus*, o cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, o furão *Galictis cuja*, entre outros.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto indireto decorrente da construção de estradas e intensificação do tráfego de veículos na área.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto prazo, médio e longo prazo, dependendo das características das espécies envolvidas.

Reversibilidade: irreversível, pois medidas mitigadoras podem diminuir a frequência dos atropelamentos, mas não cessá-los.

Abrangência: os acidentes podem ocorrer nas áreas de influência direta e indireta.

Magnitude: média

Importância: o impacto é relevante.

Interferências na disponibilidade de presas aquáticas a jusante da barragem

As modificações previstas nos habitats aquáticos a jusante da barragem (vide impactos para organismos aquáticos) refletirão diretamente na disponibilidade de presas potenciais (crustáceos, moluscos, peixes) para mamíferos de hábitos semi-aquáticos registrados para região (p.ex. lontra *Lontra longicaudis*, mão-pelada *Procyon cancrivorus* e cuíca-d'água *Chironectes minimus*).

Partindo do princípio que ciclos populacionais dos predadores e suas presas costumam apresentar algum sincronismo, esta nova (e súbita!) realidade deverá acarretar alterações na dinâmica desses animais. Muito embora o referido impacto atinja diretamente predadores de hábito semi-aquático, ele há de estender a todos os mamíferos de dieta generalista ou que, de alguma forma, fazem parte da cadeia trófica das espécies diretamente envolvidas.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto indireto decorrente do barramento do rio, mesmo que parcial, durante a fase de implantação.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto prazo, médio e longo prazo, dependendo das características das espécies envolvidas.

Reversibilidade: irreversível.

Abrangência: All e AID, considerado o potencial de deslocamento dos mamíferos envolvidos.

Magnitude: média.

Importância: o impacto é relevante.

Fase de Operação

Alagamento de habitats

As áreas de inundação de reservatórios de hidroelétricas costumam resguardar habitats para muitas espécies de mamíferos, mesmo em casos em que

o histórico da região seja repleto de interferências humanas. Complexas ou não, as integrações entre as espécies e a paisagem existem; se existem, logo são perdidas ou alteradas quando da transformação de ambientes terrestres em ambientes aquáticos.

Este é um impacto intenso, previsível e irreversível sobre a diversidade mastofaunística. Suas perdas incluem: a morte por afogamento ou por falta de recursos, a fuga para ambientes hostis e mesmo a invasão de manchas atrativas, mas intensamente ocupadas – o que geraria, em hipótese, competição com desequilíbrio nas relações ecológicas fundamentais entre as espécies. O fato é que muitos dos efeitos discutidos nos impactos supracitados aplicam-se aqui, alguns de forma direta (destruição de sítios de reprodução, nidificação e alimentação), outros de forma indireta (perda da diversidade genética, depressão por endocruzamento, queda do tamanho mínimo crítico das populações, exposição a caçadores e atropelamentos); enfim, sua abrangência é expansiva e dinâmica.

Ao contrário do que se imagina, o novo desenho da paisagem pode influenciar até mesmo espécies de hábitos semi-aquáticos, como a cuíca-d'água (*Chironectes minimus*) e a lontra (*Lontra longicaudis*), ambas ameaçadas de extinção! As lontras, por exemplo, naturalmente habitam tocas nas margens densamente vegetadas dos rios, preferencialmente em trechos de barranco alto (Quadros 1997) onde, além de repousar, se reproduzem. Alterações nas condições da água (que incluem mudanças súbitas em seu nível durante a operação da usina), somadas ao novo e imediato 'modelo de paisagem' pós-enchimento, poderão gerar desarranjos subpopulacionais tão pronunciados que desencadeariam um processo de extinção local para espécie. Em parte, esses efeitos já foram notados para algumas usinas paranaenses, que exibem um baixo número de tocas com intensa desestruturação das mesmas – um forte indicativo do não estabelecimento dos indivíduos pós-enchimento (F.Rocha-Mendes com.pess.). Além disso, esse novo ambiente aquático pode permitir um aporte de recursos suficiente para desencadear um crescimento populacional adicional de outras espécies de hábitos semi-aquáticos (p.ex. a capivara *Hydrochaeris hydrochaeris* e o ratão-do-banhado *Myocastor coypus*) a ponto de se tornarem populações-problema na região.

Natureza: negativo (adverso).

Forma como se manifesta: impacto direto decorrente do barramento do rio.

Duração: permanente.

Temporalidade: curto, médio e longo prazo.

Reversibilidade: irreversível.

Abrangência: All e AID, considerado o potencial de deslocamento dos mamíferos envolvidos.

Magnitude: alta.

Importância: o impacto é relevante.

4.3.6.6 Medidas mitigadoras e compensatórias

Prevenção do desflorestamento indevido

A) Impacto a ser mitigado: 'Exploração de recursos florestais'.

B) Natureza da medida: mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: planejamento.

D) Prazo de implantação da medida: imediato, enquanto aguarda a possível liberação da Licença de Instalação.

E) Prazo de execução da medida: indefinido.

F) Procedimento: esclarecimento, junto à população local, do plano de ação da UHE Mauá, áreas de abrangência, dentre outros aspectos relevantes. Quanto à fiscalização, o empreendedor deverá apresentar um plano indicando as áreas potencialmente exploráveis e, rapidamente, iniciar ali as atividades de controle e fiscalização. Estas poderão ser conduzidas em parceria com os órgãos ambientais; neste caso; todo e qualquer suporte para as atividades ficará a cargo do empreendedor.

G) Efeito esperado pela implantação da medida: evitar a retirada ilegal de recursos florestais na AID e All.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

- a) Financeira: empreendedor.
- b) Executiva: empreendedor, órgãos ambientais, prefeituras municipais.
- c) Fiscalização: órgãos ambientais, prefeituras, ONGs e comunidade em geral.

Recomposição florestal e estudos de inventário e monitoramento da mastofauna

A) Impacto a ser mitigado: 'Supressão e alteração de habitats' e 'Interferências na disponibilidade de presas aquáticas a jusante da barragem'.

B) Natureza da medida: mitigadora, compensatória, interpretativa.

C) Fase de implantação da medida: implantação.

D) Prazo de implantação da medida: a partir da liberação da Licença de Instalação.

E) Prazo de execução da medida: de acordo com os programas ambientais propostos.

F) Procedimentos: de acordo com o recomendado nos programas ambientais.

G) Efeito esperado: cumprindo-se o estabelecido no programa ambiental, espera-se diminuir a mortalidade de espécimes de mamíferos decorrentes da implantação do empreendimento. Em adição, poderá haver maior clareza no entendimento (natureza interpretativa) dos processos de dinâmica populacional oriundos das: flutuações na disponibilidade de recursos (incluindo presas aquáticas), alterações da paisagem em diferentes escalas, com ênfase na supressão vegetal. Ademais, com a recomposição de áreas florestais algumas funções de estrutura e dinâmica populacional dos mamíferos poderão ser parcialmente restabelecidas, em longo prazo.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: pesquisadores das diferentes especialidades de zoologia e botânica.

c) Consultiva: Institutos ou sociedades de pesquisa e Universidades do Estado do Paraná.

d) Fiscalização: órgãos ambientais, ONGs.

Utilização de redutores de ruídos nos equipamentos e veículos e planejamento adequado de vias de acesso à obra

A) Impacto a ser atenuado: 'Ruídos e intensa movimentação humana'.

B) Natureza da medida: mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: implantação.

D) Prazo de implantação da medida: em conjunto com o início da construção da obra.

E) Prazo de execução da medida: durante as atividades de construção do empreendimento.

F) Procedimentos: deverão ser utilizados redutores de ruídos nos equipamentos e planejadas vias de acesso à obra que dispensem a aproximação dos trabalhadores às áreas florestais.

G) Efeito esperado: minimizar os efeitos das alterações sonoras oriundas das ações de instalação do empreendimento.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: empreendedor.

c) Fiscalização: órgãos ambientais, ONGs.

Prevenção e minimização de problemas causados pela mastofauna sinantrópica

A) Impacto a ser atenuado: 'Atração e estabelecimento de mastofauna sinantrópica nas proximidades da obra'.

B) Natureza da medida: preventiva e mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: implantação.

D) Prazo de implantação da medida: em conjunto com o início da construção da obra.

E) Prazo de execução da medida: durante toda a vida útil do empreendimento, com especial ênfase ao período de implantação.

F) Procedimentos: evitar o acúmulo de materiais no canteiro de obras (em especial orgânico) diminuindo assim os atrativos para o estabelecimento de espécies sinantrópicas. Elaborar um programa de separação de lixo junto aos trabalhadores, bem como um programa de educação ambiental para o incremento da consciência ecológica. Intensificar a fiscalização sanitária no canteiro de obras e no seu entorno; distribuir materiais (folhetos, manuais) e ministrar palestras relacionadas aos temas 'saúde pública' e 'zoonoses'.

G) Efeito esperado: diminuir os atrativos para o estabelecimento de mamíferos sinantrópicos próximos à obra.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: empreendedor; Secretaria de Estado da Saúde do Paraná; prefeituras, por meio de suas secretarias de saúde.

c) Fiscalização: órgãos ambientais, ONGs, Secretaria de Estado da Saúde do Paraná; Secretarias Municipais da Saúde.

Prevenção contra caça de representantes da mastofauna regional

A) Impactos a serem mitigados: 'Intensificação da caça de mamíferos'.

B) Natureza da medida: preventiva e mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: implantação.

D) Prazo de implantação da medida: no início da construção do empreendimento.

E) Prazo de execução da medida: durante todo o período de construção e operação do empreendimento.

F) Procedimentos: tanto o empreendedor como os órgãos ambientais deverão zelar pelo correto cumprimento dessa medida, com especial atenção durante o período de construção do empreendimento. Seu plano de ação deve prever a distribuição de material de divulgação e circulares internas que deixem claro aos funcionários a gravidade de tal contravenção. No caso de desrespeito as normas, o contraventor deve ser severa e exemplarmente punido por seu ato, inclusive por meios jurídicos legais. Para mitigar o problema da caça na região com um todo, deverão ser realizadas palestras nas escolas e comunidades urbana e rural, campanhas nas emissoras de rádio e jornais locais, visitas e conversas informais sobre o tema com proprietários de terras próximas à UHE Mauá, elaboração de materiais didáticos, entre outras atividades que se façam necessárias (cf. Pádua *et al.* 2003).

G) Efeito esperado: evitar os impactos decorrentes das atividades de caça predatória por parte dos funcionários das obras e/ou de seus familiares e comunidade em geral.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: empreendedor juntamente com pesquisadores especialistas no tema, Universidades Públicas Estaduais.

c) Fiscalização: órgãos ambientais e ONGs.

Prevenção e minimização de atropelamentos de animais silvestres

A) Impacto a ser atenuado: 'Atropelamento de mamíferos silvestres'.

B) Natureza da medida: preventiva e mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: implantação.

D) Prazo de implantação da medida: em conjunto com o início da construção da obra.

E) Prazo de execução da medida: implantação e operação do empreendimento.

F) Procedimentos: áreas críticas de atropelamento em rodovias e vias de acesso deverão ser sinalizadas com placas indicativas de travessia de animais silvestres (cf. DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná) e de redução de velocidade; neste último caso, lombadas e redutores podem ser adicionalmente utilizados. Sugere-se um convênio com museus de história natural, centros de pesquisas e/ou universidades paranaenses visando o aproveitamento científico dos espécimes atropelados para o desenvolvimento de estudos científicos e acadêmicos.

G) Efeito esperado: com esta medida, espera-se uma diminuição do índice de atropelamento de mamíferos silvestres na região de influência do empreendimento, bem como a prevenção de acidentes rodoviários ocasionados por animais em geral.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: Empreendedor, Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná, concessionárias de pedágio da região.

c) Consultiva: Institutos ou sociedades de pesquisa e Universidades do Estado do Paraná.

d) Fiscalização: órgãos ambientais, ONGs, população local.

Resgate e monitoramento da mastofauna atingida pelo alagamento

A) Impacto a ser atenuado: 'Alagamento de habitats'.

B) Natureza da medida: preventiva e mitigadora.

C) Fase de implantação da medida: implantação e operação.

D) Prazo de implantação da medida: a partir da liberação da Licença de Instalação.

E) Prazo de execução da medida: implantação e operação do empreendimento.

F) Procedimentos: de acordo com os programas ambientais propostos, com ênfase no plano de resgate de fauna.

G) Efeito esperado: de forma ampla, espera-se o salvamento e/ou aproveitamento da mastofauna atingida pelo alagamento, conforme proposto no plano de resgate de fauna. As informações do inventário e monitoramento geradas pré, durante e pós-enchimento comporão uma base de dados ímpar e desejável para implementação de medidas mitigadoras para cada espécie ou grupo.

H) Responsabilidade pela execução da medida:

a) Financeira: empreendedor.

b) Executiva: pesquisadores das diferentes especialidades da zoologia, com conhecimento prévio da região.

c) Consultiva: Institutos ou sociedades de pesquisa e Universidades do Estado do Paraná.

d) Fiscalização: órgãos ambientais, ONGs.

4.3.6.7 Referências

- BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.B.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYZ, M. 2000. **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro**. Eduerj, Rio de Janeiro, RJ. 166p.
- BIANCONI, G.V.; MIKICH, S.B.; PEDRO, W.A. 2004. **Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia 21(4): 943-954.
- BIANCONI, G.V.; MIKICH, S.B.; PEDRO, W.A. 2006. **Movements of bats in Atlantic Forest remnants in southern in southern Brazil**. Revista Brasileira de Zoologia 23(4):1199-1206.
- BODMER, R.E.; EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. 1997. **Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals**. Conservation Biology 11(2): 460-466.
- BORGES, C.R.S. 1989. **Composição mastofaunística do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil**. Universidade Federal do Paraná. Dissertação de Mestrado. 358p.
- CÁCERES N.C.; MONTEIRO-FILHO E.L.A. 2006. **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução**. Campo Grande, MS: Ed UFMS. 364p.
- CÂNDIDO-JR, J.F.; MARGARIDO, V.P.; PEGORARO, J.L.; D'AMICO, A.R.; MADEIRA, W.D.; CASALE, V.C.; ANDRADE, L. 2002. **Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação**. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Anais. p.553-567.
- CRAWSHAW, P.G.C.1995. **Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina**. University of Florida. Dissertation for Doctor Philosophy. 190p.
- CRESPO, J.A. 1982. **Ecology of a mammal community in Iguazú National Park, Misiones**. Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia", Ecol. 3(2): 45-162.
- DIRZO, R. 2001. **Plant-mammal interactions: lessons for our understanding of nature and implications for biodiversity conservation**. p.319-336. In: Huntley, N.; Press, M.C. (Eds.). Ecology: challenges and achievements. Blackwell, London.

- EISENBERG, J.F.; REDFORD K.H. 1999. **Mammals of Neotropics, the central neotropics: Equador, Peru, Bolivia, Brazil.** v. 3. The University of Chicago Press, Chicago and London. 609p.
- EISENBERG, J.F. 1981. **The mammalian radiations: an anlysis of trends in evolution, adaptation, and behavior.** The University of Chicago Press, Chicago-London. 610p.
- EMMONS, L.H. 1990. **Neotropical rainforest mammals: a field guide.** The University of Chicago Press, Chicago and London. 281p.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. 2002. **Bats in continuous forest, forest fragments and in a agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico.** Biological Conservation 103: 237-245.
- FENTON, M.B.; ACHARYA L.; AUDET D.; HICKEY M.B.C.; MERRIMAN C.; OBRIST M.K.; SYME D.M. 1992. **Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics.** Biotropica 24(3): 440-446.
- FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G.; LEITE, Y.L.R. 1998. **Macrogeography of brazilian mammals** p.549-563. *In:* Eisenberg J.F.; Redford K.H (Eds.). Mammals of the neotropics: the central neotropics. vol. 3. The University of Chicago Press, Chicago and London. 609p.
- FONTANA, C.S.; BENCKE, G.A.; REIS, R.E. 2003. **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no rio Grande do Sul.** Edipucrs, Porto Alegre. 602p.
- GARCIA, Q.S.; REZENDE J.L.P.; AGUIAR L.M.S. 2000. **Seed dispersal by bats in a disturbed área of Southeastern Brazil.** Revista de Biologia Tropical 48(1): 125-128.
- HEITHAUS, E.R.; FLEMING T.H. 1978. **Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae).** Ecological Monographs 48: 127-143.
- LANGE, R.B.; JABLONSKI, E.F. 1981. **Lista prévia dos Mammalia do Estado do Paraná.** Estudos de Biologia 6: 1-35.
- LODÉ, T. 2000. **Effect of a motorway and isolation of wildlife populations.** Ambio 29(3): 163-166.
- MACHADO, A.B.M.; MARTINS, C.S.; DRUMMOND, G.M. 2005. **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 157p.

- MARGARIDO, T.C.; BRAGA, F.G. 2004. Mamíferos. p.27-142. *In*: Mikich, S.B.; Bérnils R.S. (Eds.). **Lista da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 763p.
- MARGARIDO, T.C.C. 1989. **Mamíferos do Parque Estadual de Caxambu, Castro, PR**. Universidade Federal do Paraná. Dissertação de Mestrado. 216p.
- MARGARIDO, T.C.C. 2001. **Aspectos da história natural de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (Artiodactyla, Tayassuidae) no Estado do Paraná, sul do Brasil**. Universidade Federal do Paraná. Tese de Doutorado em Zoologia. 109p.
- MIRETZKI, M. (*IN LITT.*). **Mamíferos do Paraná, sul do Brasil: primeira revisão e atualização da lista de espécies**.
- NOWAK, R.M. 1991. **Walker's Mammals of the World**. vol. 1. 5ª ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 568p.
- OLIVEIRA J.A.; BONVICINO C.R. 2006. **Ordem rodentia**. p.341-401. *In*: Reis N.R., Peracchi A.L., Pedro W.A.; Lima I.P. (Eds.). Mamíferos do Brasil. Londrina. 437p.
- PÁDUA, S.M.; TABANEZ, M.F.; SOUZA, M.G. 2003. **A abordagem participativa na educação para a conservação da natureza**. *In*: Cullen Jr. L.; Rudram, R.; Valladares-Padua, C. (Orgs). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e manejo da vida silvestre**. Editora UFPR, Curitiba, Paraná. p. 557-592.
- PERACCHI, A.L.; REIS, N.R; LIMA, I.P. 2002. **Mamíferos não-voadores da bacia do rio Tibagi**. p.225-250. *In*: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibatta, O.A.; Pimenta, J.A. (Eds.). A bacia do rio Tibagi. Londrina, 595p.
- QUADROS, J. 1997. **Aspectos da ecologia da lontra neotropical, *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818), em uma área de floresta atlântica de planície, no Município de Itapoá-SC**. Tese de Mestrado, Pós- graduação em Zoologia, UFPR.
- Dens of the Neotropical Otter, *Lontra longicaudis*, in low Iguaçu river, Paraná State, southern Brazil**. VIII International Otter Colloquium, Valdivia, Chile.
- REDFORD, K.H.; EISENBERG J.F. 1992. **Mammals of the neotropics, the southern cone: Chile, Argentina, Uruguay and Paraguay**. The University of Chicago Press, Chicago and London. 430p.
- REDFORD, K.H.; ROBINSON, J.G. 1987. **The game of choice: patterns of Indian and colonist hunting in the Neotropics**. *Am. Anthropologist* 89: 650-667.
- REDFORD, K.H.1997. **A floresta vazia**. p.1-22. *In*: Valadares-Pádua, C.; BODMER, R.E. (eds). **Manejo e conservação da vida silvestre no Brasil**. MCT-CNPq Sociedade Civil Mamirauá, Belém, PA. 296p.

- REIS N.R., PERACCHI A.L., PEDRO W.A.; LIMA I.P. 2006. **Mamíferos do Brasil**. Londrina. 437p.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SEKIAMA, M.L. 1999. **Morcegos da Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná (Mammalia, Chiroptera)**. Revista Brasileira de Zoologia 16(2): 501-505.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P. 2002. **Morcegos da bacia do rio Tibagi**. p.251-270. *In*: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibatta, O.A.; Pimenta, J.A. (Eds.). A bacia do rio Tibagi. Londrina, 595p.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; FANDIÑO-MARIÑO, H.; ROCHA, V.J. 2005. **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre, Paraná**. Eduel, Klabin, Londrina. 202p.
- REIS N.R., PERACCHI A.L., PEDRO W.A.; LIMA I.P. 2006. **Mamíferos do Brasil**. Londrina. 437p.
- RICKLEFS, E.R. 2003. **A economia da natureza**. 5ª. Edição. Editora Guanabara Koogan, 503p.
- ROCHA, V.J.; MACHADO, R.A.; FILIPAKI, S.A.; FIER, I.S.N.; PUCCI, J.A.L.A. 2003. **Biodiversidade da Fazenda Monte Alegre da Klabin S/A, no Estado do Paraná**. *In*: VIII Congresso Florestal Brasileiro, *Anais...*São Paulo. 2 CDROM.
- ROCHA-MENDES, F.; KUCZACH, A.M. (*IN LITT.*) **Aspectos etnozoológicos sobre a mastofauna da região do Cânion do Guartelá, Sul do Brasil**. Sitientibus Série Ciências Biológicas.
- ROCHA-MENDES, F.; MIKICH, S.B.; BIANCONI, G.V.; PEDRO, W.A. 2005. **Mamíferos do município de Fênix, Paraná, Brasil: etnozologia e conservação**. Revista Brasileira de Zoologia 22(4): 991-1002.
- ROSSI R.V.; BIANCONI G.V.; PEDRO W.A. 2006. **Ordem Didelphimorphia**. p.25-64. *In*: Reis N.R., Peracchi A.L., Pedro W.A. & Lima I.P (Eds). Mamíferos do Brasil. Londrina. 437p.
- Secretaria de Estado da Saúde. 2004. Departamento técnico de informação. <http://www.saude.pr.gov.br>.
- SIMBERLOFF, D.S. 1984. **Mass extinction and the destruction of moist tropical forest**. Zh. Obshch. Biol. 45: 767-778.
- THIOLLAY, J. 1984. **Raptor community structure of a primary rain forest in French Guiana and effects of human hunting pressure**. Raptor Res. 18: 117-122.

- TRAJANO, E. 1984. **Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia 2(5): 255-320.
- TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. 2000. **Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities**. Conservation Biology 14(1): 18-30.
- TURNER, D.C. 1975. **The Vampire Bat: a field study in behavior and ecology**. Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press, 145p.

4.4 REQUISITO Nº 13 “INFORMAR SE A VAZÃO SANITÁRIA NA ALÇA DO RIO TIBAGI, A JUSANTE DA BARRAGEM, PERMITIRÁ CONDIÇÕES DE VIDA À BIOTA”

4.4.1 VAZÃO SANITÁRIA A JUSANTE DA BARRAGEM E CONDIÇÕES DE VIDA DA BIOTA

4.4.1.1 Introdução

A vazão sanitária prevista pra ser vertida pela barragem da Usina Hidrelétrica Mauá é de 18,8 m³/s. Este fluxo corresponde a 50% da vazão mínima média móvel no período de 7 dias (CNEC, 2002)

A vazão sanitária, também considerada e denominada vazão ambiental, corresponde a um volume de água a ser vertido de maneira permanente, após a construção da barragem. Este volume será mais elevado apenas nos períodos de excedente hídrico, portando não será episódico, como o são atualmente as ocorrências de vazão mínima.

O tipo de leito do rio Tibagi é irregular por conta da erosão diferencial e de seu regime de transporte de material particulado do tipo carga de lavagem. Em épocas de maior pluviosidade, quando a descarga sanitária será sobrepujada, poderá haver algum acúmulo de sedimentos originários das margens. Estes sedimentos poderão assorear depressões do leito que, com o barramento deixarão de ser drenadas por fluxos de maior energia. Será uma alteração no habitat da biota, porém de importância relativamente pequena.

Outro impacto que poderá ocorrer será o aprisionamento de algumas espécies em depressões do leito que ali podem se alojar, em épocas de maior fluxo, ficando isoladas do fluxo permanente durante períodos normais.

A seguir são descritos os possíveis impactos resultantes destas alterações no regime natural do rio para cada um dos grupos animais estudados.

4.4.1.2 Macroinvertebrados aquáticos

A regularização do rio, com uma vazão sanitária prevista correspondente a 50% da vazão mínima média móvel, alterará não só o volume de água normalmente disponível como também as próprias variações da vazão. Além das alterações na hidrodinâmica, ocorrerão alterações no material depositado e disponível nas margens (novas) do rio. Espera-se que a comunidade de macroinvertebrados responda rapidamente a estas alterações, uma vez mudanças na hidrodinâmica, no material carregado pelo rio e depositado no rio através das margens influenciam grandemente a presença ou ausência dos organismos. Cabe ressaltar que a alteração de fatores ambientais tão importantes na manutenção da comunidade podem levar à redução ou mesmo a impossibilidade de sobrevivência de algumas espécies.

4.4.1.3 Peixes

A operação do reservatório da UHE Mauá irá determinar importantes modificações das condições hídricas e limnológicas, com influência direta e indireta sobre as populações de peixes.

A flutuação abrupta do nível d'água, mesmo que temporária, poderá afetar as comunidades de peixes imediatamente a jusante do eixo do futuro aproveitamento.

Muito embora seja difícil prever a amplitude dos impactos sobre as populações de peixes afetadas pela variação dos picos de cheia e pulsos de vazão decorrentes da operação da usina, pois algumas espécies já têm um longo histórico de perda de habitats, exploração e pouca capacidade de adaptação, a vazão sanitária deverá imprimir alterações sobre a estrutura e composição da ictiofauna, interferindo no comportamento migratório e na reprodução de espécies reofílicas.

A alteração das comunidades do meio aquático a jusante da barragem tem natureza negativa, direta e permanente, uma vez que se manifesta na fase de enchimento e durante a operação da usina. Tem ocorrência em curto prazo e

abrangência regional, pois as variações no fluxo são sentidas a jusante do represamento da água até onde os afluentes possam suprir, ou amenizar, as variações ocorridas.

Com relação à vazão sanitária, segundo o Estudo de Impacto Ambiental o fluxo que será vertido pela barragem da UHE Mauá será de 18,8 m³/s, e este valor corresponde a 50% da vazão mínima média móvel no período de 7 dias. Este volume será mais elevado apenas nos períodos de excedente hídrico.

4.4.1.4 Anfíbios

Certamente haverá uma alteração na biota original do Rio Tibagi, nesse seguimento. Tanto no início do enchimento quanto na fase de operação da Usina, o volume de água à jusante será reduzido, dando origem a formação de corpos d'água isolados que, conforme seu tamanho, a temperatura da água pode elevar-se acima do nível tolerado pelas larvas de anuros e, nesse caso levando a morte das mesmas. Além disso, existe a possibilidade de predação por aves, mamíferos e peixes e, eventuais posturas nestes locais podem ser prejudicadas com a desidratação dos ovos. Diversas alterações decorrentes da modificação da vazão, contribuirão para mudanças na qualidade da água a jusante da barragem, que afetarão toda a fauna de anuros existente, principalmente às espécies que apresentam larvas com especificidade à ambientes lóticos como *Hyalinobatrachium uranoscopum*, *Aplastodiscus albosignatus*, *Phasmahyla sp.* e *Crossodactylus sp.* Além disso, o controle da vazão, impedirá as cheias naturais reduzindo os criadouros e locais de desovas naturais em áreas sazonalmente alagáveis às margens no rio. Nesse caso algumas espécies que utilizam esse tipo de ambiente perderão locais de reprodução localmente. A exemplo, pode-se citar: *Chaunus gr. crucifer*, *Bokermannohyla circumdata*, *Dendropsophus microps*, *Hypsiboas faber*, *H. prasinus*, *Scinax catharinae*, *S. rizibilis*, *S. perereca* e *Trachycephalus imitatrix*.

4.4.1.5 Répteis

A modificação do ambiente a jusante da barragem provavelmente acarretará em alterações na abundância e na distribuição da fauna de répteis aquáticos e semi-aquáticos verificados na região.

As espécies que utilizam este ambiente com frequência terão suas populações fragmentadas e reduzidas a jusante do reservatório. As populações do cágado-pescoçudo *Hydromedusa tectifera*, que normalmente são encontradas em águas rasas de rios e áreas alagadiças podem ser beneficiadas com a redução no volume de água e formação de lagos durante as estiagens. O mesmo poderá ocorrer com a cobra-d'água *Liophis miliaris* e com a cobra-nova *Mastigodryas bifossatus*, que poderão utilizar o novo ambiente formado com mais frequência. Contudo, é esperado que estas alterações influenciem negativamente na disponibilidade alimentar para estas espécies. Portanto, devido ao isolamento das populações e às alterações ambientais ocasionadas pela modificação no regime hidrológico a jusante, poderá ocorrer, em longo prazo, um processo de reestruturação dessas comunidades frente às novas condições de vida impostas. Para tanto recomenda-se um programa de monitoramento específico para as espécies de répteis verificadas a jusante e também que haja o reflorestamento de suas matas ciliares.

4.4.1.6 Aves

A alteração da vazão causará impactação secundária à avifauna, decorrente da modificação e reestruturação da paisagem ribeirinha e da própria limitação de recursos alimentares. O grupo ecológico que poderá ser mais sensivelmente afetado é o das aves aquáticas, tanto as limícolas quanto as natantes e mergulhadoras, devido à alteração abrupta da biomassa disponível dos itens alimentares triviais, em particular no período de reestruturação do ambiente. Esse impacto sofrerá uma minimização de caráter biogeográfico, uma vez que essa guilda engloba espécies de médio a grande porte, com grande potencial de deslocamento e que são aptas a colonizar outras regiões. No entanto, o seu declínio como consequência direta da redução da vazão, possibilitará a colonização de outras espécies mais relacionadas a ambientes de corpos d'água menos profundos, favorecendo uma discreta modificação da composição avifaunística

local. A alteração do regime hídrico, ainda que sutil, causará também uma modificação da paisagem ribeirinha, influenciando também no ciclo das espécies de aves florestais que eventual ou freqüentemente utilizam-se das florestas juxtafluviais como parte de suas exigências ecológicas, especialmente alimentares.

4.4.1.7 Mamíferos

As modificações previstas nos habitats aquáticos a jusante da barragem (volume de água, vazão, material depositado, configuração das margens do rio) refletirão diretamente na disponibilidade de presas potenciais (crustáceos, moluscos, peixes) para mamíferos de hábitos semi-aquáticos registrados para região.

Ao considerarmos que os ciclos populacionais dos predadores e suas presas costumam apresentar algum sincronismo, esta nova e súbita realidade, deverá acarretar alterações na dinâmica desses animais. Embora este seja um impacto que atinja diretamente predadores de hábito semi-aquático, ele há de estender a todos os mamíferos de dieta generalista ou que, de alguma forma, fazem parte da cadeia trófica das espécies diretamente envolvidas.

Alterações no nível de vazão, com conseqüente modificação no desenho da paisagem aquática, podem influenciar até mesmo espécies de hábitos semi-aquáticos, como a cuíca-d'água (*Chironectes minimus*) e a lontra (*Lontra longicaudis*), ambas ameaçadas de extinção! As lontras, por exemplo, naturalmente habitam tocas nas margens densamente vegetadas dos rios, preferencialmente em trechos de barranco alto onde, além de repousar, se reproduzem.

Alterações nas condições da água (que incluem mudanças súbitas em seu nível durante a operação da usina), somadas ao novo e imediato 'modelo de paisagem' pós-enchimento, poderão gerar desarranjos subpopulacionais tão pronunciados que desencadeariam um processo de extinção local para espécie. Além disso, esse novo ambiente aquático pode permitir um aporte de recursos suficiente para desencadear um crescimento populacional adicional de outras espécies de hábitos semi-aquáticos (p.ex. a capivara *Hydrochaeris hydrochaeris* e o ratão-do-banhado *Myocastor coypus*) a ponto de se tornarem populações-problema na região.

4.5 REQUISITO Nº 52 “REALIZAR ESTUDO PORMENORIZADO SOBRE OS POLINIZADORES DA FLORA COM INTERESSE MÉDICO E ALIMENTAR”

4.5.1 PLANTAS DE INTERESSE MÉDICO E ALIMENTAR E SEUS PRINCIPAIS POLINIZADORES

4.5.1.1 Introdução

De uma maneira geral, os vegetais, como base da cadeia trófica, são responsáveis diretamente ou indiretamente pelo fornecimento de alimento para todos os animais. Além de servirem como alimento, os vegetais fornecem fibras, madeira, óleos e resinas, medicamentos, ornamentação, entre outras utilidades. Acredita-se que cerca de 90% das calorias consumidas por seres humanos têm origem nas seguintes categorias: grãos, tubérculos e raízes, açúcar; sementes; óleos; frutas e verduras (Uno et al., 2001). Estima-se que cerca de 3.000 espécies vegetais sejam utilizadas como alimento pelos seres humanos (Simpson & Ogorzaly, 1995).

Existem cerca de 247.000 espécies vegetais vasculares no mundo e cerca de dois terços da diversidade biológica mundial é encontrada na região tropical, principalmente em países em desenvolvimento. O Brasil é um dos países considerados megadiverso (Mittermeier *et al.*, 1997), com cerca de 10% a 20%, respectivamente, da fauna e flora mundiais. A flora brasileira tem cerca de 55.000 a 60.000 espécies vegetais vasculares descritas, o que representa cerca de 20% a 22% do total de espécies do mundo. Estas espécies estão distribuídas em seis grandes biomas: Amazônia (30.000); Cerrado (10.000); Caatinga (4.000); Floresta Atlântica (10.000), Pantanal (10.000) e florestas subtropicais (3.000) (Vieira, 1999).

Muitas destas espécies têm importância medicinal. Cerca de 80% da população mundial utiliza as plantas medicinais para suprir as necessidades de assistência médica primária, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) (Marquesini, 1995). Apesar de não existir um valor seguro para o número total de plantas utilizadas como medicinais, estima-se que cerca de 53.000 espécies vegetais sejam utilizadas no mundo (Farnsworth & Soejarto, 1991; Schippmann *et al.*, 2002). No Brasil, a utilização de plantas medicinais é uma prática comum no

país, a qual tem sido transmitida de geração em geração. No entanto, a obtenção destas plantas vem sendo feita, na sua maioria, por meio do extrativismo. O uso das plantas medicinais teve início com os povos indígenas (Simões et al., 1998), associada com as tradições de uso dos europeus e africanos que chegaram posteriormente ao país. A utilização e comercialização de plantas medicinais têm sido estimuladas, em parte, pela crescente demanda da indústria por novas fontes naturais de medicamentos. Por outro lado, devido aos efeitos colaterais causados pelos fármacos sintéticos, existe o estímulo para o aproveitamento de medicamentos de origem vegetal. Em muitos casos, essas plantas representam a única fonte de medicamentos, especialmente nos lugares mais isolados e distantes e como resposta aos problemas imediatos de saúde (Silva et al. <http://www.traffic.org/content/439.pdf>).

Mors e colaboradores (2000), no seu livro *Plantas Medicinais do Brasil* citam, para o início do século XXI, a utilização medicinal e farmacológica de 1.500 espécies e variedades de plantas incluindo líquens, samambaias, gimnospermas e plantas com flores.

As plantas ornamentais são outra forma de uso da vegetação das florestas tropicais, devido à sua beleza de suas formas e cores, além da durabilidade das inflorescências que demanda poucos cuidados e de sua fácil adaptabilidade em pequenos locais (Muraro, 2005). Entre o vasto grupo de plantas ornamentais, as bromélias representam um dos grupos mais explorados para este fim. Com o crescente uso das bromélias como ornamentais e devido à insuficiência de produção de mudas, o extrativismo supre grande parte do comércio de bromélias (Muraro, 2005). Estima-se que somente no município de Guaratuba, região do litoral do Paraná, são possivelmente coletadas anualmente mais de 30 mil bromélias, sendo que nas Unidades de Conservação do estado a quantidade retirada pode atingir 150 mil plantas (Santos et al., 2005).

Segundo Martins (2004), existem cerca de 125 espécies vegetais nativas utilizadas na indústria madeireira no Estado do Paraná, sendo que uma das principais espécies é a *Araucaria angustifolia*. Outras espécies também importantes na utilização de matéria prima florestal são: canela-preta, canela sassafrás, imbuia que estão associadas, principalmente, a Floresta com Araucária. A retirada da cobertura vegetal para queima e aproveitamento da madeira reduziu drasticamente

a área de florestas nativas neste estado. Estima-se que restam apenas 2% da área de cobertura original da Floresta de Araucária (Castella & Britez, 2004). Particularmente no Estado do Paraná, as serrarias e o uso industrial foram as principais responsáveis pelo desmatamento (Gurbert Filho, 1990).

A Bacia do Rio Tibagi, onde está inserida a área direta e indireta do empreendimento, compreende regiões em três planaltos, que envolve biomas distintos. Envolve diferentes tipos vegetacionais, tais como Estepe gramíneo-lenhosa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Cerrado, Campos Rupestres, áreas de banhado e matas ciliares. A bacia do Rio Tibagi com seus 531 km de extensão abrange uma região de variações climáticas, edáficas e topográficas, que reflete numa cobertura vegetal bastante diversa. A área de contato dos tipos vegetacionais forma áreas de ecótono, que apresentam uma maior riqueza de espécies (Torezan, 2002). Assim, pode-se dizer que na Bacia do Rio Tibagi ocorre um complexo vegetacional devido à variedade de paisagens, ecossistemas, habitats, o que aumenta consideravelmente a fitodiversidade da região (Torezan, 2002).

Segundo o levantamento realizado pela equipe de flora do EIA/RIMA da UHE Mauá, ocorrem cerca de 680 espécies de plantas vasculares (incluindo angiospermas, gimnospermas e pteridófitas), distribuídas em diferentes biomas que compõem a área direta e indireta do empreendimento. Destas, grande parte é referente a espécies arbóreas. Entre as espécies arbóreas, muitas são espécies nativas que compõem os ecossistemas florestais.

A informação sobre o sistema reprodutivo de espécies arbóreas nativas é escassa. Sabe-se que, em florestas tropicais, a reprodução da maioria das angiospermas arbóreas é principalmente biótica, devido à distribuição espacial e a auto-incompatibilidade das espécies (Ha *et al.*, 1988). Bawa (1990) sugere que cerca de 98 a 99% de todas as plantas com flores em florestas tropicais de terras baixas são polinizadas por animais. A diversidade de vetores de pólen inclui insetos, mamíferos voadores (morcegos) e não voadores, além de pássaros (Gikungu, 2006).

A polinização por abelhas (melitofilia) é considerada a forma mais difundida e freqüentemente dominante entre a flora zoófila tropical. A maioria das abelhas assume um papel generalista em relação às flores. O amplo espectro de

polinizadores de muitas flores em florestas tropicais tem sido relatado na literatura. Apenas um grupo restrito apresenta especificidade na relação planta-polinizador. Muitas das interações envolvem várias espécies de ambos os lados da interação, mas grupos funcionais podem ser identificados, ainda que pertençam a grupos biológicos diferentes (Ramalho & Batista, 2005).

As relações plantas-polinizadores são bem complexas e estão longe de ser completamente entendidas. Recentemente, identificou-se nas florestas de La Selva (Costa Rica) a floração seqüencial de espécies vegetais (*Heliconias*) que utilizam o mesmo polinizador (beija-flor) (Whitmore, 1998).

As comunidades plantas-polinizadores têm sido reconhecidas como as contribuintes chave da diversidade biológica e essenciais para a manutenção dos ecossistemas. Outros agentes de polinização, como o vento e a água, possuem uma importância bem pequena nos processos de polinização em florestas tropicais quando comparados com a polinização biótica (Bawa & Crisp, 1980).

A polinização determina o sucesso reprodutivo da flora, ou seja, a capacidade de auto-regeneração natural da vegetação, sendo um processo ecológico essencial nos ecossistemas terrestres (Schatz, 1990; Ramalho & Batista, 2005). Um dos aspectos importantes que favorecem o predomínio da zoofilia (polinização por animais), em florestas tropicais, é a grande diversidade de espécies arbóreas e formas de vida, o que significa em baixas diversidades específicas e grandes distâncias a serem percorridas entre indivíduos da mesma espécie. Em tais circunstâncias, a polinização por animais se torna vantajosa e eficiente. Em florestas tropicais, a interação planta-polinizador é essencial na determinação da estrutura e função do ecossistema, pois a maioria das plantas depende dos animais para realizar a polinização. Apesar de existir muita discussão sobre a eficiência deste processo sobre o sucesso reprodutivo das plantas, a importância destas interações para a sobrevivência dos organismos envolvidos é um fato incontestável (Ramalho & Batista, 2005).

4.5.1.2 Objetivos

Com base nos estudos florísticos prévios (vide EIA/RIMA da UHE Mauá), este estudo:

- a) Avaliou, através de consulta bibliográfica, as espécies com uso econômico nas seguintes categorias: madeireiro, medicinal, alimentício, ornamental e outro uso.
- b) Identificou, através de consulta bibliográfica, os possíveis polinizadores para cada espécie selecionada pelo seu uso econômico, quando possível;
- c) Identificou, a menor nível taxonômico possível, através de coleta em campo, a presença dos polinizadores potenciais das espécies vegetais previamente selecionadas com uso econômico.

4.5.1.3 Metodologia

A partir da lista de espécies vegetais apresentada no estudo florístico do EIA/RIMA da UHE Mauá, foram selecionadas as espécies de interesse econômico das seguintes categorias:

- a) Madeireiro – utilizada para lenha, caixotaria, construção civil, marcenaria, carpintaria, reflorestamento.
- b) Medicinal – utilizada na medicina caseira, fitoterápicos.
- c) Ornamental – uso ornamental.
- d) Outros usos – uso na produção de tintas, corantes, fibras, forrageiras, alimentício.
- e) Múltiplo uso – quando a espécie é utilizada por mais de uma categoria (ex.: madeireiro e medicinal).

As categorias de uso foram definidas de acordo com a classificação de Rizzini e Mors (1995).

Para realizar o levantamento dos agentes polinizadores da área de estudo, foram definidos 3 pontos amostrais: área da Usina, área do Salto Aparado e área do Ribeirão das Antas (Figura 4) (Coordenadas geográficas - Usina Klabin: 529583-7339394; Salto Aparado: 530366-7325605; Foz Ribeirão das Antas: 531383-7342366). As coletas foram realizadas entre os dias 14 a 16 de fevereiro de 2007. Os pontos amostrais foram os mesmos definidos para as demais atividades das

outras condicionantes. Em cada ponto, as áreas eram percorridas aleatoriamente, buscando-se coletar especificamente os insetos polinizadores. Cada inseto visualizado era coletado com rede entomológica, sacrificado com acetato de etila e identificado usando características diagnósticas. Insetos polinizadores foram separados em suas respectivas famílias utilizando as suas características diagnósticas (Borror et al. 1989) e identificados em níveis taxonômicos inferiores utilizando literatura especializada de cada grupo, além de comparações com espécimens da Coleção de Entomologia Padre Jesus Santiago Moure, do Departamento de Zoologia da UFPR.



Figura 4– Locais de coleta de polinizadores - 1Usina da Klabim; 2 Salto Aparado; 3 Foz do rio Ribeirão das Antas.

4.5.1.4 Resultados

O levantamento realizado no EIA/RIMA da UHE Mauá indicou a ocorrência de cerca de 680 espécies de plantas vasculares, incluindo angiospermas, gimnospermas e pteridófitas, distribuídas em diferentes biomas. Destas, 300 espécies apresentam interesse econômico no uso como medicinal, madeireiro, ornamental, múltiplo uso e variado. Este último, agrupa as plantas com uso alimentício, forrageiro e/ou produção de fibras (Figura 6). A lista completa das espécies, agrupadas por família, incluindo nome comum, hábito, tipo de uso e agente polinizador é apresentada na (Tabela XXXI).

O número de espécies utilizadas com fins madeireiros foi bastante representativo na área, em virtude da área de influência direta e indireta do empreendimento envolver formações florestais (Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, além de áreas de reflorestamento e matas ciliares). As áreas de floresta são compostas de muitas espécies arbóreas nativas de valor comercial como *Schinus terebinthifolius*, *Pera obovata*, *Centrolobium tomentosum*, *Ocotea catharinensis*, *Ocotea pulchella*, *Cedrella fissilis*, *Nectandra megapotamica*,

Araucaria angustifolia, entre outras. Nas áreas de reflorestamento (áreas dos pinhais) é possível observar também espécies nativas que compõem o subosque entre os pinheiros exóticos. O mesmo é observado no subosque dos plantios de *Eucalyptus* sp (Figura 5).



Figura 5 - Povoamento de *Eucalyptus* spp, com subosque ocupado por espécies arbóreas nativas.

O segundo grupo mais representativo de plantas com interesse econômico é composto pelas plantas medicinais. Algumas espécies não são nativas da área como *Musa* sp (bananeira) *Oxalis* sp. (azedinha), *Citrus limon* (limoeiro), *Typha domingensis* (taboa), *Centella asiatica* (centelha), *Polygonum hydropiperoides* (erva-de-bicho). Estas espécies geralmente ocorrem em áreas perturbadas. Adicionalmente, o grupo das plantas medicinais também inclui muitas plantas nativas como *Eugenia uniflora* (pitanga), *Vitex megapotamica*, *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Bauhinia forficata* (pata-de-vaca), *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa).

Os estudos sobre a utilização das diferentes espécies de plantas medicinais pela espécie humana ainda são fragmentados e constituem basicamente de listas de plantas associadas às partes da planta utilizadas e finalidade. Especificamente, na região do empreendimento, é importante citar o estudo realizado por Marquesini (1995), nas áreas indígenas de Mococa e Queimadas que apresenta uma relação de plantas medicinais nativas e exóticas

utilizadas por estas comunidades. Sessenta espécies das plantas medicinais utilizadas pelos índios destas localidades são encontradas na área de influência direta e indireta do empreendimento.

Os demais grupos incluem espécies ornamentais, de múltiplo uso e variado. Entre as 36 espécies indicadas como ornamentais, *Impatiens wallerana* (beijinho) chama atenção por estar bem representada nos subosques visitados. Esta espécie exótica, originária do sudeste da África, ocupa extensas áreas, principalmente nas margens das trilhas. Grande parte das espécies ornamentais são representadas pelas bromélias, como as espécies do gênero *Tillandsia* e do gênero *Aechmea* e as cactáceas do gênero *Rhipsalis* e *Lepismium cruciforme*.

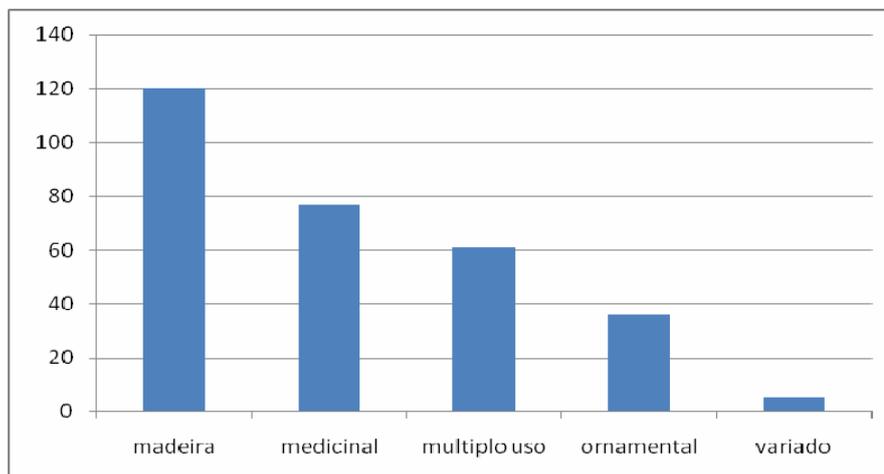


Figura 6 - Número de espécies de plantas vasculares por categoria de uso. Múltiplo uso significa vários usos para a mesma espécie e variado indica o grupo das plantas com uso alimentício, forrageiro e fibras.

No levantamento realizado, das 299 espécies vegetais de interesse econômico, foram obtidas informações sobre os polinizadores de apenas 105 espécies (Tabela XXXI). Estes polinizadores pertencem aos seguintes grupos: insetos, vento, aves, mais de um tipo de polinizador e morcegos, em ordem decrescente. Os insetos representaram o maior grupo de polinizadores, com cerca de 68%. O grupo dos insetos é representado principalmente por lepidópteros (borboletas) (Figura 7) e himenópteros (abelhas). A informação disponibilizada na literatura sobre os polinizadores para sistemas florestais é muito escassa. Os estudos referentes aos sistemas reprodutivos de espécies florestais ainda é

incipiente e a grande maioria estuda apenas os aspectos reprodutivos por espécie (Schatz, 1990).



Figura 7 - Lepidoptera (borboleta – *Barbicornis brasiliis*)

Apesar de não se ter uma estimativa precisa do número de espécies de animais polinizadores por formações vegetacionais, sabe-se que a Classe Insecta é uma das que apresentam maior riqueza (número de espécies por área) e são os principais polinizadores de florestas tropicais (Tonhasca, 2005). Estudos realizados em campos naturais no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná, ao longo de um ano, encontraram 118 espécies de abelhas (Gonçalves & Melo, 2005). O levantamento da fauna apícola de campos rupestres, em Minas Gerais, indicou a ocorrência de 72 espécies de abelhas pertencentes a 5 famílias (Faria-Mucci, et al., 2003), enquanto que na Floresta Estadual Passa Dois (Floresta Ombrófila Mista) foram registradas 44 espécies de abelhas (Barbola et al., 2000). No Cerrado, em Corumbataí, SP, foram encontradas 127 espécies de abelhas pertencentes a 6 famílias. Segundo Bawa (1990), entre os insetos polinizadores de florestas tropicais, as abelhas polinizam o maior número de espécies, principalmente entre as árvores do estrato superior da floresta. Borboletas, mariposas, besouros, vespas e moscas representam outros grupos também importantes (Tonhasca, 2005). Já os levantamentos da fauna de Lepdoptera no Paraná registraram entre 10 a 38 espécies em 8 localidades, sendo algumas borboletas exclusivas de alguns locais (Marinori et al., 1999).

Nas três áreas visitadas, foram coletadas e identificadas 37 espécies de insetos polinizadores (Tabela XXVIII). Este número de insetos polinizadores, aparentemente baixo, parece estar relacionado com a baixa ocorrência de espécies

vegetais em floração. Poucas espécies vegetais encontravam-se floridas e algumas já em fase de frutificação. O período de coleta (13 a 16 de fevereiro de 2007) corresponde ao período de verão, quando muitas plantas estão produzindo seus frutos. Algumas das espécies floridas eram o beijinho (*Impatiens walleriana*) e *Mimosa* sp. Esta última foi registrada a visitação de abelhas.

Em estudos paralelos sobre a cadeia produtiva da apicultura, o levantamento da fauna apícola em 11 pontos amostrais registrou a presença de 67 espécies de abelhas (Marcelo Cardoso, comunicação pessoal, 2007), número que também pode ser considerado baixo em relação a outros estudos.

Um fator a ser considerado para a baixa riqueza de insetos encontrada é o esforço amostral de coleta, que deveria envolver outras épocas do ano e abranger um maior número de áreas a serem visitadas.

A categoria vento teve destaque como agente polinizador devido à ocorrência, na área estudada, de várias espécies como do gênero *Pinus*, da *Araucaria angustifolia*, de espécies de *Cecropia* e *Typha domingensis*, que são polinizadas pelo vento.

Um dos problemas na relação planta-polinizador é a fragmentação dos ecossistemas. As alterações físicas nos ambientes naturais resultantes da fragmentação, como por exemplo, o aumento da intensidade solar, podem restringir a ação de alguns polinizadores. As alterações principalmente na estrutura do dossel, na composição e na abundância das espécies podem gerar falhas nos processos de polinização e dispersão de propágulos (Silva e Tabarelli, 2001). As conseqüências da fragmentação na dinâmica das interações locais entre flores e polinizadores dos tipos vegetacionais tropicais é pouco conhecida. Também pouco se sabe sobre os efeitos das variações espaciais na organização dos sistemas de polinizadores sobre a dinâmica de trocas regionais de espécies e/ou propágulos. Mudanças na comunidade arbórea podem afetar a abundância e persistência de outras plantas e grupos de animais nos fragmentos (Ramalho & Batista, 2005).

Estudos nas florestas tropicais da Costa Rica indicam que pode ocorrer um declínio na abundância e riqueza de vertebrados frugívoros em fragmentos vegetais menores, devido a menor disponibilidade de frutos. No Brasil, estudos em fragmentos florestais montanos de São Paulo mostraram um declínio acentuado em algumas espécies de famílias vegetais como Myrtaceae, Lauraceae, Rubiaceae

e Sapotaceae, consideradas importantes para os vertebrados frugívoros da Floresta Atlântica (Tabarelli et al., 1999).

