

VOLUME II – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**ÍNDICE DE TEXTO**

1.0	INTRODUÇÃO	9
1.1	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	9
2.0	MEIO FÍSICO	13
2.1	CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	13
2.2	QUALIDADE DO AR	32
2.3	RUÍDO	53
2.4	SUBSTRATO ROCHOSO, RELEVO E SOLOS	65