Os distúrbios, como as fragmentações, têm sido identificados com os fatores chave para a manutenção da diversidade de plantas em florestas tropicais (Huston, 1994; Hubbell, 2001). O aumento da fragmentação e da degradação dos habitats pode levar à limitação de pólen, devido à redução do número de polinizadores e, conseqüentemente, à redução do número de sementes em torno de 50 a 60% em plantas raras. Adicionalmente, o distúrbio dos habitats pode resultar em mudanças na diversidade dos recursos para os polinizadores e este efeito sobre os polinizadores poderia influenciar as plantas, uma vez que os polinizadores são uma fonte de recursos para a regeneração das comunidades vegetais (Jennersten, 1988; Bond, 1995).

Tabela XXVIII - Relação das espécies de insetos encontrados nos três pontos amostrados, relacionados por Ordem.

Ponto Amostral	Lepidoptera:	Diptera:	Hymenoptera:
1	<i>Memphis appias</i>	Syrphidae sp. 1	<i>Plebeia</i> sp.
	<i>Arawacus meliboeus</i>	Syrphidae sp. 2	<i>Augochloropsis</i> sp. 1
	<i>Pythonides</i> sp.		<i>Tetrapedia</i> sp
	Esperidae sp. 1		<i>Paratetrapedia fervida</i>
	Esperdae sp. 2		<i>Bombus morio</i>
	Fondilidae sp. 1		
	Fondilidae sp. 2		
	<i>Barbicornis brasiliis</i>		
2	lthominae sp.1		<i>Augochloropsis</i> sp. 2
	<i>Byrsonima amarela</i>		Megalodontidae sp. 1
	<i>Hamadryas</i> sp. 1		
	<i>Mechanitis lisyimia</i>		
	<i>Parides proneus</i>		
	Satiridae sp. 1		
	Satiridae sp. 2		
3	<i>Callicore hydaspes</i>	Syrphidae sp. 3	<i>Exomalopsis</i> sp
	<i>Hamadryas amphynome</i>		<i>Apis mellifera</i>

	<i>Callicore sorana</i>		
	<i>Diaethria clymera</i>		
	<i>Memphis sp.</i>		
	<i>Battus polydamas</i>		
	<i>Dynamine atheumon</i>		
	<i>Eresia lansdorfi</i>		
	<i>Libytheana carinenta</i>		
	Arctiidae sp.1		
	Arctiidae sp.2		
	Arctiidae sp.3		

4.5.1.5 Matriz e Análise de Impactos

Impacto: Remoção das florestas nativas e demais formações vegetacionais nativas.

Tabela XXIX - Atributos do impacto: Remoção das florestas nativas e demais formações vegetacionais nativas.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativa
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Reversível
Sinergia com outros impactos/riscos	<ul style="list-style-type: none"> • Perda da fitodiversidade • Substituição da flora nativa local por uma flora invasora • Destruição do habitat de espécies silvestres (fauna) • Perda de espécies vegetais de interesse econômico

Impacto: Remoção das áreas reflorestadas

Tabela XXX - Atributos do impacto: Remoção das áreas reflorestadas.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Negativa
Forma como se Manifesta	Direta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	Rápido
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Possibilidade de reversão	Reversível
Sinergia com outros impactos/riscos	<ul style="list-style-type: none">• Perda da fitodiversidade• Substituição da flora nativa local por uma flora invasora• Destruição do habitat de espécies silvestres (fauna)

4.5.1.6 Conclusões

- As espécies vegetais de interesse econômico, nas categorias madeireira, medicinal, ornamental, uso múltiplo e variado representam cerca de 50% da diversidade de plantas listadas em levantamentos prévios na área direta e indireta do empreendimento.
- O número de espécies utilizadas com fins madeireiros (17% do total de espécies vegetais vasculares) foi bastante representativo na área, em virtude da área de influência direta e indireta do empreendimento envolver formações florestais (Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, além de áreas de reflorestamento e matas ciliares).
- As espécies medicinais foi o segundo grupo mais representativo entre as plantas com interesse econômico. As plantas medicinais representam cerca de 11% do total de espécies vegetais vasculares encontradas na área de influência direta e indireta do empreendimento;
- As espécies de interesse econômico incluem espécies nativas e exóticas (introduzidas), como as espécies utilizadas em reflorestamento (espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*)

- Foram encontrados cerca de 37 espécies de polinizadores, pertencentes principalmente aos grupos das abelhas (Hymenoptera) e borboletas (Lepidoptera).
- O baixo número de polinizadores encontrado provavelmente se deve ao baixo número de espécies vegetais em flor e ao curto período de coleta (três dias).
- Ainda que se tenha obtido um grande número de informações, na literatura disponível bem como feito o máximo esforço durante as observações de campo pode-se concluir que esses dados foram insuficientes para um diagnóstico mais conclusivo sobre a presença de polinizadores na área de estudo, considerando o grande número de espécies vegetais de interesse econômico encontradas e o curto período de coleta. Estudos desta natureza requerem metodologias apropriadas, com observações periódicas em campo a médio prazo de, no mínimo, 2 anos.

4.5.1.7 Recomendações

- Manutenção de remanescentes da flora nativa, para preservação das espécies vegetais nativas incluindo aquelas de interesse econômico encontradas na área de influência direta e indireta do empreendimento;
- Manutenção de áreas reflorestadas com subosque nativo para a preservação das espécies vegetais nativas e de interesse econômico encontradas na área de influência direta e indireta do empreendimento;
- A manutenção das áreas acima citadas auxiliará na preservação da fauna associada. No entanto, o tamanho das áreas a serem preservadas deve ser suficientemente grande para permitir a ocorrência das relações bióticas existentes.

Estudo mais detalhado sobre a polinização das espécies vegetais de interesse econômico, incluindo as diversas categorias abordadas (medicinal, ornamental, madeireiro, múltiplos usos). Este estudo deverá incluir metodologia adequada, com a marcação das espécies vegetais em campo, estudos fenológicos destas espécies e observação das atividades dos polinizadores. Somente estes estudos a médio prazo podem fornecer informações mais detalhadas sobre o

processo de polinização das plantas de interesse econômico da área do empreendimento.

Tabela XXXI - Relação das espécies observadas e/ou registradas para a AID da UHE Mauá, com seus respectivos nomes científicos, nome comum, (hábito - av: arbóreo; ab: arbustivo; ep: epífita; hb: herbáceo; he: hemiepífita; hp: hemiparasita; sp: saprófito; tp: trepador), uso, provável vetor de polinização e referências bibliográficas.

Familia/ Nome	Nome comum	Habito	Uso	Polinizador	Referência
ACANTHACEAE					
<i>Justicia carnea</i> Lindl.		ab	Ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
ALISMATACEAE					
<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Kunth) Mich.	chapéu-de-couro	hb	Medicinal (depurativo, antiinflamatório)		
AMARANTHACEAE					
<i>Pfaffia paniculata</i> (Spr.) Kuntze	Corango-açu	hb	Medicinal (amplo uso)		
ANACARDIACEAE					
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guarita	av	Madeira (postes, construções), ornamental.	abelhas	12
<i>Lithraea aroeirinha</i> March. ex Warm	Aroeira-branca	av	Madeira (marcenaria, lenha), ornamental, medicinal		
<i>Lithraea brasiliensis</i> March.	bugreiro	av	Madeira (obras externas, lenha, carvão)		
<i>Schinus molle</i> L.	Aroeira	av	Medicinal (adstringente, diurético)	abelhas	1
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	aroeira	av	Madeira (lenha, carvão), Medicinal (antiinflamatório, cicatrizante)	Abelhas, moscas, vespas	4, 13
ANNONACEAE					
<i>Annona cacans</i>	ariticum-	av	Madeira (forração,	Besouro	1, 7

Warm.	cagão		papel)		
<i>Rollinia emarginata</i> Schltdl.	Ariticum	av	Madeira (marcenaria)	Besouro	7
<i>Rollinia exalbida</i> (Vell.) Mart.	Ariticum	av	Medicinal (febrífugo, antidiarreico)	Besouro	7
<i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hill.) Mart.	Araticum-do- mato	av	Madeira (carpintaria, obras internas), reflorestamento	Besouro	7
<i>Xylopiá brasiliensis</i> Spreng.	pindaubuna	av	Madeira (construção civil), ornamental, reflorestamento	Besouro	7
APIACEAE					
<i>Centella asiática</i> (L.) Blume	Centelha	hb	Medicinal (lipolítico, cicatrizante)		
<i>Eryngium</i> sp.	caraguatá	hb	Medicinal (abortivo, fabrífugo)		
<i>Hydrocotyle</i> sp	Para-sol	hb	Medicinal (diurético, vomitivo, anti- reumático)		
APOCYNACEAE					
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	peroba	av	Madeira (marcenaria), ornamental		
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba-rosa	av	Madeira (construção civil. marcenaria), ornamental	Mariposa	1
<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woods.	Cipó-benção	tp	Medicinal (antiinflamatório, anti-ulcerogênico)		
<i>Rauwolfia sellowii</i> Müll. Arg.	leiteira	av	medicinal (hipertensão)		
AQUIFOLIACEAE					

<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek.	Congonha	av	Madeira (caixotaria, lenha, carvão), ornamental		
<i>Ilex dumosa</i> Reissek.	Congonha	av	Madeira (caixotaria, lenha), ornamental, reflorestamento		
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hill.	erva-mate	av	Medicinal (contra fadiga muscular, estimulante)	Dipteros e himenopteros	1
<i>Ilex theezans</i> Reissek.	Congonha	av	Madeira (ornamental, marcenaria, pianos), medicinal (contra fadiga muscular, estimulante)		
ARACEAE					
<i>Philodendron bipinatifidum</i> Schott	banana-de- macaco	ep	Medicinal (anti- reumático, antialgésica)		
ARALIACEAE					
<i>Schefflera morotoni</i> (Aubl.) Maguire	mandiocão	av	Madeira (construção civil- obras internas, caixotaria)	abelhas	1
ARECACEAE					
<i>Butia sp.</i>	butiá	av	Madeira (construções rústicas), alimentação		
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito	av	Alimentação, ornamental, reflorestamento.	besouros	12
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	jerivá	av	Madeira (pinguelas, trapiches)		
ASCLEPIADACEAE					

<i>Asclepias curassavica</i> L.	Paina-de-sapo	hb	Medicinal, anti-inseticida	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
ASTERACEAE					
<i>Acanthospermum australe</i> (Kaefl.) Kuntze	Carrapicho-miúdo	hb	Medicinal (diaforética, antidiarréica, antimalárica)		
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Catinga-de-bode	hb	Medicinal (hemostático, cicatrizante)		
<i>Baccharis anomala</i> DC.	Uva-do-mato	tp	Medicinal (diurético)		
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hask	erva-de-botão	hb	Medicinal (antiofídico, antiinflamatório)		
<i>Elephantopus mollis</i> H. B. K.	Lingua-de-vaca	hb	Medicinal (anti-reumática, coceiras e resfriados)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Algodão-de-preá	hb	Alimentação, Medicinal (anti-asmática, anti-oftálmica, faringite)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	Cambará	av	Madeira (obras imersas), reflorestamento	Abelhas, insetos	1
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen	vassourão	av	Madeira (construção civil, lenha), ornamental	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spr.) Less.	maria-mole	hb	Medicinal		
<i>Solidago chilensis</i> Mey.	Arnica	hb	Medicinal (adstringente, cicatrizante)		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha	hb	Medicinal (anti-reumática,		

			cicatrizante)		
<i>Vernonia diffusa</i> Less.	Cambará	av	Madeira (cabo de ferramentas)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Vernonia discolor</i> (Spr.) Less.	Vassourão-preto	av	Ornamental, reflorestamento	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	Erva-de-são-simão	av	Medicinal	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
BALSAMINACEAE					
<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	beijinho	hb	ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
BEGONIACEAE					
<i>Begonia cucculata</i> Willd.	begônia	hb	Ornamental, medicinal (anti- érmico, diurético)		
<i>Begonia hookeri</i> Sweet	begônia	hb	Ornamental, medicinal (anti- érmico, diurético)		
BIGNONIACEAE					
<i>Adennocalyma marginatum</i>	Cipó-de-vaqueiro	tp	ornamental		
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	carova-verde	av	Madeira, medicinal (depurativo, antisifilitico), corante índigo		
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba	av	Madeira, medicinal (depurativo, antisifilitico), industria de papel	Abelhas	1
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.	Jacarandá-mimoso	av	Ornamental, madeira.		
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobinha	av	Madeira (móveis, forração), medicinal ,		

			ornamental		
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A. Gentry	unha-de-gato	tp	Medicinal (antipirético, contra doenças venéreas e malaria)		
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawl.) Miers	cipó-de-são- joão	tp	Cestaria, ornamental		
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tulípa-da- africa	av	ornamental		
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandw.	Ipê-da-serra	av	Madeira (carpintaria), ornamental	Abelha mamangava	12
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	ipê-roxo	av	Madeira (carpintaria), reflorestamento	Abelhas e passaros	12
<i>Tabebuia vellosi</i> Toledo	ipê -amarelo	av	Madeira (carpintaria), ornamental		
<i>Tecoma caraiba</i> Mart.	Caraibeira	ab	Medicina (abortiva, purgativa), ornamental		
<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.	Guará-guará	ab	ornamental		
BOMBACACEAE					
<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hill.	paineira	av	Artesanal (paina), ornamental	Borboletas, beija-flores e morcegos	1
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Embiruçu	av	Artesanal (paina), ornamental, caixotaria	morcegos	7
<i>Bombax cyathoforum</i> K.Schum.	Imbiruçu	av	Madeira (taboas de caixotaria)		
BORAGINACEAE					
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Louro- salgueiro	av	Medicinal (tônico cardíaco, diurético)		

			e redutor de apetite)		
<i>Cordia superba</i> Cham.	Babosa- branca	av	Madeira (carpintaria, marcenaria), ornamental		
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arg. ex Stend.	Louro-pardo	av	Madeira (construção civil e reflorestamento)	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Heliotropium transalpinum</i> Cham.		ab	Medicinal (doenças respiratórias)		
<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira	av	Madeira (construções em geral)	Abelhas, insetos pequenos	1
BROMELIACEAE					
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	Bromélia	ep	Fibras e tinta para tecidos		
<i>Aechmea distichanta</i> Lem.	Bromélia	ep	ornamental		
<i>Aechmea recurvata</i> (Kl.) L B. Smith	Bromélia	ep	ornamental		
<i>Bilbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel	Bromélia	ep	ornamental		
<i>Edmundoa lindeni</i> (Regel) Leme	Bromélia	ep	ornamental		
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brogn.	Cravo-do- mato	ep	ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Tillandsia mallemonitii</i> Griseb	Cravo-do- mato	ep	ornamental		
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Cravo-do- mato	ep	ornamental		
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	Cravo-do- mato	ep	Medicinal (diurético)	aves	8
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.		ep	ornamental	Abelhas, vespas e formigas	8
<i>Tillandsia</i>		ep	Medicinal	aves	8

<i>usneoides</i> L.			(adstringente), artesanal		
CACTACEAE					
<i>Hatiora salicornioides</i> (Haw.) Britton & Rose	dama-da-noite	ep	ornamental		
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	comambaia	ep	ornamental		
<i>Pereskia aculeata</i> (Plum.) Mill.	rosa-madeira	ab	Alimentação, ornamental		
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm. Dick ex Pfeiffer	comambaia	ep	Alimentação, ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Rhipsalis cereuscula</i> Raworth in Phil	comambaia	ep	ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Rhipsalis penduliflora</i> N. E. Brown.	comambaia	ep	ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
CAESALPINIACEAE					
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Grápia	av	Madeira (amplo uso)	abelhas	1
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	pata-de-vaca	av	Medicinal (hipoglicemiante, hipo- colesteremiantes)	morcegos	1
<i>Bauhinia microstachya</i> (Raddi) Macbr.	escada-de-macaco	tp	Medicinal (diurético, analgésico)		
<i>Bauhinia sp.</i>	pata-de-vaca	ab	Medicinal (hipoglicemiante, hipocolesterêmiantes)		
<i>Caesalpineia peltophoroides</i> Benth.	Sibipiruna	av	Ornamental		
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Jucá	av	Madeira	Abelhas e	1

Mart.			(marcenaria, construção civil), medicinal (fortificante, anti-diarréico, febrífugo)	pequenos insetos	
<i>Cassia leptophylla</i> Vog.	Canafistula	av	Madeira (marcenaria), ornamental		
<i>Copaifera langsonii</i> Desf.	Bálsamo	av	Medicinal (antimicrobiano, cicatrizante)	abelhas	1
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim	av	Madeira (marcenaria)	Abelhas, pequenos insetos	1
<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. Allem.	Cabriúva	av	Madeira (construção civil), medicinal (expectorante, excitante, repelente)	abelhas	1
<i>Peltophorum dubium</i> (Spr.) Taub.	canafistula	av	Madeira (moveis), curtume	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	av	Madeira (marcenaria, construção civil)		
<i>Senna macranthera</i> Vog.	aleluia	av	Madeira (uso interno, lenha)		
CANNACEAE					
<i>Canna indica</i> Roscoe	biri	hb	Artesanal, alimentação medicinal (estimulante)		
<i>Canna limbata</i> L.	biri	hb	Ornamental		
CARICACEAE					
<i>Carica papaya</i> L.	mamão	av	Alimentação, medicinal (laxativo, anti-helmintico)		

<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.	Jaracatiá	av	Alimentação, medicinal (vermífugo)		
CARYOPHYLLACEAE					
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult	Jaboticaá	hb	Medicinal		
CECROPIACEAE					
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneth.	Embaúba	av	Medicinal (diurético, anti- hipertensivo)	vento	12
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	Embaúba	av	Medicinal (diurético, anti- hipertensivo)	vento	12
CELASTRACEAE					
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Cafezinho	av	Madeira (moveis), reflorestamento		
<i>Maytenus ilicifolia</i> Reissek.	espinheira- santa	av	Medicinal (estomatites, gastrites, úlceras)		
CLETHRACEAE					
<i>Clethra scabra</i> Pers.	carne-de- vaca	av	Madeira (lenha, caixotaria, forração)		
COMMELINACEAE					
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	trapoeraba	hb	Forragem		
<i>Dichorisantha thysiflora</i> Mik.	Cana-de- macaco	hb	Medicinal (antiinflamatório)		
CONVOLVULACEAE					
<i>Ipomoea alba</i> L.	Dama-da- noite	tp	Ornamental		
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	corda-de- viola	tp	Ornamental		
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Campainha	tp	Ornamental		
CUCURBITACEAE					
<i>Momordica charantia</i> L.	melão-de- são-caetano	tp	Medicinal (anti- reumático, hipotensor,		

			hipoglicemiante)		
CUNONIACEAE					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Cedilho	av	Madeira, medicinal (depurativo)	abelhas	1
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	sapopema	av	Madeira (construção civil), reflorestamento		
ERYTHROXYLLACEAE					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Cocão	av	Madeira (marcenaria leve) reflorestamento	Vespas, abelhas, dípteros	5
EUPHORBIACEAE					
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Tanheiro	av	Madeira (carpintaria), reflorestamento		
<i>Alchornea triplinervia</i> Müll. Arg.	Tanheiro	av	Madeira (forração, taboados)	Pequenos insetos e abelhas	1
<i>Croton floribundus</i> Spr.	sangra- d'água	av	Madeira (papel, celulose), medicinal (limpeza de úlceras e feridas)	Insetos pequenos, abelhas, vento	1, 12
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Fr. Allem.	Licurana	av	Madeira (construção civil, carpintaria), reflorestamento		
<i>Joannesia princeps</i> Vell.		av	Madeira (celulose, palitos), óleo (medicinal)	Abelhas, pequenos insetos	1
<i>Manihot gramhaniai</i> Hook.	mandiocão	ab	Alimentação (amido)		
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	Tabocuva	av	Madeira (carixotaria) reflorestamento		
<i>Pera obovata</i> Baill.	Tabocuva	av	Madeira (construção civil,		

			lenha)		
<i>Ricinus comunis</i> L.	Mamona	ab	Industrial, Medicinal (vermífugo, antiinflamatório)	abelhas	
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro	av	Madeira (lenha, carvão), reflorestamento		
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spr.	Leiteiro	av	Madeira (caixotaria, lenha, carvão)		
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) Smith & Downs	branquilha	av	Madeira (lenha, carvão), reflorestamento		
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Sarandi	av	Medicinal (antiinflamatório, analgésico, antifúngico)		
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.		av	Madeira (caixotaria), ornamental		
FABACEAE					
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	Araribá	av	Madeira (construção civil, obras internas e externas, marcenaria)	Abelhas grandes	1
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Jacarandá	av	Madeira (móveis, carvão, lenha)	Abelhas, insetos pequenos	1, 12
<i>Dalbergia villosa</i> Benth.	Jacarandá	av	Madeira (marcenaria, construção civil)		
<i>Desmodium incanum</i> DC.	carrapicho	hb	Forragem, medicinal (anti- gonorréica)		
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira	av	Madeira (brinquedos, caixotaria)	Beija-flor	1

<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	rabo-de-bugio	av	Madeira (carpintaria, taboaria)		
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	bico-de-pato	av	Madeira (caixotaria, construção civil)		
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	bico-de-pato	av	Madeira (marcenaria)		
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Sapuvão	av	Madeira (objetos curvados, peças torneadas)		
<i>Machaerium stipitatum</i> Vog.	Sapuva	av	Madeira (peças curvadas, construção civil)		
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.	Balsamo	av	Madeira (marcenaria, construção civil), medicinal		
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	Pau-ripa	av	Madeira (marcenaria, construção civil)		
<i>Sweetia elegans</i> Benth.	Amendoim-falso	av	Madeira (construção civil)		
FLACOURTIACEAE					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	av	Madeira (caixotaria, lenha, carvão), arborização urbana		
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Cambroé	av	Madeira (móveis, caixotaria), reflorestamento		
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichl.	Cambroé	av	Madeira (lenha, carvão), reflorestamento		
<i>Casearia oblique</i> Spreng.	guassatunga	av	Madeira (lenha)		
<i>Casearia sylvestris</i>	guassatunga	av	Medicinal		

Sw.			(hemostático, depurativo)		
<i>Xylosma ciliatifolium</i> (Clos.) Eichl.	sucará	av	Madeira (lenha, carvão)		
LAMIACEAE					
<i>Leonurus japonicus</i> L.	erva-de-são- joão	hb	Medicinal (problemas estomacais)		
<i>Ocimum selloi</i> Benth.	Alfavaca	hb	Medicinal (digestivo- estomacal, antiespasmódica)		
LAURACEAE					
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-fogo	av	Madeira (construção civil)		
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spr.) Macbr.	canela-de- frade	av	Madeira (construção civil- obras internas, marcenaria, forração)		
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	Canela	av	Madeira (carpintaria, forração, marcenaria)		
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela	av	Madeira (forração, taboaria)	Abelhas e borboletas	1
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spr.) Mez	canela-bosta	av	Madeira (forração, taboaria)		
<i>Nectandra oppositifolia</i> (Ness) Rowher	Canela	av	Madeira (caixotaria, laminação)		
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	Canela-preta	av	Madeira (marcenaria, construção civil)	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meissn.) Mez	Canela	av	Madeira (construção civil)		
<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meissn.) Mez	Canela	av	Madeira (construção civil,		

			taboaria, assoalhos)		
<i>Ocotea elegans</i> Mez	Canela	av	Madeira (vigamentos, taboaria), ornamental, reflorestamento		
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela- guaicá	av	Madeira (moveis, forração)	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	canela- lageana	av	Madeira (marcenaria, construção civil)		
<i>Persea americana</i> Miller	abacateiro	av	Alimentação, medicinal (diurético, anti- infecioso, anti- anêmico)	abelhas	1
LECYTHIDACEAE					
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá	av	Madeira (marcenaria, caixotaria), reflorestamento	insetos pequenos e abelhas	1
<i>Cariniana legalis</i> Kuntze	Jequitibá- rosa	av	Madeira (marcenaria, construção civil)	insetos pequenos e abelhas	1
LOGANIACEAE					
<i>Buddleja brasiliensis</i> Jacq. ex Spreng.	calção-de- velho	hb	Medicinal (calmante, emoliente, anti- reumática)		
LYTHRACEAE					
<i>Cuphea</i> sp	sete-sangrias	hb	Medicinal (adstringente, anti-reumatica, anti-diarreica)		
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hill.	Dedaleira	av	Madeira (marcenaria, construção civil)	morcegos da família Phyllostomidae	1
MALVACEAE					

<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Louro-branco	av	Madeira (carpintaria, entalhes)	abelhas	1
MELIACEAE					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cajarana	av	Madeira (construção civil, marcenaria)	mariposas	1
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	av	Madeira (esculturas, moveis)		
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	av	Medicinal (adstringente, vermífugo, anti-malária)		
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	baga-de-morcego	av	Madeira (construção civil, caixotaria)		
<i>Melia azedarach</i> L.	cinamomo	av	Madeira, medicinal (estimulante, anti-helmíntico, anti-séptico)		
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá-vermelho	av	Madeira (marcenaria, construção civil)		
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Catiguá	av	Madeira (construção civil, forração, marcenaria), reflorestamento		
MIMOSACEAE					
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro	av	Madeira (marcenaria, obras internas)		
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico	av	Madeira (marcenaria, construção civil, carpintaria)	Abelhas (Apide)	1, 12
<i>Anadenanthera</i>	angico-	av	Madeira (lenha)	abelhas	12

<i>colubrina</i> (Vell.) Brenan	branco		carvão), Medicinal (antimalárico)		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Mor.	Timbaúva	av	Madeira (carpintaria), ornamental	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Inga affinis</i> DC.	ingá	av	Madeira (caixotaria, obras internas)		
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	av	Reflorestamento, madeira (lenha)		
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá	av	Madeira (lenha), ornamental	Morcegos, beija- flores	1, 7
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Marica	av	Madeira, medicinal (asma, bronquite)	Abelhas, insetos pequenos	1
<i>Mimosa pudica</i> L.	dormideira	hb	Medicinal, contra difteria, icterícia, afecções reumáticas)		
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	av	Madeira (carvão- vegetal)	Abelhas (<i>Apis</i> sp., <i>Trigona</i> sp.)	12
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Gurucaia	av	Madeira (construção civil, carpintaria)	Abelhas pequenas	1
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	pau-jacaré	av	Madeira (taboaria, carvão)	Abelhas pequenas, borboletas, mariposas	1
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	barbatimão	av	Medicinal (anti- inflamatório)		
MORACEAE					
<i>Ficus glabra</i> Vell.	Figueira	av	Medicinal (purgante, estimulante)	vespas	9
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira	av	Medicinal (purgante, estimulante)	vespas	9

<i>Maclura tinctoria</i> L.	Tajuva	av	Madeira (construção civil, obras externas)		
<i>Morus nigra</i> L.	amora-preta	av	Medicinal (antiinflamatório)		
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Burg., Lanj. & Boer	chincho	av	Madeira (artefatos vergados), medicinal.		
MUSACEAE					
<i>Musa</i> sp	Bananeira	hb	Medicinal (asma, bronquite)		
MYRSINACEAE					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	capororoca	av	Madeira, medicinal (diurético, depurativo)		
<i>Myrsine umbellata</i> Mart. ex A. DC.	capororoca	av	Madeira (lenha, carvão)		
MYRTACEAE					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H. B. K.) Berg	Murta	av	Madeira (construção civil), reflorestamento		
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	Guamirim	av	Madeira (caixotaria, lenha, carvão)		
<i>Campomanesia guavirova</i> (DC.) Kiaersk.	Guavirova	av	Medicinal (adstringente)		
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Camb.) Berg	sete-capotes	av	Madeira (carpintaria, lenha, carvão)		
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg	Guavirova	av	Madeira (carpintaria, lenha, carvão)		
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Eucalipto	av	Madeira (serraria, reflorestamento)		
<i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	Eucalipto	av	Madeira (serraria, reflorestamento)	abelhas	10
<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto	av	madeira serraria,	abelhas	10

Hill. ex Maiden			reflorestamento)		
<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	Eucalipto	av	madeira serraria, reflorestamento)	abelhas	10
<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	Eucalipto	av	madeira serraria, reflorestamento)	abelhas	10
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama	av	Madeira (carpintaria, marcenaria, forração)		
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	Uvaia	av	Madeira (lenha, carvão)		
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	av	Medicinal (excitante, antidientérica)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	guamirim-de- folha miúda	av	Madeira (construções rurais, lenha, carvão), reflorestamento		
<i>Myrciaria floribunda</i> (West. & Willd.) Berg	Cambuí	av	Ornamental, medicinal (adstringente, antidiarreico)		
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	craveiro	av	Madeira (carpintaria, lenha, carvão)		
<i>Plinia rivularis</i> (Camb.) Rotd.	jaboticaba	av	Madeira (carpintaria, lenha, carvão)		
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	av	Medicinal (antidiarréico, antiinflamatório)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
NYCTAGINACEAE					
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	três-marias	av	Madeira (lenha, construções rurais), ornamental	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	av	Madeira (construção civil,	mariposa	7

			marcenaria leve), reflorestamento		
OCHNACEAE					
<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	cruz-de-malta	hb	ornamental		
OXALIDACEAE					
<i>Oxalis</i> sp.	azedinha, trevo	hb	Medicinal (antiinflamatório)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
PASSIFLORACEAE					
<i>Passiflora amethystina</i> Mikan.	Maracujá	tp	Medicinal (calmante, anti- helmintico)		
PHYTOLACCACEAE					
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spr.) Harms.	pau-d'alho	av	Medicinal (anticolesteurogên ica,)	Abelhas, insetos	1
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Ceboleiro	av	Medicinal (anti- reumático)		
<i>Phytolacca thyriflora</i> Fenzl. & Schmidt	Tinge-ovos	ab	Medicinal (antiinflamatório, purgativo, vomitivo)		
PIPERACEAE					
<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) Kunth	Salva-vidas	ep	Medicinal (sedativo, hipotensor, distúrbios estomacais)		
<i>Piper amalago</i> (Jacq.) Yunck.	Pariparoba	ab	Medicinal (febrífugo)		
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Jaborandi	ab	Medicinal (antiinflamatório, distúrbios hepáticos)		
PLANTAGINACEAE					
<i>Plantago australis</i> Lam.	Tanxagem	hb	Medicinal (expectorante, hemostática,		

			cicatrizante)		
POACEAE					
<i>Coix lacryma-jobi</i> L.		hb	Medicinal (antileucorréico, antirreumático)		
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Capim-pe-de- galinha	hb	Medicinal (diurético, sudorífico)		
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	capim- gordura	hb	Medicinal (anti- reumático)		
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim- colinião	hb	Forrageira		
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	capim- elefante	hb	Forrageira		
POLYGONACEAE					
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	erva-de-bicho	hb	Medicinal (adstringente, estimulante, vermicida)		
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn.	farinha-seca	av	Madeira (carpintaria, construções rurais), ornamental	Abelhas, insetos pequenos	1
PROTEACEAE					
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzch	carvalho brasileiro	av	Madeira (ornamental, marcenaria)	Insetos, beija- flores	1
<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.	Grevílea	av	Madeira (lenha), reflorestamento		
RHAMNACEAE					
<i>Hovenia dulcis</i> Thumb.	uva-do-japão	av	Madeira (lenha, carvão), reflorestamento		
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Reissek. var <i>pubescens</i> Johns.		ab	Madeira (lenha)		

ROSACEAE						
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-bravo	av	Madeira (moveis, laminação)	passaros	7	
<i>Prunus sphaerocarpa</i> Sw.	Pessegueiro-bravo	av	Madeira (moveis, laminação), medicinal (calmante)			
RUBIACEAE						
<i>Alseis floribunda</i> Schott av 1,2,4,6,5	Arma-de-serra	av	Madeira (marcenaria), ornamental, reflorestamento			
<i>Bathysa meridionalis</i> Smith & Downs	queima-casa	av	Madeira (construção civil, construções rústicas), ornamental, reflorestamento			
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.		av	frutífera			
<i>Coutarea hexandra</i> Chum.	Quina	av	Ornamental, Medicinal (antimalárica)			
RUTACEAE						
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	av	Madeira (moveis, construção civil)	Pequenos insetos	12	
<i>Citrus limon</i> (L.) Burn. f.	Limoeiro	av	Medicinal (diurético, antiescorbútica, adstringente)	abelhas		
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mexirica	av	frutífera			
<i>Esenbeckia febrifuga</i> A. Juss.	mijo-de-gato	av	Madeira (carpintaria), medicinal (febrífuga)			
<i>Pilocarpus</i>	Jaborandí	av	Medicinal (amplo)			

<i>pennatifolius</i> Lem.			uso)		
<i>Zanthoxylum hiemale</i> A. St.-Hill.	mamica-de-porca	av	Madeira (construção civil, marcenaria)		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	av	Madeira (carpintaria, marcenaria, construção civil)		
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	mamica-de-porca	av	Madeira (carpintaria, marcenaria, construção civil)		
<i>Zanthoxylum rugosum</i> Lam.	mamiqueira	av	Madeira (construção civil)		
SAPINDACEAE					
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Cuvatã	av	Madeira (marcenaria, lenha, carvão)		
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	av	Madeira (construção civil, obras internas)	abelhas	12
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado	av	Madeira (construção civil, lenha, carvão)		
SAPOTACEAE					
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	mata-olho	av	Madeira (caixotaria, forragem)		
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook & Arn.) Radkl.	Leiteiro	av	Madeira (caixotaria, lenha, carvão)		
SIMAROUBACEAE					
<i>Picrasma crenata</i> Eichl.	pau-amargo	av	Medicinal (febrífugo, estomático)		
SOLANACEAE					
<i>Solanum americanum</i> Mill.	erva-moura	hb	Medicinal (analgésico, sedativo,		

			expectorante)		
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Cuvitinga	av	Medicinal (problemas respiratórios)		
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hill.	Joá	av	Madeira (caixotaria, lenha), medicinal (febrífuga), reflorestamento.		
<i>Solanum variable</i> Mart.	joá-bravo	ab	Medicinal (Tônico, diurético, antiinflamatório)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
THEACEAE					
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	Santa-rita	av	Madeira (caixotaria, construção civil, tabuados)	Abelhas, pequenos insetos.	1
TILIACEAE					
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	pau-jangada	av	Madeira (caixotaria, compensados)		
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	av	Madeira (carpintaria, marcenaria, construção civil)	Abelhas, beija- flores.	1
<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma	hb	Medicinal (emoliente, Tônico)		
TYPHACEAE					
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Taboa	hb	Medicinal (adstringente, diurético)	vento	
ULMACEAE					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	av	Madeira (uso geral, carvão, papel)	aves	7
URTICACEAE					
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaud.	Urtiga	ab	Medicinal (antiinflamatório,		

			adstringente, diurético)		
VERBENACEAE					
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Tucaneira	av	Madeira (móveis, reflorestamento)		
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Jacataúva	av	Madeira (caixotaria, forração)	Mariposas, insetos pequenos, borboletas.	1, 12
<i>Lantana brasiliensis</i> Link.	Cambará	ab			
<i>Lantana camara</i> L.	Cambará	ab	Medicinal (sudorífico, antipirética)	Borboletas (Lepdoptera, Nymphalidae)	2
<i>Vitex megapotamica</i> (Spr.) Mold	Tarumã	av	Medicinal (diurético, depurativo)		
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Tarumã	av	Madeira (construção civil), ornamental		
VOCHYSIACEAE					
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Cainzeiro	av	Madeira (caixotaria, lenha)		
ZINGIBERACEAE					
<i>Hedychium coronarium</i> J. Konig	Ílrio-do-brejo	hb	Ornamental, medicinal (diurético, hipotensor)		
ARAUCARIACEAE					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze	Araucária	av	Madeira, medicinal, tintas	vento	12
CUPRESSACEAE					
<i>Cupressus lusitania</i> Mill.	Cedro	av	Ornamental reflorestamento	vento	
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	cedro	av	ornamental	vento	
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Tuia	av	ornamental	vento	
PINACEAE					

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> Morelet	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Morelet	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez) Andresen	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus elliotii</i> Engelm	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus patula</i> Cham. & Schtdl.	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
<i>Pinus taeda</i> L.	pinho	av	Madeira, resina.	vento	7
PODOCARPACEAE					
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotz.	pinheiro-bravo	av	Madeira (fósforo), reflorestamento	aves	7
TAXODIACEAE					
<i>Cryptomeria japonica</i> (L. f.) D. Don.	Cedrinho	av	Madeira (papel), ornamental, reflorestamento	esporos	
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	pinheiro-alemão	av	Ornamental, reflorestamento	esporos	
PTERIDOPHYTA					
ASPLENIACEAE					
<i>Asplenium mucronatum</i> Presl.	samambaia	Ep	ornamental	Dipensão de esporos por vento	
<i>Asplenium scandicium</i> Kaulf.	samambaia	Ep	ornamental	Dipensão de esporos por vento	
BLECHNACEAE					
<i>Blechnum brasiliensis</i> Desv.	Xaxim-petiço	Hb	ornamental	Dipensão de esporos por vento	
<i>Blechnum</i>	Samambaia	Hb	ornamental	Dipensão de	

<i>occidentale</i> L.				esporos por vento	
CYATHEACEAE					
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Xaxim-de-espinho	Av	ornamental	Dispersão de esporos por vento	
DICKSONIACEAE					
<i>Dicksonia sellowiana</i> (Presl.) Hook.	Xaxim	Av	ornamental	Dispersão de esporos por vento	
PTERIDACEAE					
<i>Adiantum raddianum</i> Presl.	Avenca	Hb	Medicinal (doenças respiratórias, esplenite, amenorréia)	Dispersão de esporos por vento	
SELLAGINELACEAE					
<i>Sellaginella</i> spp	Jericó	Hb	Medicinal (adstringente, hemostático)	Dispersão de esporos por vento	
THELYPTERIDACEAE					
<i>Thelypteris dentate</i> (Forssk.) E. St. John	Rabo-de-gato	Hb	Ornamental	Dispersão de esporos por vento	

4.5.1.8 Referências

- (O número após a referência corresponde aos números citados na (Tabela XXXI).

BAWA, K.S. 1990. **Plant-pollinator interactions in tropical rain forests**. Annual Review of Ecology and Systematics 21:399-422.

BARBOLA, I.F.; LAROCA, S. & ALMEIDA, M.C. 2000. **Utilização de recursos florais por abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da (Lapa, Paraná, Brasil)**. Revista Brasileira de Entomologia 44:9-19.

BARROS, M.G. 1998. **Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxyllum* P. Br. (Erythroxyllaceae) do Brasil**. Revista Brasileira de Botânica 21:159-166. (5)

- BAWA, K. S. & J. E. CRISP. 1980. **Wind pollination in the understorey of a rain forest in Costa Rica.** Journal of Ecology 68: 871-76
- BOND, W. J. 1995. **Assessing the risk of plant extinction due to pollinator and dispersor failure.** In: J.G. Lawton, J.G. & May, R.M. (eds.) Extinction rates. Oxford. United Kingdom. p:122-128
- BORROR, DONALD J., CHARLES A. TRIPLEHORN, & NORMAN F. JOHNSON. 1989. **An Introduction to the Study of Insects.** Fort Worth, Texas:Harcourt Brace College Publishers. p:737-739.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais potencialidades e uso da madeira.** http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/index_especies.htm. Acesso em: 29/01/2007. (1)
- CARVALHO, C.L.& MARCHINI, L.C. 1999. **Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia.** Revista Brasileira de Botânica 22(supl.):333-338. (3)
- CASTELLA, P.R. & BRITZ, R.M. de. (orgs.) 2004. **A Floresta com Araucária no Paraná. Conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais** Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Brasília.
- CORRÊA, C.A.; IRGANG, B.E.& MOREIRA, G.R.P. 2001. **Estrutura Floral das Angiospermas Usadas por *Heliconius eratophyllis* (Lepidóptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil.** Iheringia, Sér. Zool.90:71-84. (2)
- O EUCALIPTO E A APICULTURA. REVISTA DA MADEIRA, Nº 59. 2001, disponível <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=59&id=2>> Acesso em 14/02/2007. (10)
- FARIA-MUCCI, G.M.; MELO, G.M.A. & CAMPOS,L. A.O. 2003. **A fauna de abelhas (Hymenoptera:Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais em um ecossistema de campo rupestre em Lavras Novas, MG, Brasil.** In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. (Eds.) Apoidea neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESC, Criciúma.
- FARNSWORTH, N. R. & SOEJARTO, D. D. 1991. **Global importance of medicinal plants.** In: Akerele, O.;Heywood, V. & Synge, H. (eds.). The conservation of medicinal plants. Cambridge University Press, Cambridge, UK. p:25-51.
- GIKUNGU, M.W. 2006. **Bee diversity and some aspects of their ecological interactions with plants in a successional tropical community.** Tese de Doutorado. Universidade de Bonn.

- GONÇALVES, R.B. & MELO, G.A.R. 2005. **A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento.** Revista Brasileira de Entomologia 49: 557-571.
- GUBERT FILHO, F. 1990. **Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação da *Araucaria angustifolia* no Estado do Paraná.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, v.3, p.287-300.
- HA, C.O., SANDS, V. E.; SOCPADMO, E. & JONG, K. 1988. **Reproductive patterns of selected understorey trees in the Malaysian rain forest: The sexual species,** Botanical Journal of Linnean Society 97:317-31.
- HEFLER, S.M.& FAUSTIONI, P. 2004. **Levantamento Florístico de Epífitos Vasculares do Bosque São Cristóvão – Curitiba–Paraná–Brasil.** Revista Estudos de Biologia 26: 11-19. (8)
- HUBBELL,S.P. 2001. **The unified neutral theory of Biodiversity and Biogeography.** Princeton University Press. Princeton.
- HUSTON, M.A. 1994. **Biological diversity. The co-existence of species on changing landscapes.** Cambridge University Press. Cambridge.
- INSTITUTO DE PESQUISAS FLORESTAIS. Disponível em: <http://www.ipef.br/> Acesso 24/02/2007. (12)
- JENNERSTEN, O. 1988. **Pollination in *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): Effects of habitat fragmentation on visitation and seed set.** Conservation biology 2: 359-366.
- LEITE, P.F. 1994. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil. Proposta de classificação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Pr.
- LENZI,M.& ORTH, A.I. 2004. **Caracterização funcional do Sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil.** Revista Brasileira de Fruticultura 26:198-201. (4)
- MARQUESINI, N.R. 1995. **Plantas usadas como medicinais pelos índios do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Botânica. UFPR, Curitiba.
- MARTINS, R. 2004. **Livro das Árvores do Paraná.** Imprensa Oficial do Paraná. Curitiba.
- MICKELIUNAS, L.; PANSARIN, E.R. & SAZIMA, M. 2006. **Biologia floral, melitofilia e influencia de besouros Curculionidae no sucesso reprodutivo de *Grobya amherstiae* Lindl. (Orchidaceae: Cyrtopodiinae).** Revista Brasileira de Botânica 29: 251-258. (9)

- MITTERMEIER, R.A., ROBLES GIL, P. & MITTERMEIER, C.G. 1997. **Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations.** CEMEX, Conservation International, Agrupacion Sierra Madre, Ciudad Mexico.
- MORS, W.B., RIZZINI, C.T. & PEREIRA, N.A. 2000. **Medicinal Plants of Brazil.** Algonac, Michigan: Reference Publications, Inc.
- MURARO, D. 2005. **Germinação em substratos alternativos ao xaxim e aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich: subsídios à produção sustentável.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Agronomia. Curitiba, Pr.
- RAMALHO, M. & BATISTA, M. dos A. 2005. **Polinização na Mata Atlântica: perspectiva ecológica da Fragmentação.** In: Franke, C.R.; Rocha, P.L. B. da; Klein, W. & Gomes, S.L. (orgs.) *Mata Atlântica e Biodiversidade.* Editora da UFBA. Salvador. p:93-141.
- RIZZINI, C.T. & MORS, W.B. 1995. **Botânica Econômica Brasileira.** Âmbito Cultural Edições Ltda. Rio de Janeiro, RJ.
- SANTOS, A. J. DOS; BITTENCOURT, A. M. & NOGUEIRA, A. S. 2005. **Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e litoral paranaense.** *Floresta* 35:409-417.
- SCHATZ, G.E. 1990. **Some aspects of pollination biology in central American forests.** In: Bawa, K.S. & Hadley, M. (eds.) *Reproductive ecology of tropical forest plants.* Man and the Biosphere Series. Vol 7. UNESCO, Paris. p: 69-84
- SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. 2001. **The future of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil.** *Letters Conservation Biology* 15:819-820.
- SILVA, S.R.; BUITRÓN, X. ; OLIVEIRA, L.H. DE & MARTINS, M.V.M. **Plantas medicinais do Brasil: aspectos gerais sobre legislação e comércio** .<http://www.traffic.org/content/439.pdf>, acessado em 08/03/2007.
- SIMÕES, C.M.O.; MENTZ, L.A.; SCHENKEL, E.P.; IRGANG, B.E. & STERHMANN, J.R. (1998). **Plantas da Medicina Popular no Rio Grande do Sul.** Editora Universidade, UFRGS. Porto Alegre.
- SIMPSON, B.B. & OGORZALY, M. C. 1995. **Economic Botany – Plants in our world.** McGraw-Hill, Inc. New York.
- TABARELLI, M., MANTOVANI, W. & PERES, C.A. 1999. **Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil.** *Biological Conservation* 91: 119-127.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, P.C.. 2000. **Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil.** *Revista brasileira de Botânica* 23: 13-26. (6)

- TAURA, H. M.& LAROCA, S. 2001. **A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea).** Acta Biológica Paranaense 30: 35-137. (13)
- TONHASCA, A., JR. 2005. **Ecologia e História Natural da Mata Atlântica.** Editora Interciência.
- TOREZAN, J. M.D. 2002. **Notas sobre a vegetação da bacia do Rio Tibagi.** In: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibatta, O.A. & Pimenta, J.A. (eds.) A Bacia do Rio Tibagi. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. p:103-107
- UNO, G.; STOREY, R.& MOORE, R. 2001. **Principles of Botany.** Boston: McGraw Hill.
- VELOSO, E.S.; VIEIRA, G.H.; MARTINS, G.M; TOSTA, F.S. & GONZAGA, R.L.; **Levantamento e produção de espécies apícolas em área de cerrado no município de Cassilândia, Estado do Mato Grosso do Sul.** Disponível em: www.pr5.ufrj.br/cd_iberio/biblioteca_pdf/meio_ambiente/26_levantamento_especie.pdf (11)
- VIBRANS, A.C., **Apostila de dendrologia.** Disponível: www.furb.br/florestal/dendrologia/arquivos/Apostila_Dendro_2005.pdf , acesso em 11/02/2007. (7)
- VIEIRA, R.F. 1999. **Conservation of medicinal and aromatic plants in Brazil.** p. 152–159. In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- WHITMORE, T.C.1998. **An introduction to tropical Rain Forests.** Oxford University Press. Oxford.

4.6 REQUISITO Nº 24 “ANALISAR OS IMPACTOS SOBRE A APICULTURA”

4.6.1 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA UHE-MAUÁ SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DA APICULTURA

4.6.1.1 Introdução

A atividade apícola é altamente dependente das características do meio ambiente. As abelhas necessitam dos recursos da flora, hídrico e condição climática apropriada para a consolidação de uma produção bem estruturada. O sucesso da atividade requer uma relação complexa entre cadeia produtiva e meio ambiente.

O Brasil, graças ao seu clima tropical, ampla área territorial com vasta e variada vegetação e domínio das técnicas apícolas, em 2004 foi considerado o quinto maior produtor de mel do mundo, produzindo 40 mil toneladas anuais, tendo seu mercado de produtos apícolas avaliado em 360 milhões de dólares anuais (ROCHA *et al.*, 2004). O Paraná é um importante contribuinte para manter o país entre os grandes exportadores mundiais de mel (IBGE, 2006 *op. cit.* Zoo news, 2007).

Segundo Andrade (2003), a apicultura é reconhecidamente uma atividade com participação ativa na geração de benefícios sociais, econômicos e ecológicos. Em todo o país, são centenas de milhares de empregos diretos, apenas nos serviços de manutenção dos apiários, a produção de equipamentos e o manejo dos produtos de mel, pólen, cera, geléia real, apitoxina e polinização de pomares, dentre outras. É uma importante atividade para a diversificação da propriedade rural, geração de emprego e renda, aumento da produtividade de diversos cultivos pela ação polinizadora das abelhas, além de fator preponderante para preservação do meio ambiente.

A administração adequada dos serviços necessários para a manutenção das atividades antrópicas deve prover incentivos para a conservação da biodiversidade (Daily e Ellison 2002). Para tal, o desenvolvimento de estudos e planos de ação torna-se fundamental.

O possível represamento do rio Tibagi para construção da Usina Hidrelétrica (UHE) Mauá atingirá 4 municípios: Telêmaco Borba, Ortigueira, Curiúva

e Imbaú. Nesta região, onde estão localizados os municípios atingidos pela barragem, existe uma intensa atividade apícola sendo que, o município de Ortigueira foi considerado no ano de 2006 o 3º maior produtor de mel do país (IBGE, 2006 *op. cit.* Zoo news, 2007).

A flora é o mais importante fator de progresso de uma exploração apícola, onde o apicultor deverá ter conhecimentos relativos às essências principais do lugar e épocas de florescimento. Sem flores não há néctar; sem néctar não há mel; sem mel não há abelhas (GALLO *et al.*, 1970). Essas relações simples fazem-nos ressaltar o transcendental papel das flores na apicultura. Tanto é eminentemente importante esse papel na apicultura que, de atividade extremamente fácil, cômoda e econômica em lugares ricos em flores, transforma-se em exploração difícil, penosa e altamente antieconômica em lugares pobres em flores (UFV, 2007).

Para Gonçalves (2002), *apud* Pegoraro (edição preliminar), entre os principais problemas da apicultura mundial, estão a degradação ambiental e a redução da cobertura vegetal. O valor ambiental da apicultura é dado pela interdependência entre a biodiversidade e a polinização das flores das espécies nativas e cultivadas por parte das abelhas e outros agentes polinizadores que buscam e coletam alimento (néctar e pólen), contribuem para aumentar a produtividade agrícola e a regeneração das espécies nativas através da polinização (NOGUEIRA-NETO, 1998, *apud* Pegoraro e Ziller, 2003). O tamanho de um pasto apícola, assim como a sua qualidade (variedade e densidade populacional das espécies, tipos de produtos fornecidos, néctar e/ou pólen e diferentes períodos de floração) irá determinar o que tecnicamente denomina-se "capacidade de suporte" da área. É a capacidade de suporte que irá determinar o número de colméias a serem locadas em uma área, levando-se em conta o aspecto produtivo. Dessa forma, o potencial florístico dessa área será explorado pelas abelhas, de forma a maximizar a produção, sem que ocorra competição pelos recursos disponíveis. Sendo assim, o estudo da área a ser alagada com potencial flora apícola, é um dos fatores mais relevantes para avaliação dos impactos sobre a cadeia produtiva.

Assim, esse relatório objetiva avaliar os possíveis impactos causados sob a cadeia produtiva da apicultura na região afetada. Esse trabalho reuniu e analisou informações sobre a estrutura do setor produtivo da apicultura na região de influência direta do empreendimento, com o propósito de contribuir para o

conhecimento do seu potencial socioeconômico e subsidiar a elaboração de políticas e programas de apoio voltados para o seu desenvolvimento.

4.6.1.2 Objetivos Específicos

- Levantamento dos apicultores e potencial produtivo da região do reservatório e entorno.
- Levantamento das vias utilizadas no escoamento da produção local.
- Avaliação dos impactos sob o pasto apícola.

4.6.1.3 Metodologia

Levantamento dos apicultores, potencial produtivo, e vias de escoamento da produção agropecuária na região do reservatório e entorno

Para o levantamento da cadeia produtiva apícola, foram pesquisados os municípios paranaenses de Ortigueira e Telêmaco Borba, por possuírem terras na Área de Influência Direta (AID), margem esquerda do rio Tibagi, e na margem direita respectivamente. Essas terras estão representadas pelo conjunto de propriedades rurais pertencentes a diversos proprietários (margem esquerda), e pertencente somente à indústria Klabin S.A. (margem direita), além de pequena faixa ribeirinha com ocupação urbana irregular (margem esquerda), inserida no município de Telêmaco Borba. Essas áreas serão afetadas pela formação do reservatório, pela implantação das demais estruturas do projeto e pela faixa de 100 m, em projeção horizontal, além do nível máximo normal do reservatório destinada para Área de Preservação Permanente.

Foi aplicado um questionário para os apicultores presentes na área alagada e no entorno da cota máxima do represamento. Além do questionário que irá fornecer informação sobre a organização social dos apicultores, a interpretação do mapa servirá de auxílio para identificação das vias de escoamento, localização dos apiários e dos enxames de abelhas nativas dentro da área de alagamento.

Foram realizadas reuniões com representantes das Associações de Ortigueira e Telêmaco Borba.

Foram realizadas visitas nos apiários para marcar as coordenadas geográficas onde estão localizadas as caixas de abelhas (Figura 8).



Figura 8- Apiários

Avaliação sobre o pasto apícola

Análise do relatório do levantamento da flora (CENEC, 2004), observação em campo (Figura 9), comunicação pessoal e pesquisa bibliográfica.



Figura 9. Árvore de capixingui na época da florada (fonte: Raven).

4.6.1.4 Resultados

Caracterização da cadeia produtiva da apicultura (histórico recente)

O sucesso do setor apícola nacional e da região de estudo ocorre devido à existência de uma flora nativa bastante diversificada, que apresenta inúmeras plantas nectaríferas e poliníferas, responsáveis por um produto de alto valor no mercado, pelas características organolépticas exclusivas (COSTA *et al.*, 2000).

Além disso, o relativo baixo custo de produção, e o clima propício são fatores que têm assegurado alguns sucessos em empreendimentos apícolas implantados na região em questão. A apicultura é reconhecidamente uma atividade com participação ativa na geração de benefícios sociais, econômicos e ecológicos.

Estima-se que haja no estado do Paraná mais de 30.000 apicultores, dos quais 90% são pequenos produtores, que possuem uma média de 25 colméias e produtividade de 15 kg de mel/colméia/ano; outros produtos apícolas, como o própolis, o pólen, a geléia real, a cera e a apitoxina (veneno da abelha), são produzidos em pequena escala por poucos apicultores, segundo Andrade (2003), a grande maioria dos apicultores tem na exploração apícola uma complementação da renda da propriedade rural, e considera a atividade como uma alternativa para a geração de emprego e renda nas pequenas propriedades, capaz de ampliar as exportações brasileiras, na qual o país experimenta constante crescimento.

Segundo dados do IBGE (2000), a região Sul é a que mais se destacou no Brasil na produção de mel, com 12.670 toneladas no valor de R\$ 45.327.796,00, o Paraná foi responsável por 2.870 toneladas de mel. O Brasil produziu no ano de 2002, 21.865.144 quilos de mel no valor de R\$ 84.640.339,00.

Em 2001, o Brasil teve um leve aumento na produção de mel, pouco mais de 1%, passando a produzir 22.219 toneladas de mel a um valor de R\$ 85.921.929,00, neste mesmo ano a região Sul novamente se destacou entre as regiões brasileiras, produziu 12.745 toneladas, destas, 2.925 toneladas originadas de apiários paranaenses, colocando-se em terceiro lugar no ranking nacional, ficando atrás de Santa Catarina com 3.775 ton., 2º lugar, e do Rio Grande do Sul com 6.045 ton. em 1º lugar (IBGE, 2001).

Conforme dados da SEAB (2003), a apicultura paranaense, no período de 2001 e 2002, atingiu uma produção de mel estimada em 3.826 toneladas. Sendo que, em 2002 (MDIC/SECEX, 2002), o Brasil exportou 12.640 toneladas de mel de abelha, 5 vezes mais que o volume exportado em 2001 (2.488 toneladas). Com isso o país ocupou o 5º lugar na produção mundial de mel (PARIZOTTO, 2002). Essa marcante abertura na exportação ocorrida a partir de 2001 foi atribuída à crise nos dois grandes exportadores mundiais de mel: Argentina afetada pela doença de abelhas denominada cria pútrida e China devido a detecção de cloranfenicol no mel (ANDRADE, 2003).

A receita cambial de 2002 atingiu a cifra de US\$ 23.141.221 (FOB, free on board), 723,7% a mais que o montante obtido em 2001 (US\$ 2.809.353). O preço médio do quilo do mel no Brasil em 2002 ficou em US\$ 1,83, cerca de 62% acima do valor de 2001 (US\$ 1,13/kg). Neste período os principais países importadores do mel brasileiro eram: Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido, Bélgica e Espanha.

O estado do Paraná em 2002, exportou 848.659 kg de mel, 6,9 vezes mais que o volume de 2001 (122.896 kg). A receita cambial de 2002 atingiu o montante de US\$ 1.682.297 (FOB), 1.048,1% superior à receita cambial obtida em 2001 de US\$ 146.525 (FOB).

Em 2002, o preço médio do quilo do mel no estado ficou em US\$ 1,98, cerca de 66% maior que o preço de 2001 (US\$ 1,19/kg).

Vale destacar que estas divisas externas correspondem apenas à exportação de mel de abelha.

Ainda com base nos dados da SEAB (2003), em 2002, no ranking das exportações de mel, o Paraná destacou-se em 4º lugar (848.659 kg), antecedido pelo Ceará (1.810.297 kg, 3º lugar), Santa Catarina (2.245.901 kg, 2º lugar) e São Paulo (5.047.745 kg, 1º lugar).

Em 2003, de acordo com o IBGE, foram produzidos no Paraná 4.068 toneladas de mel e o estado ocupou o terceiro lugar no 'ranking' de produtor de mel do país.

No Brasil conforme dados do IBGE, a produção de mel cresceu 25,12% entre 2002 (24.029 ton.) e 2003 (30.022 ton.), superando a marca de 30 milhões de quilos. Entre os estados, destacam-se Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Piauí. O estado do Rio Grande do Sul, sozinho, produziu mais do que as regiões

Sudeste, Centro-Oeste e Norte, juntas. No entanto, os estados em que a produção de mel mais cresceu, e muito acima dos outros, foram Alagoas (490,48%) e Roraima (458,66%). Em termos municipais, os principais produtores foram Içara (SC), Picos (PI), Limoeiro do Norte (CE), Dom Pedrito (RS) e Ortigueira (PR) em quinto lugar no ranking nacional (Tabela XXXII).

Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Mdic), mostram que em 2004 o Paraná exportou 1.735 toneladas, das 4.348 ton. produzidas no estado, representando 13,4% da produção nacional que foi de 32.290 ton.

Tabela XXXII- Principais municípios brasileiros produtores de mel no ano de 2003.

Município	Estado	Quantidade (kg)
Içara	Santa Catarina	600.000
Picos	Piauí	509.197
Limoeiro do Norte	Ceará	450.000
Dom Pedrito	Rio Grande do Sul	350.000
Ortigueira	Paraná	304.000
São João do Triunfo	Paraná	280.000
Santana do Livramento	Rio Grande do Sul	280.000
Prudentópolis	Paraná	275.000
Cambará do Sul	Rio Grande do Sul	252.000
Ribeira do Pombal	Bahia	240.000

Fonte: IBGE, 2003

Segundo dados do IBGE (2004), Ortigueira, em 2004, passou para posição de primeiro município com maior produção de mel no Brasil, com uma produção de 650.500 quilos, ou seja, teve um acréscimo de 113,9%.

De 2001 a 2004, a produção brasileira de mel aumentou em 10 mil toneladas (45,3%). A maior parte deste crescimento foi verificada no Nordeste, com 6,6 mil toneladas (173,8%), contribuída pelo Ceará (2,26 mil toneladas ou 336,6%) e Piauí (2,15 mil toneladas ou 123,7%), seguidos de Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte. A região Sul contribuiu com 2,5 mil toneladas (mais 19,8%), sendo 1,4 mil toneladas no Paraná (mais 48,6%) e 1,3 mil toneladas no Rio Grande do Sul (crescimento de 21,0%). Santa Catarina sofreu grande quebra na produção

de mel em 2004 (911 toneladas a menos que em 2003 e 174 toneladas a menos que em 2001).

Em função desta evolução, a distribuição regional da produção continuou a ser alterada, com perda de participação relativa do Sul (de 57,4% em 2001 para 47,3% em 2004) e Sudeste (de 21,1% para 16,1%) e crescimento no Nordeste, que atingiu 32,2% da produção nacional de mel em 2004, quase o dobro dos 17,1% de 2001.

A queda na produção de mel dos estados do Sul e Sudeste (Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais), entre 2003 e 2004, ocorreu em função da instabilidade do clima e da limitação do pasto apícola. No caso de São Paulo, as regiões de cítricos e de eucalipto (inclui Minas Gerais) ainda oferecem oportunidade para a apicultura. Além do clima, áreas exploradas em excesso e estrutura fundiária fracionada em mini-propriedades dificultam a prática da atividade nos estados sulinos, pois o pasto apícola está fora do controle do apicultor.

As exportações de mel no ano de 2006 superaram os resultados de 2005, aumentando 23,3% em valor (de US\$ 17,91 milhões para US\$ 23,36 milhões) e 1,1% em peso (de 14,4 mil toneladas para 14,60 mil toneladas). Esse maior incremento no valor, em relação ao peso, foi decorrente do aumento no preço médio que passou de US\$ 1,31/kg, em 2005, para US\$ 1,60 /kg, no ano de 2006.

Com isso, pode-se notar a crescente participação no mercado global desta promissora atividade que é a apicultura do país.

Cadeia produtiva da apicultura na AID e AII

O clima da região de Ortigueira, a vegetação e até o pH do solo são favoráveis para apicultura. Este município conta com aproximadamente 50 apicultores, 15.000 colméias e uma produção anual de 304 toneladas, apresenta uma média de 22,2 kg por colméia (O CATAVENTO, 2006). Todavia, em 2004, segundo o IBGE o município passou para posição de primeiro lugar no ranking nacional com uma produção de 650.500 quilos, ou seja, teve um acréscimo de 113,9% em relação a 2003.

O mel produzido em Ortigueira foi eleito o melhor mel do Brasil, o que desperta cada vez mais o interesse de consumidores externos e internos

(TRIBUNA DO NORTE, 2002), este fato é decorrente da excelente qualidade do mel, que tem parte exportada para Europa e EUA. A característica marcante do mel da região é causada pela florada, em especial a do capixingui, que é uma árvore que produz um mel de cor bem clara, o preferido nos EUA (O CATAVENTO, 2006).

O estudo sobre a cadeia produtiva da apicultura nos municípios em questão apresentou o mel como o principal produto comercializado, seguido pela própolis e pólen; a cera, a geléia real e a apitoxina não são exploradas, o que reduz a quantidade de empregos gerados pela atividade. A apicultura é uma importante atividade para a diversificação da propriedade rural, geração de emprego e renda, aumento da produtividade dos diversos cultivos pela ação polinizadora das abelhas, além de fator preponderante para preservação do meio ambiente. No país, milhares de empregos diretos e indiretos são gerados nos serviços de manutenção dos apiários, na produção de equipamentos e no manejo dos produtos de mel, pólen, cera, geléia real, apitoxina, dentre outras. A atividade no município de Ortigueira envolve mais de 300 famílias, onde a principal comercialização é realizada por atravessadores (Prefeitura Municipal de Ortigueira, 2006).

No levantamento realizado neste estudo para caracterização da cadeia produtiva, foram entrevistados 43 apicultores, destes, 32 do município de Ortigueira, 5 de Telêmaco Borba e 6 de Curiúva. Sendo que, 26 apicultores possuem caixas de abelha dentro da AID no município de Ortigueira, e, somente um em Curiúva fora da AID (Figura 10). Existem na área de impacto direto cerca de 3276 caixas (Tabela XXXIII) Langstroth de *apis mellifera*, que representam 21,8% das 15.000 caixas produtoras de mel do município de Ortigueira, que gera renda para cerca de 85 pessoas.

Dos apicultores entrevistados, que utilizam a AID para realização da atividade apícola, 56,3% utilizam a produção de mel como uma complementação de renda, e 43,7% obtém sua fonte principal de renda na apicultura. O modelo de apicultura exercido na região de estudo pelos produtores que exercem a atividade como principal fonte de renda, é o migratório, ou seja, manejam as caixas de abelha de acordo com a disponibilidade de 3 tipos de florada, capixingui, eucalipto e assa-peixe. A produtividade média das caixas de abelhas na região de estudo é de 28kg/caixa, na época da florada do capixingui a produtividade chega a 50kg/cx.

Nas três safras anuais a média da produtividade por caixa/ano é de aproximadamente 40kg.

Uma grande parte da produção é comercializada no mercado interno, vendido em supermercados, mercearias e principalmente nas margens da rodovia BR 376.

Ficou constatado que a maior parte produzida na região é concentrada principalmente por 3 compradores, que podem processar o produto e obter a certificação do Serviço de Inspeção Federal (SIF), dentre esses atravessadores que possui o SIF, somente um está localizado dentro do município de Ortigueira.

A apicultura na região configura a existência de cadeia produtiva incompleta, especializada no setor da produção, visto que a maior parte é destinada e exportada pela Supermel de Maringá/PR e apiário Casa do mel Ortigueira-PR, o qual adquire o produto a granel pelo valor médio de R\$2,00 por quilo. Também os frascos para a comercialização no mercado interno são produzidos fora do município e somente dois produtores adquirem com regularidade este insumo, proveniente de Curitiba e de Joinville.

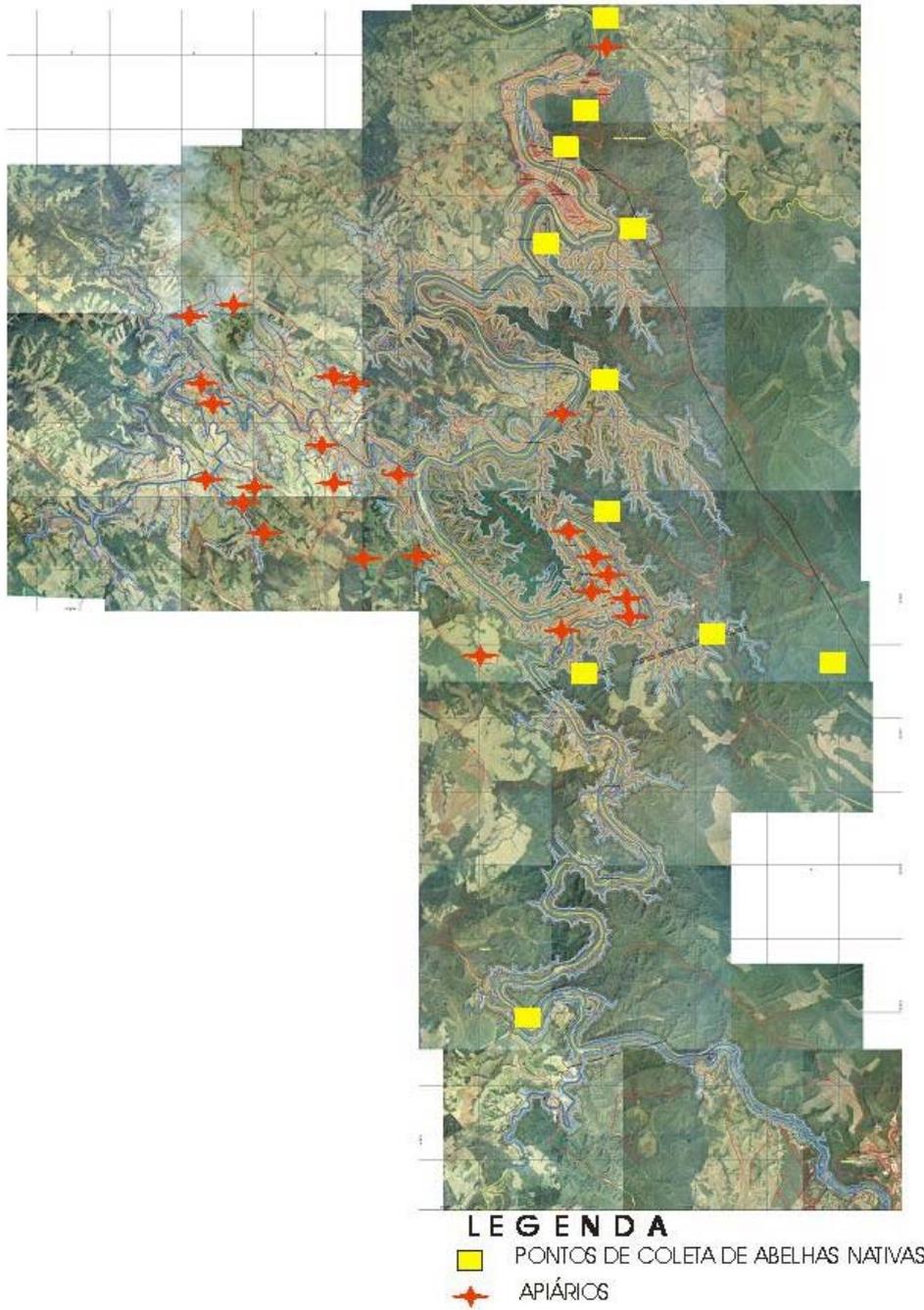


Figura 10 – Identificação dos pontos de coleta de abelhas nativas e pontos de identificação de apiários.

Tabela XXXIII - Coordenadas dos apiários da região de Ortigueira e de Curiuva, próximos a AID.

Cidades	Coordenadas	
	UTM	
	Leste	Norte
Ortigueira	531293	7327957
	526730	7328348
	531127	7327907
	542608	7330298
	520861	7335253
	530722	7326726
	520879	7330575
	531350	7327933
	528169	7325073
	526355	7326085
	524118	7332882
	522083	7329082
	521899	7329640
	521577	7335432
	524071	7330890
	524778	7325550
	523965	7333410
	532092	7326755
	531770	7328273
	532092	7326754
531790	7326891	
531175	7328276	
	Sítio Divonei Schineider 3 km p baixo do porto areia, cachoeirão, beira do rio Tibagi	
	Campina no sítio Antonina, Jeremias Nunes Pereira; Lageado no João Barba; Sulfurosa	
	Rio Barra Grande	
	Campina; Sapé	
	Aymoré	

	Banhadão, bairro dos Pernambuco;	
	Próximo à faz. do Joarez	
	Salto dos Alemães	
	Beira Imbauzinho e beira Tibagi	
	Faz. falecido Norberto	
Curiuva	531543	7341933

Foram realizadas reuniões com representantes da APOMEL (Associação de Produtores de Mel de Ortigueira), e da ATA (Associação Telemacoborbense de Apicultores) nos dias 03 e 04 de março respectivamente. Foram apresentados os anseios e preocupações sobre os possíveis impactos que a construção da barragem da UHE Mauá poderá ocasionar à cadeia produtiva da apicultura. Foi solicitado um documento onde as associações descrevessem seus pontos de vista a respeito dos impactos sobre a atividade e ações que possam minimizar os prejuízos, nas formas de medidas compensatórias e mitigadoras. A APOMEL forneceu 2 documentos: um documento datado 04 de agosto de 2005, enviado à CENEC Engenharia S/A., onde os associados descrevem que a empresa responsável pelo EIA/RIMA absteve-se de mencionar os impactos causados aos apicultores e suscitam alguns possíveis impactos e algumas medidas compensatórias, como a instalação de uma Unidade Beneficiadora de Mel (UBM) para o município (ANEXO I), e outro projeto básico enviado através da prefeitura para pleitear o financiamento de uma UBM para o Ministério de Minas e Energia, datado em 10/03/06 (ANEXO II). A ATA, no entanto, se absteve de enviar o documento até a data limite para entrega deste relatório (21/03/07).

Conforme análise realizada nos questionários, dos 43 apicultores entrevistados apenas 2 se demonstraram favoráveis à construção da UHE-Mauá. Todo o restante dos entrevistados declarou que a instalação de uma barragem no rio Tibagi na área de estudo, será muito prejudicial à apicultura, principalmente ao pasto apícola. Destes, quatro reclamaram que a cadeia produtiva do mel no município será prejudicada pela formação de cerração devido à presença do reservatório.

O controle de doenças e pragas não é prática comum, fato que favorece a exportação devido à ausência de antibióticos presentes nos produtos apícolas. Todavia foi constatada a utilização do herbicida RoundUp para controle da

vegetação nos apiários, técnica esta que deve ser abolida não somente no município em questão, mas sim de todo o estado, pelo absoluto interesse na exportação, principalmente para o mercado europeu, que em breve retomará lugar de destaque entre os importadores de mel brasileiro. A associação telemacoborbense de apicultores (ATA) desenvolveu uma técnica para contornar esse problema, e fazer o reaproveitamento de embalagens tetrapack, que é um dos maiores problemas no gerenciamento de resíduos sólidos. Eles instalam uma manta (Figura 11) no chão em baixo das caixas de abelhas para evitar o crescimento do mato.



Figura 11. Manta utilizada para abafar o mato embaixo das caixas de abelhas

A procura por produtos naturais, sem contaminações, coloca o Brasil em situação privilegiada no fornecimento de produtos apícolas no mercado nacional e internacional, tendo por base a biodiversidade de nossa flora, a rusticidade de nossas abelhas e as características do nosso clima (SEBRAE/RN, 2004).

Todavia, em 17 de março de 2006 foi imposto um embargo ao mel brasileiro pela União Européia, devido a uma questão burocrática, e não por falta de qualidade do mel produzido no país. Os técnicos da *Food Veterinary Office* (FVO) visitaram o país em 2003 e 2005 e constataram que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) não havia cumprido o cronograma para implantar o Plano Nacional de Controle de Resíduos, que certifica o mel brasileiro exportado para a Europa. Nesse período de um ano, os produtores estimam prejuízo de US\$ 15 milhões, calculado a partir do redirecionamento da produção para o mercado norte-americano, que absorveu 75% do mel exportado

pelo país em 2006. É que para cada tonelada vendida para os EUA, há uma desvalorização de US\$ 100 em relação ao mesmo volume exportado para a Europa. O setor acredita que o fim do embargo poderá ser debatido na segunda reunião anual do instituto sanitário europeu, programada para setembro deste ano (SIDASC, 2007).

É importante para o Brasil, portanto, a busca de alternativas para ter uma maior participação no mercado mundial. Contudo, para se atingir este objetivo é fundamental uma melhor estruturação de todo o setor, o que depende da existência de informações estatísticas precisas.

É importante manter as exportações, mas os apicultores devem aproveitar melhor as oportunidades oferecidas pelo mercado interno, até como garantia contra as mudanças repentinas no mercado internacional. Em 2005, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) começou a fazer estudo de mercado para desencadear uma campanha de consumo interno, uma idéia foi difundir iniciativas como as de prefeituras que já colocam o mel na merenda escolar. Ao ampliar o mercado interno, deixa-se o setor menos vulnerável a crises ou medidas que venham a restringir, ou mesmo interromper exportações (SEBRAE, 2005 *op. cit.* in IEA, 2007). Além disso, o consumo brasileiro per capita ainda é muito baixo (PARIZOTTO, 2002), em torno de 40 gramas/ano por pessoa (SEBRAE, 2005 *op. cit.* in IEA, 2007).

Através da análise dos dados obtidos, constata-se que a atividade apícola da região tem um alto potencial para mercado interno e externo, mas que por fatores burocráticos, carência de políticas de incentivo a apicultura e de organização, não atingem o retorno almejado pelos apicultores.

Vias de acesso

Serão inundadas três estradas utilizadas para o manejo dos apiários do município de Ortigueira, são elas: Estratégica-Lageado Bonito-Natingui, na região do rio Barra Grande; cabe salientar que alguns 5 apicultores terão que aumentar em média 30 Km para acessar apiários fora da AID.

Pasto apícola

O trecho do rio Tibagi diretamente afetado pela construção e posterior operação da UHE Mauá encontra-se inserido em uma área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual (DIAS *et al.*, 2002 *apud* CENEC, 2004). Tal situação reflete-se na composição florística dos remanescentes florestais encontrados na região, que apresentam espécies típicas de ambas as formações, compondo um mosaico arbóreo e florístico de elevada diversidade (COPEL, 1998 e IGPLAN, 2002). Torezan e Silveira (2002), relatam que na região de estudo, conhecida como médio Tibagi, encontra-se alguns dos maiores e melhores fragmentos de mata nativa da Bacia do Rio.

De acordo com os levantamentos efetuados, foram identificadas 6 tipologias principais, de acordo com a classificação proposta por Velloso *et al.* (1991) *apud* CENEC (2004), sistemas de ocupação secundária (vegetação secundária) em estádios inicial, médio e avançado, florestas aluviais, além das florestas plantadas e áreas de atividade agropecuária.

Os levantamentos quali-quantitativos da vegetação realizados em remanescentes destas formações no Segundo e Terceiro Planaltos do Paraná têm demonstrado que estas áreas ainda conservam muitos dos aspectos característicos destes tipos vegetacionais, destacando-se os trabalhos realizados na bacia do rio Tibagi, na qual se inclui uma parte da região aqui estudada.

Dentro da AID, as tipologias de vegetação em estágio avançado de sucessão (Floresta Avançada Alta e Floresta Avançada Baixa) somam cerca de 4.400 ha (31% da AID). As áreas de vegetação secundária em estágios iniciais de sucessão (capoeira e capoeirinha) incluem aproximadamente 2.900 ha ou 20% da AID. As florestas plantadas somam 2.170 ha (15% do total). Os demais usos dados ao solo (agricultura, pecuária, áreas urbanas, etc.) somam 3.360 ha, ou cerca de 23% da AID (CENEC, 2004).

Algumas espécies arbóreas que são mais freqüentes nas florestas da AID são o capixingui (*Croton floribundus*), o pau-jangada (*Heliocarpus americanus*), a lixeira (*Aloysia virgata*), o pau-jacaré (*Piptadenia gonocantha*), o tamanqueiro (*Aegiphila sellowiana*) a embaúba (*Cecropia pachystachya*) e a crindiúva (*Trema micantha*) (CENEC, 2004).

Algumas espécies herbáceas e arbustivas que são mais frequentes na AID são o assa-peixe (*Vernonia tweediana*), picão-preto (*Bidens pilosa*), guiso de cascavel (*Crotalaria pallida*) (CENEC, 2004).

Algumas espécies ditas vulgarmente como “capoeira” que são mais frequentes na AID são a crindiúva (*Trema micrantha*), o fumo-bravo (*Solanum granulosoleprosum*), a mamona (*Ricinus comunis* – *euphorbiaceae*, espécie exótica), a embaúba (*Cecropia pachystachya*) e a capororoca (*Myrsine coriacea* – *myrsinaceae*), com alturas não superiores a 5 m. Também são abundantes indivíduos de angico-branco (*Anadenanthera colubrina*), canela-guaicá (*Ocotea puberula* – *lauraceae*) e guassatunga (*Casearia sylvestris*), sendo que o componente arbóreo exibe espécies de hábito trepador, representado pelas famílias *Bignoniaceae*, *Sapindaceae*, *Mimosaceae* e *Malpighiaceae* principalmente, CENEC (2004).

De acordo com o questionário aplicado, 100% dos apicultores da região responderam que o principal pasto apícola da AID é o capixingui, seguido do assa-peixe (roxo e branco).

Nas 5 áreas amostrais analisadas no relatório de levantamento da flora (CNEC, 2004) o capixingui (principal recurso floral utilizado pela apicultura migratória da região) possui densidades de 110,8/ha, 26,7/ha, 110,7/ha, 132,3/ha e 0/ha. Resultando uma média de 76,1/ha o que corresponde dentro da área de alagamento num total aproximado de 334.840 árvores de capixingui dentro dos 4.400 ha alagados de Floresta Avançada Alta e Floresta Avançada Baixa. O assa-peixe não foi observado nas áreas amostrais realizadas na área de alagamento no levantamento apresentado no relatório da CNEC, (2004).

Vale aqui salientar, que o modelo apícola explorado na região é de maioria migratório, ou seja, as caixas de abelhas são transportadas para áreas onde estão ocorrendo o florescimento das plantas, de outubro a dezembro no caso do capixingui, (LORENZI, 2002), de julho a agosto o assa-peixe e de março a maio o eucalipto, (SIQUEIRA, 2007, com. pess.). Dessa forma, o principal recurso em termos de qualidade e produtividade utilizado pelas abelhas na produção de mel dentro da AID sofrerá um impacto negativo durante os três meses que apresenta a floração.

O levantamento visual e comunicação pessoal com apicultores indicam como pastagens apícolas na AID o jangadeiro, peroba-rosa, coqueiro, guassatunga, guarajuvinha, laranjeira do mato, nhapindá, angico, corticeira, uvarana, canela guaicá, guavirova, aroeira, guajuvira, gurucaia, ipê roxo e amarelo, alecrim, uva do Japão, vassoura, urtiga, amorinha e maria mole.

4.6.2 IMPACTOS SOBRE AS ABELHAS NATIVAS

4.6.2.1 Introdução

Quando se tratam de estudos de impactos ambientais, os insetos, mesmo pairando ameaça de extinção de algumas espécies, são desconsiderados para qualquer tipo de empreendimento. A consequência não é apenas o risco de sumiço deles próprios, mas também o desaparecimento de espécies de flora que necessitam da intensa atividade dos insetos exercida para manutenção do equilíbrio ecológico das florestas. Conseqüentemente a produção de sementes e frutos que servem de alimento para várias espécies de mamíferos, aves e peixes.

A grande diversidade de espécies de abelhas implica em composições fenotípicas diversas, relacionadas a tamanho e formato do corpo, o que garante a polinização de flores dos mais diversos modelos (GALLO *et al.*, 1970).

Segundo Silveira (2002), dentro de um ecossistema, as abelhas atuam como agentes polinizadores, transportando o pólen de uma planta para outra, o que possibilita a produção de sementes e frutos. Contribuem, portanto, para a alimentação de animais como morcegos, macacos e aves, entre outros. Espécies vegetais também precisam das abelhas para continuarem existindo. Algumas só se reproduzem com a ajuda delas, outras dependem destes insetos para produzirem mais frutos. Garantindo assim a perpetuação de espécies de plantas que dependem que sua polinização seja feita por espécies específicas de abelhas. A biodiversidade desses insetos garante a manutenção de ambientes preservados, através da polinização, sendo fundamentais para manutenção do equilíbrio ecológico.

Portanto, as florestas, independentemente de sua finalidade, se de valor econômico, de preservação permanente ou reserva legal, disponibilizam néctar, pólen e própolis à abelha melífera e aos agentes polinizadores. Isso assegura a

polinização e garante a produção de frutos e sementes, alimento para a fauna e a regeneração das florestas (HILL e WEBSTER, 1995).

Assim, a extinção de espécies de abelhas também representaria o provável desaparecimento de plantas. Haveria ainda a diminuição da quantidade de alimentos disponíveis para outros animais, o que ameaçaria espécies extremamente dependentes de sementes e frutos (SILVEIRA, 2002).

A riqueza das espécies nativas ou *Meliponas* tem uma relação inversa à distância das florestas, os efeitos adversos do desmatamento para as abelhas causam prejuízos a biodiversidade desses importantes agentes do equilíbrio da natureza (BROWN e ALBRECH, 2001). Algumas abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes são prejudicadas pelo processo de fragmentação da mata (MORATO e CAMPOS, 2000). Ainda, segundo Winfree *et al.* (2006), a interação antropogênica moderada pode ser compatível com a conservação de muitas abelhas, mas não todas.

As abelhas são responsáveis pela polinização da grande maioria das plantas silvestres e cultivadas do planeta, sendo conhecidas mais de 20.000 espécies de abelhas (FREITAS, 2005).

Assim sendo, esta etapa do estudo tem como objetivo realizar o levantamento das espécies de abelhas existentes na AID da UHE-Mauá, para gerar subsídios para propor medidas compensatórias e mitigadoras para esse importante agente do equilíbrio ecológico.

4.6.2.2 Objetivo Específico

- Identificação taxonômica, e riqueza das espécies de abelhas da região para subsidiar ações do plano básico ambiental, relacionadas à proteção das espécies e potencial para meliponicultura.

4.6.2.3 Metodologia

Levantamento de ninhos e de abelhas nativas presentes na região de estudo

As informações sobre presença de ninhos e abelhas nativas foram obtidas diretamente através da observação no campo dentro das áreas amostrais, através de questionário específico para a população da região e pesquisa bibliográfica. Árvores, muros, troncos e o solo foram observados para constatar a presença de ninhos de abelhas. Os ninhos identificados foram fotografados e com auxílio de uma rede entomológica ou potes plásticos foram coletados indivíduos para identificação das espécies de abelhas. Foram anotadas as coordenadas geográficas referentes ao local onde foi encontrado o ninho.

Para capturar e identificar as espécies de abelhas existentes dentro da área de alagamento, foram instaladas unidades de captura feitas com garrafas descartáveis, tipo PET, com 4 modelos de atrativos, solução de própolis, goiabada, mel e eucaliptol durante os dias 12 e 17 de fevereiro de 2007 (Figura 12).



Figura 12. Isca de garrafa plástica com atrativos para capturar abelhas

Em cada área amostral foram instaladas 5 unidades de captura distantes cerca de 6 metros, contendo todos os atrativos, citados acima (Figura 13).



Figura 13. Disposição das iscas na área amostral abelhas

Foi aguardado o período de 1 hora, onde o esforço de coleta foi realizado com rede entomológica e potes plásticos ao redor da área amostral (ZANETTI, 2007), inclusive, as abelhas que vinham forragear o suor dos coletores também foram capturadas. Após esse período, as unidades de captura foram vistoriadas e os indivíduos armazenados em potes com éter para insensibilização, e posterior encaminhamento para identificação no laboratório de zoologia da UFPR.

Segundo CNEC (2004), cerca de 62 % das florestas estão alocadas na margem direita. A margem direita ainda abriga cerca de 1.600 ha de Floresta Avançada Alta, (99,47% da formação na AID), ressaltando as descrições já avaliadas por COPEL (1998), que indicavam ser esta margem a mais expressiva em termos de cobertura e diversidade florestal em estágio avançado de regeneração.

Brown e Albrecht (2001), Winfree *et al.* (2006), afirmam que a diversidade da vegetação interfere diretamente na biodiversidade de abelhas. Por esses motivos foi escolhida a margem direita do rio para realização das capturas e identificação das espécies de abelhas presentes dentro da área de alagamento e entorno.

A distância entre as áreas de captura não passou de 1750 m, considerando que a distância máxima de vôo de uma abelha sem ferrão pequena, é de pouco mais de 500 metros, pode abranger uma área de até 1,2 km² por ninho, segundo Araújo *et al.* (2004), a área de cobertura das iscas representará praticamente 70% da área florestal atingida do lado da margem direita do rio.

4.6.2.4 Resultados

Nos 11 pontos de coleta (Tabela XXXIV), durante as 11 horas de esforço de captura foram coletadas 4 famílias e 40 morfo-espécies das quais 36 grupos puderam ser identificadas até o nível de espécie (Tabela XXXV).

Tabela XXXIV - Coordenadas e altitude dos pontos de coleta de abelhas nativas.

Coordenadas UTM		Altitude
Leste	Norte	
531543	7341933	527
531041	7340721	658
530349	7325527	610
534416	7326368	640
537902	7325986	-
529804	7338958	624
532511	7337230	606
529490	7336639	579
531081	7330982	656
531580	7329506	730
529400	7315895	600

Coordenadas UTM		Altitude
Leste	Norte	
531543	7341933	527
531041	7340721	658
530349	7325527	610
534416	7326368	640
537902	7325986	-
529804	7338958	624
532511	7337230	606
529490	7336639	579
531081	7330982	656
531580	7329506	730
529400	7315895	600

Tabela XXXV – Espécies de abelhas encontradas na AID.

Subfamília	Tribo	Genero	Subgenero	Especie	Autor	Sexo
Andreninae	Protandrenini	Rhopitulus		flavitaris	(Schlindwein e Moure, 1998)	fêmea
Apinae	Apini	Euglossa	(Euglossa)	fimbriata	Rebêlo e Moure, 1995	macho
Apinae	Apini	Euglossa	(Euglossa)	pleosticta	Dressler, 1982	macho
Apinae	Apini	Bombus	(Fervidobombus)	atratus	Franklin, 1913	macho
Apinae	Apini	Bombus	(Fervidobombus)	atratus	Franklin, 1914	operária
Apinae	Apini	Bombus	(Fervidobombus)	atratus	Franklin, 1915	operária
Apinae	Apini	Bombus	(Fervidobombus)	atratus	Franklin, 1916	operária
Apinae	Apini	Melipona	(Eomelipona)	marginata	Lepeletier, 1836	operária
Apinae	Apini	Melipona	(Eomelipona)	marginata	Lepeletier, 1837	operária
Apinae	Apini	Melipona	(Eomelipona)	marginata	Lepeletier, 1838	operária
Apinae	Apini	Melipona	(Eomelipona)	marginata	Lepeletier, 1839	operária
Apinae	Apini	Paratrigona		subnuda	Moure, 1947	operária
Apinae	Apini	Plebeia		droryana	(Friese, 1900)	operária
Apinae	Apini	Tetragona		clavipes	(Fabricius, 1804)	operária
Apinae	Apini	Tetragona		clavipes	(Fabricius, 1804)	operária
Apinae	Apini	Tetragona		clavipes	(Fabricius, 1804)	macho
Apinae	Apini	Tetragona		clavipes	(Fabricius, 1804)	macho
Apinae	Apini	Trigona		fulviventris	Guérin, 1837	operária
Apinae	Apini	Trigona		fulviventris	Guérin, 1838	operária
Apinae	Apini	Trigona		fulviventris	Guérin, 1839	operária
Apinae	Apini	Trigona		fulviventris	Guérin, 1840	operária
Apinae	Apini	Trigona		fulviventris	Guérin, 1841	operária
Apinae	Apini	Trigona		fuscipennis	Friese, 1900	operária
Apinae	Apini	Trigona		fuscipennis	Friese, 1901	operária
Apinae	Apini	Trigona		spinipes	(Fabricius, 1793)	operária
Apinae	Apini	Trigona		spinipes	(Fabricius, 1793)	operária
Apinae	Centridini	Centris	(Hemisiella)	tarsata	Smith, 1854	macho
Apinae	Eucerini	Melissodes		sexcincta	(Lepeletier, 1841)	macho
Apinae	Eucerini	Melissodes		sexcincta	(Lepeletier, 1841)	macho
Apinae	Eucerini	Melissodes		sexcincta	(Lepeletier, 1841)	macho
Apinae	Eucerini	Melissoptila		cnecomala	(Moure, 1944)	fêmea
Apinae	Eucerini	Melissoptila		thoracica	(Smith, 1854)	macho
Apinae	Eucerini	Melissoptila		thoracica	(Smith, 1854)	macho
Apinae	Eucerini	Melissoptila		thoracica	(Smith, 1854)	macho
Apinae	Tapinotaspidini	Lophopedia		pygmaea	(Schrottky, 1902)	fêmea
Apinae	Tapinotaspidini	Paratetrapedia		fervida	(Smith, 1879)	fêmea
Apinae	Tapinotaspidini	Paratetrapedia		fervida	(Smith, 1879)	fêmea
Apinae	Tapinotaspidini	Paratetrapedia		fervida	(Smith, 1879)	macho
Apinae	Tapinotaspidini	Paratetrapedia		volatilis	(Smith, 1879)	fêmea
Apinae	Tetrapediini	Tetrapedia		clypeata	Friese, 1899	fêmea
Apinae	Tetrapediini	Tetrapedia		diversipes	Klug, 1810	fêmea
Apinae	Tetrapediini	Tetrapedia		diversipes	Klug, 1811	macho
Apinae	Tetrapediini	Tetrapedia		diversipes	Klug, 1812	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochlora	(Augochlora)	amphitrite	(Schrottky, 1909)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochlora	(Augochlora)	francisca	Schrottky, 1902	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochlora	(Augochlora)	sp.		macho

Halictinae	Augochlorini	Augochlora	(Oxystoglossella)	thusnelda	(Schrottky, 1909)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochlorella		urania	(Smith, 1853)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochlorella		urania	(Smith, 1853)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		sparsilis	(Vachal, 1903)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		tupacamaru	(Holmberg, 1884)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		cfr. imperialis	(Vachal, 1903)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		cfr. imperialis	(Vachal, 1903)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		cfr. vivax	(Smith, 1879)	fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		sp.1		fêmea
Halictinae	Augochlorini	Augochloropsis		sp.2		fêmea
Halictinae	Halictini	Dialictus		sp.		fêmea
Megachilinae	Anthidiini	Carloticola		paraguayensis	(Schrottky, 1908)	fêmea
Megachilinae	Anthidiini	Hypanthidium		divaricatum	(Smith, 1854)	macho
Megachilinae	Anthidiini	Saranthidium		musciforme	(Schrottky, 1902)	fêmea
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Austromegachile)	fiebrigi	Schrottky, 1908	fêmea
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Austromegachile)	trigonaspis	Schrottky, 1913	macho
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Ptilosarus)	bertonii	Schrottky, 1908	fêmea
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Ptilosarus)	bertonii	Schrottky, 1908	fêmea
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Moureapis)	cfr. trepida	Mitchell, 1930	fêmea
Megachilinae	Megachilini	Megachile	(Moureapis)	cfr. trepida	Mitchell, 1931	fêmea

Apesar do período de coleta realizada nesse levantamento ter sido curto (11 horas durante 1 semana) foi capturado um número significativo de espécies diferentes. O período de coleta não contemplou todas as estações climáticas do ano, o que pode ter afetado a riqueza das espécies capturadas. Gonçalves e Melo (2005), durante um esforço de 80 horas coletaram 181 morfo-espécies das quais 103 foram identificadas até espécie. Garcia (2004), realizou 92 horas de coleta durante o período de um ano e coletou 27 espécies diferentes de *Mutillidae*. Com isso, se o esforço de captura desse estudo tivesse incluído todas estações climáticas e um período maior de captura, provavelmente a riqueza seria maior que a encontrada.

O levantamento do questionário aplicado aos produtores da região apresenta como espécies de abelhas nativas: jataí, mirim-guaçú, mirim-limão, mirim-côco, mandaçaia, manduri, mandaguari, tubuna, vorá, iratim, caga-fogo, abelha limão, irapuá, guaraipe e mambuca. Dos apicultores entrevistados 68% realizam a meliponicultura em suas propriedades, totalizando 491 caixas. Sendo que, apenas dois fazem a exploração de forma comercial. Apesar disso, 100% demonstraram-se interessados em aumentar a criação e resgatar enxames da área de alagamento.

Apesar de não ter sido capturado nenhum exemplar da guaraiipo (*Melipona bicolor schencki*) e nem da mandaçaia (*Melipona quinquefasciata*) nas coletas realizadas nesse estudo, foram mencionadas como presentes na AID por 4 dos 43 entrevistados. Neto (1997), afirma que, a guaraiipo é uma abelha tímida, que não sai de sua colméia se há barulhos ou vibrações nas redondezas. Os ninhos naturais destas abelhas guaraiipo são pouco conhecidos. Elas nidificam em ocos de árvores, a maioria deles na base dos troncos das árvores. As entradas são crípticas, isto é, passam despercebidas e coletam alimento antes do amanhecer e ao anoitecer. Possivelmente, por esse motivo não tenha sido capturado nenhum exemplar dessa espécie nas coletas desse estudo.

Atualmente a guaraiipo é categorizada como vulnerável na lista das espécies ameaçadas de extinção e a mandaçaia em risco de extinção (IAP, 2004; BLOCHTEIN *et al.* 2002).

De acordo com um levantamento realizado pelo professor da Universidade Estadual de Londrina, Edson Proni, através de comunicação pessoal com funcionários da Klabin S.A. as abelhas nativas que ocorrem na fazenda Monte Alegre são descritas na tabela a seguir de acordo com a distribuição nos diferentes tipos de mata (Tabela XXXVI):

Tabela XXXVI - Levantamento das abelhas nativas presentes na fazenda Monte Alegre em diferentes matas

Espécie	Floresta	Eucalipto spp.	A. angustifólia	Pinus spp.
Trigona clavipes	X	X	X	X
Trigona spinipes	X	X	X	X
Nannotrigona bipunctata	X			
Nannotrigona postica	X	X		
Nannotrigona testaceicornis	X	X		
Tetragonisca angustula	X	X	X	
Plebéia droryana	X			
Partamona cupira	X	X	X	
Plebeia remota	X			
Melípona marginata	X			
Melípona quadrifasciata	X			

Algumas espécies encontradas na região afetada são consideradas cosmopolitas, entre elas a jataí (*Tetragonisca angustula*), irapuá (*Trigona spinipes*)

e a mandaguari (*Nannotrigona postica*) (PRONI e MACIEIRA, 2002), estas tem mais facilidade para se adaptar aos apiários.

4.6.3 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA U.H. MAUÁ NA APICULTURA E NOS ENXAMES DE ABELHAS NATIVAS

4.6.3.1 Fase de Planejamento

Cadeia produtiva

Nesta fase do empreendimento, se inicia a retirada da vegetação de porte arbóreo para comercialização da madeira. No que se refere especificamente ao pasto apícola, nesta fase do empreendimento não foi detectado nenhum fator que possa afetar a disponibilidade de matéria prima suficientemente para alterar de maneira significativa a produtividade. Em compensação, a cadeia produtiva é afetada negativamente, por causa do desinteresse dos apicultores em instalar novas caixas de abelhas dentro da área de alagamento, causada pela ameaça da construção da barragem. O que já afeta de forma negativa a produção da região.

Abelhas nativas

A retirada da mata causada pelas atividades de prospecção e levantamentos técnicos vai causar a destruição de ninhos presentes em troncos de árvores, perturbação e pressão sob o estoque de abelhas, devido a ação de funcionários e máquinas. A construção de vias de acesso também contribuirá neste processo.

A diminuição da variedade e da quantidade da flora poderá favorecer a extinção de algumas espécies que são altamente dependentes de ambientes preservados.

4.6.3.2 Fase de Implantação e Fase de Operação

Cadeia produtiva

O início da fase de implantação se caracteriza pela retirada de parte da vegetação de porte arbóreo e arbustivo, para comercialização da madeira e para evitar que a água da área alagada seja mais prejudicada por causa da decomposição da matéria orgânica. Esse desmatamento ocasiona a diminuição da capacidade de suporte do pasto apícola para as abelhas que estão situadas na área de alagamento e seu entorno. O que impreterivelmente, diminuirá a produtividade dos apiários.

Essas etapas do empreendimento se caracterizam pela depleção de um total de 9470 ha de pasto apícola diversificado. Nesta região, umas das principais atividades agropecuárias é a apicultura, sendo caracterizada pela alta incidência e proximidade de apiários comerciais. Nestas fases encontra-se o maior impacto negativo sob a atividade apícola, o que ocorrerá em termos de produtividade. Podendo causar a inviabilidade desta atividade para alguns produtores, devido à diminuição da capacidade de suporte e aumento da competição por flores pelas abelhas, diminuindo também a quantidade de enxames, que irão migrar das caixas dos apicultores para outras áreas que apresentem uma quantidade de pasto apícola mais abundante e diversificado.

Outra consequência que ocasionará a diminuição da produtividade apícola é a formação de cerração ao redor da área alagada. Pois a cerração diminui a quantidade de horas da exposição das flores ao sol, que é a principal energia das plantas para produção de flores principal fonte de néctar das abelhas para produção de mel. E principalmente, diminuirá a intensidade de luz dentro das colméias, o que, prejudica a produção apícola, devido à diminuição da atividade das operárias (ROUBIK, 1992).

Outro fato que vai ocorrer é a destruição dos ninhos de meliponídeos produtores de mel por causa do desmatamento e possível depredação por parte dos funcionários engajados na instalação do empreendimento.

A cadeia produtiva da apicultura na região da construção da UHE- Mauá será prejudicada pelo êxodo dos produtores para outras atividades oportunas, favorecidas pelo aumento populacional, como por exemplo: comércio na beira das

estradas, loteamento ao redor da área alagada, exploração imobiliária na beira das estradas de acesso à UHE.

Abelhas nativas

Nota sobre impactos em abelhas segundo:

Schwartz *et al.*, 2004.

Entre os insetos, as abelhas são os organismos mais bem conhecidos e estudados, especialmente as espécies sociais e particularmente a *Apis mellifera* (abelha doméstica), espécie universalmente reconhecida. A superfamília Apoidea agrupa as várias famílias de abelhas, apresentando uma diversidade de aproximadamente 20.000 espécies descritas (MICHENER, 2000). Silveira *et al.* (2002), contabilizaram 1.576 nomes válidos para espécies de abelhas no Brasil, porém os autores acreditam que esse número deva chegar a aproximadamente 3.000 espécies, das quais estimamos que aproximadamente 450 possam ocorrer no Estado do Paraná. Entre as espécies sociais, destacam-se os Meliponinae (uma subfamília de Apidae), conhecidos popularmente como “abelhas indígenas sem ferrão”, que têm no Brasil uma grande riqueza de espécies, aproximadamente 250, das quais cerca de 35 devem ocorrer no Paraná.

É provável que o número de espécies de abelhas no planeta e especialmente no Brasil seja muito maior, pois grande parte das espécies não foi sequer descrita pela ciência e certamente muitas delas já estão extintas sem terem sido amostradas. A extinção de espécies deste grupo é uma grave perda para os ecossistemas, pois esses insetos são os maiores polinizadores da natureza. Nos biomas neotropicais são freqüentes espécies vegetais polinizadas por apenas poucas espécies de abelhas, relações essas bastante estreitas, moldadas ao longo de processos coevolutivos que geram a interdependência das espécies. Nestes casos, a extinção dos polinizadores específicos pode levar à extinção da planta.

Desde a década de 1960, tem se desenvolvido no Brasil, e especialmente no Estado do Paraná, uma série de estudos sobre a ecologia das comunidades de abelhas silvestres. São estudos baseados em métodos padronizados que permitem o levantamento de dados qualitativos e quantitativos das populações e comunidades desses organismos (p. ex. SAKAGAMI *et al.*, 1967; SCHWARTZ-

FILHO e LAROCA, 1999). A riqueza de espécies, em conjunto com o emprego desses métodos, torna plausível o uso das abelhas como indicadores de diversidade biológica e qualidade ambiental, uma vez que grande parte das espécies é extremamente sensível a alterações do meio. Também o emprego de um método padrão em diferentes tempos, em um mesmo local, permite a avaliação da perda de diversidade de espécies ao longo do tempo, sendo possível correlacioná-la a diferentes pressões antrópicas.

Na primeira lista de espécies ameaçadas de extinção no estado do Paraná (1995), não foram incluídas espécies de abelhas. O grupo foi abordado nas listas de Minas Gerais (1995), com uma espécie considerada “vulnerável”, São Paulo (1998), com três espécies “em perigo de extinção” e uma “provavelmente extinta”, Rio Grande do Sul (2002), com cinco espécies “vulneráveis” e outras cinco “em perigo de extinção”, e na última lista brasileira (2003), com duas espécies VU e uma CR. A lista fluminense de 1998, ao abordar os invertebrados terrestres (OTERO *et al.*, 2000), não relacionou himenópteros. Na presente lista paranaense incluímos seis espécies como VU, sete como EN e cinco como CR, totalizando 18 Apoidea. Esses números, bem maiores que os constantes nas demais listas estaduais e na lista nacional de 2003, são decorrentes de ser o Paraná um dos estados mais bem amostrados do País e possuir vários biomas, alguns extremamente ameaçados.

Entre as espécies de abelhas silvestres que possuem maior probabilidade de extinção estão as altamente endêmicas e de distribuição geográfica restrita, principalmente se o endemismo ocorrer em ecossistemas extremamente ameaçados como é o caso, no Paraná, do Cerrado (Savana Arborizada) e dos Campos Naturais (Estepe Gramíneo-Lenhosa). Nessa situação se enquadram algumas das espécies citadas na presente análise, como *Melissoptila fulvonigra*, *Osirinus santiagoi*, *Paratetrapedia larocai*, *Melipona quinquefasciata*, *Mourella caerulea*, *Schwarziana quadripunctata* e *Melissoptila claudii*. Nesses dois ambientes, o número de espécies ameaçadas é alarmante, principalmente porque o Paraná é o limite meridional da distribuição dos campos cerrados, que atualmente se resumem a pequenos relictos extremamente fragmentados e alterados. No caso dos Campos Naturais a situação também é crítica, pois atualmente há um avanço da atividade agrícola sobre esse ecossistema, anteriormente explorado quase que

exclusivamente pela pecuária extensiva. A preservação imediata desses ambientes é a única medida eficaz para evitar a extinção de suas espécies endêmicas.

Espécies altamente especializadas, oligolépticas ou mesmo monolépticas, como *Niltonia virgilli*, que visita flores tubulosas como as de Jacaranda puberula (Bignoniaceae) para obter os alimentos de que necessita, e espécies com comportamento parasitóide, como é o caso de *Osirinus santiagoi*, que “parasita” outras espécies de abelhas em parte de seu ciclo reprodutivo, são extremamente sensíveis a alterações do meio, pois exigem condições específicas só existentes em habitats equilibrados e preservados. Tais espécies, que possuem populações naturalmente pequenas, sofrem profundamente os efeitos da fragmentação dos seus habitats, tendo portanto, maior probabilidade de extinção. Esse também é o caso da *Lestrimelitta ehrhardti*, uma espécie cleptobiótica que está no topo da cadeia alimentar dos Meliponinae e obtém todos os alimentos e materiais de que necessita exclusivamente através de saques às colônias de outras espécies do grupo (SAKAGAMI e LAROCA, 1963). Isso faz com que a sobrevivência dessa espécie dependa da manutenção, em equilíbrio, de todas as populações de Meliponinae.

Especificamente no caso dos Meliponinae, outro fator que contribui para a extinção das espécies é a dificuldade da manutenção de populações geneticamente viáveis, uma vez que para atingir essa viabilidade são necessárias 44 ou mais colônias de cada espécie, pois a homozigose nos alelos relacionados com a determinação sexual, causada por endocruzamento, pode levar as colônias à morte em aproximadamente 15 gerações. Essa consequência é conhecida como “efeito Yokoyama e Nei” (KERR *et al.*, 1996) e tende a ser potencializada principalmente em habitats fragmentados, onde o fluxo gênico fica impedido ou dificultado. Os Meliponinae possuem pouca capacidade de migração e, portanto, exigem grandes áreas contínuas para manter suas populações viáveis. Nesse aspecto, é fundamental a preservação de grandes áreas contínuas de habitats bem preservados e, a longo prazo, o emprego de técnicas que envolvam o manejo *ex situ*, a reintrodução e a translocação de colônias, visando o aumento gradual do fluxo gênico entre as populações.

Outra ameaça potencial às espécies de abelhas silvestres relaciona-se à introdução no Brasil da abelha européia (*Apis mellifera*) e posteriormente a

introdução da variedade africana dessa mesma espécie. É possível que a dispersão dessa abelha alienígena tenha causado impacto direto sobre as populações das espécies indígenas, pois a *A. mellifera*, principalmente quando cruzada com a variedade africana (conhecida como abelha africanizada), comporta-se tipicamente como uma espécie invasora, ou seja, possui grande capacidade biológica adaptativa e de colonização, tendo se disseminado rapidamente por todo o continente. Até o momento não foi possível mensurar o impacto real da *Apis* sobre as populações das espécies nativas de abelhas, entretanto é possível que esse impacto seja maior em áreas alteradas e com grande concentração de plantas colonizadoras, uma vez que a *Apis* é capaz de beneficiar-se desse tipo de ambiente. O impacto da *Apis* também seria maior sobre as espécies com porte físico semelhante, como *Melipona bicolor*, *M. quinquefasciata* e *M. mondury*, com as quais poderia ocorrer competição pelo nicho trófico.

A destruição e fragmentação dos habitats e o desmatamento são as causas mais diretas e imediatas da redução da diversidade de espécies de abelhas, não só pela redução dos recursos florais, como pela escassez de locais para nidificação. Os Meliponinae, em particular, utilizam muitas vezes troncos de árvores de grande porte para instalação de colônias e a falta desses locais pode impedir a manutenção de suas populações naturais. Outro fator que pode levar à extinção rápida de espécies do grupo é a utilização indiscriminada de inseticidas e pesticidas agrícolas, que são letais a todos os insetos polinizadores.

Para algumas espécies de Meliponinae, a utilização de técnicas para a manutenção em cativeiro de colônias, principalmente das espécies nativas de cada região, somado ao uso da multiplicação artificial das colméias, pode favorecer as populações naturais, além de propiciar uma alternativa de renda aos produtores. Entre as espécies ameaçadas que poderiam ser passíveis de manejo, encontram-se *Melipona bicolor* e *M. mondury*, sendo necessários, entretanto estudos prévios quanto ao manejo em cativeiro dessas espécies.

Nestas fases do empreendimento o impacto negativo sobre as abelhas nativas dentro da AID é total. O desmatamento e posterior alagamento causado pelo barramento do rio destruirão umas das regiões mais preservadas em termos

de diversidade vegetacional, o que garante uma grande riqueza de espécies de abelhas, ocasionando a possível extinção de algumas espécies endêmicas.

Os enxames que não forem destruídos por causa do desmatamento, ação de funcionários ligados à empresa, construção de vias de acesso, certamente serão aniquilados por consequência de afogamento, pois, as abelhas rainhas sem ferrão possuem o abdômen altamente desenvolvido, o que proíbe seu vôo, assim, as colônias não podem fugir das perturbações (BROWN e ALBRECHT, 2001).

Atividades oportunas favorecidas pelo aumento populacional, comércio na beira das estradas, loteamento ao redor da área alagada, exploração imobiliária na beira das estradas de acesso a UHE também fortalecem a destruição de enxames, e de habitats propícios para o ciclo de vida das abelhas.

Com a diminuição da vegetação a competição por alimentos entre abelhas africanizadas e nativas vai aumentar significativamente, aumentando a pressão sobre esses insetos.

Esses eventos não prejudicam somente a biodiversidade de abelhas mais toda cadeia trófica, pois com a brusca diminuição desses principais agentes polinizadores, ocorrerá à diminuição de sementes e frutos responsáveis pela alimentação de aves, peixes e mamíferos. Outro fato grave, ocasionado por esse motivo, é a perda da evolução genética desses insetos adaptados à região.

A polinização cruzada traz benefícios para a evolução da genética das plantas, produção de frutos em termo de quantidade, tamanho e qualidade. E as continuidades de mata garantem a diversificação de alelos para manutenção do fluxo gênico. Qualquer impacto negativo que interfira nessa atividade vai causar prejuízo para o meio ambiente e para a exploração agrícola da região.

O maior prejudicado, sem dúvida é o meio ambiente, que vai sofrer a perda de uma grande quantidade de agentes responsáveis pelo equilíbrio ecológico.

4.6.4 MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

4.6.4.1 Iniciar o Reflorestamento com Pasto Apícola

Segundo EMBRAPA (2007), a flora apícola é caracterizada pelas espécies vegetais que possam fornecer néctar e/ou pólen, produtos essenciais para a

manutenção das colônias e para a produção de mel. O conjunto dessas espécies é denominado "pasto apícola ou pastagem apícola".

É fundamental uma avaliação detalhada da vegetação em torno do apiário, levando-se em conta: a identificação das espécies melíferas, a densidade populacional e os seus períodos de floração, para que se obtenha sucesso na criação de abelhas. A diversidade do pasto apícola é uma situação que deve ser buscada de preferência que apresentem períodos de floração diferenciados, disponibilizando recursos florais ao longo de todo o ano.

Apesar das abelhas terem a capacidade de forragear com alta eficiência uma área de 2 a 3 Km ao redor do apiário (em torno de 700 ha de área total explorada), quanto mais próximo da colméia estiver a fonte de alimento, mais rápido será o transporte, permitindo que as abelhas realizem um maior número de viagens contribuindo para o aumento da produção (EMBRAPA, 2003).

Deve-se voltar um grande esforço direcionado aos produtores de mel dessa região afetada pela construção da UHE-Mauá, que tem como atividade principal a apicultura, principalmente para se evitar o êxodo rural. A principal medida que deve ser adotada pela empresa responsável pelo empreendimento, é o reflorestamento ser iniciado com plantas melíferas de crescimento rápido, como algumas espécies arbustivas, e principalmente, a reposição total de árvores de capinxigui. Essa espécie, em especial utilizada por apicultores, é ideal para plantios mistos em reflorestamentos de áreas degradadas, pois é uma planta pioneira tolerante a áreas abertas e de rápido crescimento (LORENZI, 2002).

O início do desmatamento deverá ser realizado após um período mínimo de 2 anos após o início do plantio da área de preservação permanente ao redor do reservatório, onde se espera que parte do pasto apícola reflorestado já esteja disponível como alimento para as abelhas. A transferência de troncos ocos da área de alagamento para regiões do entorno do reservatório também deve ser contemplada, para formação de locais propícios ao assentamento dos enxames.

Outra medida essencial para não prejudicar o setor apícola será o remanejamento dos apiários localizados dentro da AID para regiões marginais à represa, visando a organização do setor, respeitando lotação de caixas/florada/ha. Para propor uma medida que compense os produtores de mel da região por causa da diminuição da produtividade ocasionada pelo desmatamento do principal pasto

apícola, faz-se necessário à implantação de um Programa Básico Ambiental que monitore as alterações ocorridas na produtividade local, gerando subsídios para o cálculo das indenizações, caso seja necessário.

4.6.4.2 Resgate das Abelhas Nativas

A abelha nativa é um elo muito importante das cadeias tróficas, auxiliam o fluxo de energia para as várias espécies, os ecossistemas dependem da polinização realizada por ela, na manutenção do potencial genético de plantas nativas ou cultivadas (KERR, 1997, *op. cit. in* PRONI e MACIEIRA, 2002). De acordo com Kerr, a importância independentemente da sua utilidade micro-econômica pode ser avaliada pela polinização de plantas nativas, produção de mel e pólen, preparo de produtos medicinais e função ecológica.

Estudos referentes à associação entre meliponídeos e vegetais nativos, verificaram que a extinção de espécies nativas de abelhas implica na extinção de espécies vegetais, desequilibrando os ecossistemas (ABSY e KERR, 1977; ABSY *et al.*, 1980, 1984; KERR *et al.*, 1978; ROUBIK, 1989, *op. cit. in* PRONI e MACIEIRA 2002).

Dessa forma, torna-se impreterivelmente necessário o resgate e realocação para áreas propícias a maior quantidade possível de enxames de abelhas nativas presentes na AID, medida esta que vai auxiliar na manutenção da vegetação do entorno e garantir o sucesso do reflorestamento (FARIA-MUCCI *et al.*, 2006), uma vez que processos ecológicos como os envolvidos nas interações fauna-flora são considerados potencializadores dos efeitos restauradores, promovendo condições de auto-sustentabilidade à floresta implantada (BARBOSA, 2000). Outro importante fator ecológico que será contemplado com o resgate é a salvaguarda do potencial genético desses insetos.

O plano de manejo desses enxames deverá ser realizado mediante autorização do órgão ambiental competente (CONAMA, 346/2004).

A implantação de meliponários ajuda a proteger espécies nativas e levantar rendas rurais, mantendo a biodiversidade regional (BROWN e ALBRECHT, 2001).

Silva e Lages (2001), afirmam que criação bem manejada da abelha *Melipona*, dado o alto valor de seus produtos (mel e pólen), bem como o benefício da polinização cruzada de plantas nativas e exóticas, como o cajueiro (*Anacardium*

occidentale), pitangueira (*Eugenia uniflora*), coqueiro (*Coccus nucifera*), laranjeira (*Citrus sp.*), entre outras, pode servir como estratégia de desenvolvimento sustentável, na medida em que pode gerar oportunidades de ocupação e renda em nível local, compatíveis com medidas de proteção ambiental previstas para uma APA. Levando em consideração este aspecto juntamente com a vontade dos apicultores de explorar as meliponídeas comercialmente, sugere-se que os enxames de abelhas melíferas sejam levadas as suas propriedades. Além disso, muitos deles se propuseram a abrigar outros tipos de enxames nativos.

Camillo (1983), afirma que, em relação aos nichos alimentares, o comportamento de coleta de pólen revelou que existe uma sobreposição espacial, demonstrando que espécies de *Bombus* simpátricas em suas distribuições, são potencialmente competidoras. Dessa forma, os locais que abrigarão os ninhos deverão levar em conta a densidade populacional com a quantidade de flores. Com isso, é necessário instruir os apicultores, para que assim, evitem baixa produtividade nos seus apiários, e garantam suprimento alimentar adequado para todas abelhas do entorno.

Os enxames de abelhas nativas que são mais sensíveis a ações antrópicas devem ser transferidos para locais mais preservados e isolados (AZEVEDO *et al.*, 2006).

O primeiro relato de resgate de abelhas realizado no Brasil, em área a ser alagada para construção de um reservatório para UHE, ocorreu em 2005 no estado de Minas Gerais. Para a construção de Capim Branco I, foram resgatados um total de 197 ninhos de abelhas nativas (CARMO *et al.*, 2006). Essa iniciativa deve servir como um marco da conscientização da importância em salvaguardar espécimes essenciais para a manutenção do meio ambiente.

Ainda que o resgate salve grande parte dos meliponídeos da AID, estes terão dificuldades no período de enxameação para localizar ninhos naturais adequados. Por isso, o reflorestamento deve ser iniciado também com espécies de árvores preferidas para a nidificação de espécies não cosmopolitas.

São especialmente atrativas para a guaraipe: as canelas (*Ocotea pulchella* e *Cryptocarya moschata*), com 42% dos ninhos encontrados, e o bugre (*Lithrea brasiliensis*), com 26,3%. Seus ninhos podem estar tanto na base do tronco quanto em ocos mais altos (Tabela XXXVII) (WITTER *et al.*, 2006).

Tabela XXXVII - Características de espécies arbóreas utilizadas para nidificação de abelhas.

Espécie arbórea utilizada para nidificação	Altura da entrada do ninho em relação a base do tronco (cm)	Circunferência externa da árvore (cm)
Aroeira mansa (<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>)	132	130
Aroeira mansa (<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>)	Tronco cortado	113
Bugre (<i>Lithrea brasiliensis</i>)	150	138
Bugre (<i>Lithrea brasiliensis</i>)	Base do tronco	99
Bugre (<i>Lithrea brasiliensis</i>)	Base do tronco	160
Bugre (<i>Lithrea brasiliensis</i>)	165	176
Bugre (<i>Lithrea brasiliensis</i>)	90	142
Canela branca (<i>Cryptocarya moschata</i>)	350	114
Canela branca (<i>Cryptocarya moschata</i>)	Base do tronco	167
Canela branca (<i>Cryptocarya moschata</i>)	Base do tronco	203
Canela branca (<i>Cryptocarya moschata</i>)	Tronco cortado	110
Canela sebo (<i>Aiouea saligna</i>)	500	140
Canela vermelha (<i>ocotea pulchella</i>)	Base do tronco	208
Canela vermelha (<i>ocotea pulchella</i>)	100	179
Canela vermelha (<i>ocotea pulchella</i>)	Base do tronco	140
Canela vermelha (<i>ocotea pulchella</i>)	400	160
Carne de vaca (<i>Clethra scabra</i>)	105	140
Ipê amarelo (<i>Tabebuia alba</i>)	306	106
Sucará (<i>Dasyphyllum tomentosum</i>)	Base do tronco	115

4.6.5 PROGRAMAS AMBIENTAIS

Dois programas ambientais foram adicionados ao Plano Básico Ambiental (PBA) e são resumidamente descritos a seguir.

4.6.5.1 Programa para Acompanhamento da Produtividade de Mel

No caso da apicultura, um programa que monitore a produtividade das caixas de abelhas presentes dentro da área de alagamento que serão transportadas para regiões próximas à área alagada e no seu entorno, durante e após a instalação da UHE, poderá servir de base para comparação entre os resultados obtidos neste estudo e os dados do IBGE e da secretaria da agricultura. Possibilitando avaliar as possíveis modificações sobre a cadeia produtiva, mais

especificamente na produtividade dos apiários. Dessa forma, será possível quantificar reais valores dos prejuízos para essa importante atividade agropecuária. Esses valores poderão ser revertidos em ações que visem o melhoramento, a organização, a agregação de valores.

4.6.5.2 Programa Básico Ambiental Para Abelhas Nativas

Devido à importância das abelhas nativas no sucesso de reflorestamentos, manutenção genética da fauna e flora, cadeia trófica e potencial contribuinte para a economia local, é de fundamental interesse sócio ambiental a realização de estudos e ações que contemplem a preservação das espécies. É necessário a capacitação técnica dos funcionários responsáveis pela retirada da mata da AID, estimulando sua responsabilidade ambiental, fornecendo subsídios para que possam reconhecer ninhos de abelhas nativas e como proceder na sua manipulação. Este programa tem como objetivos: a formação técnica e cidadã dos trabalhadores; dar capacitação para os apicultores manejarem enxames de abelhas nativas, principalmente em relação à capacidade de suporte do meio ambiente, visando a harmonia com as abelhas africanas, favorecendo a geração de renda; estudo do pasto apícola mais utilizado pelas melíponas em risco de extinção, para fazer reflorestamento nos apiários comerciais e testar tipos de alimentos artificiais; estudo sobre os enxames resgatados para avaliar o sucesso da transferência das colônias e o reflorestamento de espécies de árvores preferidas para nidificação pelas abelhas.

4.6.6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. C.P. (2003), "**Apicultura Mundo – Brasil – Paraná**" Governo do Paraná, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento- SEAB, Departamento de Economia Rural – DERAL Divisão de Conjuntura Agropecuária – DCA, Curitiba-Pr.
- ARAÚJO, E.D.; COSTA, M., CHAUD-NETTO, J. e FOWLER, H.G., (2004), **Body Size and Flight Distance in Stingless Bees (Hymenoptera: Meliponini): Inference of Flight Range and Possible Ecological Implications**. *Braz. J. Biol.*, 64(3B): 563-568.
- AZEVEDO, A.A.; GOULART, M.F.; JACOBI, C.M.; FONSECA, N.G. e JACOB, M.A.M., (2006), **Inventário da Fauna de Abelhas Como Subsídio Para o Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, Minas Gerais, Brasil**. In: Santana, W.C., Lobo, C.H. e Hartfelder, K.H. (eds), Anais do VII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, 12-15 de julho de 2006. (CD-ROM).
- BARBOSA, L.M., (2000), **Manual sobre princípios de recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: SMA/CEAM/CINP, pág. 76.
- BLOCHTEIN, B.; ESSINGER, L.N. e LOPES, L.A., (2002), **Aspectos da Biologia de Melipona Bicolor, Guaraipo ou Guarupu**. In: Aroni Satter. (Org.). I Seminário de Meliponicultura do Rio Grande do Sul.. Porto Alegre: , v. 1, p. 16-20.
- BROWN, J. C; ALBRECHT, C., (2001), **The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus melipona (insecta:hymenoptera: apidae: meliponini) in central rondonia, brazil**. Blackwell Science Ltd, Journal of Biogeography, 28, 623±634, Germany.
- CAMILLO, E., (1983), **Consideracoes sobre a ecologia de duas especies simpatricas de bombus (HYMENOPTERA, BOMBINAE)**. Doutorado Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Brasil.
- CARMO, R.M.; MARTINES, R.B. e SILVEIRA, F.A., (2006). **Primeira experiência em resgate de fauna de abelhas no brasil**. In: Santana, W.C., Lobo, C.H. e Hartfelder, K.H. (eds), Anais do VII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, 12-15 de julho de 2006.
- CENEC, (2004), **Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental da uhe mauá**. Volume III
- CONAMA, **Resolução Nº 346, de 16 de agosto de 2004**. Edição Número 158 de 17/08/2004 Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente.

COSTA, J.M.L.; TRUGO, L. C.; COSTA, L. S. M.; QUINTEIRO, L. M. C.; BARTH, O. M.; DUTRA V. M. L. e MARIA, C. A. B., (2000), **Determination of oligosaccharides in brazilian honeys of /different botanical origin**. Food Chemistry, Volume 70, Julho, Pag. 93-98.

DAILY, G. e ELLISON, K., (2002), **The economy of nature**. Island Press, Washington.

EMBRAPA, (2003), **Produção de mel**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/instalacao.htm> acesso em: 19/03/2007.

EMBRAPA, (2007), **Sistemas de produção**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/instalacao.htm> acesso em 15/03/2007.

FARIA-MUCCI, G.M.; ROSADO, E.A.R.; LUCENA, M.H.; MALTA, I.M.; FERREIRA, H.; LEITE, S.J.D. e AMORIM NETO, C.A., (2006), **A utilização da fauna de abelhas (hymenoptera: apoidea) no processo de reabilitação de áreas alteradas na samarco mineração, mariana - mg, brasil**. In: Santana, W.C., Lobo, C.H. e Hartfelder, K.H. (eds), Anais do VII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, 12-15 de julho de 2006. (CD-ROM).

FREITAS, B. M., (2005), **Grupo de pesquisa com abelhas**. Universidade Federal do Ceará-UFC disponível em: <http://www.abelhas.ufc.br/> acesso em: 18/03/2007

GALLO, D.; NAKALO, O.; WIENDL, F.M.; NETO, S.S. e CARVALHO, R.P.L., (1970), **Manual de entomologia**. editora Agronômica Ceres.

GARCIA, E.Q., (2004), **Diversidade, sazonalidade, aspectos comportamentais e associação sexual de *Mutillidae (Hymenoptera, Aculeata)* dos mananciais da serra, Piraquara, Paraná, Brasil**. dissertação de mestrado para conclusão do curso de pós graduação em zoologia da UFPR.

GONÇALVES, R.B.E. e MELO, G.A.R., (2005), **A comunidade de abelhas (HYMENOPTERA, APIDAE S. L.) em uma área restritada campo natural no parque estadual de vila velha, paraná:diversidade, fenologia e fontes florais de alimento**. revista Brasileira de Entomologia 49(4): 557-571.

HILL, D.B., WEBSTER, T.C., (1995), **Apiculture and forestry (Bees and Trees)**. Springer Netherlands, Vol. 29 n° 3. Department of Forestry, University of Kentucky, USA, pág 313-320.

IAP, (2004), **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do paraná**. Instituto Ambiental do Paraná.

IBGE (2000), **Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/tabela2ppm.shtm>

- IBGE (2001), **Diretoria de pesquisas, departamento de agropecuária, pesquisa da pecuária municipal.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/tabela2ppm_2001.shtm acesso em 16/03/2007.
- IBGE (2002), **Diretoria de pesquisas, departamento de agropecuária, pesquisa da pecuária municipal – 2000.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/tabela2ppm.shtm> acesso em 16/03/2007.
- IBGE (2003), **Produção da pecuária municipal – 2003**”. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25112004ppm.shtm> acesso em 17/03/07.
- IBGE (2004), **Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25112004ppm.shtm>
- IEA (2007) **Mel: Câmbio E Embargo Europeu Podem Prejudicar Exportações** Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5209>
- MORATO, E.F. e CAMPOS, L.A.O., (2000), **Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da amazônia central.** Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 429-444.
- NETO, N.P., (1997), **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis, 446p.
- O CATAVENTO, (2006), **Mais força para os apicultores de Ortigueira.** Informativo bimestral n°6, pág. 5.
- PARIZOTTO, T., (2002), **Produto tipo exportação.** Revista ACIM – Associação Comercial, Industrial e de Serviços de Maringá. n°416, ano 39, pág.6.
- PEGORARO A. (Edição preliminar) **Conceitos de flora apícola e espécies vegetais que disponibilizam alimento para as abelhas africanizadas na unidade fitogeográfica da floresta ombrófila mista (floresta com Araucária).** Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.
- PEGORARO, A. e ZILLER, S.R., (2003), **Valor apícola das espécies vegetais de duas fases sucessionais da floresta ombrófila mista, em união da vitória Paraná – Brasil.** Boletim de pesquisa florestal. Unidade Regional de Pesquisa Florestal, Colombo Paraná, v. 47, p. 69-81.
- PRONI, E.A. e MACIEIRA, O.J.D., (2002), **Abelhas indígenas sem ferrão: aspectos fisioecológicos e biodiversidade.** In: MEDRI, Moacyr E.; BIANCHINI, Edmilson; SHIBATA, Oscar; PIMENTA, José A (Org.). A BACIA DO RIO TIBAGI. 01 ed. Londrina: UEL, 2002, v. 01, p. 307-325.

- ROCHA, H.P.R.; FERNANDES, E.M.B. e RODRIGUES; A.E., (2004), **Diagnóstico e perfil do consumidor de mel nas diferentes regiões do estado da Paraíba**. In: ZOOTEC, 28 a 31 de maio Brasília, DF.
- ROUBIK, D.W., (1992), **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge tropical biology series, p. 315-350.
- SEBRAE/RN, (2004), **Programa de desenvolvimento da apicultura no Rio Grande do Norte – mercado**. Disponível em: <http://www.sebraern.com.br/apicultura/mercados.htm> acesso em: 03/03/2007.
- SIDASC, (2007), **Apicultor busca suspensão ao embargo nas exportações**. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/html/noticia.asp> acesso em: 08/03/07.
- SILVA, J.C.S. e LAGES, V.N., (2001), **A meliponicultura como fator de ecodesenvolvimento na área de proteção ambiental da ilha de santa rita, alagoas. revista de biologia e ciências da terra**. V. 1 n° 3.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. e ALMEIDA, E.A.B., (2002). **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1° Ed. Fundação Araucária, Belo Horizonte-MG.
- SILVEIRA, F.A., (2002) **As formiguinhas do ecossistema**. Boletim informativo n°1361 ano 28 disponível em: <HTTP://WWW.UFMG.BR/BOLETIM/BOL1361/QUINTA.SHTML> acesso em: 12/03/2007.
- SCHWARTZ-FILHO, D.L. LAROCA S. e MALKOWSKI S.R. (2004), **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do Paraná**. Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: <http://www.maternatura.org.br/livro/index.asp?idgrupo=7&idmenu=int> acesso em: 22/03/2007
- TRIBUNA DO NORTE, (2002) **Ortigueira descobre potencial econômico**. Caderno Região, domingo, 07 de julho.
- TOREZAN, J.M.D. e SILVEIRA, (2002), **Fatores ambientais, diversidade e similaridade em florestas da bacia do rio tibagi**. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATA, O. e PIMENTA, J.A. (Org.). A BACIA DO RIO TIBAGI. 01 ed. Londrina: UEL, 2002, v. 01, p. 103-125.
- UFV, (2007) Generalidades. Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/bee/flora.htm> acesso em 15/03/2007.
- ZANETTI, R., (2007), **Amostragem de insetos em florestas**. Disponível em: <http://www.den.ufla.br/Professores/Ronald/Disciplinas/Notas%20Aula/MIPFlorestas%20amostragem.pdf>. Acesso em: 28/01/07
- ZOONEWS, (2007), **Diário dos Campos**. Disponível em:

<http://www.zoonews.com.br/noticias2/noticia.php?idnoticia=68535> Acesso em: 06/04/07.

WINFREE, R.; GRISWOLD, T. e KREMEN, C., (2006), **Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem**. Conservation Biology Volume **, No. *, ***-***C_2006 Society for Conservation Biology.

WITTER, S.; LOPES, L.A.; KLUWE, F.D. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., (2006), **A Guaraipo Negra (Melipona Bicolor Schencki Gribodo 1893), uma rara espécie de abelha nativa sem ferrão (Meliponini) e sua conservação em um fragmento de mata de araucárias do Rio Grande do Sul**. Mensagem Doce, São Paulo, p. 12 - 21, 15 maio 2006.

ANEXO I

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE MEL DE ORTIGUEIRA - APOMEL

Ortigueira-Pr, 04 de Agosto de 2005.

A
CNEC Engenharia S.A
Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100 – Bloco A – 1º andar

Ilustríssimo Senhor Responsável,

80 620 859/0001-32

Associação dos Produtores
Ortigueirenses de Mel

RUA SÃO PAULO, S/N - CENTRO

84.350 - ORTIGUEIRA - PR



A Associação de Produtores de Mel de Ortigueira - APOMEL, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº80.620.859/0001-32, fundada a mais de 20 (vinte) anos, vem, por meio desta informar e requerer o que se segue:

Quando da apresentação dos impactos que seriam causados na região de Ortigueira, a Empresa CNEC Engenharia S.A, absteve-se de mencionar o impacto causado aos apicultores do Município de Ortigueira que possuem, em média 5.000 (cinco mil) caixas de abelha na bacia do Rio Tibagi, de várias floradas, como aroeira branca, açoita cavala, sabugueiro, vassoura alecrim, maria-mole, maria-preta, guamirim, farinha seca, guapuruvu e especialmente a florada predominante que é a tapichingui que produz um dos melhores mel para exportação.

Tal atividade além de gerar aproximadamente 200 empregos diretos e mais de 500 indiretos, dá ao proprietário da área uma renda de 10% do que é produzido pelo apicultor.

Com a construção da barragem, inúmeras famílias que dependem do mel para viver, deixarão de auferir renda para a manutenção de suas famílias, fato que não foi levantado pela Empresa CNEC Engenharia S.A.

Os prejuízos anuais contabilizados dão conta da redução de 185.000 quilos de mel tipo exportação, que são vendidos a um custo médio de R\$6,00 (seis reais) o quilo, sem contar a produção de aproximadamente 30 mil quilos de cera a um custo de R\$12,00 (doze reais) o quilo, 20.000 quilos de própolis a um custo de R\$60,00 (sessenta reais) o quilo e 20.000 quilos de pólen a um custo de R\$20,00 (vinte reais) o quilo.

Av. Paraná, 807, Centro, Ortigueira-PR CEP:84350-000 fone: (42) 3277-1262

*Recebido em
06.08.05*

ANEXO II



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORTIGUEIRA

ESTADO DO PARANÁ
CNPJ 77.721.363/0001-40

PROJETO BÁSICO

IMPLANTAÇÃO DE CENTROS COMUNITÁRIOS DE PRODUÇÃO – CCP UNIDADE BENEFICIADORA DE MEL

I – MUNICÍPIO: Ortigueira

II – ESTADO: Paraná

III – ENTIDADES BENEFICIADAS:

- Será Beneficiada 01 (uma) Associação de Produtores de Mel.

IV – JUSTIFICATIVA:

A atividade apícola é tradicional no município, presente com aproximadamente 8.000 caixas de abelha e produção de 250 toneladas de mel, envolvendo mais de 300 famílias. A comercialização do produto concentra-se na venda para atravessadores da região que pagam baixos preços. Existe uma forte demanda de mel devido os programas de segurança alimentar, enriquecendo a alimentação das crianças, o que exige um mel de melhor qualidade que é o caso deste projeto. Praticamente todo o mel produzido e envasado na região não contém inspeção, estando fora dos padrões exigidos pela vigilância sanitária. Um dos problemas encontrados é a falta de um padrão de qualidade do produto, o projeto prevê também ações de melhoria da produção e da qualidade do mel e outros produtos de origem apícola.

1. PROJETO RESFRIADOR DE LEITE COMUNITÁRIO

**1.1. ASSOCIAÇÃO ORTIGUEIRENSE DE PRODUTORES DE MEL – CNPJ –
80.620.859/0001-32**

1.2. COMUNIDADES E PÚBLICO BENEFICIÁRIAS

- APICULTORES FAMILIARES
- TOTAL DE FAMÍLIAS: 30

2. PRODUTOS A SEREM BENEFICIADOS E PROCESSOS PROPOSTOS

- Pasteurização e envase de mel, cera e própolis.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORTIGUEIRA

ESTADO DO PARANÁ
CNPJ 77.721.363/0001-40

2.1. DADOS SOBRE A PRODUÇÃO

Situação Atual

Produção Mel	Mercado Consumidor	Forma de Comercialização	Preço Médio Pago (RS)	Margem Bruta/LTS (RS)
35.000 Kg	Atravessador	Latas de 25 Kg	4,50	2,00

Situação Proposta

Produção Mel	Mercado Consumidor	Forma de Comercialização	Preço Médio Pago (RS)	Margem Bruta/LTS (RS)
60.000 Kg	Direto ao Consumidor	Pasteurizado e embalado	8,00	5,0

2.2. DEMONSTRATIVO DE RECEITAS

Produto	Produção Atual (Kg)	Produção Estimada (Kg)	RS/ Kg	RS TOTAL
Mel	37.500	60.000	8,00	480.000,00
TOTAL				480.000,00

Além do aproveitamento e comercialização de cera e própolis, de alto valor de mercado.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE MERCADO

A produção atual é destinada ao consumo das famílias, venda para o comércio local e apiários da região. Com a legalização do produto e um beneficiamento adequado, abre-se inúmeros oportunidades de venda e principalmente a possibilidade de exportação. Acrescentamos também uma demanda já existente dos programas regionais de segurança alimentar na aquisição do produto.

3. EQUIPAMENTOS E EDIFICAÇÕES NECESSÁRIAS

A infra-estrutura necessária para a instalação dos equipamentos e demais obrigações legais é de total responsabilidade da APOMEL

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE MEL DE ORTIGUEIRA - APOMEL

Além dos prejuízos sócio-econômicos há o prejuízo ambiental, uma vez que inúmeras variedades de abelhas sem ferrão que se encontram em extinção, e que hoje são encontradas na bacia do Rio Tibagi, como a guaraipo e mambuca, serão extintas, sem contar outras variedades como jataí, mandaçaia, manduri, vorá, vuíra, que são exploradas pelos ribeirinhos e extrativista, que sobrevivem deste tipo de exploração.

Como prejuízo ambiental, há que se destacar, ainda, a polinização feita pelas abelhas, que ajudam na diversificação das espécies vegetais, que deixará de ocorrer com o alagamento para a construção da hidrelétrica.

Ante tais circunstâncias, necessário que antes da construção, haja uma audiência com os produtores de mel para que sejam compensadas as perdas com a produção na Bacia do Rio Tibagi, perdas estas que poderiam ser compensadas da seguinte maneira: a construção de uma unidade básica de beneficiamento de mel (UBM) com capacidade para exportação, reflorestamento com espécies nativas de novas áreas para a manutenção da classe apícola e compensação dos demais prejuízos a serem discutidos na presente reunião.

Os produtores de mel de Ortigueira, ambientalistas de berço, subscrevem a mesma.

Certo de sua compreensão desde já agradecemos,

Cordialmente,

Flávio Ferreira de Melo
Presidente da Associação dos Produtores de Mel de Ortigueira

X 

Mário Izael Siqueira
Presidente do Conselho Fiscal



80 620 859/0001-32

Associação dos Produtores
Ortigueirenses de Mel

RUA SÃO PAULO, S/N - CENTRO

84.350 - ORTIGUEIRA - PR



Av. Paraná, 807, Centro, Ortigueira-PR CEP:84350-000 fone: (42) 3277-1262

4.7 REQUISITO Nº 5 “ANALISAR O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO”.

4.7.1 EUTROFIZAÇÃO

4.7.1.1 Introdução

A eutrofização observada na formação de reservatórios é ocorrência comum nos primeiros anos de pós-enchimento. Este processo de enriquecimento do corpo de água ocorre em função do incremento de nutrientes advindos da biomassa submersa, da drenagem dos solos no entorno e das vazões afluentes. Há imediata deterioração da qualidade da água e alterações limnológicas bióticas e abióticas subseqüentes, freqüentemente envolvendo aumento do grau de trofia do corpo de água. Estas mudanças tendem a ser de curta duração (3 a 5 anos após o enchimento), quando grande parte da matéria orgânica é decomposta, ocorre depleção de nutrientes e retorno a condições oligotróficas.

Entretanto, TUNDISI et al. (1993) observam que a extensão da eutrofização relacionada à transformação rio-represa depende do tipo de mudanças que podem ocorrer entre as várias bacias laterais e o canal principal, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos diferentes para cada reservatório. Fatores como quantidade de biomassa submersa no alagamento, tempo de enchimento do reservatório, características morfométricas, hidrológicas e operacionais (tais como, flutuações no nível da água, tempo de retenção), processos internos de transporte e sedimentação, condições climáticas no seu entorno e atividades antropogênicas que se desenvolvem na respectiva bacia hidrográfica têm influência no processo (Straskraba et al., 1993).

A análise conjunta das variáveis acima pode gerar informações extremamente significativas à avaliação da susceptibilidade do corpo de água à eutrofização, ao conhecimento da dinâmica da estratificação e, mesmo, à produtividade do ecossistema, como observa VON SPERLING (1994). Estas informações, entretanto, servem basicamente para determinação de tendências. Para o diagnóstico definitivo destes processos, é necessário um monitoramento contínuo do reservatório, ao longo dos anos subseqüentes a sua formação.

4.7.1.2 Metodologia

Na avaliação da susceptibilidade do futuro reservatório da UHE Mauá à eutrofização foram utilizados dados secundários da concentração de fósforo no rio Tibagi para cálculo do Índice de Estado Trófico (IET) de CARLSON (1977) modificado por TOLEDO (1990), desenvolvido para reservatórios tropicais.

Os dados de fósforo foram fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, oriundos de quatro estações de monitoramento na bacia do rio Tibagi: estação Tibagi (ANEEL 64465000 / IAP TI-03, entre 1987 e 2004); estação Telêmaco Borba (ANEEL 64482000 / IAP TI-04, entre 1996 e 2006); estação Ribeirão das Antas (ANEEL 64491000 / IAP TI-06, entre 1987 e 1995); estação Porto Londrina (ANEEL 64501000 / IAP TI-07, entre 1987 e 2006). Estas mesmas estações foram referenciadas no EIA/RIMA (CNEC, 2004), mas os dados foram atualizados para este estudo.

A escolha do fósforo para a avaliação do Índice Trófico deu-se em função do cálculo prévio da razão molar entre nitrogênio e fósforo (N/P). Esta razão indica que o fósforo predomina como nutriente limitante ao crescimento da comunidade fitoplanctônica nas estações acima monitoradas, naqueles períodos.

A aplicação de um índice trófico desenvolvido para reservatórios, no ambiente atual fluvial, teve como objetivo subsidiar o prognóstico da situação futura de reservatório, quando o ambiente formado terá características intermediárias, entre lóticis e lênticas.

A expressão do fósforo para o cálculo do Índice Trófico de Toledo é a que se segue:

$$\text{IET (fósforo)} = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{\ln(80,32/P)}{\ln 2} \right] \right\}$$

Onde: P = concentração de fósforo total ($\mu\text{g/L}$) medida à superfície da água.

A interpretação do Índice de Estado Trófico baseou-se no critério abaixo:

Critério	Fósforo Total (mg/L)	Estado Trófico
IET \leq 44	<0,028	Oligotrófico

44<IET≤54	0,028 - <0,055	Mesotrófico
54<IET≤74	0,055 – 0,129	Eutrófico
IET>74	>0,129	Hipereutrófico

Conjuntamente, foram considerados aspectos morfométricos, hidrológicos e climáticos disponíveis, que podem ter influência no grau de trofia do reservatório. Como dado morfométrico primário, foi feita consideração em relação à profundidade do reservatório. VON SPERLING (1994) observa que a profundidade máxima se constitui relevante indicador do possível comportamento do corpo de água com relação à formação de perfis térmicos. Da mesma forma, a profundidade média (volume / superfície) mostra uma qualidade de resposta muito boa no que se refere ao estado trófico e a produtividade do sistema.

Em relação a dados morfométricos secundários, foram calculados: profundidade relativa, desenvolvimento de margens ou da linha de costa (shoreline) e fator de envolvimento.

Segundo VON SPERLING (1994) e STRASKRABA & TUNDISI (1999a) um dos parâmetros morfométricos secundários de maior significância limnológica é a profundidade relativa. Este parâmetro é muito útil quando da descrição das condições de estabilidade e estratificação do sistema aquático. Ela é definida pela razão entre a profundidade máxima e o diâmetro médio do lago, isto é:

$$ZR = 88,6 \cdot \frac{Z_{\max}}{\sqrt{A}} = \%$$

O desenvolvimento de margens ou da linha de costa (shoreline) compreende a medida do grau de irregularidade da linha de costa. Este parâmetro ilustra a relação entre o comprimento real da linha de costa e o comprimento de uma circunferência de um círculo com uma área igual à área total do lago. Uma forma circular perfeita tem um desenvolvimento de margens de 1. Valores superiores a 3,5 classificam o corpo de água como dendrítico:

$$D_p = 0,28 \cdot \left(\frac{\text{perímetro}}{\sqrt{A}} \right)$$

18/02/1998	0,144	12	68	Eutrófico	06/10/2005	0,29		79	Hipereutrófico
22/04/1998	0,076	11	59	Eutrófico	25/05/2006	0,033		47	Mesotrófico
25/06/1998	0,098	18	63	Eutrófico	31/08/2006	0,029		45	Mesotrófico
24/08/1998	0,18	13	72	Eutrófico					
21/10/1998	0,071	16	58	Eutrófico					
23/11/1998	0,045	10	52	Mesotrófico	MEDIA	0,075		59	Eutrófico

PT* = fósforo total

Tabela XXXIX - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Ribeirão das Antas

ESTAÇÃO RIBERÃO DAS ANTAS
Rio: TIBAGI **Município: Curiúva**
Código IAP: TI - 06 **Código ANEEL: 64491000**
Latitude: 24° 01' **Longitude: 50° 41'**

Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico	Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico
25/03/1987	0,046	12	52	Mesotrófico	05/06/1991	0,045		52	Mesotrófico
26/04/1987	0,022	138	41	Oligotrófico	24/08/1991	0,04		50	Mesotrófico
21/11/1987	0,041	29	50	Mesotrófico	23/09/1991	0,053	31	54	Mesotrófico
16/06/1988	0,046	43	52	Mesotrófico	29/10/1991	0,048	21	53	Mesotrófico
16/07/1988	0,036	48	48	Mesotrófico	22/11/1991	0,036	20	48	Mesotrófico
22/10/1988	0,038	33	49	Mesotrófico	05/12/1991	0,048	30	53	Mesotrófico
24/11/1988	0,071	15	58	Eutrófico	14/04/1992	0,071		58	Eutrófico
11/12/1988	0,05	9	53	Mesotrófico	24/05/1992	0,218		74	Eutrófico
19/02/1990	0,1	0	63	Eutrófico	30/09/1992	0,089	12	61	Eutrófico
19/06/1990	0,05	15	53	Mesotrófico	24/03/1994	0,5		86	Hipereutrófico
04/09/1990	0,063	36	56	Eutrófico	02/05/1994	0,037	27	49	Mesotrófico
30/09/1990	0,044	24	51	Mesotrófico	30/05/1994	0,164	12	70	Eutrófico
04/11/1990	-		-	-	30/08/1994	0,015		36	Oligotrófico
04/12/1990	0,037		49	Mesotrófico	24/04/1995	0,095	17	62	Eutrófico
28/02/1991	0,04		50	Mesotrófico					
01/04/1991	0,018		38	Oligotrófico	MEDIA	0,067		57	Eutrófico

Tabela XL - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Telêmaco Borba

ESTAÇÃO TELÊMACO BORBA
Rio: Tibagi **Município: Telêmaco Borba**
Código IAP: TI-04 **Código ANEEL: 64482000**
Latitude: 24° 21' 34" **Longitude: 50° 35' 42"**

Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico	Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico
10/12/1996	0,052	20	54	Mesotrófico	26/10/2000	0,097	16	63	Eutrófico
25/06/1997	0,096	22	63	Eutrófico	16/06/2001	0,071		58	Eutrófico
25/08/1997	0,028	64	45	Mesotrófico	12/09/2001	0,103		64	Eutrófico
23/09/1997	0,157	15	70	Eutrófico	12/08/2003	0,005		20	Oligotrófico
13/11/1997	-		-	-	01/12/2003	0,097		63	Eutrófico
25/02/1998	0,142	13	68	Eutrófico	25/05/2004	-		-	-

26/08/1998	0,093		62	Eutrófico	22/03/2005	0,036		48	Mesotrófico
21/10/1998	0,065	16	57	Eutrófico	19/07/2005	0,037		49	Mesotrófico
26/11/1998	0,044	20	51	Mesotrófico	20/09/2005	0,11		65	Eutrófico
10/05/1999	0,067	14	57	Eutrófico	27/04/2006	0,035		48	Mesotrófico
27/10/1999	0,047	70	52	Mesotrófico	19/07/2006	0,029		45	Mesotrófico
29/06/2000	0,091		62	Eutrófico	23/08/2006	0,080		60	Eutrófico
08/08/2000	0,036		48	Mesotrófico	MÉDIA	0,070		58	Eutrófico

Tabela XLI - Concentrações de fósforo e Índice de estado Trófico na estação Tibagi

ESTAÇÃO TIBAGI

Rio: Tibagi Município: Tibagi
 Código IAP: TI - 03 Código ANEEL: 64465000
 Latitude: 24°30' Longitude: 50°24'

Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico	Data da Amostragem	Fóforo Total	N/P molar	IET (PT)	Estado Trófico
26/03/1987	0,005	172	20	Oligotrófico	10/05/1994	0,028		45	Mesotrófico
22/04/1987	0,070	18	58	Eutrófico	02/06/1994	0,056	18	55	Eutrófico
25/07/1987	0,039	9	50	Mesotrófico	20/07/1994	0,052	16	54	Mesotrófico
01/10/1987	0,023	72	42	Oligotrófico	24/08/1994	0,016	21	37	Oligotrófico
23/04/1988	0,069	21	58	Eutrófico	28/05/1996	0,028	17	45	Mesotrófico
21/05/1988	0,117	12	65	Eutrófico	23/07/1996	0,011	132	31	Oligotrófico
24/06/1988	0,010		30	Oligotrófico	22/08/1996	0,044	23	51	Mesotrófico
22/07/1988	0,018	158	38	Oligotrófico	24/09/1996	0,022	68	41	Oligotrófico
25/08/1988	0,025	26	43	Oligotrófico	14/10/1996	0,218	16	74	Eutrófico
23/09/1988	0,035	28	48	Mesotrófico	12/11/1996	0,048	29	53	Mesotrófico
21/10/1988	0,044		51	Mesotrófico	05/12/1996	0,059	20	56	Eutrófico
01/04/1989	0,065	7	57	Eutrófico	22/05/1997	0,002	463	7	Oligotrófico
24/04/1989	0,003	309	13	Oligotrófico	27/07/1997	0,130	12	67	Eutrófico
14/05/1989	0,051	12	53	Mesotrófico	29/09/1997	0,075	24	59	Eutrófico
22/05/1989	0,030		46	Mesotrófico	13/11/1997	0,090	14	62	Eutrófico
27/06/1989	0,016		37	Oligotrófico	27/04/1998	0,081	12	60	Eutrófico
24/07/1989	0,018	34	38	Oligotrófico	03/07/1998	0,041	28	50	Mesotrófico
28/08/1989	0,085	17	61	Eutrófico	19/08/1998	0,106	13	64	Eutrófico
18/09/1989	0,180	13	72	Eutrófico	28/10/1998	0,069	6	58	Eutrófico
10/10/1989	0,023	47	42	Oligotrófico	01/09/1999	0,025	55	43	Oligotrófico
04/10/1989	0,044	26	51	Mesotrófico	01/03/2000	0,155	31	69	Eutrófico
07/11/1990	0,134	12	67	Eutrófico	09/08/2000	0,047	31	52	Mesotrófico
12/12/1990	0,276	11	78	Hipereutrófico	25/10/2000	0,062	55	56	Eutrófico
04/03/1991	0,108	13	64	Eutrófico	03/09/2001	0,074	36	59	Eutrófico
17/07/1991	0,057	13	55	Eutrófico	06/03/2001	0,115		65	Eutrófico
18/09/1991	0,080	7	60	Eutrófico	13/06/2001	0,072		58	Eutrófico
22/10/1991	0,075	14	59	Eutrófico	06/12/2001	0,042		51	Mesotrófico
01/12/1991	0,053	10	54	Mesotrófico	11/08/2003	0,016		37	Oligotrófico
19/03/1992	0,160	11	70	Eutrófico	24/11/2003	0,039		50	Mesotrófico
14/04/1992	0,062	13	56	Eutrófico	25/05/2004	0,140		68	Eutrófico
29/03/1994	0,043	24	51	Mesotrófico	MÉDIA	0,065		52	Mesotrófico

Situação pré-enchimento do reservatório

As concentrações médias de fósforo nas quatro estações do rio Tibagi, calculadas a partir de dados secundários apresentados nas tabelas anteriores, encontram-se entre 0,065 e 0,075 mg/L e são mostradas na Tabela XLII. Estas estão de acordo com o padrão definido pela Resolução CONAMA 357/05, para ambientes lóticos de Classe 2 (limite máximo de 0,10 mg/L). No caso do rio Tibagi, e da maioria dos rios, que se caracterizam por maior fluxo, em relação a lagos e reservatórios, tais níveis de fósforo não favorecem o eutrofização.

Tabela XLII – Médias de Fósforo Total e do Índice Trófico no ambiente fluvial

ESTAÇÃO	Sigla	Período Monitorado	Média Fósforo Total (mg/L)	IET	Estado Trófico
Tibagi	TI-03	1987-2004	0,065	52	Mesotrófico
Telêmaco Borba	TI-04	1996-2006	0,070	58	Eutrófico
Ribeirão das Antas	TI-06	1987-1995	0,067	57	Eutrófico
Porto Londrina	TI-07	1987-2006	0,075	59	Eutrófico

Situação pós-enchimento do reservatório

Considerando-se que os dados de fósforo apresentados no monitoramento da SUDERHSA, nas quatro estações monitoradas, correspondem a um período global longo, entre 1987 e 2006, os mesmos refletem o histórico da região em relação aos aportes deste nutriente. Com base nisto, transpuseram-se as concentrações médias obtidas no ambiente lótico (rio Tibagi), para um ambiente com características lênticas, como será futuro reservatório (tempo de residência médio da água, em torno de 88,6 dias, na cota 635,0 m) segundo critérios da Resolução CONAMA 357/05.

Na situação mais crítica, ou seja, desconsiderando-se processos físicos, químicos e biológicos que serão estabelecidos no novo ambiente (sedimentação, precipitação, adsorção, absorção, entre outros), as concentrações de fósforo excederiam em dobro o limite da Resolução CONAMA 357/05, para ambientes lênticos de Classe 2 (0,030 mg/L).

Dentro do mesmo critério, os valores médios de fósforo obtidos nas quatro estações, indicam um estágio trófico intermediário para o futuro reservatório, entre mesotrófico e eutrófico, segundo o Índice Trófico de Toledo (Tabela XLII).

Mesmo considerando-se a aplicação indevida do Índice de Toledo para o ambiente fluvial e as limitações na resposta de índices para reservatórios, em função da sua heterogeneidade espacial e temporal (LIND et al., 1993), esta ferramenta pode ser útil para verificação de tendências e estabelecimento de estratégias de gerenciamento.

Os resultados da simulação feita em relação ao estado trófico do futuro reservatório e as concentrações de fósforo detectadas no rio Tibagi ao longo dos anos, geralmente superiores a 0,060 mg/L sugerem a presença de fontes alóctones e aportes contínuos deste nutriente para as águas, provavelmente em função de atividades antrópicas desenvolvidas na bacia. Posto isto, a eutrofização provável e de curto período, normal após os primeiros anos de formação do reservatório, pode ser intensificada e prolongada, se não forem implantadas medidas de controle do uso e da ocupação dos solos na bacia.

Tundisi et al. (1993) observam a influência antropogênica na formação de grande parte dos reservatórios brasileiros, nos quais os eventos químicos e biológicos são amplamente determinados pela entrada de material alóctone decorrente de práticas na agricultura (fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas) e lançamento de despejos domésticos e industriais não tratados.

Em razão da influência destas atividades na bacia sobre a qualidade das águas e com intuito de se estabelecer um prognóstico da eutrofização neste corpo de água, são discutidas adiante fontes potenciais de nutrientes para o reservatório de Mauá. Além disto, são relacionados outros aspectos que podem contribuir para este processo, em particular, quantidade de biomassa submersa no alagamento, tempo de enchimento, características morfométricas e hidrológicas do reservatório e condições climáticas da região.

Convém ressaltar que reservatórios são sistemas complexos e dinâmicos, em função da contínua interação dos organismos bióticos com o meio físico-químico e do permanente processo de resposta às funções de força climatológicas e aos efeitos produzidos pela manipulação do sistema na barragem (TUNDISI, 1999). Além disto, são ambientes compartimentalizados, em função de diferenças

morfométricas, hidrossedimentológicas e de pressão antrópica entre braços e corpo central. Por estas características, o prognóstico do processo de eutrofização no reservatório de Mauá foi conduzido neste estudo, considerando-se diferentes porções e situações de entorno do mesmo, dentro das possibilidades que os dados atualmente disponíveis oferecem.

Na formação do reservatório de Mauá, os municípios de Ortigueira e Telêmaco Borba terão áreas inundadas em valores bem próximos, em torno de 5.000 hectares, segundo CNEC (2004). Considerando-se a biomassa submersa nos dois casos, é provável que a maior quantidade seja oriunda de Telêmaco Borba, em função do predomínio da ocupação dos seus solos por florestas e reflorestamentos, especialmente concentrados na margem direita do rio Tibagi.

Ressalta-se a importância do Programa de Desmatamento Prévio e Limpeza da Área do Reservatório, como ação de redução da biomassa que será inundada. Convém lembrar que, mesmo com tais ações, ainda permanecerão raízes e partes aéreas não removíveis, que serão fonte de nutrientes para o reservatório, ao longo do seu processo de decomposição.

Nestes locais, a eutrofização das águas pode ser estimulada e os efeitos poderão ser acúmulo de matéria orgânica, reduções nos percentuais médios de saturação de oxigênio dissolvido (OD), predomínio de formas reduzidas no hipólímnio, como amônia, resultante da intensa amonificação, e formação de gases tóxicos para o ecossistema aquático, como sulfídrico e metano (ESTEVES, 1998). Estes efeitos deverão perdurar até que os componentes principais da madeira submersa (lignina, celulose e hemicelulose) sejam completamente degradados. O tempo para que isto ocorra é função das taxas de decomposição, que por sua vez dependem da característica de degradabilidade da matéria orgânica naquelas frações, das condições de umidade e temperatura às quais estejam expostas, bem como da biodiversidade fúngica existente no local. Em condições frias e secas, os lignocelulósicos podem permanecer décadas antes de serem decompostos. O húmus resultante dos estágios avançados da decomposição pode acumular-se no ambiente por muito tempo, antes de finalmente ser convertido a dióxido de carbono e água (FERRAZ, 2004; BONFA et al, 2007).

Considerando-se o clima predominante sub-tropical (Cfa) na região do reservatório de Mauá, as temperaturas relativamente elevadas determinam

aumento nas taxas de decomposição (ESTEVES, 1998), o que é aspecto favorável para que o processo de eutrofização inicial se reverta em curto período, em geral, entre três e cinco anos. Por outro lado, altas taxas de metabolismo dos microorganismos geram maior consumo de oxigênio, podendo haver déficits acentuados na região de fundo e instabilidade no ecossistema aquático, como anteriormente discutido.

Reforça-se, portanto, que a efetiva redução da biomassa vegetal submersa é medida fundamental para prevenir a degradação da qualidade da água do reservatório e alcançar sua estabilização em curto período. Neste sentido, TUNDISI et al. (1993) e STRASKRABA & TUNDISI (1999b) observam um tempo aproximado de dez anos para a estabilização de reservatórios formados na região amazônica, em função da grande quantidade de matéria orgânica inundada da floresta tropical equatorial.

Da mesma forma, as áreas atualmente ocupadas por agricultura e pastoreio no município de Ortigueira, na margem esquerda do rio Tibagi, também podem contribuir com agentes eutrofizantes durante e após o enchimento do reservatório. Apesar de ser provável menor quantidade de biomassa, em relação às áreas florestadas, a principal fonte de nutrientes são insumos e agroquímicos aplicados nos solos da região.

Foram apontados no Estudo de Impactos Ambientais (CNEC, 2004) vários princípios ativos de agrotóxicos, tais como, monocrotophos, methamidophos, trifluralina, endosulfan e gluphosate isopropilamina, como os mais utilizados na região. Contribuições neste sentido são prováveis para o rio Barra Grande, afluente de margem esquerda do rio Tibagi, que tenderá sofrer eutrofização mais acelerada após o barramento, com base em alguns aspectos: o potencial de contribuição das terras no seu entorno em agroquímicos, pois, segundo o referido estudo, são as que melhor atendem ao uso agropecuário; condições futuras extremamente lânticas, associadas ao estrangulamento do canal pelo dique de diabásio, e sua baixa profundidade (CNEC, 2004). Mesmo com o rebaixamento da cota máxima de operação de 642,5 m para 635,0 m, exigido como requisito ao empreendimento pelo órgão ambiental, a redução no tempo de residência naquele corpo hídrico não será suficientemente significativa para mudar o referido prognóstico. O baixo fluxo e

a tendência ao acúmulo de nutrientes em função da morfometria deste remanso são fatores que irão favorecer o desenvolvimento do fitoplâncton neste local.

Corroborando para o prognóstico acima o alto índice de desenvolvimento de margem (shoreline) apresentado pelo reservatório de Mauá (12,74), similar ao do reservatório de Salto Caxias (14,01), no rio Iguaçu-PR (RIBEIRO, 2003), que reflete a característica dendrítica destes corpos hídricos (VON SPERLING, 1994). Esta característica aumenta a possibilidade da eutrofização ocorrer em braços rasos do reservatório, pela maior tendência em acumular matéria orgânica e nutrientes, com conseqüências negativas às concentrações de oxigênio.

Além da menor profundidade e da redução do fluxo nos braços do reservatório, em decorrência do barramento, as contribuições oriundas da área urbana dos municípios de Ortigueira, através do rio Barra Grande, e de Telêmaco Borba, pelo rio Tibagi, também podem estimular a eutrofização nos mesmos, se não forem melhoradas as condições de saneamento atualmente observadas na região. Aspecto bastante relevante neste sentido diz respeito a aportes prováveis em função da disposição e tratamento inadequados dos esgotos domésticos. O percentual destinado para fossas rudimentares e rede de esgotos, respectivamente, é de 67% e 8,3%, em Ortigueira, e de 47% e 27%, em Telêmaco Borba (DATASUS, 2002), o que indica baixos índices de tratamento, constituindo-se fontes importantes de nutrientes e matéria orgânica para àqueles corpos de água receptores.

O potencial de eutrofização no corpo central do reservatório tende a ser menor nesta porção, comparativamente aos seus braços, especialmente em relação ao rio Barra Grande. Algumas variáveis do corpo central corroboram para isto: maior profundidade (máxima de cerca de 75,0 m e média de 25,5 m, na cota 635 m), menor concentração de nutrientes, devido ao processo de sedimentação ao longo do reservatório, e tempo de residência da água no corpo central do reservatório inferior ao dos braços.

Segundo von Sperling (1994), tem sido afirmada a existência de uma correlação inversa entre a profundidade média do reservatório (volume/área) e a densidade fitoplanctônica. Considerando-se esta afirmativa, o reservatório de Mauá tende a apresentar baixa densidade desta comunidade no corpo central, especialmente nas proximidades da barragem (porção lacustre), assumindo-se que

suas características são de um corpo hídrico profundo (acima de 25 m), segundo ESTEVES (1998). Este aspecto, associado à retenção progressiva de nutrientes nos sedimentos, no transcurso em direção à barragem, contribui para que o prognóstico na porção lacustre seja de condições mais oligotróficas, em relação às porções intermediária e fluvial.

No que diz respeito à profundidade relativa, com base em VON SPERLING (1994), reservatórios com menor valor têm maior probabilidade de circulação total das massas de água no reservatório, em períodos de condições isotérmicas. Além disto, são mais expostos à influência do vento, o que pode causar redução na transparência da água e na produtividade fotossintética. No caso do reservatório de Mauá, o valor calculado de 0,70% não é demasiadamente elevado, comparativamente a algumas referências feitas por àquele autor para reservatórios nas bacias dos rios Jequitinhonha (Calhauzinho=1,8%), Pardo (Mosquito=2,2%) e Doce (Carioca = 2,9%). No entanto, é superior ao de outros reservatórios mineiros, a exemplo, Três Marias (0,15%), Formoso (0,2%), entre outros, e ligeiramente mais elevado do que o de Salto Caxias (PR), cuja profundidade relativa é de 0,46% (RIBEIRO, 2003). Considerando-se, com base nesta variável, que o reservatório de Mauá é suscetível a maior ação do vento, durante períodos de circulação, a redução na transparência da água pode se constituir interferência negativa nas taxas de crescimento do fitoplâncton.

Entretanto, considerando-se a profundidade máxima do futuro reservatório da UHE Mauá, de cerca de 75,0 m, esta predispõe à ocorrência de estratificação térmica e de oxigênio dissolvido no corpo central, com anóxia na região de fundo. Havendo circulação total da coluna de água após um período de estratificação térmica e de anóxia hipolimnética, poderá ocorrer ressuspensão de nutrientes dos sedimentos e conseqüente potencialização da eutrofização inicial decorrente da biomassa submersa.

Observe-se, ainda, o tempo médio de residência (TR) do reservatório de Mauá, de 88,6 dias (cota 635 m), classificado de fluxo intermediário ($15 \text{ dias} \leq \text{TR} \leq 1 \text{ ano}$), conforme STRASKRABA & TUNDISI (1999a). Ele pode prolongar o tempo de permanência da camada anóxica e favorecer a liberação de nutrientes dos sedimentos, comparativamente a reservatórios de fluxo rápido.

WETZEL (1983), JORGENSEN (1989) e ESTEVES (1998) ressaltam que, em períodos de circulação das massas de água, após anóxia hipolimnética intensa, a eutrofização inibida pela precipitação do fósforo e nitrogênio poderá ser rapidamente induzida através do suprimento interno.

Complementarmente, na ocorrência de períodos de anóxia hipolimnética no futuro reservatório de Mauá, poderão ser estimulados processos anaeróbios com formação de gases tóxicos para o ambiente aquático, o que pode prolongar a instabilidade no pós-enchimento. Como exemplo disto, o reservatório de Curuá-Una (RO) mostra aparecimento de gás sulfídrico no fundo, perto da barragem, em períodos de retenção de mais de trinta dias. Em Paraibuna (SP), com tempo de retenção de cerca de oitocentos dias, foi observada presença de gás sulfídrico em 4/5 da coluna de água (ARCIFA et al., 1981).

Em termos de produtividade primária, o fluxo intermediário do futuro reservatório de Mauá (TR=90 dias) poderá favorecer maiores taxas de crescimento do fitoplâncton, em relação a reservatórios de fluxo rápido, pois nestes últimos as perdas desta comunidade são maiores em função do seu lançamento para jusante.

Tundisi & MATSUMURA-TUNDISI (1992) e STRASKRABA & TUNDISI (1999b) embasam as discussões anteriores quando observam a influência do tempo de residência do reservatório no desenvolvimento do fitoplâncton e de outras comunidades aquáticas, na seleção de espécies e no seu próprio estado trófico. Segundo os autores, esta variável determina diferenciação longitudinal da qualidade da água, afeta condições de estratificação e fluxos e a retenção de materiais particulados e dissolvidos no reservatório (STRASKRABA & TUNDISI, 1999a). Por se tratar de uma variável hidrodinâmica controlável na operação do reservatório, ressaltam sua extrema importância no manejo da qualidade da água destes ambientes.

Outra variável a ser considerada no prognóstico da eutrofização decorrente da transformação rio-represa é o tempo de enchimento. Ele também prolonga a instabilidade quando é lento e intermitente. No caso do reservatório de Mauá, o tempo de enchimento previsto para 125 dias pode ser considerado intermediário, tomando-se como referência os vários anos despendidos no enchimento dos reservatórios russos (Straskraba et al., 1993) e cerca de cinco dias no reservatório de Salto Caxias, estado do Paraná (Ribeiro, 2003).

O fator de envolvimento constitui-se outra característica morfométrica relevante na avaliação da susceptibilidade de reservatórios à eutrofização (VON SPERLING, 1994). Este relaciona a área da bacia de drenagem à área total do lago, sendo que altos valores, como se pode atribuir para o reservatório de Mauá (181), indicam que grandes quantidades de nutrientes podem ser carregados para o corpo de água, especialmente se há atividades de agricultura na bacia.

A classificação do fator de envolvimento para o reservatório de Mauá tomou como base valores relativos a reservatórios localizados em Minas Gerais, tais como, Caraíbas (123), Calhauzinho (196), Samambaia (213) e Machado Mineiro (494), mais elevados comparativamente a outros do mesmo estado, Soledade (17), Formoso (31), Pampulha (31), Emborcação (65), Bananal (70), entre outros.

Segundo VON SPERLING (1994), é também assumido que altos valores relativos ao fator de envolvimento aumentam a chance da bacia de drenagem estar sendo ocupada por estabelecimentos urbanos, levando a uma geração mais intensiva de despejos domésticos e a problemas de eutrofização no lago.

STRASKRABA et al. (1993) observam que o processo de eutrofização é mais rápido em reservatórios do que em lagos naturais, devido à elevada relação entre a área de drenagem e a área do reservatório. Isto reforça as considerações acima e ressalta a importância de se estabelecer controle sobre as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica para a contenção da eutrofização, especialmente nestes corpos hídricos.

4.7.1.4 Considerações finais

Com base nas considerações feitas, pode-se atribuir um potencial de eutrofização médio para o futuro reservatório da UHE Mauá. A maior susceptibilidade deste corpo de água ao processo de eutrofização está relacionada a alguns aspectos principais:

- Potencial médio de biomassa vegetal a ser submersa;
- Tempo de enchimento e de residência da água classificados como intermediários;
- Característica dendrítica, com maior probabilidade de acúmulo de nutrientes

e redução acentuada do fluxo nos remansos, especialmente no rio Barra Grande;

- Condições climáticas, que favorecem estratificação térmica com anóxia hipolimnética e ressuspensão de nutrientes dos sedimentos;
- Aportes significativos de nutrientes oriundos de atividades que se desenvolvem na bacia (especialmente agropecuária e esgotos domésticos), que determinam condições mesotróficas atuais para as águas do rio Tibagi (indicadas pelo Índice Trófico de Toledo). A influência da bacia é corroborada pelo alto fator de envolvimento (área de drenagem/área do reservatório) apresentado pelo reservatório de Mauá.

Algumas medidas podem ser tomadas para reduzir a eutrofização inicial decorrente da transformação rio-represa e conter a eutrofização antrópica concomitante:

- Limpeza e desmatamento prévio ao enchimento, reduzindo ao máximo a biomassa vegetal a ser submersa;
- Manipulação do tempo de residência da água;
- Orientação a técnicas de manejo dos solos para agricultura e pastoreio (controle da erosão e do uso de agroquímicos);
- Melhoria nas condições de coleta e tratamento de esgotos domésticos nos municípios de montante;
- Identificação e controle de fontes de poluição importantes na bacia.
- Manutenção/recomposição da mata ciliar ao longo do rio Tibagi e dos afluentes diretos do reservatório.

Considerando-se que grande parte dos fatores que tornam o reservatório de Mauá suscetível à eutrofização depende de ações de gerenciamento e manejo ambiental, discutidas no corpo deste estudo, o potencial de eutrofização das suas águas pode ser grandemente reduzido, se as mesmas forem implantadas. Em especial, destacam-se as medidas de controle da poluição relacionada às atividades de agricultura e pastoreio e à melhoria no tratamento dos esgotos sanitários dos municípios no entorno do reservatório que contribuem, atualmente, com agentes eutrofizantes para as águas da região. É fundamental, também, que

tais ações sejam precedidas e acompanhadas de estudos científicos de longa duração, para que o conhecimento adequado do ecossistema em questão seja suficiente para subsidiar estratégias de manejo integrado na área de seu entorno. Isto confere grande importância ao pleno desenvolvimento dos programas ambientais previstos no Projeto Básico Ambiental (PBA) e a futuros estudos técnicos e científicos exigidos no processo de licenciamento ambiental. Da mesma forma, as parcerias com prefeituras e empresários da região e órgãos ambientais de fiscalização e controle devem ser ativadas, para alcance dos objetivos.

Straskraba et al. (1993) e Straskraba & Tundisi (1999b) citam como exemplo o reservatório russo Slapy, que teve revertida intensa eutrofização após estudos realizados por cerca de 30 anos, que possibilitaram conhecimento adequado e controle sobre o referido ecossistema. O reservatório Lobo-Broa (Bacia do rio Tietê, São Carlos) é uma das experiências brasileiras bem sucedidas de gerenciamento integrado e manejo ambiental, refletidas na excelente qualidade da água, fruto de estudos limnológicos também realizados por longos anos.

4.7.1.5 Referências

- ARCIFA, M. S.; FROEHLICH, C. G.; GIANESELLA-GALVÃO, S. (1981). **Circulation patterns and their influence on physico-chemical and biological conditions in eight reservoirs in Southern Brazil**. Verh. Internat. Verein. Limnol., v.21, p.1054-9.
- BONFÁ, M. R. L. et al. (2007, prelo). **Produção de Ligninases por Fungos de Degradação Branca em Resíduos Agroindustriais**. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP. Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Aplicada. São José do Rio Preto – SP.
- CARLSON, R. E. (1977). **A trophic state index for lakes**. Limnology and Oceanography, v.22, n.2, p.361-9, Mar.
- CNEC (Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores) Engenharia S.A. (2004). **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da UHE Mauá**. Curitiba.
- DATASUS (Departamento de Informática do Sistema Unificado de Saúde) (2002). **Cadernos de informações de saúde**. Disponível em [http:// www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br). Acesso em 05 de abril de 2007.

- FERRAZ, André. (2004). **Fungos decompositores de materiais lignocelulósicos**. In: Esposito, Elisa; Azevedo, João Lúcio. (Org.). *Biologia de Fungos*. Caxias do Sul, p. 215-242.
- LIND, O. T.; TERREL, T. T.; KIMMEL, B. L. (1993). **Problems in reservoir trophic state classification and implications for reservoir**. In: STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. (eds.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp.213-18.
- RIBEIRO, L.H.L. 2003. **A eutrofização na formação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias (PR): uma análise com vistas ao gerenciamento sustentável**. São Paulo, USP, 157p (Dissertação de Mestrado).
- STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. (1999a). In: TUNDISI, J. G. & STRASKRABA, M. (eds.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology, Backhuys Publishers, pp.565-597.
- STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. (1999b). **Guidelines of lake management: reservoir water quality management**. V.9, International Lake Environment Committee Foundation (ILEC).
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. & DUNCAN, A. (1993). **State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management**. In: STRASKRABA, M.;
- TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. (eds.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp.213-18.
- TOLEDO, Jr. A. P. (1990). **Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais**. Relatório técnico. CETESB, São Paulo. Outubro de 1990. 11p. e anexos.
- TUNDISI, J. G. (1999). **Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos**. In: HENRY, R. (ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO:FAPESP, pp. 19-38.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & CALIJURI, M. do C. (1993). **Limnology and management of reservoirs in Brazil**. In: STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. & DUNCAN, A. (eds.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp.25-55.
- VON SPERLING, E. (1994). **Morphometric features of some lakes and reservoirs in the state of Minas Gerais**. In: PINTO-COELHO, R. M.; GIANI, A. & SPERLING, E. von (eds.). **Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies**. Belo Horizonte: SEGRAC, pp. 71-6.

4.8 REQUISITO Nº 15 “DESCREVER SE HAVERÁ INVERSÃO DOS FLUXOS DOS NÍVEIS FREÁTICOS E RESTRIÇÕES AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA”.

4.8.1 HIDROGEOLOGIA

4.8.1.1 Introdução

A recarga, o armazenamento e a descarga dos mananciais subterrâneos estão condicionados por um ambiente controlado pelo arcabouço das rochas que compõem o substrato da região. A água subterrânea depende de espaços vazios interconectados por onde ela possa circular e encontrar condições de armazenamento. Tais condições são estabelecidas tanto por rochas granulares clásticas, porosas por excelência, desde que sua porosidade não seja preenchida por cimento químico ou por fração argilosa. Vazios que podem acondicionar água, também são gerados por fraturamentos de rochas originalmente impermeáveis respondendo a tensões telúricas ou eventualmente de outra origem.

A movimentação da água seja no ambiente subterrâneo ou superficial, depende de alterações de pressão e gradientes de nível entre a entrada e o exutório. A imposição no ambiente, de uma massa de água se constitui em um aumento significativo na coluna de água que vai se conectar com corpos de água de sub-superfície. Visto isso, o sistema hidrogeológico da área afetada irá buscar um novo estado de equilíbrio e isso envolverá uma redistribuição de massas de água, com modificações no regime de fluxos.

4.8.1.2 Objetivos

A presente abordagem objetiva, complementarmente ao EIA-RIMA já realizado:

- Tecer considerações e estabelecer os fatos relativos a modificações no padrão de circulação de água subterrânea na área de influência direta do reservatório da UHE Mauá;
- Fornecer subsídios para esclarecimentos de questões específicas colocadas pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP sobre aspectos hidrogeológicos;

4.8.1.3 Metodologia

Esta abordagem se baseia, sobretudo em informações disponíveis sobre a hidrogeologia regional, obtidos dos bancos de dados da SANEPAR e da SUDERHSA, bem como documentação cartográfica e imagens de sensores remotos e observações “in situ”.

Os dados levantados foram analisados frente à documentação relativa ao projeto da UHE Mauá, sendo geradas conclusões de cunho geral sobre a área e tema em consideração.

4.8.1.4 Resultados

A região da bacia hidrográfica do rio Tibagi cujos recursos hídricos subterrâneos serão afetados pela construção da UHE Mauá está situada na área de influência direta do reservatório, sendo composta por rochas de uma seqüência sedimentar onde predominam unidades clásticas muito finas, com algumas unidades arenosas, muitas delas contendo vazios total ou parcialmente preenchidas por cimento carbonático.

Modificando as condições puramente sedimentares, o vulcanismo mesozóico fraturou o pacote sedimentar movimentou grandes blocos de rochas e intruiu diques e soleiras de diabásio, alterando as condições de circulação e armazenamento de água subterrânea. Esta seqüência de eventos configurou na região de interesse um ambiente hidrogeológico onde a água infiltrada pela superfície do terreno acessa os aquíferos principalmente em suas áreas de recarga direta. As fraturas estão em grande parte preenchidas por depósitos químicos hidatogênicos, ou seja, formados por soluções saturadas em carbonato de cálcio, de origem superficial.

A fim de contextualizar o panorama hidrogeológico local considere-se o conjunto das 11 províncias hidrogeológicas do Estado do Paraná, constantes da Tabela XLIII (PARANÁ, 1998).

Na região onde se insere a área de influência direta do reservatório da UHE Mauá, está incluída na Província Hidrogeológica do Paleozóico Médio, que tem como principal reservatório de água subterrânea, os arenitos da Formação Rio Bonito.

O Grupo Guatá é composto, da base para o topo pelas Formações Rio Bonito e Palermo.

A Formação Rio Bonito assenta-se em contato discordante erosivo sobre a unidade superior do Grupo Itararé, embora Schneider et al. (1974), considerem que esse contato como concordante.

Schneider et al. (1974) dividiram a Formação Rio Bonito nos membros: Triunfo, contendo arenitos médios a grosseiros com intercalações de conglomerados, siltitos, e folhelhos com leitos de carvão; Paraguaçu contendo siltitos e folhelhos cinzas com intercalações de arenitos muito finos a finos e camadas delgadas de calcário; e Siderópolis, com arenitos finos a muito finos, intercalados com leitos de argilitos e folhelhos carbonosos, com leitos localizados de carvão.

Cobrindo a Formação Rio Bonito, em contato concordante, ocorre a Formação Palermo, constituída por siltitos e siltitos arenosos de coloração cinza (SCHNEIDER et al., (1974)).

A Figura 14, Figura 15, Figura 16 e Figura 17 mostram, aspectos da Formação Rio Bonito e área de ocorrência do Grupo Guatá no Estado do Paraná.

De forma secundária, porém não menos importante, devido à estruturação e compartimentação da seqüência sedimentar, ocorrem diques de espessura variada, preenchendo falhamentos de direção geral NW-SE. Esses diques se formaram durante o magmatismo que deu origem à Formação Serra Geral, e se expressam na topografia como cristas alinhadas na direção citada.

Tabela XLIII - Províncias hidrogeológicas do Estado do Paraná

Geocronologia	Província	Grupo	Formação
Terciário-Quaternário	Costeira		Alexandra
Terciário	Guabirota		Guabirota
Cretáceo	Caiuá	Bauru	Caiuá
Jurássico-Cretácico	Serra Geral Sul	São Bento	Serra Geral
	Serra Geral Norte		
Triássico-Jurássico	Botucatu		Botucatu Pirambóia
Neopermiano	Paleozóica Superior	Passa Dois	Rio do Rasto Terezina Serra Alta Irati
Eopermiano	Paleozóica Média	Guatá	Palermo Rio Bonito
Neocarbonífero- Eopermiano		Itararé	Taciba Campo Mourão Lagoa Azul
Devoniano	Paleozóica Inferior	Paraná	Ponta Grossa Furnas
	Cárstica	Açungui	
	Pré-Cambriana		

Os aquíferos Itararé e Rio Bonito são pouco estudados no Estado do Paraná, sob o ponto de vista hidrogeológico. As poucas informações sobre a potencialidade desses aquíferos e propriedades químicas de suas águas foram obtidas dos bancos de dados da Suderhsa – Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Sanepar – Companhia de Saneamento do Paraná e do LPH – Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas (DEGEOL-UFPR).

Pelas características geológicas, as formações com maior potencial aquífero são representadas pelas camadas arenosas do Grupo Itararé e da Formação Rio Bonito. A predominância de sedimentos finos confere à Formação Palermo um potencial hídrico restrito.

O Aquífero Itararé é formado pelas camadas de arenitos intercaladas com diamictito, argilitos e folhelhos várvidos. A espessura das camadas aquíferas varia de 5 e 20 m. Uma das características desse aquífero é a variação lateral, tanto dos arenitos como dos sedimentos pelíticos, o que aumenta o risco na prospecção de água subterrânea.

O Aquífero Rio Bonito é representado pelos arenitos de granulação fina a média, que ocorrem intercalados com camadas pelíticas e leitos de carvão. A espessura total dos sedimentos atinge 140 m.



Figura 14 - A arenito médio da Formação Rio Bonito com estratificação cruzada e nódulos carbonosos, assentado sobre siltito.



Figura 15 – Afloramento de arenito da Formação Rio Bonito

A vazão média dos poços gira em torno de $14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, sendo que a máxima atinge $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.



Figura 16 – Folhelhos da Formação Rio Bonito com leitos de carvão, no interior da mina da Cambuí em Figueira.

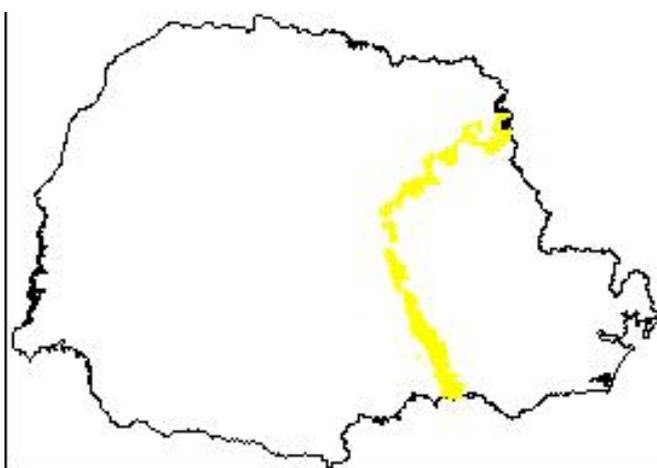


Figura 17 – Distribuição da porção aflorante do Grupo Guatá no Estado do Paraná

A Sanepar utiliza água dos aquíferos Itararé e Rio Bonito para o abastecimento de cerca de 30 municípios localizados ao longo da faixa de afloramento dos Grupos Itararé e Guatá. O volume de água explorado anualmente é da ordem de 410.000 m³.

O banco de dados da Suderhsa registra no Grupo Guatá 24 poços perfurados, sendo 23 na Formação Rio Bonito e um na Formação Palermo.

Quanto ao aquífero freático, este é controlado estritamente por condições locais e será aquele mais alterado pela imposição do reservatório. A alteração, todavia não tende a vir em seu detrimento, pois se espera apenas uma elevação de seu nível. Com isto ele ficará mais próximo da superfície do terreno nas primeiras dezenas de metros da margem do futuro lago. Nesta franja, ele estando mais próximo à superfície, em caso de contaminações eventuais a partir da superfície,

ele ficará mais vulnerável, pelo caminho filtrante menor que a pluma de contaminação irá percorrer antes de alcançá-lo. Esta possibilidade, no entanto pode ser considerada como praticamente desprezível, pois a faixa de proteção das margens praticamente cobrirá esta região de maior vulnerabilidade.

A porção da bacia hidrográfica do rio Tibagi que será envolvida no caso da construção da UHE Mauá, se situa em pleno Arco de Ponta Grossa, feição geológica caracterizada pelo denso enxame de diques de diabásio que corta o pacote de rochas da Seqüência Paleozóica.

O próprio traçado atual do rio Tibagi é visivelmente influenciado pelos diques que exercem efetivo controle das feições topográficas do terreno. Em sendo constituídos por rochas mecanicamente mais resistentes à erosão do que as rochas encaixantes formam as partes mais elevadas do relevo (Figura 18).

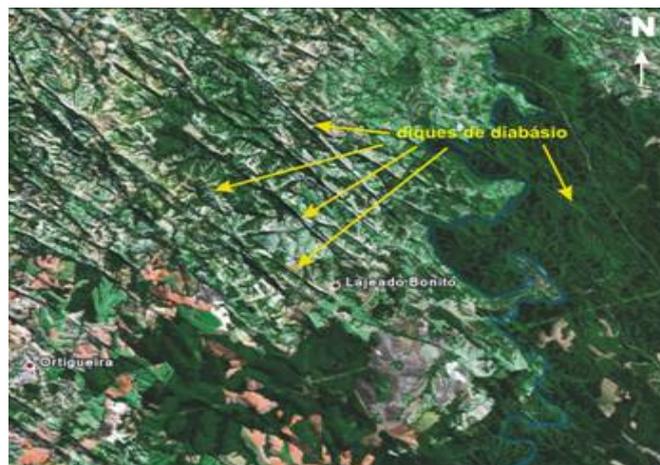


Figura 18 - Diques de diabásio condicionando estruturalmente um trecho da bacia do Rio Tibagi. Fonte da imagem: Google Earth.

Este padrão estrutural estabelece um conjunto de compartimentos de rochas paleozóicas, com orientação NO - SW, cada um limitado por diques contíguos. Estes compartimentos ou células, em muitos casos estão deslocados verticalmente em relação aos compartimentos vizinhos, deslocamento este que altera a posição relativa dos níveis aquíferos.

Esta compartimentação faz com que os arenitos que constituem o aquífero Rio Bonito possam estar em profundidades diferindo dezenas de metros ou mais, em locais relativamente próximos (Figura 19).

Assim sendo, dependendo do compartimento, a influência do nível da água no reservatório poderá ser maior ou menor. As águas subterrâneas das regiões que ficarem na maior parte de seus perímetros envolvidos pelo lago do reservatório e seus corpos segmentados serão bem mais influenciadas do que outras em que o lago fica mais encaixado. Uma grande influência no comportamento das águas subterrâneas em determinado compartimento será ditada pelas características de sua área de recarga.

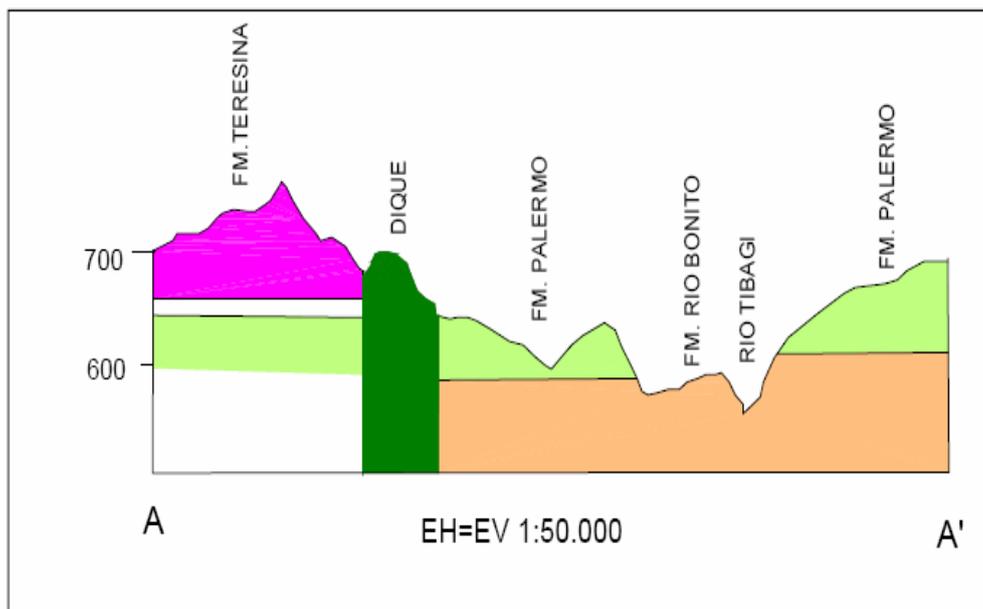


Figura 19 - Secção geológica mostrando a relação entre unidades sedimentares intrusivas básicas, bem como a movimentação de blocos ao longo de falhas geológicas. Fonte: CNEC, 2004.

Em termos gerais pode-se afirmar que nas áreas em que houver água subterrânea captada em níveis da Formação Rio Bonito com sua qualidade afetada pelas rochas ricas em pirita, através de sulfato e sólidos dissolvidos elevados, ferro solúvel elevado, sua qualidade melhorará com contribuição de água vinda represa. Este aspecto também poderá se manifestar em águas superficiais afetadas direta ou indiretamente pelas características químicas dos fácies de deposição anóxica formação Rio Bonito, onde se concentram sulfetos. Como se sabe, os sulfetos quando em contacto com a água em ambiente rico em oxigênio, se intemperizam formando soluções muito ácidas. Este processo ocorre naturalmente quando níveis piritosos da formação Rio Bonito afloram ou estão em posição próxima à superfície do terreno.

Considerando-se que na região próxima à área de alagamento do reservatório da UHE Mauá, no passado houve exploração, em pequena escala, de carvão mineral e uma disposição errática de resíduos piritosos nas vizinhanças das frentes de lavra, algumas drenagens e mesmo o freático podem localmente armazenar soluções ácidas.

Saliente-se que, caso haja o afluxo de soluções deste tipo ao reservatório, tanto a acidez como teores eventualmente elevados de sulfatos e outros íons incluindo metais em nível de toxidez, serão atenuados. Tal atenuação ocorrerá nas partes mais profundas do reservatório onde o ambiente será redutor e o sulfato tenderá a ser transformado em sulfeto e, conseqüentemente haverá o seqüestro de metais em solução pela formação de sulfetos insolúveis. Quanto a este aspecto, destaque-se o Ribeirão dos Cavalos que aflui na margem esquerda do rio Tibagi próximo à ilha do mesmo nome, em cuja bacia hidrográfica houve a exploração de uma mina de carvão.

A despeito dos fatores atenuantes relativos à influência e eventual impacto promovido pelo alagamento de minas de carvão, as mesmas deverão ser lacradas antes da formação do reservatório, assim como os poços eventualmente presentes e identificados na área de alagamento.

Resumindo, pode-se afirmar que a implantação do lago da UHE Mauá, assim como de qualquer outra represa nas condições climáticas locais, alterará o fluxo de água subterrânea em duas etapas:

- Etapa 1 – Fase de enchimento do reservatório;
- Etapa 2 – Fase com o reservatório estabilizado.

Durante o enchimento do reservatório haverá temporariamente uma inversão de fluxo, com a água do lago adentrando o aquífero livre e também os aquíferos profundos com conexão hidráulica. Esta intrusão dar-se-á, sobretudo no freático, na faixa de profundidade entre a superfície equipotencial pré-enchimento e o nível do reservatório.

Estabelecido o novo nível do freático em equilíbrio com o nível do reservatório, será dominante o fluxo sub-superficial do aquífero livre alimentando o reservatório. No caso do local se constituir em área de recarga do aquífero Rio Bonito, este será recarregado localmente com água do lago formado.

Em se tratando mais especificamente da influência do reservatório em tributários do rio Tibagi a jusante do eixo da barragem, há que se anotar um esperado incremento de vazão no Ribeirão das Antas. Tal afluente tem como tributário de sua margem esquerda o ribeirão Pinheiro Seco. Tal influência, passível de ocorrer a partir das vertentes da margem esquerda do Ribeirão das Antas, não deverá ser de grande intensidade e será possível apenas em cotas inferiores ao nível atingido pelo reservatório, ou seja, a partir de jusante da foz do rio Pinheiro Seco. Uma avaliação precisa do incremento da vazão do Ribeirão das Antas será possível apenas após um período de monitoramento.

Em face da alteração maior ou menor das relações entre as águas superficiais e subterrâneas na área de influência direta do reservatório da UHE Mauá, tais alterações deverão ser minimamente monitoradas. As diretrizes para tal monitoramento estão especificadas em um programa específico no Plano Básico Ambiental (PBA) do empreendimento.

Impactos da implantação do projeto da U.H, Mauá relacionados às águas subterrâneas.

Fase de Planejamento

Nesta fase não ocorrerão impactos envolvendo as águas subterrâneas.

Fase de Implantação

Esta fase também não será caracterizada por impactos importantes nas águas subterrâneas. Modificações no comportamento dos fluxos sub-superficiais em face do estabelecimento do canteiro de obras e instalações auxiliares serão de âmbito muito local e de pouca significatividade.

Durante o tempo de enchimento do reservatório, quando o fluxo sub-superficial se inverte na porção insaturada do terreno que passar a ser saturada, a água do lago intrudirá no freático. Como a qualidade de água do rio Tibagi é

relativamente boa e não há muitos aproveitamentos de água subterrânea próxima a suas margens este impacto não é julgado importante.

Sendo o meio aquífero superficial predominantemente poroso, também os níveis aquíferos das formações Rio Bonito e Palermo, possuem um baixo nível de vulnerabilidade a contaminantes associados à fase móvel particulada. Um componente químico do rio Tibagi que está fora dos padrões de qualidade de água é o fósforo, no entanto em ele estando associado ao material particulado, não deverá chegar significativamente aos aquíferos, ficando retido na matriz. Também microorganismos, representados pelos coliformes, presentes nas águas do reservatório teriam dificuldade em adentrar os aquíferos.

Se a recarga dos aquíferos se der na parte anóxica da coluna de água poderá ter acesso ao aquífero certa quantidade de fósforo em solução, todavia a principal restrição quanto ao teor de fósforo é com respeito a águas superficiais em função de seu potencial de eutrofização. Como este não é o caso das águas subterrâneas, os teores de fósforo presentes no Reservatório tendem a ser inócuos nos aquíferos.

Tabela XLIV - .Atributos dos Impactos na fase de implantação.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Enchimento do reservatório
Área de abrangência	Local (AID)
Natureza	Positiva a indefinida
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	De curto a médio prazo
Duração	Temporária
Importância	Pequena a média

Medidas mitigadoras:

Em situações onde as águas superficiais possuem baixa qualidade, podem ser feitas barreiras subterrâneas temporárias, porém este não é o caso da UHE Mauá.

Com respeito à influência de soluções oriundas de atividades minerárias de carvão na área a ser alagada, este fator será minimizado após isolamento das eventuais fontes de contaminação ou manutenção das mesmas em condições anóxicas. Isto feito eventuais contaminantes metálicos ou acidificantes serão neutralizados.

Fase de Operação

Durante a fase de operação o impacto que poderá ocorrer será quanto ao aumento na recarga do aquífero Rio Bonito.

Tabela XLV – Atributos dos impactos na fase de operação.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação
Área de abrangência	Regional
Natureza	Positiva
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	De médio a longo prazo
Duração	Permanente
Importância	Média a pequena

Esclarecimentos quanto aos quesitos propostos:

Como foi já discutido no texto anterior, pode-se dizer objetivamente que haverá inversão de fluxo do freático nas proximidades da margem do reservatório. Isto terá lugar em face da elevação da superfície potenciométrica do aquífero livre,

pela elevação do nível de base local. Este impacto, todavia terá conotação predominantemente positiva, principalmente por dar maior acessibilidade a captações de água a baixas profundidades.

Em sendo o reservatório da UHE Mauá construído em área de recarga do aquífero Rio Bonito, o mesmo poderá nas vizinhanças ter seu nível estático mais elevado, conseqüentemente sua capacidade de produção também será acrescida.

4.8.1.5 Referências

INTERTECNE - ENGEVIX – LEME – ESTEIO. **Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Jataizinho – Cebolão**. Curitiba, 1996.

CNEC – Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores, **Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Mauá, 2004**.

PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba, 1998.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, v. 1, p. 41-65.

4.9 REQUISITOS Nº 8 – 9 – 20

“APRESENTAR ESTUDOS DE PONDERAÇÃO SOBRE A DESCARGA ANUAL DE SEDIMENTOS DE MONTANTE À JUSANTE EM FUNÇÃO DE BARRAMENTOS A MONTANTE DO EMPREENDIMENTO”.

“AVALIAR A AERODIBILIDADE DOS RIOS SUSCETÍVEIS AS MODIFICAÇÕES POR INSERÇÃO DO EMPREENDIMENTO”.

“AVALIAR OS ARRASTES DE FUNDO, BEM COMO OS RISCOS AOS SISTEMAS DE JUSANTE”.

4.9.1 Hidrologia e Hidrossedimentologia

4.9.1.1 Introdução

A movimentação de material particulado sedimentável por um curso de água depende da ação conjunta de diversos fatores, alguns relacionados à presença e liberação do material de sua área fonte e outros das condições de transporte dos cursos de água.

A liberação do material de sua área fonte é controlada primeiramente pela existência de material para ser liberado, em seguida pela sua fixação e depois pela energia necessária para liberar tal material.

A existência do material liberável depende essencialmente das condições geológicas e geomorfológicas. As condicionantes geológicas se relacionam aos tipos de rocha existentes na região e à dinâmica tectônica que tem influência direta na susceptibilidade ao intemperismo das rochas, relacionada ao estabelecimento de linhas ou zonas de fraqueza mecânica com influência direta na morfologia do terreno.

Rochas sedimentares granulares são muito mais aptas a produzirem sólidos mobilizáveis do que rochas magmáticas compactas. Enquanto as primeiras podem liberar material por erosão direta, as últimas dependem da transformação de seus componentes pelo intemperismo, que geralmente conduz a uma grande fragilização mecânica do material rochoso. Todas as rochas, em seu contacto com o ambiente superficial, tendem a culminar em solos, fruto da ação conjunta dos fatores climáticos, hídricos e bióticos sobre o material rochoso. Deste modo, podem ser formados solos diferentes sobre o mesmo tipo de rocha, desde que variem os

outros fatores influentes no processo. Isto culminará em diferenças importantes na capacidade de geração de material sedimentável em diferentes pontos de uma mesma região ou bacia hidrográfica.

Na medida em que existe material disponível ao transporte por agentes superficiais após processo erosivo, passam a ser importantes condicionantes como o relevo, a cobertura do terreno e condicionantes climáticas, principalmente fatores relacionados ao regime de chuvas.

Os fatores condicionantes geomorfológicos, estabelecidos principalmente por controles geológicos e climáticos, estabelecem diferentes graus de “energia de relevo”, que estabelecem zonas mais ou menos aptas a gerarem material sedimentável.

Uma visão sistemática do processo de movimentação de sólidos nos ambientes superficiais pode ser visualizada na Figura 20. Ao analisar o processo erosão – transporte – sedimentação, percebe-se as fases onde pode ser feito o seu controle ou monitoramento. E o monitoramento mais adequado a ser implantado depende do objetivo da avaliação e de que tipo de informação se precisa. As medidas de movimentação de partículas deveriam, idealmente, procurar fornecer informações multifinalitárias, ou seja: úteis a todos os segmentos que têm ação sobre a bacia. Os usuários dos dados se distribuem em uma gama de atividades que vão a agricultura que depende da conservação do solo em sua posição original até o setor hidro-energético para o qual a chegada e sedimentação, em reservatórios, de material oriundo da erosão do solo é prejudicial.



Figura 20 - Produtos e processos envolvidos na movimentação de material particulado na superfície da terra e postos disponíveis para monitoramento do processo. Fonte: BITTENCOURT, 1978 modificado.

Basicamente o monitoramento da movimentação de sólidos pode ser feito medindo:

- A perda de solo ou material no local de origem;
- O material durante seu transporte;
- A taxa de sedimentação no sítio de deposição.

Usualmente as ciências agrônomicas utilizam mais as medidas de perda de solo em parcelas de terreno, uma vez que o objetivo é controlar para manter a integridade dos solos. Este tipo de medida dá uma boa dimensão da retirada do solo de sua posição original na bacia, porém não fornece informação suficiente sobre o destino do material erodido. Uma boa parte deste material deslocado se deposita em partes mais baixas das pendentes topográficas, sem chegar aos cursos de água. Valores de perda de solo assim obtidos fornecem dados superestimados da produção de material sedimentável, para avaliações que dependam de tal material chegar até os rios. Tais dados são inadequados para avaliação da vida útil de reservatórios, por exemplo.

Como a movimentação de material particulado depende essencialmente da energia do agente de transporte, a água no caso, a hidrologia é a ciência que se ocupa da medida de sólidos transportados pelos rios e também por sua deposição em corpos de água. Estações de medidas hidrométricas e de transporte de sólidos, operantes em rios dão uma adequada medida do volume de material que passa por determinada secção, fornecendo informações adequadas para avaliação de assoreamento de reservatórios ou da colmatação de calhas fluviais onde a água perde energia e conseqüentemente, capacidade de transporte.

Medições diretas nos sítios de deposição são passíveis de serem feitas através do monitoramento de seções topo-batimétricas. Seções transversais distribuídas ao longo do corpo de água, levantadas com precisão, preferencialmente antes do barramento e formação do reservatório, sendo comparadas com levantamentos periódicos naquela mesma seção, após a formação do reservatório, podem fornecer dados sobre a taxa de sedimentação efetiva, bem como a distribuição de sedimentos no corpo de água em questão.

Considerando-se a complexidade e variabilidade dos fatores influentes na movimentação de sólidos nas bacias hidrográficas, as informações mais adequadas para avaliação do transporte de sólidos pelos rios são aquelas obtidas através de medidas dentro dos cursos de água. Por outro lado, o conhecimento das taxas de erosão de diferentes tipos de solos e regiões da bacia hidrográfica, não detectável nas medições dentro dos rios, são fundamentais para que se possa tomar medidas efetivas de combate à erosão.

Dentro de uma visão mais abrangente do ponto de vista da manutenção de um ambiente com uma boa qualidade, o combate à erosão é prioritário em relação à mitigação de processos de sedimentação. Processos que podem diminuir, na origem, para níveis aceitáveis a liberação de material sedimentável terão como consequência direta o decréscimo das taxas de sedimentação em rios, reservatórios ou onde quer que seja.

Medições do sistema erosão – transporte – sedimentação no âmbito do empreendimento são previstas no Plano Básico Ambiental (PBA)

4.9.1.2 Objetivos

A presente abordagem objetiva, complementarmente ao EIA-RIMA já realizado:

- Tecer considerações e estabelecer os fatos relativos a modificações no padrão de movimentação de material particulado na bacia do rio Tibagi, em função da construção e operação da Usina Hidrelétrica Mauá;
- Fornecer subsídios para esclarecimentos de questões específicas colocadas pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP sobre aspectos de hidráulico – sedimentológicos.

4.9.1.3 Metodologia

Avaliações da movimentação de sólidos em uma bacia hidrográfica dependem de medidas de campo em períodos relativamente longos, em que tenham oportunidade de ocorrer os diversos tipos e intensidades de eventos que influenciam no processo. Este período deve minimamente abranger um ciclo anual, todavia determinações mais seguras só são possíveis com a posse de longas séries plurianuais de medidas hidráulico-sedimentológicas.

Uma opção para a obtenção de um modelo de transporte de sólidos em um espaço relativamente curto de tempo seria através de medições com alta frequência abrangendo eventos singulares de cheias, todavia este procedimento requer condições climáticas e outras condicionantes operacionais propícias, o que não ocorreu para este trabalho.

Em face do exíguo tempo disponível para esta abordagem lançou-se mão das informações disponibilizadas a partir de trabalhos prévios na região e na literatura disponível.

Foram utilizados dados hidráulico-sedimentológicos obtidos nas estações Barra do Ribeirão das Antas e Tibagi, consistidos no EIA/RIMA da UHE Mauá (CNEC, 2001), bem como no EIA/RIMA da UHE São Jerônimo (IGPLAN, 2000) e o EIA/RIMA da UHE Jataizinho (INTERTECHNE e outros,1996). O Estudo de Viabilidade Técnica-econômica e Ambiental da Usina Hidrelétrica Mauá – PROJETO HG-103 (CEHPAR,1998), apresenta avaliações das descargas totais e unitárias de material particulado nas estações hidráulico-sedimentológicas Engº Rosaldo Leitão, Tibagi, Barra do Ribeirão das Antas, Porto Londrina e Jataizinho.

Destas, a estação Barra do Ribeirão das Antas é a que melhor representa as condições do local da UHE Mauá. As informações utilizadas se relacionam a descargas líquidas e sólidas em suspensão.

O diagnóstico das condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros (ELETROBRÁS, 1992) fornece informações sistematizadas abrangendo a área de interesse, a despeito de seu caráter regional e da heterogeneidade qualitativa e quantitativa dos dados empregados. Deste trabalho serão utilizados dados de produção específica de material particulado em suspensão, de erosão potencial e erodibilidade dos solos.

Trabalhos realizados nas décadas de 1970 e 1980 na bacia hidrográfica do rio Ivaí, limítrofe à oeste da bacia do Tibagi, fornecem valores comparativos de transporte de sólidos nos três compartimentos da bacia, úteis para a análise da situação em tela.

De posse das informações coligidas, serão feitas inferências sobre aspectos hidráulico-sedimentológicos, considerando as particularidades geológicas, geomorfológicas, de solos, de uso do solo e de características hidrográficas do rio Tibagi. Será dada a necessária ênfase aos impactos ambientais pertinentes ao tema.

4.9.1.4 Resultados

A bacia hidrográfica do rio Tibagi, em sua porção à montante da barragem Mauá, se distribui sobre rochas sedimentares clásticas paleozóicas da Bacia do Paraná e sobre área de rochas magmáticas félsicas do Grupo Castro, em algumas de suas cabeceiras, notadamente na bacia do rio Pirapó (Figura 21). Seccionando estas unidades, se destacam diques e sills de diabásio que podem liberar material particulado após intemperismo. Notadamente no setor médio da bacia onde o relevo é mais acidentado, é grande a ocorrência de neossolos, pouco espessos em função da facilidade de erosão.

A todos estes fatores condicionantes da produção de material sedimentável se adiciona a cobertura do terreno. Atualmente a cobertura natural pouco influencia, uma vez que esta já foi profundamente alterada pela ação antrópica, notadamente por atividades agro-pecuárias (Figura 22).

A porção de montante da bacia hidrográfica do rio Tibagi, outrora coberta em grande parte por campos naturais, atualmente é submetida a intensa atividade

agrícola, o que tende em aumentar significativamente o potencial erosivo regional. A porção central da bacia possuía também extensas áreas cobertas por florestas, áreas estas atualmente praticamente eliminadas ou em parte substituídas por reflorestamentos com espécies comerciais.

Durante o processo de ocupação da bacia, o desflorestamento e o avanço da agricultura em áreas de campos naturais, promoveram um acréscimo significativo nos processos de erosão mecânica, com conseqüente aumento na carga de material particulado. Por outro lado, nas áreas em que a agricultura mais mecanizada se estabeleceu, mais recentemente passou a ocorrer um fenômeno que tem levado a um decréscimo na erosão, que é a adoção das técnicas de plantio direto. Este processo tem sido bastante empregado, sobretudo na porção superior da bacia, onde a topografia mais suave o permite. Já nas propriedades situadas em terrenos mais acidentados, comuns na porção média da bacia, a agricultura menos sofisticada é bastante favorável a processos erosivos mais intensos.

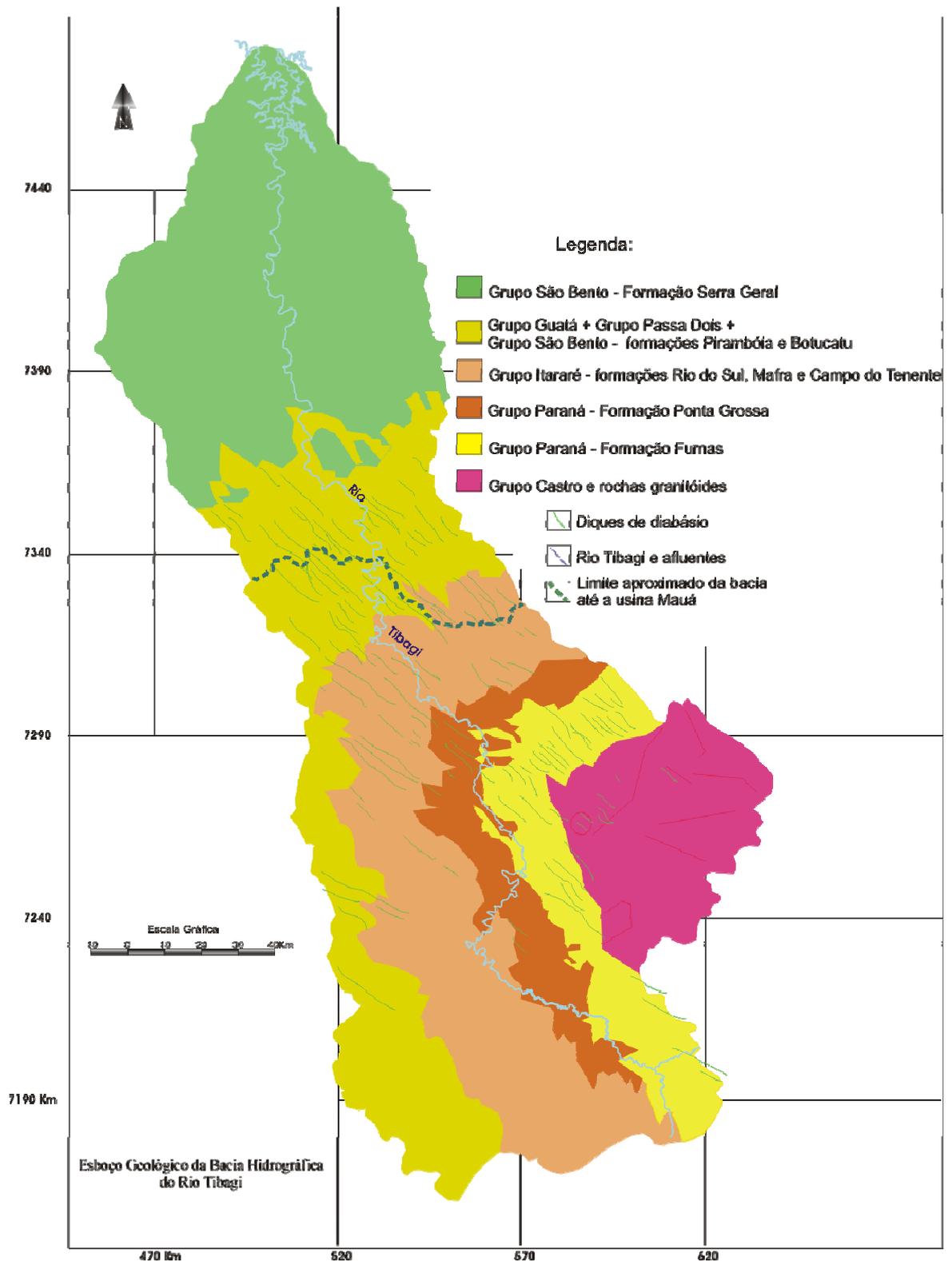


Figura 21 – Esboço geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.

Atividade que também tem contribuído para o decréscimo da intensidade de processos erosivos na porção média e também a superior da bacia do Tibagi é a

ocupação de extensas áreas por reflorestamentos, substituindo agricultura tradicional. A atividade florestal, certamente não protege áreas da erosão tanto quanto o reflorestamento com espécies biodiversas, porém, se bem manejado é útil para a retenção de solo.

Considerando apenas a região onde se insere a bacia do Tibagi, ocorrem duas classes de erodibilidade, ou seja: erodibilidade média e erodibilidade elevada (ELETROBRÁS, 1992). A região superior da bacia teria uma erodibilidade dos solos de média ($0,15 < K < 0,30$) a elevada ($K > 30$), sendo elevada em zonas mais íngremes. Na área à montante da secção prevista para a barragem da UHE Mauá, predomina a erodibilidade média, estando compartimentos com erodibilidade elevada, situados um no interflúvio com a bacia do rio Ivaí, outro na cabeceira do rio Congoinhas e outro ainda, compartilhado com a bacia do rio Itararé (Figura 23). A Figura 24 apresenta para a mesma área valores de produção de material sedimentável, com dados extraídos da mesma fonte.

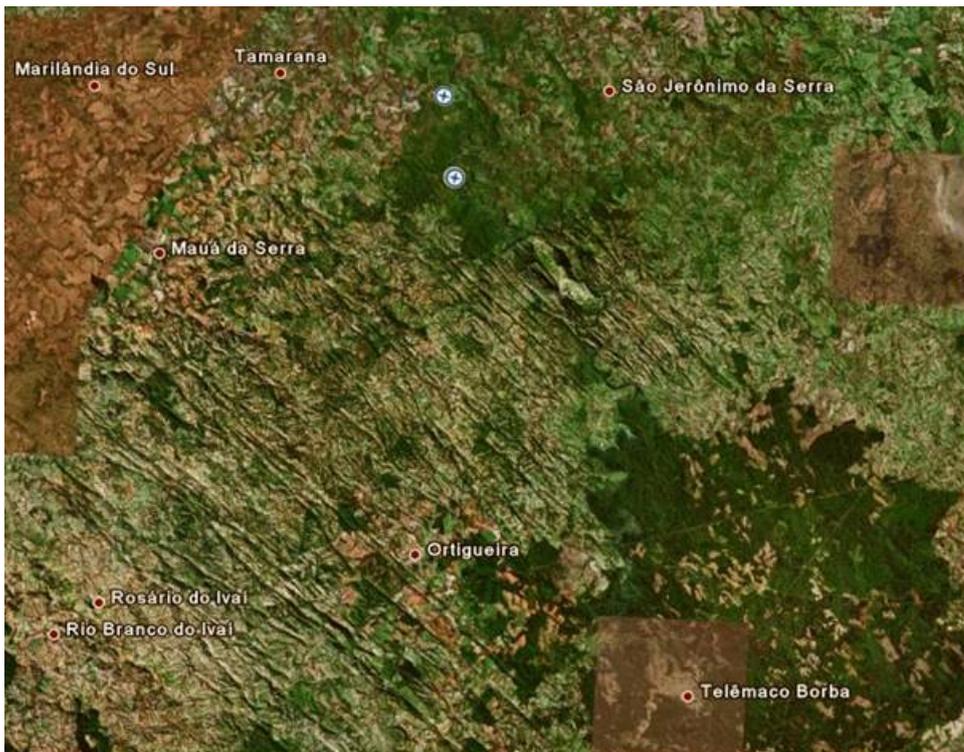


Figura 22 - Imagem salientando feições geomórficas e de ocupação superficial da porção média da Bacia hidrográfica do Rio Tibagi. Fonte: Google Earth

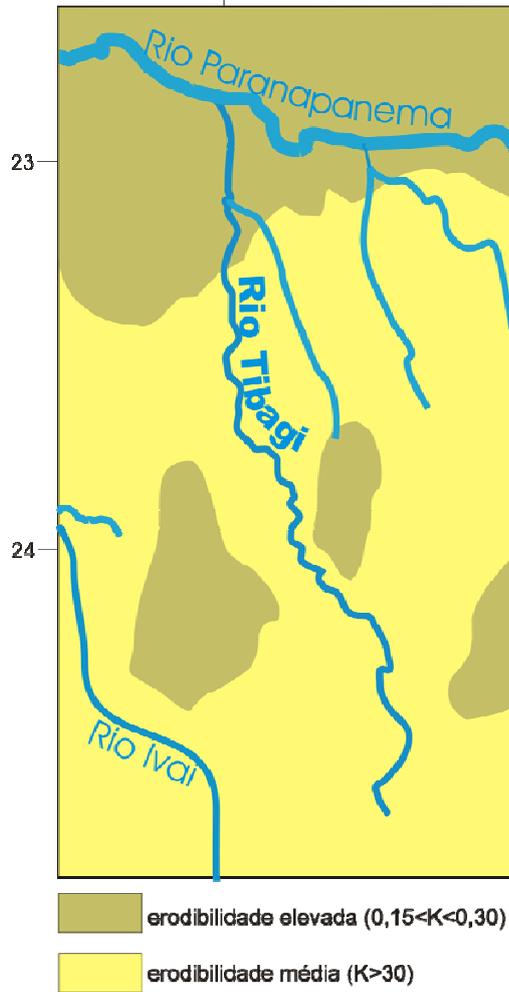


Figura 23 - Erodibilidade dos solos da região da bacia hidrográfica do rio Tibagi (elementos extraídos de ELETROBRÁS, 1992).

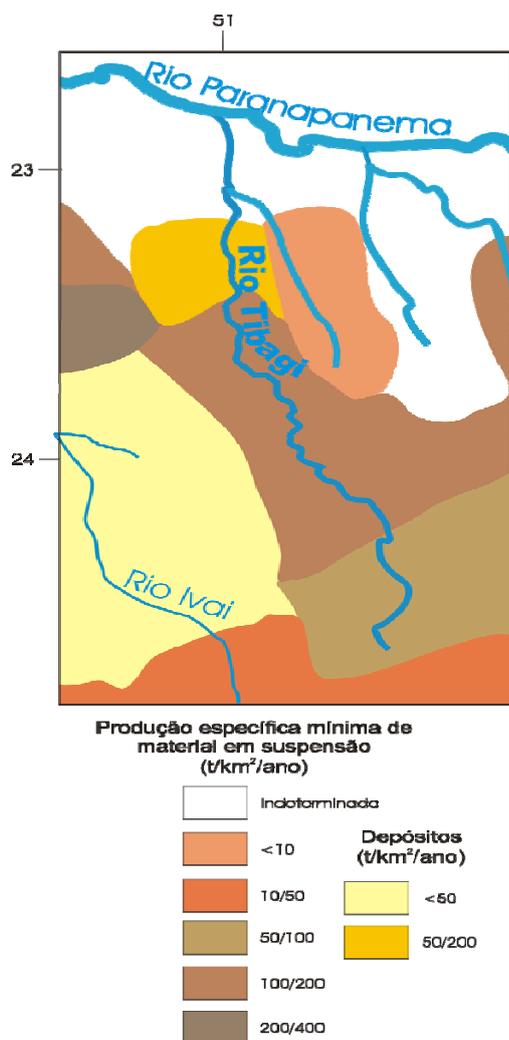


Figura 24 - Produção específica mínima de material em suspensão na região da bacia hidrográfica do rio Tibagi (elementos extraídos de ELETROBRÁS, 1992).

Simulações de perda de solo por município da Bacia do Tibagi indicaram uma perda de solos média por município de 11 t.ha⁻¹.ano⁻¹, variando entre 1,8 11 t.ha⁻¹.ano⁻¹ em Telêmaco Borba e 92,8 11 t.ha⁻¹.ano⁻¹ em São Jerônimo da Serra INTERTECHNE e outros,1996). Em Telêmaco Borba 82% do Município possui cobertura florestal enquanto em São Jerônimo da Serra 71% da área é utilizada para cultivo. Segundo o mesmo trabalho, as perdas de solo das áreas cultivadas variam entre 0,1 e 128 11 t.ha⁻¹.ano⁻¹, conforme a variação espacial da erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, topografia, aplicação de medidas de conservação e método de cultivo. Os municípios onde a perda de solo das áreas cultivadas excede a 100 11 t.ha⁻¹. ano⁻¹, são Sapopema e São Jerônimo da Serra. Os principais motivos apontados para tal quadro são a expansão de cultivos em áreas inadequadas onde a declividade é alta e o solo é suscetível à erosão.

As estimativas de perda de solo indicaram que quase a metade dos municípios da bacia do Tibagi apresentam em áreas de plantio perdas de solo inferiores a $10\ 11\ t.ha^{-1}.ano^{-1}$, devido ao alto índice de emprego de práticas conservacionistas do solo. Mais de 90% das áreas cultivadas nos municípios de Castro, Mauá da Serra e Sertaneja apresentariam perdas de solo inferiores a $2\ t.ano^{-1}.km^{-2}$ (INTERTECHNE e outros,1996).

No estudo da viabilidade técnica, econômica e ambiental da UHE Mauá (CEHPAR, 1998), foram efetuadas avaliações de perdas de solo na bacia do Tibagi, todavia, em face dos dados disponíveis sobre a ocupação da bacia, as estimativas foram feitas com base na divisão política municipal.

Em um estudo desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Apucarantina, afluente da margem esquerda do rio Ivaí, a jusante do local previsto para a UHE Mauá foi avaliada a aplicação de um modelo de avaliação da qualidade da água e transporte de sedimentos (LACTEC, 2005). O referido estudo conseguiu resultados que recomendam o uso do modelo denominado SWAT, acrônimo de Soil and Water Assessment Tool, para bacias como aquelas tributárias do Reservatório da UHE Mauá. Com base em características fisiográficas e de ocupação da bacia foram simulados cenários sobre a geração de material sedimentável sob condições de diferentes usos e manejo do solo. O referido estudo, avaliando diferentes alternativas para o monitoramento do transporte de material particulado sedimentável conclui que “a medição diária do observador da transparência da água simultaneamente à coleta de amostras de água, mostrou-se bastante adequada para complementar as medidas detalhadas de transporte de sedimentos”. Na simulação de diferentes cenários foi observado que a vazão sólida variou em mais de 100% em relação aos valores medidos durante o projeto.

Aspecto muito importante a ser considerado é o caráter eminentemente episódico do transporte de sólidos oriundos das porções externas aos cursos de água. Este caráter é imposto pelos fatores que influenciam a liberação do material particulado para movimentação. Exemplo desta característica pode ser observado na Figura 25, que apresenta uma síntese de dados hidráulico sedimentológicos diários obtidos no Córrego Jacutinga, afluente do Ivaí, no período 1975 a 1977 (BITTENCOURT, 1978). Como se observa na referida figura, no ano de 1975, praticamente todo o transporte de sólidos ocorreu no mês de dezembro e neste

mês, durante um evento pluvial com duração de apenas quatro dias. Na ocasião houve a seqüência do preparo convencional do solo para plantio, sem técnicas adequadas, com chuvas intensas que ocorreram logo em seguida.

A prática de se estimar dados de transporte de sólidos por intermédio de curvas-chave de material particulado em relação à vazão líquida ou cota linimétrica é bastante empregada, porém fornece resultados pouco precisos, em face da já referida variedade de fatores influentes no processo. Todavia a ausência de estações hidráulico-sedimentológicas operando com a freqüência desejável, torna a curva chave um artifício útil para estimativas da ordem de grandeza da movimentação, volume e concentração de material particulado.

Com base em dados coletados nas estações de medidas de transporte de material particulado, heterogeneamente distribuídas em alguns rios do Brasil, incluindo o Paraná, foi estabelecido um quadro de produção específica mínima de material em suspensão (ELETROBRÁS, 1992). Este trabalho estabelece uma regionalização para o Brasil de dados de medições de descarga sólida com base em estações hidráulico-sedimentológicas operadas por diferentes entidades, com diferentes freqüências de amostragem e metodologias não totalmente homogêneas. Apesar destes aspectos, proporciona o acesso a informações sistematizadas sobre as condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros.

Segundo o supra-referido trabalho, bacia do rio Tibagi em sua porção à montante do empreendimento, teria uma produção específica mínima de material em suspensão de 10 a 50 t.km⁻².ano⁻¹ em suas áreas sobre as rochas do Grupo Paraná e de 50 a 100 t.km⁻².ano⁻¹ sobre o Grupo Itararé e Grupo Guatá (Figura 24).

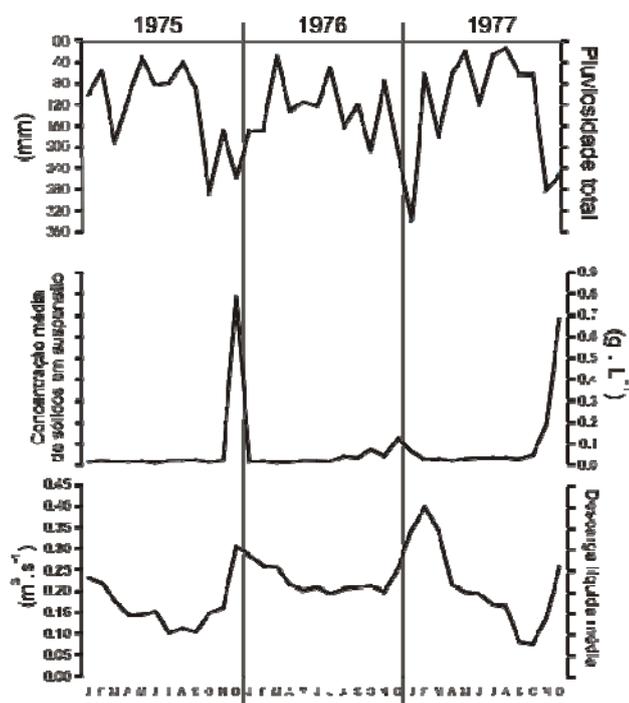


Figura 25 - Relação entre a pluviosidade, concentração de material particulado em suspensão e vazão líquida no córrego Jacutinga tributário da bacia hidrográfica do Rio Ivaí (Bittencourt, 1978).

Dados obtidos na bacia do rio Ivaí levaram a uma inferência da descarga sólida específica em suspensão na porção Paleozóica da referida bacia, na ordem de $130 \text{ t.km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$ (BITTENCOURT, 1978). Este valor pode estar superestimado, às custas dos poucos dados existentes sobre a porção Paleozóica da Bacia do Rio Ivaí. No referido trabalho, o citado autor obteve para a região do Arenito Caiuá uma descarga sólida específica em suspensão de $100 \text{ t.km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$. Para a Formação Serra Geral foi obtido um valor de $46 \text{ t.km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$ obtido no Córrego Jacutinga. Saliente-se que estes valores devem ser tratados apenas como referência, pois além de serem referentes a outra bacia hidrográfica, são médias anuais, obtidas através de campanha intensiva de medições diárias em um período de três anos em uma estação no rio Ivaí, uma estação na Formação Serra Geral e três estações em bacias sobre o arenito Caiuá.

À fração transportada em suspensão que é a maior, deve ser acrescentada aquela mais grosseira que é movimentada por arraste de fundo e aos saltos. A fração de partículas mais grosseiras, transportadas pelo fundo foi determinada através de métodos convencionais ajustados por medidas com traçadores radioisotópicos na estação de Novo Porto Taquara, no rio Ivaí como apenas 5% dos sólidos suspensos (WILSON Jr., 1987). A fração transportada pelo fundo no

compartimento correspondente ao Arenito Caiuá corresponde a aproximadamente 30% do transporte total de material sólido. Um valor de 5,9% foi determinado para o rio Paraná em Guaira, através de medições com radioisótopos em campanha realizada de 10 a 15 de fevereiro de 1987 (GEA, 1990). Saliente-se que os estudos no rio Ivaí foram baseados em medições intensivas durante um ciclo hidrológico anual completo, suportado por determinações diárias de sólidos em suspensão, além das medidas com radioisótopos.

Um aspecto importante levantado pelos estudos realizadas no estado do Paraná, revelaram que os dados de descarga sólida de fundo muito próximos aos reais, obtidos com radioisótopos, geralmente diferiram bastante dos valores estimados através do emprego da maioria das fórmulas semi-empíricas (WILSON Jr., 1987). Por outro lado, a geralmente pequena proporção da fração de fundo em relação àquela movimentada em suspensão, ressalta a maior importância do transporte em suspensão. Deste fato se depreende que, para uma avaliação adequada da movimentação de material em suspensão, medições intensivas cobrindo ciclos hidrológicos completos são indispensáveis.

Se medições hidráulico-sedimentológicas diretas precisas e acuradas são relativamente demoradas e onerosas, muitas vezes mais importante que o valor absoluto do transporte de sólidos em uma determinada oportunidade, é seu valor relativo ao longo do tempo. Neste sentido o estabelecimento de índices que mantenham proporcionalidade com a quantidade de material transportado é de grande utilidade.

Uma variável de fácil e rápida obtenção no campo é a turbidez. Desde que se estabeleça para cada estação de medições ou para cada contexto local a relação entre a turbidez e a quantidade real de sólidos transportados em suspensão, será perfeitamente possível uma avaliação da evolução, positiva ou negativa, dos processos erosivos na bacia hidrográfica correspondente. Um facilitador é a disponibilidade no mercado de turbidímetros automáticos passíveis de serem instalados no campo com armazenadores digitais de dados.

O Estudo de Impactos Ambientais da UHE Mauá apresenta uma estimativa do aporte de material particulado no reservatório da referida usina em $560.108 \text{ t.ano}^{-1}$, o que corresponde a $36,6 \text{ t.km}^{-2}.\text{ano}^{-1}$. Trata-se de um valor inferior ao

estimado em outros trabalhos, notadamente em relação à estimativa realizada pelo IPH/UFRGS (ELETROBRÁS, 1992) (Figura 24).

Por ocasião do estudo de viabilidade da UHE Mauá (CEHPAR, 1998), foram estimadas descargas sólidas para cada uma das estações hidrométricas do Tibagi já citadas anteriormente. No ribeirão das Antas foi obtido o valor de $48 \text{ t.ano}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. A Figura 26 representa a relação vazão líquida x vazão sólida nas estações do rio Tibagi. Uma rápida observação da figura explicita a grande dispersão de pontos e a limitação na precisão inerente aos valores de descarga sólida obtidos por este processo, todavia a metodologia atendeu às necessidades para um estudo de viabilidade. Certamente, na fase de efetivação do empreendimento, os procedimentos de monitoramento da movimentação de sólidos no sistema do reservatório deverão ser mais precisos e, conseqüentemente carentes de uma densidade muito maior de informações. Valores mais seguros apenas poderão ser levantados após trabalhos sistemáticos de medições e coletas em rios afluentes do reservatório.

No que concerne diretamente ao impacto da modificação do aporte de material sedimentável na rede hidrográfica do Tibagi pela construção da UHE Mauá, são esperados cenários promovidos por processos de duas ordens: retenção de sedimentos no corpo lântico do reservatório e depleção no volume de material sedimentável à jusante da barragem.

A fração do material sedimentável que fluirá dos exutórios da barragem, seja com a água turbinada ou junto à vazão sanitária, será constituída pelas frações mais finas, praticamente composta por componentes na fração argila. As frações areia, e silte serão depositadas por gravidade no corpo do reservatório, assim como a maior parte também da fração argila.

FIGURA 5.2

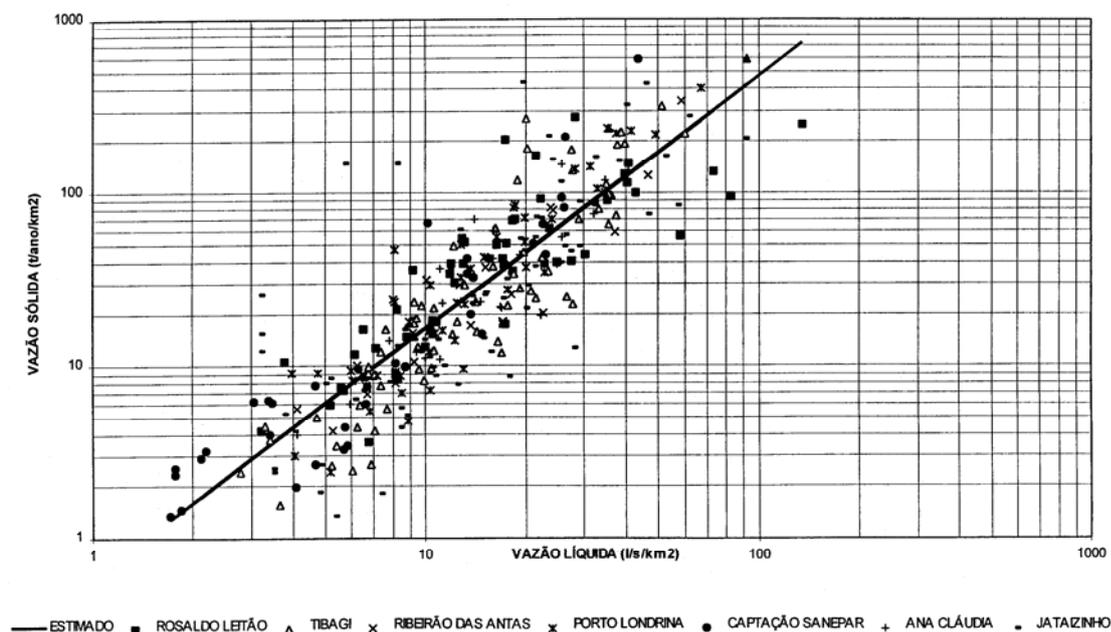


Figura 26 – Curva chave de sólidos transportados em suspensão em estações do rio Tibagi. Fonte: CEHPAR (1998).

O Rio Tibagi, não se caracteriza por conter blocos isolados com dimensões decimétricas ou maiores, em quantidade significativa. Em função da litologia o predomínio do material de leito está na fração areia, assim sendo efeito de encouraçamento protetor do leito ou formação de armadura, não é de se esperar na porção de jusante da UHE Mauá. As partículas que vierem a ser liberadas do leito deverão todas ser transportadas até que o fluxo perca energia em remansos de meandros ou de reservatórios à jusante.

As águas com baixa salinidade favorecem a permanência em suspensão de material coloidal, seja ele inorgânico como argilominerais, óxidos e oxihidróxidos de ferro, manganês ou alumínio, ou orgânico como microorganismos fito e zooplantônicos. Durante seu tempo de residência dentro do Reservatório, partículas argilosas também por interferência das frações orgânicas e em função de suas cargas superficiais, tendem a se agrupar formando flocos que se depositam formando sedimentos organominerálicos que ficam retidos no fundo do lago.

Em face de sua baixa densidade, a matéria orgânica particulada é dos principais componentes que fluem para jusante da barragem. Em vários

reservatórios foram identificadas espécies de diatomáceas, que inclusive tem efeitos abrasivos em turbinas e dutos em função de seu esqueleto silicoso.

Deste modo, o rio Tibagi, à jusante da UHE Mauá passará a ter um incremento na sua capacidade de erodir o leito e margens em função da perda de carga sólida. Por outro lado, o poder abrasivo das partículas mais grosseiras deixará de existir significativamente, ao menos até receber carga insolúvel de seus tributários a começar pelo Ribeirão das Antas. Assim sendo e ainda em função da compacidade das rochas sobre as quais o leito do rio se encaixou, não é de se esperar um grande incremento em processos de erosão de margens à jusante do reservatório.

Em um primeiro momento, após o barramento do rio, os depósitos arenosos existentes à jusante do empreendimento passarão a ser erodidos até sua eliminação, em função de um balanço negativo em termos de deposição – erosão. O Tibagi não se caracteriza por ser um rio propício à sedimentação. Seu caráter natural essencialmente lótico não favoreceu a formação de depósitos significativos de sedimentos em seu leito. A deposição de alguns placeres localizados de areia e cascalho não são muito significativos em termos de volume, todavia possuem um histórico de exploração de diamantes e aproveitamento de areia em pequena escala. Os depósitos formados são característicos de um regime de carga de lavagem, em que o rio tem capacidade de transportar muito mais material do que aquele disponibilizado pela erosão da bacia e das margens.

A movimentação de material particulado na bacia do Rio Tibagi, com a construção da barragem da UHE Mauá terá seu padrão muito alterado, alteração que se manifestará desde o extremo de montante do lago até a foz no reservatório da UHE Capivara no rio Paranapanema. Em termos de rio Tibagi as alterações serão ainda mais marcadas após a construção das outras usinas hidrelétricas, tanto à montante como à jusante. Os processos mais intensos de sedimentação e assoreamento dar-se-ão não mais no curso principal do rio Tibagi, porém nos corpos segmentados das desembocaduras dos afluentes.

Pelo rio principal, após a construção dos reservatórios, passará a fluir apenas material particulado muito fino, sendo constituído provavelmente por matéria orgânica em períodos normais e de estiagem e por matéria orgânica e minerais na fração argila por ocasião de cheias.

O fluxo total específico de sólidos em suspensão em $t.km^{-2}.ano^{-1}$, que atinge atualmente cifras de três dígitos em períodos de pluviosidade elevada e altas vazões líquidas, com a construção do reservatório da UHE Mauá e outros a jusante, poderá ser de apenas um dígito no corpo principal do rio represado. O material que fluirá da bacia através dos afluentes sedimentará preferencialmente próximo às margens e nos corpos segmentados da foz dos afluentes, quando zonas de turbidez maior poderão ser localmente anotadas. Nesta situação, problemas localizados de erosão do solo em sub-bacias afluentes poderão ser observados, inclusive por sensores remotos, dentre os quais imagens orbitais, viabilizando programas de alerta para que medidas de combate ou controle de erosão sejam tomadas por quem de direito.

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DA U.H. MAUÁ RELACIONADOS AO TRANSPORTE DE SÓLIDOS

Estas medidas mitigadoras, em princípio estão contempladas no PBA, notadamente no programa de monitoramento dos taludes marginais.

Fase de Implantação

Impacto: Erosão e deslocamento de material particulado em função do canteiro de obras e instalações auxiliares.

A fase de implantação pode ser muito crítica em termos de movimentação de sólidos por veiculação hídrica. Volumes de terra elevados serão necessariamente deslocados de sua posição original, mais ou menos estabilizada. Superfícies de solo exposto serão disponibilizadas para serem submetidas ao impacto das gotas de chuva e ao escoamento superficial. Não sendo tomadas medidas adequadas durante a construção, podem ocorrer importantes volumes de material sólido fluindo para a rede de drenagem, promovendo altos índices de turbidez no Tibagi e em afluentes, com influência direta nos ecossistemas afetados.

Tabela XLVI – Atributos dos impactos na fase de implantação..

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Área de abrangência	Localizada
Natureza	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	A médio prazo
Duração	Temporária
Importância	Grande a média
Possibilidade de reversão	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos/riscos	Sinérgico

Providências a serem adotadas

As providências necessárias a enfrentar este tipo de problema, usualmente são de atribuição da empresa encarregada da construção da obra.

Medidas mitigadoras

- Execução de um plano de obras que evite a exposição de solo desprotegido;
- Evitar a construção de instalações próximas ao leito dos rios e vertentes;
- Exercer um controle efetivo das empreiteiras que executarão as obras;
- Evitar a execução de grandes movimentações de terra em épocas de elevados índices pluviométricos;
- Revegetalização com biodiversidade das áreas não necessárias para edificações do Empreendimento ou instalações auxiliares.

Fase de Operação

Impacto: Erosão de ilhas e de depósitos sedimentares à jusante da UHE Mauá

Durante a operação do empreendimento a maior modificação que ocorrerá será a eliminação do fluxo de material de granulação superior à fração argila pelos exutórios da barragem. Esta eliminação terá com impacto eventualmente negativo a erosão de ilhas e depósitos sedimentares existentes no leito do rio Tibagi à jusante da Barragem da UH Mauá. Em não havendo utilização de praias e ilhas total ou parcialmente formadas por sedimentos clásticos na porção inferior do Rio Tibagi, este impacto não será significativo. Comunidades bióticas fixadas e estabelecidas naqueles ecótonos serão afetadas negativamente.

O caráter mais significativo do impacto em tela é positivo, pois implica na diminuição da colmatção de reservatórios a jusante. De início será beneficiado o reservatório de Capivara no Rio Paranapanema e depois aqueles que forem construídos no próprio Rio Tibagi à jusante de Mauá.

Tabela XLVII – Atributo dos impactos na fase de operação.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação
Área de abrangência	Regional (até a foz do rio Tibagi)
Natureza	Positiva ou localizadamente Negativa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início	A médio prazo
Duração	Permanente
Importância	Média a pequena
Possibilidade de reversão	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos/riscos	Sinérgico

ESCLARECIMENTOS QUANTO AOS QUESITOS PROPOSTOS

- **Requisito nº 13 – *Informar se a vazão sanitária na alça do rio Tibagi, à jusante da barragem permitirá condições de vida à biota***

A vazão sanitária prevista para ser vertida pela barragem da Usina Hidrelétrica Mauá é de 18,8 m³/s . Este fluxo corresponde a 50% da vazão mínima média móvel no período de 7 dias (CNEC, 2002)

A vazão sanitária, também considerada e denominada vazão ambiental, corresponde a um volume de água a ser vertido de maneira permanente, após a construção da barragem. Este volume será mais elevado apenas nos períodos de excedente hídrico, portando não será episódico, como o são atualmente as ocorrências de vazão mínima.

O tipo de leito do rio Tibagi é irregular por conta da erosão diferencial e de seu regime de transporte de material particulado do tipo carga de lavagem. Em épocas de maior pluviosidade, quando a descarga sanitária será sobrepujada, poderá haver algum acúmulo de sedimentos originários das margens. Estes sedimentos poderão assorear depressões do leito que, com o barramento deixarão de ser drenadas por fluxos de maior energia. Será uma alteração no habitat da biota, porém de importância relativamente pequena.

Outro impacto que poderá ocorrer será o aprisionamento de algumas espécies em depressões do leito que ali podem se alojar, em épocas de maior fluxo, ficando isoladas do fluxo permanente durante períodos normais.

- **Requisito nº 20 – *Avaliar os arrastes de fundo, bem como os riscos aos sistemas de jusante.***

A geração de material particulado para os sistemas de jusante do empreendimento, ocorrerá de modo significativo durante a execução da obra. Este material chegará ao rio através de afluentes diretos ou diretamente em função do revolvimento de formações superficiais por conta das obras civis em função da construção da UHE.

Durante a fase de operação da UHE Mauá, o material que fluirá pelo fundo do rio Tibagi será originado na porção da bacia de jusante ou por erosão de suas margens.

Esta última possibilidade ocorrerá em função da energia concentrada na saída da água turbinada, que poderá ser em parte consumida pelo deslocamento de partículas das margens.

O arraste de fundo depende essencialmente da energia do fluxo hídrico. Após construída a barragem da UHE Mauá, de seus exutórios será vertido apenas material particulado de pequenas dimensões, equivalentes à fração argila (diâmetros inferiores a 0,004 mm). Frações mais grosseiras serão compostas principalmente por corpos submilimétricos da biota planctônica, com importância insignificante em termos de volume de sedimentos.

A barragem da UHE-Mauá é a primeira de grande porte a ser construída no Tibagi e se constituirá na primeira barreira mais significativa para retenção de material particulado no curso do rio. Material particulado arenoso originário na porção de montante da bacia irá sedimentar no reservatório, não mais chegando até o baixo curso do rio em questão. Deste modo, depósitos arenosos formados em seu curso inferior tenderão a desaparecer, pois mesmo o aumento na capacidade erosiva do rio não suprirá o déficit criado.

O Reservatório da UHE São Jerônimo o primeiro previsto à jusante da UHE Mauá, quando em operação não deverá, portanto, receber material particulado sedimentável da porção da bacia à montante desta barragem. Será apenas a fração muito fina e pouco expressiva que será vertida, o material de fundo será totalmente retido. O suprimento de material de fundo será, sobretudo originário na bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas e outros afluentes menores, além da pequena quantidade liberada pela erosão das margens.

• Requisito nº 8 – *Apresentar estudos de ponderação sobre a descarga anual de sedimentos de montante à jusante, em função de barramentos à montante do empreendimento.*

Avaliações reais sobre o transporte anual de sólidos, seja em suspensão, as mais simples de serem obtidas, ou seja, sobre a descarga de fundo ou arraste, dependem essencialmente de dados básicos obtidos em campo. Estes dados diretos de campo devem ser obtidos em uma série histórica abrangendo os diversos regimes de fluxo hídrico, eventos climáticos e alterações na cobertura da bacia. Desafortunadamente tais dados não foram gerados na bacia do rio Tibagi.

As informações obteníveis sobre a movimentação de material particulado na referida bacia foram obtidas de avaliações teóricas com base em boas séries históricas de dados de fluxo hídrico, porém com poucos e esparsos dados sobre a concentração de sólidos em suspensão.

De qualquer modo, a despeito da deficiência das informações básicas, os dados disponíveis na literatura e observações de campo, permitem a constatação de que o Rio Tibagi, ao menos em sua porção à montante do local proposto para a UHE Mauá, não apresenta condições de acúmulo permanente de sedimentos em seu leito.

Estimativas de transporte de material particulado nas estações existentes ao longo do rio Tibagi (Tabela XLVIII), denotam relativamente pequenas alterações no transporte de material particulado sedimentável de montante para jusante. É indicado diretamente pelos dados obtidos em cada estação um transporte específico variando entre 41 e 62 t.ano⁻¹. km⁻², ou seja uma variação de 34% entre o máximo e o mínimo. Esta variação é atenuada quando os dados de todas as estações são tratados conjuntamente, tomando o valor de 15%.

Acontece que, como há uma grande variação nas condições de ocupação do solo, da litologia e do próprio solo, ao longo da bacia do rio Tibagi, estimativas considerando em conjunto os dados de sólidos em suspensão de todas as estações, não oferecem informações minimamente precisas para que se faça um balanço do transporte de material sedimentável nos diversos compartimentos da bacia. Este tipo de dado se presta apenas para estimativas da ordem de grandeza do transporte de sólidos pelo rio sob análise.

Tabela XLVIII - Estimativas da vazão sólida do rio Tibagi em 5 estações flúvio-sedimentológicas

Estação	Equação Local		Equação Geral do rio	
	(t.ano ⁻¹)	(t.ano ⁻¹ .km ⁻²)	(t.ano ⁻¹)	(t.ano ⁻¹ .km ⁻²)
Engº Rosaldo Leitão	237.000	41	274.000	48
Tibagi	505.000	59	447.000	52
Barra do Ribeirão das Antas	621.000	40	743.000	48
Porto Londrina	1.170.000	62	841.000	45
Jataizinho	878.000	41	947.000	44

Fonte: INTERTECHNE e outros (1996)

Outro aspecto bastante pragmático que deve ser levado em conta em estimativas como as pretendidas, feitas com “curvas-chave” cota (vazão) x Concentração de sólidos em suspensão, é o fato de que há uma tendência natural dos dados hidráulico-sedimentológicos serem obtidos preferencialmente em condições climáticas pouco adversas. Quando possível, são evitados períodos de chuvas intensas, que são aqueles em que o transporte de sólidos é muito maior.

Levando-se em conta os considerandos apresentados e outros aspectos discutidos ao longo deste documento, pode-se afirmar que, todo o material transportado nas frações silte e mais grosseiras da bacia a montante, não terá condições de transpor a barragem da UHE Mauá, ficando retido no respectivo reservatório. Assim sendo, no caso da construção posterior da barragem da UHE Jataizinho, esta receberá apenas a carga de material sedimentável gerada à jusante da barragem da UHE Mauá.

Na hipótese da construção da UHE Telêmaco Borba, a maior beneficiada em termos de preservação da capacidade de armazenamento de água de seu reservatório, será a UHE Mauá, que acumulará apenas o material gerado de seus afluentes diretos. Neste caso, a estimativa feita para sua eficiência de retenção de material sedimentável será muito próxima a 100%.

Todos estes aspectos levam a salientar a importância da execução do programa permanente de monitoramento da descarga sólida, previsto no Plano Básico Ambiental.

- **Requisito n^o 9 – Avaliar a erodibilidade dos rios suscetíveis às modificações por inserção do empreendimento.**

Afora o próprio rio Tibagi, que deixará de existir como tal na extensão do reservatório da UHE Mauá, os demais afluentes que não forem extintos pela formação do lago, serão em grande parte segmentados em seus tributários nas porções de montante de suas bacias.

Deste modo, em termos gerais a erodibilidade destes rios será menor, uma vez que as pendentes são menores nas cabeceiras. Neste caso se enquadra tipicamente o maior afluente que é o rio Barra Grande. Episódios de maior afluxo de material sedimentável que promovem aumento da turbidez, poderão ser identificados, em termos de localização na bacia, com muito maior facilidade, a fim de que se tome medidas adequadas para minorar o fenômeno. Esta detecção poderá ser eventualmente feita até através de imagens orbitais.

Também por efeito do alagamento, material sedimentável que atualmente acessa o rio Tibagi ficará retido nas cabeceiras do corpo segmentado de cada um dos afluentes, tendendo a formar um “delta” de sedimentação naqueles pontos.

4.9.1.5 Referências

- BITTENCOURT, A.V.L., Sólidos hidrotransportados na bacia hidrográfica do Rio Ivaí: **Aplicação de balanços hidrogeoquímicos na compreensão da evolução dos processos da dinâmica externa**. Tese Doutorado. Instituto de Geociências, USP, 1978, São Paulo. 201p.
- INTERTECNE - ENGEVIX – LEME – ESTEIO. **Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Jataizinho – Cebolão**. Curitiba, 1996.
- CNEC – Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores, **Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Mauá**, 2002.
- ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH, UFRGS, 1992. 100p.
- GEA – Geologia e Engenharia Ambiental Ltda. Estudo **Sedimentométrico no Sistema de Itaipu, V.I** . Relatório Itaipu Binacional, Abril 1990.

LACTEC. **Desenvolvimento de modelos de avaliação da qualidade de água e transporte de sedimentos para pequenas e médias centrais hidrelétricas.** PROJETO CGER 036 – COPEL , Curitiba, 2005. 91p.

WILSON Jr., G. **Etude du Transport et de la Dispersion des Sédiments em tant que Processus Aleatoires.** Thèse de Doctorat d'État. Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 1987. 419p.

4.10 REQUISITO Nº 4 “DIMENSIONAR OS IMPACTOS REAIS DOS EFEITOS DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS EM TERMOS ABSOLUTOS E CONCOMITANTES AOS EFLUENTES DA KLABIN SOBRE A QUALIDADE DO RIO TIBAGI”.

4.10.1 EFLUENTES

4.10.1.1 Introdução

O desenvolvimento dos recursos hídricos em países em desenvolvimento como os da América Latina passou por estágios semelhantes aos dos países desenvolvidos, mas em períodos diferentes. Após a segunda guerra mundial houve um grande desenvolvimento econômico e a construção de muitas obras hidráulicas, principalmente de geração de energia elétrica. Nesta época, países em desenvolvimento como o Brasil estavam na fase de inventariar seus recursos e desenvolvendo a construção das primeiras obras hidráulicas de menor porte. Na Tabela XLIX, pode-se visualizar, de maneira sucinta, as diversas “etapas” sofridas pelo Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil e nos Países Desenvolvidos.

Na etapa seguinte, observou-se o início da pressão ambiental nos países desenvolvidos devido, principalmente, à degradação das águas superficiais, resultando nas primeiras legislações restritivas quanto ao despejo de efluentes. Em face destes controles houve melhora da qualidade da água. Neste período os países em desenvolvimento geralmente não possuíam nenhuma legislação sobre o assunto ou controle.

Nos anos 70 observou-se o início da pressão ambiental em países em desenvolvimento, enquanto este processo de controle se acelerava nos países desenvolvidos. No Brasil, nos anos 80, foi aprovada a legislação ambiental e os critérios de controle de sistemas hídricos e hidrelétricos. Neste período, os países desenvolvidos enfatizaram os impactos globais, contaminação de aquíferos e a poluição difusa. O efeito das preocupações sobre o clima global e a pressão sobre áreas como Amazônia reverteu o processo de investimento internacional no Brasil, que enfatizava a energia através das hidrelétricas. Neste momento, foram eliminados os financiamentos internacionais para construção de hidrelétricas, com grande impacto na capacidade de expansão do sistema no Brasil.

Os anos 90 foram marcados pela idéia do *desenvolvimento sustentável* que busca o equilíbrio entre o investimento no crescimento dos países e a conservação ambiental.

O final dos anos 90 e o início do novo século (e milênio) estão marcados internacionalmente pela busca de uma maior eficiência no uso dos recursos hídricos, dentro de princípios básicos aprovados na Rio 92. A água é o tópico que tem suscitado uma grande preocupação dos planejadores como a base de sustentação da sociedade moderna. Os grandes desafios que se visualizam no Brasil são:

- A consolidação dos aspectos institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos;
- O controle dos recursos hídricos nas grandes metrópoles brasileiras;
- A preservação ambiental;
- O uso e controle do solo rural e
- O impacto da poluição difusa dentro de uma visão racional de aproveitamento e preservação ambiental.

Tabela XLIX: Visão histórica (Adaptado de Tucci, 1994).

PERÍODO	PAÍSES DESENVOLVIDOS	BRASIL
1945-1960 Fase de engenharia com pouca conservação	<ul style="list-style-type: none"> • Uso dos recursos hídricos (abastecimento, navegação, hidreletricidade, etc); • Qualidade da água nos rios; • Medidas estruturais de controle de enchentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário de recursos hídricos; • Início dos empreendimentos hidrelétricos e projetos de grandes sistemas
1960-1970 Início da pressão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de efluentes; • Medidas não estruturais para enchentes; • Legislação para qualidade da água dos rios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos; • Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos.
1970-1980 Controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Usos múltiplos; • Contaminação de aquíferos; • Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas; • Controle na fonte de drenagem urbana; • Controle de poluição doméstica e industrial; • Legislação ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de águas; • Início da pressão ambiental; • Deterioração da qualidade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.
1980-1990 Interações do ambiente global	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos climáticos globais; • Preocupação com conservação de florestas; • Prevenção de desastres; • Fontes pontuais e não pontuais de poluição rural; • Controle de impactos da urbanização sobre o ambiente; • Contaminação de aquíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do investimento em hidrelétricas devido a falta de empréstimos internacionais; • Piora das condições urbanas; • Fortes impactos das secas no Nordeste; • Aumento de investimentos em irrigação; • Legislação ambiental.

1990-2000 Desenvolvimento sustentável	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento sustentável; • Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas; • Controle ambiental das grandes metrópoles; • Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio; • Controle da contaminação dos aquíferos das fontes não-pontuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislação de recursos hídricos; • Investimento de controle sanitário das grandes cidades; • Aumento dos impactos das enchentes urbanas; • Programas de conservação dos biomas nacionais; • Início da privatização dos serviços de energia e saneamento.
2000 -> Ênfase na água	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da visão mundial da água; • Uso integrado de recursos hídricos; • Melhoria da qualidade da água das fontes não pontuais (rurais e urbanas) • Busca de solução para os conflitos transfronteiriços; • Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avançar o desenvolvimento dos aspectos institucionais da água; • Privatização do setor energético; • Aumento das usinas termelétricas; • Privatização do setor de saneamento; • Aumentar a disponibilidade de água no Nordeste; • Desenvolvimento de planos de drenagem urbana para as cidades.

4.10.1.2 Usos diversos da água e conflitos

Os recursos hídricos podem ser utilizados de diversas maneiras, atendendo a várias necessidades simultaneamente. Essa é uma exigência importante não só do ponto de vista econômico, mas, também, do ponto de vista de abastecimento, em função da crescente escassez da oferta de recursos hídricos diante da demanda sempre crescente. Assim, podem surgir conflitos quanto à utilização dos recursos hídricos, como, por exemplo:

- A diluição de despejos de origem humana, industrial e agrícola pode degradar a qualidade das águas, afetando outros usos, tais como: o abastecimento humano, industrial, irrigação, a preservação do meio ambiente e a recreação.
- A necessidade de ajustar a variação temporal da oferta natural de água à sua demanda pode levar à necessidade da criação de um reservatório. Todavia, reservatórios podem provocar impactos ambientais significativos.
- Determinados usos dos recursos hídricos fazem com que parte da água que é utilizada não retorne ao corpo de água do qual foi retirada.

4.10.1.3 Alteração da qualidade das águas

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. Essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos. O conceito de poluição da água tem-se tornado cada vez mais amplo em função de maiores exigências com relação à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos.

Em sua origem, o vocábulo poluição está associado ao ato de manchar ou sujar, o que demonstra a conotação estética dada à poluição, quando essa passou a ser percebida. Entretanto, a alteração da qualidade da água não está necessariamente ligada somente a aspectos estéticos, já que a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas para determinadas espécies, e águas com aspecto desagradável podem ter determinados usos. A noção de poluição deve estar associada ao uso que se faz da água.

É importante distinguir a diferença entre os conceitos de poluição e contaminação, já que ambos são às vezes utilizados como sinônimos. A contaminação refere-se à transmissão de substâncias ou micro-organismos nocivos à saúde pela água. A ocorrência da contaminação não implica necessariamente um desequilíbrio ecológico. Assim, a presença na água de organismos patogênicos prejudiciais ao homem não significa que o meio ambiente aquático esteja ecologicamente desequilibrado. De maneira análoga, a ocorrência de poluição não implica necessariamente riscos à saúde de todos os organismos que fazem uso dos recursos hídricos afetados. Por exemplo, a introdução de calor excessivo nos corpos de água pode causar profundas alterações ecológicas no meio sem que isso signifique necessariamente restrições ao seu consumo pelo homem.

Os efeitos resultantes da introdução de poluentes no meio aquático dependem da natureza do poluente introduzido, do caminho que esse poluente percorre no meio e do uso que se faz do corpo de água. Os poluentes podem ser introduzidos no meio aquático de forma pontual ou difusa. As cargas pontuais são introduzidas por lançamentos individualizados, como os que ocorrem no despejo de esgotos sanitários ou de efluentes industriais. Cargas pontuais são facilmente identificadas e, portanto, seu controle é mais eficiente e mais rápido. As cargas

difusas são assim chamadas por não terem um ponto de lançamento específico e por ocorrerem ao longo da margem dos rios como, por exemplo, as substâncias provenientes de campos agrícolas, ou por não advirem de um ponto preciso de geração, como no caso de drenagem urbana.

4.10.1.4 Principais poluentes domésticos e industriais

A maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras estão deteriorados, sendo esse o maior problema ambiental brasileiro. Essa deterioração ocorre porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos, jogando os mesmos “*in natura*” nos corpos d’água.

Quando possui rede não existe estação, o que vem a agravar ainda mais as condições do rio, pois concentra a carga em uma única seção do mesmo. Em algumas situações é construída a estação, mas a rede não coleta o volume projetado, pois existe um grande número de ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial, “transformando” esgoto separado em misto.

Muitos dos rios urbanos escoam esgoto já que, devido à urbanização, grande parte da precipitação escoam diretamente das áreas impermeáveis para os rios. Não ocorrendo a infiltração, a vazão de água subterrânea se reduz, agravando as estiagens. Muitas cidades cobram pela coleta do esgoto cloacal, mesmo sem a existência de rede ou estação de tratamento. Essa tarifa é muitas vezes insuficiente para atender ao serviço e muito menos fazer os investimentos em infra-estrutura, mantendo ou agravando as condições atuais. O grande problema reside nos altos investimentos que envolvem a rede e a estação de tratamento dentro da economia dos municípios. Portanto, cabe verificar se a população prefere internalizar os seus custos ou comprometer seu ambiente.

Os esgotos industriais têm um processo pontual mais direto, já que os programas de controle de efluentes industriais permitem pressionar as empresas no sentido de adotarem sistemas de controle de seus efluentes. Além disso, a internalização dos custos nas empresas é mais direta. No entanto, com a terceirização da produção, a contaminação dos efluentes pode ser muito distribuída, o que dificulta o seu controle e mesmo o investimento, devido à baixa capacidade econômica do agente terceirizado.

A contaminação dos aquíferos é um problema que ainda que não tem um destaque muito grande. Porém, com o uso generalizado de fossas, os aterros sanitários e os pólos petroquímicos, os aquíferos tenderão a se deteriorar.

Grande parte das cidades brasileiras ainda não chegou ao estágio de se preocupar com a poluição dos esgotos pluviais, já que o esgoto cloacal é ainda o problema maior. No entanto, durante uma cheia urbana, a carga do pluvial pode chegar até a 80% da carga do esgoto doméstico. O lixo, conjugado com a produção de sedimentos, e a lavagem das ruas exigem procedimentos criativos, com custos razoáveis, para evitar que no início do período chuvoso os rios tenham a sua qualidade ainda mais agravada. Esse processo ocorre principalmente na macrodrenagem das cidades. Os grandes investimentos hoje existentes nos programas de recuperação ambiental das metrópoles brasileiras estão ainda no estágio de reduzir a carga do cloacal.

Principais poluentes aquáticos

Os poluentes são classificados de acordo com sua natureza e com os principais impactos causados pelo lançamento no meio aquático.

Poluentes orgânicos biodegradáveis

A matéria orgânica biodegradável (formada principalmente por proteínas, carboidratos e gorduras) lançada na água será degradada pelos organismos decompositores presentes no meio aquático.

Esse processo pode ser aeróbio ou anaeróbio, tendo este último a consequente formação de gases (metano e gás sulfídrico).

Portanto, a presença de matéria orgânica biodegradável no meio aquático pode causar a destruição da fauna ictiológica e de outras espécies aeróbias em razão de consumo do oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores.

Poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários

São compostos orgânicos não biodegradáveis, ou com taxa de biodegradação muito lenta.

Alguns destes compostos encontram-se no meio aquático em concentrações que não são perigosas ou tóxicas. No entanto, em consequência do fenômeno da bioacumulação, sua concentração no tecido dos organismos vivos pode ser relativamente alta, caso eles não possuam mecanismos metabólicos que eliminem tais compostos após sua ingestão.

Alguns exemplos de compostos orgânicos desta natureza são:

- Defensivos agrícolas;
- Detergentes sintéticos e
- Petróleo.

Metais

Todos os metais podem ser solubilizados pela água, podendo gerar danos à saúde em função da quantidade ingerida, pela sua toxicidade, ou de seus potenciais carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos. Exemplos de metais tóxicos são: o arsênio, o bário, o cádmio, o cromo, o chumbo e o mercúrio.

Um organismo aquático pode apresentar dois tipos básicos de comportamento em relação aos metais: ou é sensível à ação tóxica de um determinado metal, ou não é sensível, mas o bioacumula, potencializando seu efeito nocivo ao longo da cadeia alimentar, colocando em risco organismos situados no topo dessa cadeia.

Em geral, metais tóxicos estão presentes em quantidades diminutas no meio aquático por ação de fenômenos naturais, mas podem ser despejados em quantidades significativas por atividades industriais, agrícolas e de mineração.

Nutrientes

O excesso de nutrientes nos corpos de água pode levar ao crescimento excessivo de alguns organismos aquáticos, acarretando prejuízo a determinados usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esses nutrientes, principalmente sais de nitrogênio e o fósforo, são comumente responsáveis pela proliferação acentuada de algas, as quais podem prejudicar a utilização de mananciais de água potável.

Os nutrientes chegam aos corpos de água por meio da erosão de solos, pela fertilização artificial dos campos agrícolas ou pela própria decomposição natural da matéria orgânica biodegradável existente no solo e na água.

Organismos patogênicos

Embora saibamos há muito tempo que a água pode ser responsável pela transmissão de um grande número de doenças, é ainda enorme o número de pessoas por elas afetadas, principalmente nas regiões menos desenvolvidas, onde o saneamento básico é precário ou mesmo inexistente.

Teor de sólidos

Os sólidos em suspensão aumentam a turbidez da água, isto é, diminuem sua transparência. O aumento da turbidez reduz as taxas de fotossíntese e prejudica a procura de alimento por algumas espécies, levando a desequilíbrios na cadeia alimentar. Sedimentos podem carregar pesticidas e outros tóxicos, e sua deposição no fundo de rios e lagos prejudica as espécies bentônicas e a reprodução de peixes.

4.10.1.5 Alterações provenientes de atividades humanas (antrópicas)

Todas as informações citadas abaixo foram extraídas do Estudo de Impacto Ambiental da UHE Mauá realizado pela empresa CNEC, em 2004.

Uso da água

As influências das atividades humanas na composição das águas da bacia do Tibagi até o eixo previsto para barragem da usina hidrelétrica de Mauá se distribuem em diversos níveis. São elas devidas principalmente a afluentes urbanos, industriais, atividades agrícolas e, a atividades minerárias (CNEC, 2004).

O abastecimento público é o uso preponderante da água na bacia hidrográfica do rio Tibagi, notadamente em sua porção a montante da futura barragem de Mauá (ver Tabela LI). A maioria das captações se situa em afluentes enquadrados na Classe 1 (CONAMA 357/2005). As cidades de Tibagi e Telêmaco Borba captam água do próprio rio Tibagi, assim como Londrina e Cambé, estas duas últimas à jusante da futura barragem em tela. A demanda industrial também é

importante, tomando-se como exemplo a Indústria Klabin de Papel e Celulose, sediada em Telêmaco Borba, grande usuária de recursos hídricos (CNEC, 2004).

Os mananciais subterrâneos também são muito utilizados, sobretudo para o abastecimento de pequenas comunidades e consumidores individuais estabelecidos fora do âmbito das redes de abastecimento público (CNEC, 2004).

Os rios da Bacia Efetiva do Rio Tibagi (BHERT), foram enquadrados na Classe 2 (SUDERHSA, 1997), à exceção dos listados na Tabela L.

Tabela L: Rios da BHERT não enquadrados como Classe 2.

RIO	LOCAL/MUNICÍPIO	CLASSE
Arroio São Cristóvão	Castro	1
Rio Imbituvinha	Irati	1
Arroio Bom Jardim	Bom Jardim (Ivaí)	1
Córrego da Chegada	Natingui (Ortigueira)	1
Rio Quero-Quero	Quero-Quero (Palmeira)	1
Rio do Pugas	Palmeira	1
Arroio Moinho	Guaragi (Ponta Grossa)	1
Rio Fumeiro	Imbaú (Telêmaco Borba)	1
Rio Harmonia e afluentes	até a barragem da Klabin	1
Rio Quebra Perna e afl.	Ponta Grossa	1
Rio Barrosinho e afl.	Ponta Grossa	1
Arroio da Ronda	Ponta Grossa	3

Fonte: CNEC, 2004

Tabela LI: Estimativa de demanda de água para abastecimento doméstico dos municípios da BHERT até a Usina Hidrelétrica Mauá.

Município	População na BHERT ¹			Demanda na BHERT m ³ /dia		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Carambeí	10494	4366	14.860	1.574	437	2.011
Castro	43250	20.331	63.581	6.487	1.362	7.850
Imbaú	5483	3.991	9.474	822	399	1.222
Imbituva	14781	9.715	24.496	2.217	758	2.975
Ipiranga	3996	9.312	13.308	599	931	1.531
Irati	39306	13.046	52.352	5.099	222	5.321
Ivaí	3709	8.190	11.899	0	262	262
Ortigueira	8363	16.853	25.216	1.254	1.197	2.451
Palmeira	17268	13.579	30.847	2.590	1.127	3.717
Pirai do Sul	14624	7.023	21.647	2.194	471	2.664
Ponta Grossa	266683	6.933	273.616	40.002	555	40.557
Porto Amazonas	2728	1.508	4.236	0	27	27
Reserva	9611	14.366	23.977	1.442	503	1.944
Teixeira Soares	3785	4.407	8.192	568	441	1.008
Telêmaco Borba	58354	2.884	61.238	8.753	288	9.041
Tibagi	10279	8.155	18.434	1.542	816	2.357
Ventania	5357	2.667	8.024	804	125	929
TOTAL	518.071	132.466	650.537	75.948	9.919	85.867

Fonte: CNEC, 2004

O uso industrial da água é significativo na bacia, apenas nas regiões de Ponta Grossa, Telêmaco Borba e Castro.

Um uso importante da água na região é o afastamento e diluição de esgotos sanitários. Muitos grupamentos habitacionais da bacia do Tibagi não possuem tratamento de efluentes, sendo estes lançados diretamente nos rios. Como o Tibagi e alguns afluentes são essencialmente lóticos, a degradação da matéria orgânica é atualmente eficiente para mitigação do impacto promovido por esta carga poluente, como será especificado no item subsequente.

A irrigação é empregada em um grande número de pequenas captações e na dessedentação de animais e diversos outros usos agropecuários.

A geração hidrelétrica em pequenas centrais sem reservatórios de acumulação desde muito tempo tem sido um uso a ser considerado.

Com respeito à geração hidrelétrica, estão previstos para o curso principal do rio Tibagi, 8 centrais de geração, com potência variado de 0,14 MW até 472 MW. LICHT (2001) e (MINEROPAR, 2001) aponta na região do Paraná que

envolve a porção inferior da bacia do Tibagi, uma importante anomalia geoquímica de sulfato em águas superficiais.

Influência de efluentes domésticos

Na bacia efetiva estão dispostos *in totum* ou parcialmente, 17 municípios com uma população estimada de 650.537 de habitantes, gerando um total de 40.219 kg diários de DBO proveniente de esgoto doméstico (Tabela LII).

Tabela LII: Estimativas da carga potencial de DBO gerada pelos municípios da bacia do rio Tibagi até o sítio da barragem Mauá.

Município	Carga Potencial (Kg DBO/dia)		
	Urbana	Rural	Total
Carambel	802	236	1038
Castro	3433	736	4169
Imbaú	512	216	727
Imbituva	1323	409	1732
Ipiranga	719	503	1221
Irati	2629	120	2749
Ivaí	0	142	142
Ortigueira	1362	646	2008
Palmeira	1666	609	2274
Piraí do Sul	1169	254	1423
Ponta Grossa	14775	300	15075
Porto Amazonas	0	15	15
Reserva	1295	272	1566
Teixeira Soares	442	238	680
Telêmaco Borba	3307	156	3463
Tibagi	995	440	1436
Ventania	433	68	501
Total	34862	5357	40219

Fonte: CNEC, 2004

Os efluentes domésticos contribuem com uma carga de matéria orgânica, compostos nitrogenados, cloreto de sódio, fósforo e outros componentes em menor quantidade. Contribuem também com uma carga bacteriana e outros produtos menos significativos. Processos de tratamento de esgotos, implantados parcialmente apenas em algumas cidades atenuam, sobretudo a carga orgânica e bacteriológica, que é a mais nociva, pouco afetando os outros materiais dissolvidos.

Dos 17 municípios envolvidos pela bacia, 14 têm sua sede no interior da mesma, estando Castro na porção vulcânica da bacia, com composição granítica e as outras na porção Paleozóica. A influência dos efluentes domésticos se dá com

maior intensidade sobre as águas mais diluídas, aquelas que drenam regiões sedimentares mais arenosas.

A maior parte dos rios da região apresenta, turbulência que facilita a autodepuração da carga orgânica lançada, por oxigenação natural, mesmo antes de atingir o coletor principal, o próprio rio Tibagi, que também tem trechos com corredeiras.

Influência da atividade agropecuária

As atividades rurais têm sido, até o momento, o suporte da economia regional. A pecuária contribui para as águas com sensíveis estoques de matéria orgânica, nitrato e também fósforo. A agricultura, pelo emprego de fertilizantes, contribui com nitrogênio, fósforo e potássio em grande quantidade.

Nas regiões arenosas da Seqüência Paleozóica o baixo teor de argila dos solos não tem capacidade para reter boa parte dos fertilizantes que, conseqüentemente, alcançam a drenagem e os aquíferos mais superficiais.

A ocupação e uso descuidados do solo têm sido, na bacia, um fator altamente impactante da qualidade das águas superficiais. Este impacto se manifesta, sobretudo nos sólidos totais e turbidez, especialmente em épocas de chuvas intensas.

A turbidez das águas tende a ser maior na porção mais à jusante da bacia, devido ao maior conteúdo de argila daqueles solos. Esta turbidez prejudica o desenvolvimento da vida aquática, principalmente pelo barramento da penetração da luz, inibindo processos fotossintéticos.

Um fator diretamente gerado pela ação antrópica através da agricultura é o teor dos chamados defensivos agrícolas. Se o uso de agrotóxicos é atualmente fundamental para uma agricultura, em larga escala bem sucedida, seu manejo, em termos gerais, tem sido ambientalmente incorreto. Com freqüência são noticiados casos de intoxicações diretas de pessoas em todo o Brasil. Infelizmente ainda não existem no Estado do Paraná, medições sistemáticas continuadas de organoclorados e organofosforados, produtos largamente empregados na agricultura. Medições sistemáticas são importantes em face da sazonalidade no emprego dos citados produtos.

Além dos aspectos supramencionados, há o fator análise. Os procedimentos exigidos pela maioria dos laboratórios analíticos requerem a conservação da amostra em estado de congelamento. Apenas este fato já coloca sob suspeita uma grande parte dos resultados apresentados pela literatura sobre análises de agrotóxicos em água. Em outras palavras – é inviável a análise de agrotóxicos aplicados em um tempo superior a 24 horas. Como a água eventualmente contaminada não se manteve no rio em estado de congelamento os princípios dos agrotóxicos provavelmente já se decompuseram significativamente. Uma solução seria a análise de produtos de decomposição dos agrotóxicos, prática nem sempre adotada pelos laboratórios.

Saliente-se que os procedimentos laboratoriais usuais não privilegiam a análise de estruturas orgânicas fruto da decomposição de princípios ativos dentre estes os agrotóxicos. Deste modo, ao se analisar uma amostra contendo resíduos de agrotóxicos que não foram aplicados em um curto espaço de tempo, um laudo negativo não significa necessariamente que na bacia não haja princípios ativos derivados e nem por isso menos nocivos à saúde humana e aos ecossistemas influenciados.

Influência da atividade industrial

A atividade industrial na bacia de contribuição para a barragem de Mauá é significativa em termos de número de efluentes, nos núcleos urbanos de Ponta Grossa, Telêmaco Borba, Castro, Irati e Palmeira.

A indústria de grande porte, mais próxima a montante da barragem é a Klabin de Telêmaco Borba, unidade que atualmente mantém bom controle de seus efluentes líquidos que são tratados pelo processo de lodos ativados (segundo dados levantados por IGPlan em 2002). Sua produção anual é de cerca de 700.000 ton/ano de papel ondulado com uma emissão de efluentes em torno de 5.500 kg DBO/dia. Estes valores correspondem a cerca de 80.000 m³/dia de efluentes. Esta indústria está instalada há várias décadas na região, desde época em que as normas ambientais não eram tão exigentes como atualmente. Em face deste fato, ainda hoje se observa vestígio de efluentes lançado no rio refletido por material depositado e agregado ao leito e margens do rio.

Em termos comparativos e absolutos, a influência industrial (COPEL, 1996), na carga de DBO vertida na bacia efetiva do rio Tibagi na época, se limitava a cerca de 10% dos efluentes domésticos urbanos e rurais. Este percentual atualmente deve girar em torno de 25%, mesmo porque a atividade pecuária também aumentou no que tange a estabelecimentos com animais em regime de confinamento.

Influência da atividade mineral

A atividade mineral na bacia se concentra na exploração de rochas como material de construção, na forma de pedreiras, na exploração de areia no leito do próprio rio Tibagi e no garimpo de diamante.

As atividades de exploração de areia e diamante têm se intensificado muito nos últimos anos, através de processos de dragagem. Estas atividades não são caracterizadas pelo emprego de produtos químicos tóxicos. Apesar disso, são potenciais contribuintes em larga escala com material particulado que aumenta a turbidez da água e modifica as características do leito dos rios em trechos mais lânticos. Este processo envolve importante revolvimento dos depósitos fluviais arenosos do leito e margens do rio, que possuem quantidades por vezes significativas de fração argila e silte transportados e depositados em situações de grandes cheias.

Também relacionado a esta atividade minerária, há a possibilidade de derrames episódicos ou mesmo sistemáticos de óleo combustível e lubrificante dos equipamentos mecânicos das dragas.

Na margem direita do Tibagi, no Ribeirão dos Cavalos sub-bacia do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, existiu uma mineração de carvão, explorada pela Indústria Klabin de Papel e Celulose Ltda. A associação do carvão mineral com enxofre elementar e pirita é sobejamente conhecida. Esta mineração tendo exposto a Formação Rio Bonito, tem potencial para elevar o nível de sulfato nas águas correspondentes ao correspondente corpo segmentado do reservatório de Mauá.

Outras atividades influentes na qualidade da água

A qualidade da água em um rio depende essencialmente do contexto natural e das atividades desenvolvidas em toda sua bacia hidrográfica. Uma das características atuais do rio Tibagi é seu regime turbulento que gera ambientes lóticos em grande parte de seu curso. Este regime mudará bastante com a construção de barragens em seu curso tornando-se lêntico. Nestas novas condições, se realmente ocorrerem, a série de barragens a ser imposta no rio Tibagi irá, sem dúvida, promover uma alteração nas características de suas águas. Várias destas alterações serão promovidas pela mudança de regime do fluxo com o conseqüente aumento no tempo de residência das águas em determinados sítios e estabelecimento de novos equilíbrios biogeoquímicos.

Um outro fator que tende a ser crescente contaminador das águas tanto superficiais como subterrâneas na bacia são os descartes de resíduos sólidos. Na Tabela LIII está apresentada a situação dos municípios da BHERT onde se observa que há um esforço recente para dotar os municípios de sistemas adequados para disposição de seus resíduos sólidos. Na maior parte dos municípios de menor população tem sido implantado sistemas que não se constituem propriamente em um aterro sanitário, pois dispensam a impermeabilização total de sua base por membrana. Os aterros sanitários são mais sofisticados do que simples aterros controlados pois há coleta e tratamento de efluentes ou chorume.

Tabela LIII: Resíduos sólidos urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi na área da futura Barragem de Mauá.

Município	Usuário	Sub-bacia	Disposição	Observações
Carambei			Aterro	Consórcio com Castro e Pirai do Sul
Castro	Prefeitura	Afluente do rio Iapó	Aterro	Consórcio com Castro e Pirai do Sul
Curiúva			Aterro	Programado consorciado a
Imbituva	Prefeitura	Rio Ipiranga	Aterro	
Ipiranga	Prefeitura	Rio Ipiranga	Aterro	pela Caixa Econômica Federal
Irati	Prefeitura	Afluente do Ribeirão	Aterro	pela Caixa Econômica Federal
Ivaí	Prefeitura		Aterro	pela Caixa Econômica Federal
Ortigueira	Prefeitura		Aterro	
Palmeira	Prefeitura	Rio Tapera	Céu aberto	na programação da Caixa
	Prefeitura	Rio Pugas	Céu aberto	
Pirai do Sul	Prefeitura		Aterro	Consórcio com Castro e Pirai do Sul
Ponta	Prefeitura	Afluente do rio Cará	Aterro	Em fase de aprovação de EIA/RIMA
	Prefeitura-	Afluente do rio Cará-	Usina	
Reserva	Prefeitura	Rio Maromba	Aterro sanitário	
Teixeira	Prefeitura	Arroio Jacú	Aterro	
Telêmaco	Prefeitura		Aterro sanitário	pela Caixa Econômica Federal
Tibagi	Prefeitura	Afluente do rio Tibagi	Céu aberto	na programação da Caixa
Ventania				

Fonte: CNEC, 2004

4.10.1.6 Avaliação da área em estudo

O objeto em estudo neste trabalho corresponde à área de influência da UHE Mauá (montante e jusante da futura barragem).

Levantamento de dados primários e secundários

A composição química da água de um rio, a despeito de manter uma estabilidade em relação ao substrato geológico e algumas outras condicionantes naturais, sofre variações provocadas por influências sazonais e outros fenômenos localizados no tempo. Deste modo, o ideal é se fazer um diagnóstico da qualidade de água com base em séries históricas plurianuais. Em face da impossibilidade de se promover a obtenção de dados primários distribuídos mesmo durante um ciclo hidrológico anual, foi desenvolvida apenas uma campanha de amostragem. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas apropriadas, com gelo e levadas ao laboratório.

As análises físico-químicas foram realizadas no Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná – CEPPA e pelo Laboratório Frischmann Aisengart (LFA). A metodologia utilizada para estas análises está apresentada na Tabela LIV.

Tabela LIV: Metodologia utilizada para os diversos ensaios realizados.

PARÂMETRO	METODOLOGIA	LABORATÓRIO
Organoclorados organofosforados (em solo)	e PERES, T. B. et al. Métodos de extração de agrotóxicos de diversas matrizes. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.69, n.4, p.87-94, out/dez. 2002.	CEPPA
Organoclorados organofosforados (em água)	e ORGANOCHLORINE PESTICIDES. In: APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ^a ed. Washington, 1995. (Method 6630, p.6-114 a 6-121). HATRIK, S.; TEKEL, J. Extraction methodology and chromatography for the determination of residual pesticide in water. J Chromatography A, v. 733, p. 217-233, 1996.	CEPPA
Coliformes totais e fecais	Standard methods for the examination of water and wastewater	CEPPA
DBO, DQO, Fluoreto, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito,	Standard methods for the examination of water and wastewater	CEPPA

Sulfito, Sulfeto, Sólidos totais,
pH, Óleos e graxas, Fósforo
total

Nitrogênio Kjeldahl, Nitrato Centro de tecnologia em saneamento e
meio ambiente – Análise de águas
residuárias

Cianeto qualitativo Visocolor Cyanide CEPPA

Cianeto quantitativo, Fenóis LFA
totais e Boro

Metais (As, Cd, Pb, Cu, Sn, Fe, Standard methods for the examination CEPPA
Mn, K, Ag, Ba, Hg, Ni, Se, Zi) of water and wastewater

A KLABIN Papéis (KPP) disponibilizou dados químicos e físico-químicos de três estações de monitoramento da qualidade da água do rio Tibagi situadas, de 2001 até 2006 (ver Tabela LV a Tabela LX).

- à Montante do Lançamento da unidade industrial da KPP;
- na ilha Surubi, a jusante do lançamento de efluentes da KPP;
- na Usina Hidrelétrica Mauá (Presidente Vargas).

Tabela LV: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2001.

MEIO AMBIENTE																				
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																				
Mês/2001	Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi							Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi							Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá					VAZÃO m³/s
	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	
Média 2000	20,5	8,0	111,8	155,7	7,6	5,3	1,0	20,5	7,9	93,5	161,8	7,5	5,7	1,3	7,5	166,0	7,5	5,9	1,2	320,6
jan/01	24,4	8,1	104,4	200,3	7,7	5,7	1,0	25,0	8,0	103,1	200,8	7,4	5,7	1,3	7,8	226,3	7,7	6,4	1,3	529,0
fev/01	24,1	7,9	100,6	496,8	7,9	6,8	1,3	24,2	7,9	100,3	484,3	7,5	5,8	1,4	7,4	320,3	7,7	6,5	1,5	766,1
mar/01	24,3	8,3	106,0	136,4	7,8	2,6	0,9	24,5	8,1	103,4	136,4	7,4	4,4	0,9	7,8	131,3	7,4	4,1	1,5	466,6
abr/01	23,3	8,4	104,7	128,8	7,5	3,2	1,0	23,6	8,0	101,5	128,0	7,4	3,0	1,0	7,9	83,0	7,5	3,6	0,8	215,5
mai/01	18,7	9,3	107,4	159,0	7,4	3,7	1,3	18,7	9,2	105,1	160,2	7,3	4,4	1,5	8,6	150,8	7,3	3,1	1,1	307,9
jun/01	15,6	10,0	107,6	276,7	7,2	4,4	1,6	15,6	9,8	105,5	282,3	7,0	3,7	1,9	9,0	118,0	7,0	2,5	1,5	382,3
jul/01	16,6	9,5	105,4	95,4	6,8	2,1	1,2	16,8	9,2	102,3	122,5	6,6	2,7	1,2	9,0	111,8	6,8	3,0	1,1	429,9
ago/01	18,4	9,5	109,5	166,2	6,3	4,2	1,4	18,4	9,3	106,6	180,4	6,4	3,5	1,3	9,0	131,2	6,4	2,5	1,2	459,9
set/01	20,8	7,5	105,8	153,5	6,5	3,8	1,2	21,0	8,6	102,8	157,5	6,5	5,0	1,3	8,4	149,8	6,4	3,8	1,5	329,0
out/01	21,8	8,9	108,0	411,7	6,6	6,6	1,5	21,6	8,9	108,1	432,3	6,5	5,6	1,7	8,4	912,0	6,7	13,8	1,7	963,0
nov/01	24,4	8,3	106,2	126,0	6,3	2,8	0,9	24,5	8,1	104,0	127,5	6,3	2,5	0,9	7,9	125,7	6,3	2,1	0,9	379,7
dez/01	24,4	8,3	106,5	241,5	6,6	5,5	1,2	23,9	8,2	104,2	227,3	6,6	4,5	1,2	8,0	181,0	6,7	4,3	1,0	360,1
MÉDIA	21,4	8,7	106,0	216,0	7,0	4,3	1,2	21,5	8,6	103,9	220,0	6,9	4,2	1,3	8,3	220,1	7,0	4,6	1,3	465,8

Tabela LVI: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2002.

		MEIO AMBIENTE																			VAZÃO m³/s
		MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																			
Mês/2002	Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi							Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi						Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá							
	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L		
Média 2000	20,5	8,0	111,8	155,7	7,6	5,3	1,0	20,5	7,9	93,5	161,8	7,5	5,7	1,3	7,5	166,0	7,5	5,9	1,2		
Média 2001	21,4	8,7	106,0	216,0	7,0	4,3	1,2	21,5	8,6	103,9	220,0	6,9	4,2	1,3	8,3	220,1	7,0	4,6	1,3		
jan/02	24,2	8,3	105,2	139,0	7,4	3,0	1,1	24,3	8,1	102,8	149,2	7,3	3,3	1,3	7,8	212,2	7,5	3,0	1,1		
fev/02	24,0	8,5	107,1	106,0	7,3	3,4	2,7	24,1	8,2	103,9	107,8	7,0	3,0	1,2	7,9	93,3	7,2	2,2	1,1		
mar/02	25,6	7,9	103,4	106,3	7,0	2,3	0,8	25,7	7,6	98,7	116,8	6,9	2,9	1,6	7,5	109,8	7,1	2,0	1,0		
abr/02	24,1	7,9	100,6	60,0	7,5	3,4	1,1	24,1	7,5	95,8	65,0	7,1	5,5	1,8	7,8	43,0	7,3	2,2	1,3		
mai/02	19,6	8,8	103,0	173,4	7,6	4,9	1,6	19,6	8,7	101,2	183,4	7,5	6,1	2,1	8,0	166,3	7,1	4,5	1,5		
jun/02	18,3	9,2	104,8	39,7	7,4	2,2	1,1	18,5	8,9	102,0	42,7	7,1	4,3	1,6	8,5	33,0	6,9	1,8	0,8		
jul/02	15,8	9,6	104,1	50,8	7,7	2,6	1,2	15,8	9,3	101,0	56,3	7,3	3,3	1,9	9,3	50,8	7,3	2,0	1,4		
ago/02	18,0	9,4	106,1	101,0	7,7	3,3	1,2	18,0	9,0	101,7	104,4	7,4	3,8	1,8	8,9	79,6	7,5	3,9	1,4		
set/02	18,5	9,1	104,6	184,0	7,6	5,0	1,5	18,5	8,9	102,1	227,3	7,5	6,3	1,9	8,9	149,3	7,1	6,6	2,0		
out/02	22,3	8,6	105,6	163,6	7,7	3,7	1,1	22,3	8,4	102,7	178,2	7,5	3,4	1,2	8,3	96,0	7,3	4,0	1,0		
nov/02	22,1	8,6	105,4	236,3	7,9	5,6	1,5	22,3	8,4	103,4	232,8	7,4	6,6	1,3	7,9	129,0	7,1	3,5	0,5		
dez/02	23,7	8,1	101,9	189,3	7,7	7,3	2,4	23,7	7,8	98,6	202,5	7,4	5,6	1,1	7,3	229,3	7,3	9,3	1,9		
MÉDIA	21,3	8,661	104,3	129,1	7,5	3,9	1,454	21,4	8,4	101,2	138,8	7,3	4,5	1,6	8,174	116,0	7,2	3,7	1,250		

Tabela LVII: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2003

		MEIO AMBIENTE																			VAZÃO m³/s
		MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																			
Mês/2003	Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi							Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi						Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá							
	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L		
Média 2001	21,4	8,7	106,0	216,0	7,0	4,3	1,2	21,5	8,6	103,9	220,0	6,9	4,2	1,3	8,3	220,1	7,0	4,6	1,3		
Média 2002	21,1	8,7	104,5	123,6	7,5	3,6	1,4	21,2	8,4	101,4	133,1	7,3	4,4	1,6	8,3	105,7	7,2	3,2	1,2		
jan/03	25,0	7,7	99,1	164,0	7,9	4,5	1,2	25,0	7,5	96,2	168,2	7,4	4,5	0,8	6,6	241,4	7,4	5,8	0,5		
fev/03	24,4	8,5	108,8	230,0	7,3	6,6	1,1	24,4	8,5	107,8	207,8	7,1	5,6	1,0	8,0	162,8	7,1	5,3	0,9		
mar/03	23,5	8,5	107,3	129,8	6,8	4,0	0,9	23,5	8,4	106,0	139,8	6,8	4,6	0,9	8,0	182,3	6,9	5,6	0,9		
abr/03	20,8	8,9	106,4	80,3	6,8	3,3	0,9	20,8	8,9	103,3	81,8	6,6	3,9	1,0	8,6	89,7	6,8	3,9	1,1		
mai/03	17,8	9,3	104,7	49,8	7,2	1,3	1,4	17,8	9,0	101,4	64,0	6,9	2,6	1,4	8,6	52,0	6,9	2,9	1,4		
jun/03	17,8	9,6	108,9	108,5	6,7	2,0	1,2	17,8	9,4	106,3	111,8	6,5	3,0	1,1	9,3	118,0	6,6	3,9	1,1		
jul/03	16,5	9,6	108,1	159,8	6,8	4,2	1,7	16,5	9,6	105,8	163,4	6,7	5,6	1,8	9,2	165,6	6,7	8,9	1,6		
ago/03	16,5	9,8	107,6	46,8	6,8	2,6	1,7	16,3	9,6	105,7	50,5	6,7	3,3	2,0	9,4	47,8	6,7	2,3	1,5		
set/03	19,6	9,0	104,8	40,3	6,1	3,2	1,4	19,5	8,7	101,1	48,3	6,2	5,1	1,8	8,8	34,8	6,2	5,6	1,5		
out/03	21,4	8,5	103,1	166,8	6,5	4,3	1,0	21,6	8,3	100,7	177,2	6,5	5,9	1,3	8,2	161,8	6,7	4,5	1,1		
nov/03	22,5	8,3	101,9	186,0	6,5	4,0	1,2	22,8	8,2	98,3	203,5	6,6	5,6	1,4	8,3	95,3	7,0	5,5	3,8		
dez/03	23,4	8,3	104,1	244,8	6,1	4,9	1,3	23,5	8,1	101,7	273,3	6,1	4,9	1,0	7,8	207,3	6,3	7,3	2,2		
MÉDIA	20,8	8,836	105,4	133,9	6,8	3,7	1,243	20,8	8,7	102,9	140,8	6,7	4,6	1,3	8,401	129,9	6,8	5,1	1,465		

Tabela LVIII: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2004

		MEIO AMBIENTE																			VAZÃO m³/s
		MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																			
Mês/2004	Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi							Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi						Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá							
	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO₂/L	COR PtCo	pH	DOO mgO₂/L	DBO₅ mgO₂/L		
Média 2001	21,4	8,7	106,0	216,0	7,0	4,3	1,2	21,5	8,6	103,9	220,0	6,9	4,2	1,3	8,3	220,1	7,0	4,6	1,3		
Média 2002	21,1	8,7	104,5	123,6	7,5	3,6	1,4	21,2	8,4	101,4	133,1	7,3	4,4	1,6	8,3	105,7	7,2	3,2	1,2		
Média 2003	20,8	8,8	105,4	133,9	6,8	3,7	1,2	20,8	8,7	102,9	140,8	6,7	4,6	1,3	8,4	129,9	6,8	5,1	1,5		
jan/04	24,30	8,4	106,1	169,0	6,6	7,3	1,0	24,3	8,1	102,8	167,6	6,6	6,8	0,9	7,7	149,8	6,7	13,6	1,4		
fev/04	24,3	8,3	105,8	140,8	7,1	5,6	0,7	24,5	8,0	102,1	148,8	7,0	5,6	1,0	7,8	194,3	7,2	9,6	0,9		
mar/04	23,8	8,2	103,8	163,3	7,6	3,0	0,6	23,6	8,1	101,6	165,5	7,3	4,7	0,9	7,7	156,3	7,2	4,4	0,6		
abr/04	22,4	8,4	103,9	127,6	7,4	3,9	0,7	22,6	8,2	100,7	120,2	7,2	4,7	0,9	7,9	132,4	7,3	5,5	0,5		
mai/04	17,8	9,7	109,5	232,7	7,4	5,7	1,2	17,4	9,6	107,1	387,3	7,2	9,7	1,5	8,9	350,5	7,0	7,4	1,2		
jun/04	15,4	10,1	108,5	185,8	7,3	5,1	1,7	15,4	10,1	109,1	194,0	6,8	5,4	1,7	9,6	235,0	6,9	6,0	1,4		
jul/04	16,4	9,9	108,5	124,0	6,1	5,1	1,5	16,6	9,8	107,8	124,8	6,1	4,7	1,5	9,4	146,5	6,3	4,7	1,0		
ago/04	17,0	9,7	108,0	52,0	6,3	12,0	1,3	17,0	9,6	106,8	54,0	6,3	15,7	1,4	9,0	47,0	6,3	11,5	0,9		
set/04	20,9	8,7	104,7	84,4	6,3	5,1	1,0	20,7	8,4	99,4	89,0	6,3	6,0	1,3	8,3	78,0	6,3	3,5	1,3		
out/04	21,2	8,8	106,3	307,3	6,7	8,5	1,4	21,2	8,6	103,9	247,0	6,7	6,7	1,5	8,5	251,7	6,7	6,5	1,1		
nov/04	22,1	8,7	106,8	154,5	6,3	3,4	1,1	22,1	8,6	104,8	160,0	6,3	4,1	1,0	8,3	159,0	6,4	5,0	0,8		
dez/04	23,6	8,5	106,5	199,3	6,7	6,4	1,0	23,8	8,2	78,1	200,0	6,8	4,7	1,2	7,9	153,3	6,7	5,3	0,8		
MÉDIA	20,760	8,948	106,5	161,7	6,8	5,9	1,087	20,8	8,8	102,0	171,5	6,7	6,6	1,2	8,418	171,1	6,7	6,9	0,988		

Tabela LIX: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2005

		MEIO AMBIENTE																				VAZÃO m³/s
		MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																				
		Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi						Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi						Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá								
Mês/2005	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L			
Média 2001	21,4	8,7	106,0	216,0	7,0	4,3	1,2	21,5	8,6	103,9	220,0	6,9	4,2	1,3	8,3	220,1	7,0	4,6	1,3	465,8		
Média 2002	21,1	8,7	104,5	123,6	7,5	3,6	1,4	21,2	8,4	101,4	133,1	7,3	4,4	1,6	8,3	105,7	7,2	3,2	1,2	300,4		
Média 2003	20,8	8,8	105,4	133,9	6,8	3,7	1,2	20,8	8,7	102,9	140,8	6,7	4,6	1,3	8,4	129,9	6,8	5,1	1,5	309,3		
Média 2004	20,8	8,9	106,5	161,7	6,8	6,0	1,1	20,8	8,8	102,0	171,5	6,7	6,5	1,2	8,4	171,1	6,7	6,9	1,0	372,5		
jan/05	23,5	8,4	104,9	416,5	7,1	7,2	1,0	24,1	8,1	101,5	434,3	6,8	12,2	1,3	7,9	238,8	7,2	5,1	0,6	476,5		
fev/05	24,0	8,2	103,7	113,5	7,6	2,5	0,6	24,5	7,9	101,2	87,5	7,2	2,5	0,7	7,4	75,0	7,1	3,8	0,5	236,1		
mar/05																				104,9		
abr/05	22,5	8,4	103,8	164,4	6,9	3,8	0,8	24,5	7,6	97,1	187,0	6,4	8,9	0,8	7,4	195,5	6,6	5,1	0,7	122,7		
mai/05	20,0	8,4	99,0	71,5	6,2	1,6	0,6	20,5	8,1	95,8	87,5	6,3	5,5	1,0	8,2	77,0	6,4	3,0	0,8	200,3		
jun/05	19,2	9,3	107,7	124,6	6,5	4,3	1,1	19,3	9,1	105,8	127,8	6,5	4,3	1,0	8,9	121,0	6,3	4,4	0,9	280,1		
jul/05	15,8	9,5	103,1	140,0	6,6	5,5	1,2	16,0	9,3	101,8	147,0	6,5	5,8	1,4	9,2	105,0	6,4	6,1	1,3	218,1		
ago/05	18,5	9,3	104,1	76,5	6,6	3,5	1,2	18,1	9,0	99,3	79,5	6,5	4,5	1,3	9,1	66,0	7,2	3,8	0,9	172,6		
set/05	20,9	8,7	104,7	84,4	6,3	5,1	1,0	20,7	8,4	99,4	89,0	6,3	6,0	1,3	8,3	78,0	6,3	3,5	1,3	171,7		
out/05	21,2	8,8	106,3	307,3	6,7	8,5	1,4	21,2	8,6	103,9	247,0	6,7	6,7	1,5	8,5	251,7	6,7	6,5	1,1	428,1		
nov/05	22,3	8,7	107,3	156,0	6,4	3,7	1,1	22,3	8,6	105,4	158,3	6,3	4,1	1,1	8,2	166,7	6,4	4,5	0,8	488,9		
dez/05	23,6	7,3			6,6	5,0	1,2	23,3	7,3			6,5	38,0	1,0	6,9		6,5	5,0	0,9	333,6		
MÉDIA	19,289	7,911	95,0	150,4	6,1	4,2	0,931	19,5	7,7	91,9	149,5	6,0	8,2	1,0	7,504	125,0	6,1	4,2	0,812	269,5		

Tabela LX: Monitoramento do Rio Tibagi pela KPP em 2006

		MEIO AMBIENTE																				VAZÃO m³/s
		MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO RIO TIBAGI																				
		Montante Lançamento KPP-Elevatória Tibagi						Jusante Lançamento KPP-Ilha Surubi						Jus. Lançamento KPP-U.H. Mauá								
Mês/2006	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	TEMP. °C	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	Saturação %	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L	OXIGÊNIO DISSOLV. mgO ₂ /L	COR PtCo	pH	DOO mgO ₂ /L	DBO ₅ mgO ₂ /L			
Média 2002	21,1	8,7	104,5	123,6	7,5	3,6	1,4	21,2	8,4	101,4	133,1	7,3	4,4	1,6	8,3	105,7	7,2	3,2	1,2	300,4		
Média 2003	20,8	8,8	105,4	133,9	6,8	3,7	1,2	20,8	8,7	102,9	140,8	6,7	4,6	1,3	8,4	129,9	6,8	5,1	1,5	309,3		
Média 2004	20,8	8,9	106,5	161,7	6,8	6,0	1,1	20,8	8,8	102,0	171,5	6,7	6,5	1,2	8,4	171,1	6,7	6,9	1,0	372,5		
Média 2005	19,3	7,9	95,0	150,4	6,1	4,2	0,9	19,5	7,7	91,9	149,5	6,0	8,2	1,0	7,5	125,0	6,1	4,2	0,8	269,5		
jan/06	24,1	8,4	105,5		6,4	7,4	1,0	24,1	8,1	102,4		6,4	6,8	0,9	7,6		6,6	15,7	1,6	221,4		
fev/06	23,8	8,2	103,8		7,6	3,3	0,6	23,6	8,1	101,6		7,3	4,7	0,9	7,7		7,2	4,4	0,6	201,1		
mar/06	25,8	7,6			6,8	4,4	0,7	25,1	7,2			6,7	5,3	0,9	7,5		7,0		1,0	131,1		
abr/06	20,2	7,6			6,4	42,3	0,7	21,0	6,6			6,4	51,3	1,2						48,3		
mai/06	17,9	8,7			6,5	12,1	0,7	18,3	8,2			6,4	16,4	1,8						48,3		
jun/06	18,3	9,0			5,9	10,3	1,6	18,2	8,4			6,1	15,4	2,2						44,3		
jul/06	18,6	8,9			6,4	10,5	1,4	18,4	8,2			6,5	21,0	2,1						45,8		
ago/06	18,4	9,5			7,0	15,7	2,2	18,7	8,8			7,1	23,6	2,8	8,7		6,4	12,4	2,3	37,4		
set/06	20,6	9,5		99,0	6,0	19,1	1,7	19,6	9,3		113,0	5,9	21,9	2,1	9,2	92,0	6,4	21,9	1,7	205,5		
out/06	21,9	8,7		79,0	6,3	15,7	0,8	21,3	8,5		49,0	6,4	17,5	1,2	8,9	29,0	6,5	3,8	1,6	263,3		
nov/06	23,8	8,3		195,0	6,6	18,9	1,0	23,6	8,0		212,3	6,7	22,7	1,4	5,9		7,0	18,5	0,6	197,5		
dez/06	24,9	8,3		175,0	6,2	7,8	1,5	24,8	7,8		147,0	6,3	11,7	1,6	7,2		6,4	7,2	1,1	274,9		
MÉDIA	21,522	8,559	104,6	109,6	6,5	13,9	1,168	21,4	8,1	102,0	104,3	6,5	18,2	1,6	7,852	40,3	6,7	12,0	6,551	146,0		

Pontos de Amostragem de Água

Os pontos de amostragem de água foram selecionados de acordo com a influência do município de Telêmaco Borba e o local do futuro barramento. Foram amostrados quatro pontos distintos.

O primeiro ponto selecionado fica à montante da cidade, fora de sua influência direta. O segundo à jusante da cidade e à montante do futuro barramento.

O terceiro ponto fica localizado junto à usina Presidente Vargas de propriedade da Klabin, à jusante do futuro barramento. O quarto ponto fica após a foz do Ribeirão das Antas, também à jusante do futuro barramento.

Tabela LXI: Coordenadas dos pontos de amostragem.

Ponto	Pontos de amostragem de solo	
	Coordenada	
	N	E
Ponto 01	7299268	544782
Ponto 02	7313383	535932
Ponto 03	7339700	529395
Ponto 04	7342366	531383

Nas imagens a seguir podem-se visualizar os pontos de amostragem de água.



Figura 27 - Ponto 01 de amostragem de água.



Figura 28 - Ponto 02 de amostragem de água.



Figura 29 - Ponto 03 de amostragem de água.



Figura 30 - Ponto 04 de amostragem de água.



Ensaio realizados

Foram realizados ensaios físico-químicos e microbiológicos em amostras de água, distribuídas em pontos de montante e jusante do futuro reservatório.

Os parâmetros foram determinados com base na relevância para efluentes de origem doméstica e efluente de origem industrial, no caso específico, a indústria de celulose Klabin.

Os ensaios físico-químicos realizados foram:

- Poluentes orgânicos: óleos e graxas, organoclorados, organofosforados e fenóis;
- Metais: boro, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, prata, bário, mercúrio, níquel, selênio e zinco;
- Nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio;
- Microbiologia: DBO, DQO, coliformes totais e coliformes termotolerantes (fecais)
- Outros (inorgânicos): fluoretos, nitrato, nitrito, sulfeto, sulfito, cianeto, sólidos totais, pH.

4.10.1.7 Resultados e considerações

Considerações sobre Estudo Ambiental CNEC/2004

Para este trabalho foram revalidadas todas as considerações abaixo referentes ao diagnóstico de qualidade da água:

- Complementando os dados disponíveis, foram realizadas para este trabalho, análises físico- químicas em amostras coletadas nos pontos apresentados. Os resultados das variáveis analisadas constam na Tabela LXII.
- A rarefação das séries de dados disponíveis e sua distribuição heterogênea na bacia hidrográfica prejudicam sobremaneira a avaliação de processos sazonais e sua influência na qualidade das águas.
- Processos tipicamente sazonais como o clima, suas condicionantes e suas conseqüências, passando pelo regime de chuvas, vazões dos rios, além dos ciclos de culturas agrícolas, não podem ter suas

influencias adequadamente quantificadas. Na maioria dos casos, não há disponibilidade de um volume mínimo de informações sobre períodos de vazões elevadas, tempos em que vários processos modificadores dos ecossistemas são intensos.

- A modelagem matemática para a geração de cenários de qualidade de água foi inviabilizada em face dos dados disponíveis. Na hipótese da estimativa de variáveis não disponíveis, seriam gerados cenários com potencial muito alto de estarem bastante afastados da realidade, portanto inúteis.

Apesar de todas as limitações mencionadas, os dados disponíveis viabilizam algumas observações e conclusões importantes, que serão abordadas subseqüentemente.

Considerações sobre este estudo

Foi realizada apenas uma campanha de amostragem, no dia 28/02/2007. Não foram identificadas alterações significativas. Apenas 4 parâmetros dos 37 analisados apresentaram não conformidade com a Resolução CONAMA 375/2005 em seu artigo 15, que referencia os padrões de qualidade para rios Classe 2, classe esta de enquadramento do Rio Tibagi.

Os parâmetros em não conformidade, bem como sua origem mais comum, estão descritos abaixo:

- Sulfeto: industrial e agrícola
- Cianeto: industrial
- Óleos e graxas: industrial e doméstico (urbano)
- Ferro: industrial e doméstico (urbano), ou ainda da própria composição mineralógica do sedimento transportado.

Analisando os resultados encontrados na campanha realizada em 28/02/2007, bem como verificando a natureza dos rios da bacia em questão, a grande maioria com presença de turbulência, chega-se à conclusão que o processo de autodepuração presente em rios com essa característica é bem eficiente.

Isso reflete, também, na carga de efluentes com características industriais presentes na bacia. Na Tabela LXII têm-se as concentrações obtidas para a campanha de amostragem referenciada.

Tabela LXII: Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos realizados no Rio Tibagi.

Parâmetros	Unidade	P1	P2	P3	P4	MEDIA	A	B	OBS
Coliformes totais	NMP/100 mL	4600	4300	4900	3200	4250	NL	ausência	OK
Coliformes fecais	NMP/100 mL	490	500	220	69	319,75	1000	ausência	OK
DBO	mg O2/L	<2	<2	<2	2,19	2,05	5	NL	OK
DQO	mg O2/L	10,38	11,37	11,86	12,36	11,49	NL	NL	OK
Fluoretos	mg/L	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	0,1	1,4	1,5	OK
Nitrogênio amoniacal	mg/L	<1	<1	<1	<1	1	NL	1,5	CH OK
Nitrogênio total	mg/L	<1	<1	<1	<1	1	3,7	NL	OK
Nitrogênio kjeldahl	mg/L	<1	<1	<1	<1	1	NL	NL	OK
Nitrato	mg/L	0,35	0,59	0,56	0,59	0,5225	10	10	OK
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	1	1	OK
Sulfito	mg/L	<2	<2	<2	<2	2	NL	NL	OK
Sulfeto	mg/L	1,02	0,62	0,43	0,83	0,725	0,002	0,05	CH **
Cianeto quantitativo	mg/L	<0,002	0,016	0,02	0,017	0,018	0,005	0,07	**
Cianeto qualitativo		ausência	presença	presença	presença				
sólidos totais	mg/L	86	255	216	230	196,75	500	1000	CH OK
pH	mg/L	7,08	6,72	7,02	7,29	7,07	6 a 9	NL	OK
Óleos e graxas	mg/L	3,8	26,32	11	22,23	15,84	0	NL	**

Fenóis totais	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,003	NL	OK
Fósforo total	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	NL	OK
Boro	mg/L	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,0015	0,5	NL	OK
Arsênio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,01	0,1	OK
Cádmio	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,001	0,005	OK
Chumbo	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,01	0,01	OK
Cobre	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,009	2	OK
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,05	0,05	OK
Estanho	mg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,8	NL	NL	OK
Ferro	mg/L	1,28	1,2	1,53	1,69	1,43	0,3	0,3	CH **
Manganês	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,1	0,1	CH OK
Potássio	mg/L	0,75	0,75	0,8	0,88	0,80	NL	NL	OK
Prata	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	NL	OK
Bário	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,7	0,7	OK
Mercúrio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,0002	0,001	OK
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,025	NL	OK
Selênio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,01	0,01	OK
Zinco	mg/L	0,06	<0,005	<0,005	0,04	0,05	0,18	5	CH OK
Organoclorados	µg/L	ILQ	ILQ	ILQ	ILQ	ILQ	VÁRIOS	VÁRIOS	
Orgafosforados	µg/L	ILQ	ILQ	ILQ	ILQ	ILQ	VÁRIOS	VÁRIOS	

CH Padrão de aceitação para consumo humano

A CONAMA 357/2005 - Rio Classe II

B Portaria 518 MS - Padrão de potabilidade da água

** Não conformidades observadas

Comparação entre carga poluidora de origem doméstica e carga poluidora de origem industrial (Klabin)

Para esta avaliação foram considerados dados retirados do Estudo de Impacto Ambiental realizado pela CNEC, em 2004, informações coletadas no site do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF (<http://www.ipef.br/servicos/clipping/view.asp?id=1828>), acessado em 19/06/2007) e resultados de ensaios físico-químicos e microbiológicos realizados em 28/02/2007 (ver Tabela LXII).

Aos dados acima referenciados foram adicionadas pequenas considerações como, por exemplo, cálculos de volume de lançamento de efluentes domésticos. Na Tabela LXIII observa-se a compilação destes dados.

Tabela LXIII: Compilação dos dados referentes à carga poluidora no Rio Tibagi.

Vazão Média do Rio Tibagi (BHERT)		274 m ³ /s			
EFLUENTE DOMÉSTICO		EFLUENTE DA KLABIN	DOMÉSTICO+KLABIN	RELAÇÃO DOMÉSTICO/KLABIN	
Habitantes (hab)	650.537	Produção de Papel	700.000 t/ano = 1.945 t/dia		
Demanda água para abastecimento	85.867 m ³ /dia	Demanda de água para produção	36 m ³ /t = 70.020 m ³ /dia	155.887 m ³ /dia	1,22
Produção esgoto – considerando 80% de retorno	68.693 m ³ /dia = 0,79 m ³ /s	Produção esgoto	80.000 m ³ /dia = 0,92 m ³ /s	148.693 m ³ /dia = 1,72 m ³ /s (correspondente a 0,63% da vazão média do Rio Tibagi)	0,86
DBO	40.219 kg /dia	DBO	5.500 kg/dia	45.719 kg/dia	7,31

Analisando-se os dados acima, percebe que a utilização de água de água para abastecimento tem um impacto maior na qualidade da água (maior DBO para lançamento de efluentes). Isto reflete a realidade do tratamento de esgoto sanitário no país, onde apenas uma pequena percentagem da população é favorecida com sistema de coleta e tratamento.

As indústrias em geral, em função de fiscalizações mais eficientes, e cobrança efetiva por outorga de água (utilização), obriga-se a executar um tratamento efetivo de seus efluentes, com pena até de encerramento de suas atividades.

Embora com esta carga grande de lançamento no Rio Tibagi (aproximadamente 149.000 m³/dia, cerca de 1,72 m³/s), percebe-se uma capacidade alta de depuração, pois a DBO verificada nos quatro pontos da campanha realizada em 28/02/2007 fica em torno de 2 mgO₂/L, abaixo do limite de 5 mgO₂/L preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para um rio classe 2.

4.10.1.8 Referências

CNEC. 2004. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da UHE Mauá.**

LICHT, O. B. 2001. **A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental – Identificação de características de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná.** Tese de Doutorado. Departamento de Geologia. Universidade Federal do Paraná. 208 p.

MINEROPAR. 2001. **Atlas Geoquímico do Estado do Paraná – Geoquímica das águas superficiais. Geoquímica dos sedimentos de fundo.** Minerais do Paraná S.A. Secretaria da Indústria, do Comércio e do Turismo. 80p.

SUDERHSA. 1997. **Qualidade das Águas Interiores do Estado do Paraná.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Curitiba – PR, 257 pg.

4.11 REQUISITO Nº 6 “DESTACAR E ANALISAR A PRESENÇA DE PRINCÍPIOS ATIVOS DE PESTICIDAS E HERBICIDAS UTILIZADOS, HAJA VISTA PECULIARIDADES EM TERMOS DE REAÇÕES QUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES BIOLÓGICAS QUE PODEM SOFRER AS ÁGUAS DO RIO TIBAGI E FUTURO RESERVATÓRIO”.

4.11.1 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

4.11.1.1 Introdução

O solo pode ser contaminado por pesticidas após aplicações diretas ou, indiretamente, através de aplicações nas culturas. No solo, os resíduos passam por transformações ou processos físicos, químicos, biológicos, ou combinação deles, que podem determinar desde seu desaparecimento, até o aparecimento de metabólitos mais tóxicos do que o composto originalmente aplicado ou, ainda, maior persistência nesse ambiente. Porém, reconhece-se atualmente que a grande variedade de microrganismos presentes no solo é potencialmente capaz de biodegradar pesticidas até produtos simples que podem entrar nos ciclos biogeoquímicos da natureza.

O uso de pesticidas se deve às necessidades de controle de pragas e doenças que atacam culturas de interesse agrônomo onde o controle biológico ainda não é comercialmente viável. Este uso deveria idealmente ocorrer em condições controladas, isto é, que possibilitassem a produção agrícola e, ao mesmo tempo, mantivessem as condições do ambiente. Mas, muitas vezes não é assim que acontece e após aplicações sobre as plantações, para controlar vetores de doenças animais, vegetais ou humanas; controlar pragas (insetos, fungos, bactérias, etc.) das próprias plantações, e para controlar a competição entre as culturas de interesse e as ervas daninhas, o solo pode ser contaminado não intencionalmente.

Ao entrar no agroecossistema, os resíduos de pesticidas podem passar por vários processos que afetam diferentes compartimentos daquele ambiente agrícola. Por exemplo, a atmosfera do agroecossistema pode ser contaminada por evaporação de resíduos dos pesticidas da superfície da cultura ou do solo contaminados. As águas superficiais ou subterrâneas podem ser afetadas por escoamento superficial (ou "runoff") de superfícies de solo contaminado, assim como por material de erosão também contendo solo contaminado, e arraste até águas superficiais. Outra possibilidade de

contaminação das águas subterrâneas de ambiente agrícola se dá através da lixiviação de pesticidas pelo perfil do solo até águas subterrâneas, etc.

O solo, por sua vez, pode ser contaminado direta ou indiretamente através de aplicações nas culturas, queda de folhagem tratada e movimento de águas contaminadas na sua superfície e no seu perfil. Atualmente considera-se que a contaminação de solos é um dos principais problemas ambientais.

Além disso, o solo é o compartimento do agroecossistema considerado mais complexo e cuja probabilidade de contaminação por pesticidas é a maior -- exatamente porque é onde as aplicações são feitas, ou onde cai a folhagem tratada ou água de chuva que lavou a superfície dessa folhagem tratada. Os resíduos podem interagir com as fases sólida, líquida e gasosa, e com a porção viva do solo, isto é, com a microbiota. Estas interações determinarão a ocorrência de diferentes processos que envolvem transformações químicas, físicas, biológicas ou a combinação dessas transformações. Como consequência, pode-se detectar ou desaparecimento do composto, ou aparecimento de metabólitos mais ou menos tóxicos que o produto original, ou persistência aumentada, que irão determinar a utilidade do composto ou efeitos prejudiciais causados pela persistência mais longa do que seria necessário para o controle, ou ainda, transporte maior ou menor no próprio solo.

O exemplo mais importante de transformação físico-química de resíduos de pesticidas é o que envolve o processo de adsorção da molécula do agrotóxico na matéria particulada do solo (matéria orgânica e argila, principalmente), reduzindo a concentração do composto na solução e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade do composto para o ataque microbiano. Além disso, o processo de adsorção, por imobilizar mesmo que temporariamente o composto, pode também diminuir o transporte das substâncias por lixiviação.

Corno efeito de transformação química cita-se o efeito do pH, que determina, muitas vezes, a prevalência de degradação da molécula por processo puramente químico. Mas o pH do solo também tem efeito bioquímico, pois influencia a atividade microbiana e, desta forma, conforme o pH do meio, haverá ou não predominância de atividade microbiana atuando sobre a degradação de pesticidas.

Os processos de transformação e desaparecimento dos pesticidas no solo dependem tanto das características do próprio solo, corno das características físico-químicas das substâncias, pois moléculas de peso molecular muito alto ou elementos halogênios e/ou anéis aromáticos altamente condensados, por exemplo, são mais

persistentes. A persistência depende também da eficiência de processos físicos de transformação, tais como evaporação, lixiviação, erosão e absorção pelas culturas. A taxa pela qual o composto está disponível na solução do solo pode ainda determinar maior ou menor persistência por influenciar nos processos bióticos ou abióticos de degradação.

Há algumas evidências de que pré-tratamentos de solos contaminados com surfactantes podem aumentar a solubilidade do pesticida e, então, tornar a biodegradação mais fácil. Isto é, a quebra de uma substância em produtos menores por ação de microrganismos ou de suas enzimas é facilitada quando o composto está disponível na solução do solo.

De qualquer forma, a degradação dos compostos aplicados, e sua conversão em outros produtos não significa, necessariamente, perda da atividade biológica e, muitas vezes, essa conversão pode resultar em produtos ainda mais tóxicos ou ativos. Somente a conversão total ou mineralização da substância em elementos ou compostos amplamente distribuídos na natureza e que podem entrar nos ciclos biogeoquímicos é que representa descontaminação.

Sabe-se que a maioria dos compostos orgânicos adicionados ou que atingem o solo terá taxas de degradação diminuídas na ausência de microrganismos, mas, de modo geral, o ambiente edáfico oferece condições para proliferação de grande variedade de microrganismos. Estes, mesmo presentes em baixas concentrações, como no subsolo, podem exercer grandes efeitos catalíticos, pois o consórcio de várias espécies contém diferentes enzimas que podem atuar em diferentes etapas da degradação das moléculas xenobióticas.

Portanto, a importância da microbiota nos processos de degradação e descontaminação do solo é amplamente reconhecida. Sabe-se que a biodegradação representa o principal processo de degradação de pesticidas. Fatores ambientais, tais como temperatura, conteúdo de matéria orgânica, acidez, umidade e tipo de solo, que influenciam a atividade microbiana, influenciam também as taxas de degradação de pesticidas. Entretanto, reações químicas como hidrólise, por exemplo, podem ser pré-requisitos para o ataque microbiano. Desta forma, em muitas situações, a distinção entre processos puramente bióticos ou abióticos é difícil.

Assim, percebe-se que pode haver uma conjugação dos agentes físicos, químicos e biológicos de transformação e os processos decorrentes da ação desses agentes e que resultam em degradação dos pesticidas podem ocorrer simultaneamente. Mas a compreensão do comportamento de substâncias tóxicas sob diferentes condições tem

sido considerada essencial para se estar consciente dos possíveis efeitos adversos e de como eles podem ser minimizados. Neste último ponto é que se enfatiza a importância das pesquisas sobre os diferentes aspectos da contaminação de solos por pesticidas e a importância dos programas de educação e conscientização sobre uso desses compostos, para controle do uso e preservação do ambiente edáfico.

4.11.1.2 Pesticidas

Os pesticidas são substâncias que podem matar diretamente um organismo indesejável, ou controlá-lo de alguma maneira (interferindo no seu processo produtivo, por exemplo). As diferentes classes de pesticidas são agrupadas na Tabela LXIV. Todos os pesticidas químicos têm a propriedade comum de bloquear um processo metabólico vital dos organismos para os quais são tóxicos.

Tabela LXIV: Tipos de pesticidas e seus alvos

TIPO DE PESTICIDA	ORGANISMO - ALVO
Acaricida	Ácaros
Algicida	Algas
Avicida	Pássaros
Bactericida	Bactérias
Desinfetante	Microrganismos
Fungicida	Fungos
Herbicida	Plantas
Inseticida	Insetos
Larvicida	Larvas de insetos
Moluscicida	Caracóis, lesmas
Nematicida	Nematóide
Piscicida	Peixes
Raticida	Roedores

Praticamente, desde sua introdução, os pesticidas sintéticos constituem um problema, devido ao seu potencial impacto sobre a saúde humana, em virtude da ingestão de alimentos contaminados com esses produtos químicos. Cerca de metade dos alimentos consumidos nos Estados Unidos contém níveis mensuráveis de, no mínimo, um pesticida. Por essa razão, muitos deles foram banidos, ou tiveram seu uso limitado.

Não obstante, um relatório de 1993 da National Academy of Sciences dos Estados Unidos destacou que a regulamentação dos pesticidas até o presente momento não havia dado suficiente atenção à proteção da saúde humana, especialmente a dos bebês e das crianças, cujo crescimento e desenvolvimento apresentam-se ameaçados.

Em compensação, outros cientistas têm enfatizado recentemente que as próprias plantas produzem inseticidas, com o objetivo de combater os insetos e fungos que as consomem e, conseqüentemente, estamos expostos a concentrações muito maiores desses pesticidas “naturais” que aos sintéticos em nossa dieta alimentar.

Pesticidas tradicionais

O uso mais antigo de pesticidas que se tem registro é a queima de enxofre para fumigar os lares gregos cerca do ano 1000 a.C. As substâncias para fumigação são pesticidas que penetram no inseto por inalação. O uso de SO₂ procedente da combustão de enxofre sólido, as vezes mediante a incorporação do elemento em velas, continuou até o século 19. O emprego do próprio enxofre, na forma de pó ou aerossol, foi também utilizado como inseticida e fungicida; ele ainda é usado por sua ação importante contra o míldio pulverulento das plantas.

O uso do arsênio e seus compostos no controle de insetos data da época dos romanos, sendo utilizado pelos chineses no século, 16, tornando-se bastante difundido no final do século 19 até a Segunda Guerra Mundial.

Infelizmente, os pesticidas inorgânicos e organometálicos são geralmente bastante tóxicos para os seres humanos e outros mamíferos, especialmente nos níveis de dosagem requeridos para torná-los pesticidas efetivos. Como resultado do uso de alguns fungicidas baseados em mercúrio, tem ocorrido envenenamento em massa. Além disso, metais e semimetais tóxicos, como o arsênio usado comumente em tais pesticidas, não são biodegradáveis; uma vez lançados no ambiente, permanecem indefinidamente na água, no solo ou em sedimentos, podendo integrar-se à cadeia alimentar, se liberados nesses locais.

Durante e após a Segunda Guerra Mundial, foram desenvolvidos muitos inseticidas orgânicos, que têm substituído em grande proporção essas substâncias inorgânicas e organometálicas. Em geral, são necessárias pequenas quantidades de compostos orgânicos para que os produtos sejam efetivos contra as pragas-alvo. Assim, são introduzidas menores quantidades de produtos químicos sintéticos no ambiente. Para uma certa dose de cada composto em quantidade suficiente para atuar como pesticida, as

substâncias orgânicas são geralmente muito menos tóxicas para os seres humanos que os pesticidas inorgânicos.

Os pesticidas orgânicos foram inicialmente projetados para serem biodegradáveis, muito embora isso não tenha resultado verdadeiro em muitos casos.

Pesticidas organoclorados

Nos anos 1940 a 1950 as indústrias químicas da América do Norte e da Europa ocidental produziram grandes quantidades de novos pesticidas, especialmente inseticidas. Os ingredientes ativos da maioria desses pesticidas são organoclorados, muitos dos quais tinham em comum propriedades notáveis:

- ✓ Estabilidades contra a decomposição ou degradação ambiental;
- ✓ Solubilidade muito baixa em água, a não ser que o oxigênio ou nitrogênio encontrem-se também presentes nas moléculas;
- ✓ Alta solubilidade em meios semelhantes a hidrocarboneto, tal qual material gorduroso da matéria viva;
- ✓ Toxicidade relativamente alta para insetos, mas baixa para seres humanos.

Como exemplo, tem-se o composto hexaclorobenzeno (HCB). Ele é estável, fácil de preparar a partir do cloro e benzeno, sendo utilizado durante várias décadas, após a Segunda Guerra Mundial, como fungicida de uso agrícola nas colheitas de cereais. Sendo extremamente persistente, e ainda emitido como subproduto pela indústria química e por processos de combustão, permanece como agente causador de contaminação ambiental amplamente difundida. Ele é problemático, pois pode causar câncer de fígado em roedores de laboratório e, portanto, talvez em seres humanos.

A agência de proteção ambiental norte-americana, a U.S. EPA, inclui o HCB na sua lista de compostos pelos quais são estabelecidos os padrões de potabilidade da água; o nível máximo permitido de contaminação é de 0,001 mg/L. No Brasil, a Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água, também usa este limite de concentração.

DDT

O DDT, ou para-diclorodifeniltricloroetano, tem uma história tumultuada. Ele foi chamado de milagroso por Winston Churchill em 1945 por seu uso durante a guerra. Foi muito efetivo contra mosquitos transmissores da malária e febre amarela, contra os

pioelhos que podem transmitir o tifo e contra as pragas de pulgas. A Organização Mundial de Saúde estimou que os programas de redução da malária, em que um dos componentes utilizados foi o DDT, salvou a vida de mais de 5 milhões de pessoas. Infelizmente, o DDT foi usado em excesso, particularmente na agricultura, na qual consumiam-se 80% de sua produção. Como resultado, sua concentração ambiental elevou-se rapidamente e começou a afetar a capacidade reprodutiva de aves que o incorporaram rapidamente em seus organismos. Em 1962, o DDT foi chamado de “elixir da morte” pela escritora Rachel Carson em seu influente livro *Silent Spring* (Primavera de Silêncio), devido a seu papel na diminuição de certos pássaros como a águia-calva, cuja ingestão do produto em sua dieta foi muito elevada.

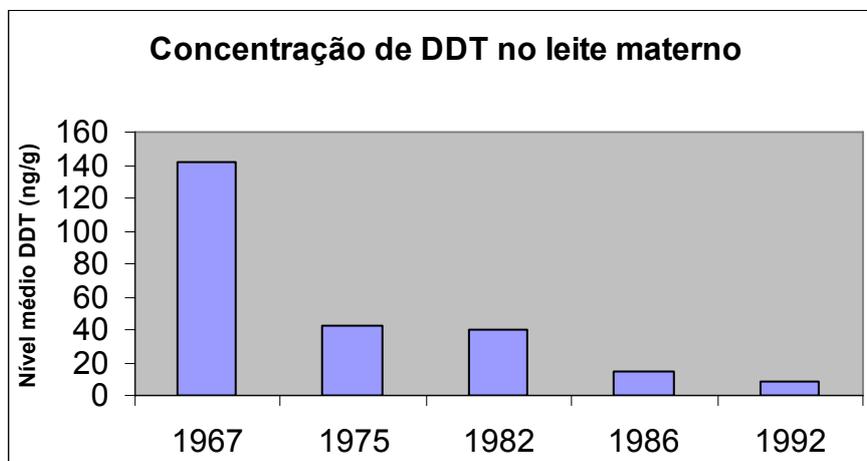
Na comunidade científica, havia muitas reservas quanto ao DDT como o “inseticida perfeito” praticamente desde a primeira vez em que foi usado. Em particular, era conhecido que o DDT persistia no solo durante vários anos e que poderia se tornar magnificado na cadeia alimentar.

Em seres humanos, a maioria do DDT ingerido é lenta, mas finalmente, eliminada. A maior parte do DDT armazenado na gordura humana (uma média de 3 ppm em adultos norte-americanos) é efetivamente o DDE (diclorodifenildicloroetano), um metabólito do DDT. Metabólitos são substâncias produzidas pelo metabolismo de produtos químicos.

Por meio de uma série de audiências legais nos EUA, promovidas por juristas-consultores e cientistas que trabalhavam para o Environmental Defense Fund, o DDT teve seu uso finalmente proibido, ou severamente restrito na maioria dos estados. Em 1973, a U.S.EPA proibiu todos os usos do DDT, exceto os indispensáveis para a saúde pública. Ações restritivas similares foram instituídas pela Suécia em 1969. Por razões ambientais, o uso de DDT está atualmente proibido na maioria dos países industrializados ocidentais; de qualquer modo, seu uso já vinha declinando devido às populações evoluídas de insetos resistentes, que podem metabolizar o DDT para o DDE, não inseticida, e desse modo, torná-lo inativo. Em insetos susceptíveis, o DDT mata mediante a severa degeneração do sistema nervoso.

Os níveis ambientais de DDT e DDE têm declinado nos países em que seu uso foi restrito ou suprimido, porém tais substâncias ainda são introduzidas no ambiente por toda a parte como resultado do transporte aéreo de longo alcance. O DDT ainda é usado em países em desenvolvimento para controlar doenças ou combater insetos agrícolas.

As concentrações de DDT em seres humanos também têm caído drasticamente, como ilustrado no Figura 31, onde são apresentados os níveis de DDT no leite materno de mulheres canadenses no período entre 1967-1992.



Fonte: Modificado de: *The State of Canada's Environment 1996. Ottawa: Government of Canada*.

Figura 31 - Tendências dos níveis de DDT no leite materno das mulheres canadenses entre 1967 e 1992.

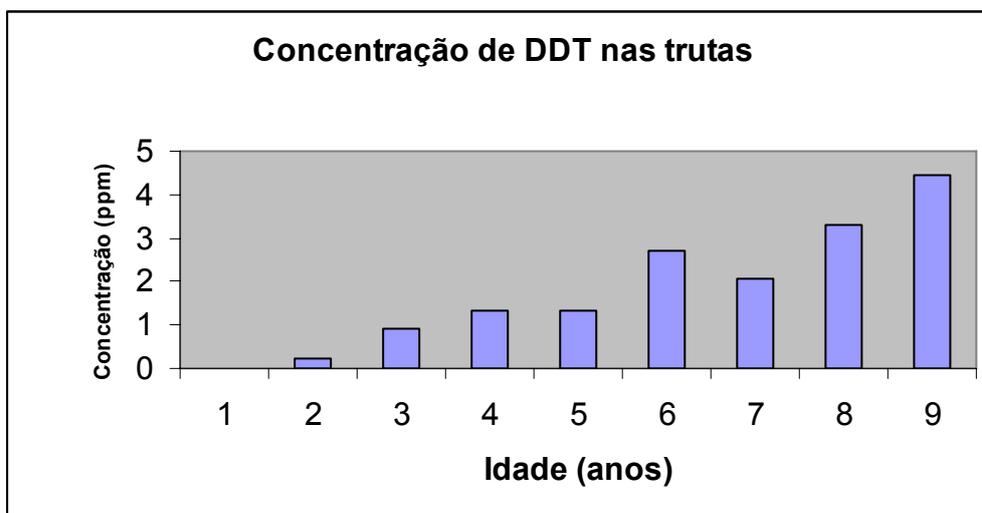
Acumulação e destino dos organoclorados em sistemas biológicos

Muitos compostos organoclorados encontram-se nos tecidos de peixes em concentrações que são ordens de grandeza maiores que as encontradas nas águas em que vivem. As substâncias hidrofóbicas, como o DDT, são particularmente propensas em exibir este fenômeno. Existem várias razões para a bioacumulação de produtos químicos em sistema biológicos.

Em primeiro lugar, muitos organoclorados são essencialmente muito mais solúveis em meios similares a hidrocarbonetos, como o tecido gorduroso dos peixes, do que em água. Assim, quando a água passa através das brânquias do peixe, os compostos difundem de forma seletiva desde a água até a carne gordurosa, tornando-se aí mais concentrados: esse tipo de processo (que também afeta outros organismos além dos peixes) é chamado bioconcentração.

Os peixes também acumulam produtos químicos orgânicos procedentes de sua alimentação e da ingestão de material particulado da água e de sedimentos sobre os quais os produtos químicos encontram-se adsorvidos. Em muitos desses casos, tais produtos não são metabolizados pelo peixe: as substâncias simplesmente acumulam-se nos tecidos adiposos, nos quais sua concentração aumenta com o tempo. Por exemplo, a

concentração de DDT nas trutas do Lago Ontário aumenta quase linearmente com a idade do peixe, como ilustrado no Figura 32.



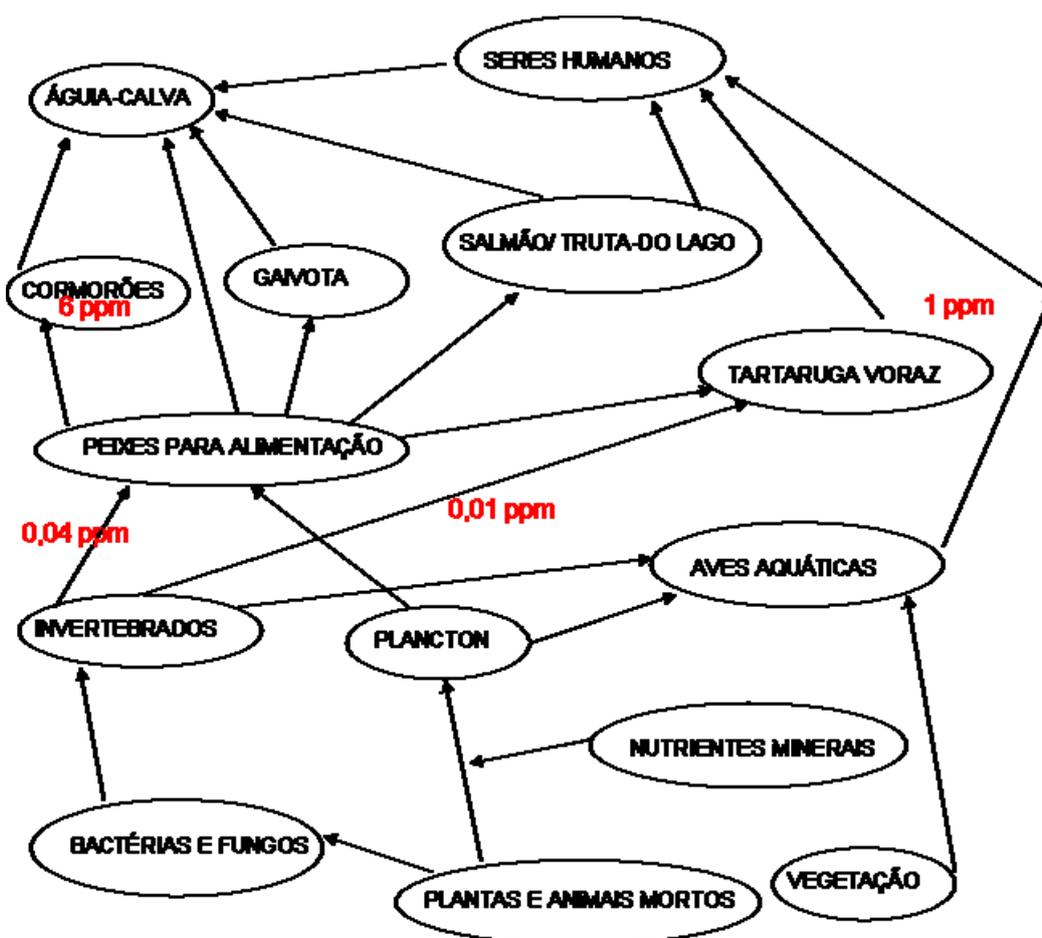
Fonte: Modificado de: *Toxic Chemicals in the Great Lakes and Associated Effects*, vol.1, part 2, 1991. Ottawa, Canada: Minister of Supply and Services.

Figura 32 - Variação da concentração média de DDT com a idade das trutas do Lago Ontário.

Durante sua vida, um peixe come muitas vezes seu peso em comida dos níveis inferiores da cadeia alimentar, mas retém em vez de eliminar a maioria dos produtos organoclorados procedentes destes alimentos. Um produto químico, cuja concentração aumenta ao longo de uma cadeia alimentar, chama-se biomagnificado. Essencialmente, a biomagnificação resulta de uma seqüência de etapas de bioacumulação que ocorrem ao longo da cadeia.

A bioacumulação de organoclorados em peixes e outros animais explica por que a maior parte da ingestão humana diária de tais produtos químicos entra pela via de nossa dieta alimentar, e não pela via da água bebida.

Na Figura 33 observa-se uma simplificação de cadeia alimentar que ocorre nos Grandes Lagos, no Canadá.



Fonte: Toxic Chemicals in the Great Lakes and Associated Effects: Synopsis, 1991. Ottawa, Canada: Minister of Supply and Services.

Figura 33: Cadeia Alimentar simplificada dos Grandes Lagos, incluindo concentrações típicas de DDT em algumas espécies.

Outros pesticidas organoclorados

Durante os anos setenta, depois que o DDT foi banido, o inseticida que o substituiu em muitas aplicações agrícolas foi o toxafeno. Trata-se de uma mistura de centenas de substâncias similares, todas produzidas quando o hidrocarboneto de ocorrência natural chamado canfeno é parcialmente clorado. O toxafeno tornou-se o inseticida mais amplamente utilizado nos Estados Unidos até sua proibição, em 1982. ele é extremamente tóxico para os peixes e, de fato, foi usado na América do Norte para eliminar de lagos, peixes indesejáveis; porém, constatou-se que era tão persistente que os lagos não conseguiram ser povoados com sucesso novamente nos anos posteriores. Além disso, o toxafeno bioacumula-se nos tecidos gordurosos e causa câncer em roedores-teste. Embora esteja atualmente proibido nos países desenvolvidos e em alguns

países em desenvolvimento, o toxafeno continua a depositar-se em corpos de água distantes de seus pontos de uso devido ao transporte de longo alcance efetuado pelo ar.

Os níveis atuais de toxafeno nos Grandes Lagos são suficientemente elevados para classificá-lo como Poluente de Interesse Prioritário dos Grandes Lagos pela International Joint Commission (IJC), visto que se bioacumula, é persistente, cronicamente tóxico e é comprovadamente nocivo para os seres vivos. Ele também faz parte da lista de Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's) do Programa Ambiental das nações Unidas. Na Tabela LXV estão alguns POP's de interesse neste trabalho, e na Tabela LXVI os tempos de permanência destes POP's no meio ambiente, em regiões de clima temperado.

Tabela LXV: POP's focalizados pelo Programa Ambiental das Nações Unidas

POP'S FOCALIZADOS PELO PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS	
PCB's*	Aldrin
Dioxinas**	Dieldrin*
Furanos**	Ciclodienos: Endrin
DDT*	Clordano
Toxafeno*	Mirex*
Hexaclorobenzeno*	Heptaclor

*Esse composto é também poluente prioritário da IJC.

**O congênere 2,3,7,8 é poluente prioritário da IJC.

Tabela LXVI: Tempo de persistência dos POP's no meio ambiente

SUBSTÂNCIA	PERSISTÊNCIA NO AR	PERSISTÊNCIA NA ÁGUA	PERSISTÊNCIA NO SOLO (CLIMA TEMPERADO)	PERSISTÊNCIA NO SEDIMENTO (CLIMA TEMPERADO)
DDT	2 dias	> 1ano	> 15 anos	sem dados
Aldrin	< 9.1 horas	< 590 dias	Aproximadamente 5 anos	sem dados
Dieldrin	< 40.5 horas	> 2 anos	> 2 anos	sem dados
Endrin	1.45 horas	> 112 dias	Até 12 anos	-
Clordano	< 51.7 horas	> 4 anos	Aproximadamente 1 ano	sem dados
Heptaclor	sem dados	< 1 dia	120-240 dias	sem dados
Hexaclorobenzeno	< 4.3 anos	> 100 anos	> 2.7 anos	-
Mirex	sem dados	> 10 horas	> 600 anos	> 600 anos
Toxafeno	< 5 dias	20 anos	10 anos	-
PCBs	3-21 dias	> 4.9 dias	> 40 dias	-

Dioxinas	Em torno de 9 dias	> 5 anos	10 anos	> 1ano
Furanos	7 dias	> 15.5 dias	sem dados	sem dados

Fonte: Modif: International Council of Chemical Associations (ICCA) paper 7/97 (revised 29 April 1998)

Outros tipos de pesticidas modernos

Pesticidas a base de organofosforados e carbamatos

Os pesticidas baseados em organofosforados são de tipo não-persistente; nesse aspecto, representam um avanço sobre os organoclorados. Contudo, eles apresentam geralmente um efeito tóxico mais agudo para os seres humanos e outros mamíferos que os organoclorados. Muitos organofosforados representam um grave perigo para a saúde daqueles que os aplicam e para qualquer pessoa que possa entrar em contato com os mesmos. A exposição a estes produtos químicos, por inalação, ingestão oral ou absorção através da pele, pode levar a problemas imediatos de saúde. Como os hidrocarbonetos clorados, os organofosforados concentram-se nos tecidos gordurosos. Por outro lado, estes se decompõem em dias ou semanas, sendo, por este motivo, raramente encontrados nas cadeias alimentares.

Os organofosforados são tóxicos para os insetos, pois inibem enzimas de seu sistema nervoso funcionando, portanto, como venenos nervosos.

O modo de ação dos inseticidas baseados em carbamatos é similar ao dos organofosforados, diferenciando-se pelo fato de ser um átomo de carbono, e não de fósforo, que ataca a enzima destruidora de acetilcolina. Os carbamatos, que começaram a ser utilizados como inseticidas em 1951, derivam-se do ácido carbâmico.

Como os organofosforados, os carbamatos têm uma vida curta no ambiente porque reagem com a água, decompondo-se em produtos simples não-tóxicos. Eles são mais atrativos para algumas aplicações, porque sua toxicidade dérmica é baixa.

Exemplos importantes de pesticidas de carbamato são o carbofurano, carbaril e aldicarb; este último é na verdade muito tóxico para os seres humanos. Embora o carbaril, inseticida para jardins e gramados amplamente utilizado, tenha uma toxicidade baixa para os mamíferos, é particularmente tóxico para as abelhas melíferas.

Em resumo, os organofosforados e carbamatos resolvem o problema da persistência e acumulação ambientais associadas aos compostos organoclorados mas, às vezes, à custa de um aumento significativo na toxicidade aguda para os seres humanos e os animais, quando os produtos químicos ainda estão na sua forma ativa. Eles

são um problema particular em países em desenvolvimento, onde a ignorância geral sobre seus riscos e deficiências no uso de roupas protetoras tem resultado em muitas mortes entre os trabalhadores agrícolas.

Alguns dos pesticidas orgânicos mais comuns, inclusive os que estão normalmente à venda para uso doméstico, encontram-se listados na Tabela LXVII, juntamente com seu nível poluente máximo permitido em água potável nos Estados Unidos e no Brasil (BAIRD, 2002).

Tabela LXVII: Pesticidas comuns e suas propriedades

PESTICIDA	TIPO H – herbicida I – inseticida	USO DOMÉST.?	CONCENTRAÇÃO	CONCENTRAÇÃO
			MÁXIMA ÁGUA em ppb (EUA)	MÁXIMA ÁGUA em mg/L (BRASIL)
Alaclor	H		2	20
Atrazina	H		3	2
Carbofurano	I		40	
Carbaril	I	S		
Clordano	I		2	0,2
Clorpirifos	I	S		
Diazinon	I	S		
Diclorvos	I	S		
Dimetoato	I	S		
Dinoseb	I		7	
2,4-D mecoprop dicamba	H	S	70	30
Endrin	I		2	0,6
Gluteraldeído	H	S		
Glifosato	H	S	700	500
Heptaclor	I		1	0,03
Lindano	I	S	2	2
Metaldeído	I	S		
Metoxiclor	I		40	20
Malation	I	S		
Propetanfos	I	S		
Propoxur	I	S		
Piretrinas (Permetrina)	I	S		20
DDT	I		40	2

O Glifosato

O comércio mundial de pesticidas cresce a cada ano. Embora muitas mudanças e inovações surjam conforme as necessidades do mercado, entre elas o advento das culturas transgênicas, resistentes a algumas pragas, o uso de herbicidas é destacado visto que a maioria destas inovações não impede o florescimento de ervas daninhas no campo. Atualmente, o herbicida glifosato (N-(fosfonometil)glicina), não-seletivo, sistêmico, pós-emergente, representa 60% do mercado mundial de herbicidas não seletivos, contabilizando um total de US\$ 1,2 bilhão/ano com vendas do produto.

Glifosato apresenta elevada eficiência na eliminação de ervas daninhas. Desde 1971, quando foi relatado primeiramente como herbicida, três tipos de glifosato vêm sendo comercializados: glifosato-isopropilamônio, glifosato-sesquisódio (patenteados por Monsanto e vendido como Round-up), e glifosato-trimesium (patenteado por ICI, atual Syngenta). Seja como sal de amônio ou sódio, glifosato é um organofosfato que não afeta o sistema nervoso da mesma maneira que outros organofosforados (em geral inseticidas, inibidores da enzima colinesterase). Apesar do glifosato ser citado como pouco tóxico, há evidências de efeitos deletérios no ambiente, principalmente devido à resistência adquirida por algumas espécies de ervas, após o uso prolongado do herbicida.

- Toxicidade Crônica

Embora a toxicidade aguda do glifosato seja considerada baixa, alguns autores têm sugerido que o herbicida pode causar defeitos crônicos de nascimento em determinadas espécies de animais, quando administrado em doses elevadas e por um período prolongado. A dose diária aceitável por massa corpórea deste composto é relativamente baixa. Os estudos crônicos de alimentação não mostraram perda de peso, efeitos ao sangue e pâncreas ou, ainda, evidência de carcinogenicidade nos seres humanos. No entanto, estudos feitos com ratos demonstraram perda de peso, descarga nasal e morte de matrizes grávidas, além de desordens digestivas.

Em plantas, o glifosato apresenta grande toxicidade, exceto em caules suberizados. Entre os efeitos agudo e crônico em seres humanos, são citados: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas (epigastralgia, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não-carcinogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, aumento da

quantidade de leucócitos, acidose metabólica e hipercalcemia). Em ambientes aquáticos, a toxicidade do glifosato é acentuada com o aumento da temperatura e do pH. Quanto aos aspectos toxicológicos, o glifosato é irritante dérmico e ocular, podendo causar danos hepáticos e renais quando ingerido em doses elevadas. O composto é absorvido por via oral e dérmica, sendo excretado principalmente na urina. A excreção biliar, no entanto, é limitada e a eliminação através de ar expirado é muito baixa.

4.11.1.3 Efeito ao ambiente

Quando no ambiente, glifosato tende a ser inativo em contato com solo, desde que seja adsorvido por este. O mecanismo não é inteiramente compreendido. No entanto, supõem-se ligações similares às do fosfato inorgânico. A competição com fosfato inorgânico tem sido demonstrada em laboratório mas não tem sido medida no campo. Íons específicos (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) complexam-se com glifosato, e os complexos de metal com ácidos húmicos em solo podem ser um mecanismo de ligação deste às partículas do solo. O composto livre no solo é degradado rapidamente a dióxido de carbono, pela atividade microbiana, enquanto que o glifosato adsorvido é degradado mais lentamente, ou não degradado, persistindo inativo durante anos. O herbicida tem sido relacionado à inibição da fixação anaeróbica de nitrogênio no solo.

Devido à rápida adsorção no solo, o glifosato não é facilmente lixiviado, sendo pouco provável a contaminação de águas subterrâneas. Em raras ocasiões, o pesticida tem sido detectado em amostras de águas mas, em geral, isto ocorre devido à dificuldade de separação do composto e também devido ao fato de não ser considerado um sério contaminante aquático. O glifosato é um composto extremamente polar, sendo extraído das amostras aquosas juntamente com cátions metálicos e ânions inorgânicos, o que dificulta sua extração. Por não conter grupos cromóforos, glifosato não absorve radiação eletromagnética visível, não sendo detectado por métodos colorimétricos ou fluorescência, a não ser de forma indireta ou com devida derivatização. Em estudos recentes, novos métodos têm sido desenvolvidos, na tentativa de melhorar a determinação do herbicida em diferentes matrizes.

No caso do uso em água, o glifosato pode ser adsorvido pelos sedimentos, sendo carregado por estes. Esta partição é normalmente rápida e ocorre dentro de 14 dias, ocasionando um processo natural de degradação bem mais lento.

Inseticidas Naturais

Muitas plantas podem fabricar certas moléculas para sua própria autoproteção, capazes de matar ou incapacitar insetos. Os químicos têm isolado alguns destes compostos para que possam ser usados no controle de insetos em outros contextos. São exemplos a nicotina, a rotenona, os feromônios e os hormônios juvenis.

Um grupo de pesticidas naturais que têm sido usados pelos seres humanos durante séculos é o das piretrinas. Os compostos originais, cuja estrutura geral é ilustrada mais adiante, foram obtidos de flores de certas espécies de crisântemos.

Sob a forma de flores secas e moídas, as piretrinas foram usadas nos tempos napoleônicos para controlar os piolhos corporais, sendo usadas até hoje em aerossóis antipulgas para animais. São geralmente consideradas de uso inofensivo; como os organofosforados, paralisam insetos, embora normalmente não os matem. Infelizmente, estes compostos são instáveis à luz solar. Por essa razão, foram desenvolvidos pelos químicos inseticidas sintéticos à base de piretrina estáveis ao ar livre – podendo, assim, ser usados em aplicações agrícolas; normalmente para caracterizar sua natureza são nomeados com palavras terminadas em –trina (por exemplo, permetrina).

4.11.1.4 Análise e gerenciamento de risco

Uma vez que a informação toxicológica e/ou epidemiológica concernente a um determinado produto químico esteja disponível, pode ser efetuada uma análise de avaliação de risco. Essa análise tenta responder quantitativamente à questão: “Quais são os tipos prováveis de toxicidade esperados para a população exposta ao produto?”, e “Qual a probabilidade de ocorrência de cada efeito na população?”. Quando necessário, a avaliação do risco também tenta estabelecer as exposições permissíveis à substância em questão.

Para efetuar uma avaliação de risco de um produto químico, é necessário conhecer:

- a. Informação da avaliação de perigo, isto é, o tipo de toxicidade (aguda?, câncer?, defeitos congênitos?) esperados para o mesmo;
- b. Informação quantitativa dose-resposta relativa às várias formas possíveis de exposição (oral, dérmica, inalação);
- c. Uma estimativa da exposição humana potencial ao produto químico.

4.11.1.5 Avaliação da área em estudo

O objeto em estudo neste trabalho corresponde à área de influência da UHE Mauá. Foram realizados ensaios para identificação de eventuais resíduos de agrotóxicos em solo e água.

4.11.1.6 Pontos de amostragem de solo

Escolha das áreas de amostragem

Uma das preocupações quanto à escolha dos locais para amostragem de solo foi o preenchimento de algumas condições interessantes ao estudo.

Partiu-se então para a determinação das características desejáveis de cada ponto. Como o trabalho deveria determinar influência dos agroquímicos no reservatório, as amostras não poderiam ser retiradas em áreas que seriam futuramente alagadas. Optou-se por áreas onde o manejo da cultura necessitasse do uso de algum tipo de agroquímico ou houvesse indícios de sua utilização. Para analisar os agroquímicos que pudessem influenciar em maior concentração o reservatório, foram selecionadas as culturas mais significativas da região.

O uso do solo é bem definido nas duas margens do Rio Tibagi. Na margem direita há o predomínio de áreas de reflorestamento de pinus e eucalipto. Encontram-se nessas áreas plantas em várias etapas de crescimento e manejo. Na margem esquerda a agricultura e a pecuária predominam sobre as áreas de reflorestamento.

Para cobrir uma maior diversidade de agroquímicos as coletas foram realizadas em diferentes tipos de cultura com estágios de manejo diferenciados. Dessa forma conseguiram-se parcelas onde havia necessidade de aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas.

As áreas de amostragem foram distribuídas ao longo do eixo do reservatório, foram selecionados pontos próximos nas porções baixa, média e alta do reservatório.

Nas áreas de cultura as amostras foram retiradas onde ocorreu acúmulo de sedimento. Nessas locais o sedimento foi transportado pelo escoamento superficial. Caso houvesse acúmulo de agroquímicos no cultivo o escoamento superficial também os transportaria para essas áreas.

Foram retiradas amostras com 20 centímetros de profundidade incluindo a matéria orgânica de cobertura. Essa medida foi tomada em virtude do grande número de áreas com plantio direto e da matéria orgânica ser proveniente do cultivo.

De acordo com dados da tabela de produtividade agrícola por município safra 2004/2005 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná os cultivos mais representativos são soja e milho respectivamente.

Na região há cultivo de cana-de-açúcar voltada à produção de silagem para a engorda de bovinos confinados. Essas áreas foram selecionadas em função da condição de manejo. Nelas é bastante utilizada a capina química com herbicidas, o que torna a área interessante ao estudo.

Para as espécies florestais as amostragens foram realizadas em áreas de pinus e eucalipto.

Pontos amostrados

A escolha do local de amostragem foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa foram determinadas áreas, através da análise de ortofotocartas, distribuídas de forma a compreender uma área amostral representativa nas duas margens.

Na segunda etapa, realizada em campo, foram determinados os pontos que preenchiam as condições procuradas de relevo e tipo de cultivo. Nas condições de relevo levou-se em conta a orientação da drenagem local para que os pontos amostrados estivessem em áreas de drenagem contribuintes do Rio Tibagi.

Ponto 01 – margem esquerda, área de cultivo de milho

No ponto escolhido (Figura 34) havia plantio de milho safrinha em sistema de plantio direto. O milho plantado encontrava-se em estágio V3, com aproximadamente duas semanas de emergência. O solo encontrava-se livre de invasoras, o que denota o uso de operação de dessecamento de pré ou pós-emergência.



Figura 34: Ponto 01 de coleta de solo.

Ponto 02 – margem esquerda, área de cultivo de soja

Nessa área a soja já possuía vagens e grãos em fase final de formação. O sistema de plantio utilizado era o sistema de plantio direto. Nesse ponto foi observada a incidência de percevejos (*Nezara viridula*) com grande número de indivíduos em fase adulta já mortos. Essa condição caracteriza a aplicação de inseticida para controle do inseto. Na Figura 35 pode-se observar um indivíduo adulto vivo desta espécie. A condição da soja sugeria também que havia a necessidade de controle através de fungicida, porém, não há como procurar evidências da aplicação deste tipo de defensivo.



Figura 35: Indivíduo adulto de *Nezara viridula*.

O ponto escolhido para coleta de solo foi uma área de declividade considerável no final da parcela onde havia acúmulo de sedimento (Figura 36).



Figura 36: Ponto 02 de coleta de solo.

Ponto 03 – margem esquerda, área de cultivo de cana-de-açúcar

Na área escolhida havia cultivo de cana-de-açúcar de primeiro, segundo e terceiro corte. Nas áreas ao redor da área de cultivo a limpeza era feita através de capina química utilizando herbicida. Entre as linhas de plantio a limpeza era feita através de dissecante específico. Na Figura 37 pode-se observar que a amostra foi retirada de um ponto onde há acúmulo de sedimento.



Figura 37: Ponto 03 de amostragem de solo

Ponto 04 A – margem direita, área de cultivo de eucalipto

Para representar este tipo de cultura decidiu-se por áreas em estágios de cultivo inicial. Fase onde é necessário o controle de invasoras que competem por sol, água e nutrientes. Para a amostragem foi escolhida uma parcela onde as plantas possuíam menos de 1 metro de altura e com infestação moderada de invasoras. Nesse ponto de manejo a infestação das invasoras deveria ser alta caso algum controle não tivesse sido implementado.



Figura 38: Ponto 04 A de amostragem de solo.

Ponto 04 B – margem direita, área de cultivo de pinus

Para a escolha da área de pinus a ser amostrada o critério utilizado foi o mesmo da área de eucalipto.



Figura 39: Ponto 04 B de amostragem de solo.

Ponto 05 – margem esquerda, área de cultivo de soja

Para a escolha da segunda parcela de soja onde o solo seria amostrado foi selecionada uma área distante da primeiramente amostrada. Nessa área a soja encontrava-se em fase inicial de maturação de grãos. Nesse local havia infestação de outro inseto, o Bicudo da soja (*Sternechus subsignatus*), que gera prejuízo e precisa ser controlado. Indivíduos adultos mortos também foram encontrados no local.



Figura 40: Indivíduo adulto de *Sternechus subsignatus*.

Para uma maior variabilidade na morfologia das áreas amostradas, para este ponto o local escolhido foi a região mais alta de uma parcela com declividade moderada. Como no Ponto 02 a amostra foi retirada de um local de acúmulo de sedimento, no Ponto 05 a amostra foi retirada de um local em que ocorria o transporte do sedimento. Na Figura 41 pode-se ter uma idéia do relevo do local.



Figura 41: Ponto 05 de amostragem de solo.

Coordenadas UTM dos pontos de amostragem

Na Tabela LXVIII abaixo estão listadas as coordenadas de cada ponto de amostragem.

Tabela LXVIII: Coordenadas dos pontos de amostragem.

Ponto	Coordenada	
	N	E
Ponto 01	7322435	528156
Ponto 02	7328889	525468
Ponto 03	7336327	528122
Ponto 04 A	7330846	548136
Ponto 04 B	7331257	547253
Ponto 05	7319880	525263

4.11.1.7 Pontos de amostragem de água

Os pontos de amostragem de água foram selecionados de acordo com a influência do município de Telêmaco Borba e o local do futuro barramento. Foram amostrados quatro pontos distintos.

O primeiro ponto selecionado fica à montante da cidade, fora de sua influência direta. O segundo à jusante da cidade e à montante do futuro barramento.

O terceiro ponto fica localizado junto à usina Presidente Vargas de propriedade da Klabin, à jusante do futuro barramento. O quarto ponto fica após a foz do Ribeirão das Antas, também à jusante do futuro barramento.

Tabela LXIX: Coordenadas dos pontos de amostragem.

Ponto	Pontos de amostragem de solo	
	Coordenada	
	N	E
Ponto 01	7299268	544782
Ponto 02	7313383	535932
Ponto 03	7339700	529395
Ponto 04	7342366	531383

Nas imagens a seguir podem-se visualizar os pontos de amostragem de água.



Figura 42: Ponto 01 de amostragem de água.



Figura 43: Ponto 02 de amostragem de água.



Figura 44: Ponto 03 de amostragem de água.



Figura 45: Ponto 04 de amostragem de água.



4.11.1.8 Ensaio realizados

O ensaio realizado para esta investigação foi o de multi-resíduos, onde foram pesquisadas as seguintes moléculas de agrotóxicos (princípios ativos):

- ✓ Alaclor
- ✓ Aldrin
- ✓ BHC (α e Δ)
- ✓ Bifenox
- ✓ Cipermetrina
- ✓ DDT (4.4' e 2-4)
- ✓ Deltametrina
- ✓ Dieldrin
- ✓ Iprodiona
- ✓ Heptaclor
- ✓ Metolaclor
- ✓ Metoxiclor
- ✓ Parmetrina
- ✓ Trifluarina
- ✓ Amitraz
- ✓ Atrazina
- ✓ Fenitrotiona
- ✓ Malationa
- ✓ Metamidofos
- ✓ Parationa metílica
- ✓ Pirazofos
- ✓ Simazina
- ✓ Tebuconazol
- ✓ Triadimefon
- ✓ Triadimenol

4.11.1.9 Resultados e considerações

Influência da Atividade Agropecuária

As atividades rurais têm sido, até o momento, o suporte da economia regional. A pecuária contribui para as águas com sensíveis estoques de matéria orgânica, nitrato e

também fósforo. A agricultura, pelo emprego de fertilizantes, contribui com nitrogênio, fósforo e potássio em grande quantidade.

Nas regiões arenosas da Seqüência Paleozóica o baixo teor de argila dos solos não tem capacidade para reter boa parte dos fertilizantes que, conseqüentemente, alcançam a drenagem e os aquíferos mais superficiais.

A ocupação e uso descuidados do solo têm sido, na bacia, um fator altamente impactante da qualidade das águas superficiais. Este impacto se manifesta, sobretudo nos sólidos totais e turbidez, especialmente em épocas de chuvas intensas.

A turbidez das águas tende a ser maior na porção mais à jusante da bacia, devido ao maior conteúdo de argila daqueles solos. Esta turbidez prejudica o desenvolvimento da vida aquática, principalmente pelo barramento da penetração da luz, inibindo processos fotossintéticos.

Um fator diretamente gerado pela ação antrópica através da agricultura é o teor dos chamados defensivos agrícolas. Se o uso de agrotóxicos é atualmente fundamental para uma agricultura, em larga escala bem sucedida, seu manejo, em termos gerais, tem sido ambientalmente incorreto. Com freqüência são noticiados casos de intoxicações diretas de pessoas em todo o Brasil. Infelizmente ainda não existem no Estado do Paraná, medições sistemáticas continuadas de organoclorados e organofosforados, produtos largamente empregados na agricultura. Medições sistemáticas são importantes em face da sazonalidade no emprego dos citados produtos.

Levantamento de dados primários e secundários

A composição química da água de um rio, a despeito de manter uma estabilidade em relação ao substrato geológico e algumas outras condicionantes naturais, sofre variações provocadas por influências sazonais e outros fenômenos localizados no tempo. Deste modo, o ideal é se fazer um diagnóstico da qualidade de água com base em séries históricas plurianuais. Em face da impossibilidade de se promover a obtenção de dados primários distribuídos mesmo durante um ciclo hidrológico anual, foi desenvolvida apenas uma campanha de amostragem.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas apropriadas, com gelo e levadas ao laboratório.

As análises físico-químicas foram realizadas no Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná – CEPPA. A metodologia utilizada para estas análises está apresentada na Tabela LXX.

Tabela LXX: Metodologia utilizada para os diversos ensaios realizados.

PARÂMETRO	METODOLOGIA	LABORATÓRIO
Organoclorados organofosforados (em solo)	e PERES, T. B. et al. Métodos de extração de agrotóxicos de diversas matrizes. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.69, n.4, p.87-94, out/dez. 2002.	CEPPA
Organoclorados organofosforados (em água)	e ORGANOCHLORINE PESTICIDES. In: APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19ª ed. Washington, 1995. (Method 6630, p.6-114 a 6-121). HATRIK, S.; TEKEL, J. Extraction methodology and chromatography for the determination of residual pesticide in water. J Chromatography A, v. 733, p. 217-233, 1996.	CEPPA

Considerações sobre Estudo Ambiental CNEC/2004

Para este trabalho foram revalidadas todas as considerações abaixo referentes ao diagnóstico de qualidade da água:

- Complementando os dados disponíveis, foram realizadas para este trabalho, análises físico- químicas em amostras coletadas nos pontos apresentados.
- A rarefação das séries de dados disponíveis e sua distribuição heterogênea na bacia hidrográfica prejudicam sobremaneira a avaliação de processos sazonais e sua influência na qualidade das águas.
- Processos tipicamente sazonais como o clima, suas condicionantes e suas conseqüências, passando pelo regime de chuvas, vazões dos rios, além dos ciclos de culturas agrícolas, não podem ter suas influencias adequadamente quantificadas. Na maioria dos casos, não há disponibilidade de um volume mínimo de informações sobre períodos de vazões elevadas, tempos em que vários processos modificadores dos ecossistemas são intensos.
- A modelagem matemática para a geração de cenários de qualidade de água foi inviabilizada em face dos dados disponíveis. Na hipótese da estimativa de variáveis não disponíveis, seriam gerados cenários com potencial muito alto de estarem bastante afastados da realidade, portanto inúteis.

Apesar de todas as limitações mencionadas, os dados disponíveis viabilizam algumas observações e conclusões importantes, que serão abordadas subseqüentemente.

Considerações sobre este estudo

Além dos aspectos supramencionados, há o fator análise. Os procedimentos exigidos pela maioria dos laboratórios analíticos requerem a conservação da amostra em estado de congelamento. Apenas este fato já coloca sob suspeita uma grande parte dos resultados apresentados pela literatura sobre análises de agrotóxicos em água. Em outras palavras – é inviável a análise de agrotóxicos aplicados em um tempo superior a 24 horas. Como a água eventualmente contaminada não se manteve no rio em estado de congelamento os princípios dos agrotóxicos provavelmente já se decompuseram significativamente. Uma solução seria a análise de produtos de decomposição dos agrotóxicos, prática nem sempre adotada pelos laboratórios.

Saliente-se que os procedimentos laboratoriais usuais não privilegiam a análise de estruturas orgânicas fruto da decomposição de princípios ativos dentre estes os agrotóxicos. Deste modo, ao se analisar uma amostra contendo resíduos de agrotóxicos que não foram aplicados em um curto espaço de tempo, um laudo negativo não significa necessariamente que na bacia não haja princípios ativos derivados e nem por isso menos nocivos à saúde humana e aos ecossistemas influenciados.

Foi realizada apenas uma campanha de amostragem, no dia 28/02/2007. Nesta campanha não foram identificadas concentrações perceptíveis pelo limite de detecção tanto em solo quanto em água.

Os limites de quantificação são:

- ✓ Em água – 0,4 µg/L (unidade equivalente ao ppb)
- ✓ Em solo – 0,04 mg/kg (unidade equivalente ao ppm)

Vale ressaltar que as amostragens foram pontuais e que, mesmo com todo o cuidado da equipe técnica em relatar o cenário mais real possível, o resultado tem seu valor restrito às amostras coletadas.

Para explicitar a complexidade do problema há um grande uso de misturas de pesticidas, ou seja, o agricultor mistura dois ou mais pesticidas, dando origem a um novo produto, que nem sempre é analisado pelas agências de regulação, e muito menos realizadas pesquisas para efeito de detecção de resíduos nos alimentos. Portanto, à lista dos inúmeros pesticidas disponíveis no mercado, deve-se acrescentar um número incontável

de misturas destes produtos que deveriam ser analisados para se saber o grau de contaminação dos alimentos.

A análise dos resíduos é feita mediante amostras que, evidentemente, não dão conta de toda complexidade da acumulação de resíduos e contaminação de alimentos. Entre os aspectos que merecem destaques estão:

- ✓ Data da coleta da amostra e sua relação com a data da pulverização;
- ✓ Diversidade dos pesticidas que devem ser analisados e a seletividade das amostras que não compreendem todo o espectro de possibilidades;
- ✓ O método utilizado não permite detectar a maioria de todos os compostos. Utiliza-se o *ensaio de multi-resíduos* para poucos compostos;
- ✓ Os lugares selecionados para a coleta das amostras;
- ✓ A origem dos produtos – nacional, internacional, regional, local;
- ✓ Condições atmosféricas – ventos, chuvas, umidade do ar, etc.

Os procedimentos exigidos pela maioria dos laboratórios analíticos requerem a conservação da amostra em estado de congelamento. Apenas este fato já coloca sob suspeita uma grande parte dos resultados apresentados pela literatura sobre análise de agrotóxicos em água. Em outras palavras – é inviável a análise de agrotóxicos aplicados em um tempo superior a 24 horas. Como a água eventualmente contaminada não se manteve no rio em estado de congelamento, os princípios ativos provavelmente já se decompuseram significativamente. Uma solução seria a análise de produtos de decomposição dos agrotóxicos, prática nem sempre adotada pelos laboratórios (CNEC, 2004).

Claro que toda cultura tratada com pesticidas terá resíduos destes produtos. A questão está em que intensidade isto se apresenta nestas culturas, considerando que muitas vezes os resíduos se degradam ficando abaixo dos níveis detectáveis, ou muitas vezes se degradam ou volatilizam depois de terminada a pulverização.

4.11.1.10 Referências

BAIRD, C. 2002. **Química Ambiental**. Artmed. Editora S. A. pg 313-401.

MINISTER OF SUPPLY AND SERVICES. 1991. **Toxic Chemicals in the Great Lakes and Associated Effects**. vol. 1, part 2. Ottawa: Government of Canadá.

THE STATE OF CANADA'S ENVIRONMENT 1996. 1996. **Tendências dos níveis de DDT no leite materno das mulheres canadenses entre 1967 e 1992**. Ottawa: Government of Canadá.

ANEXOS

Laudos das análises físico-químicas dos requisitos nº 4 e 6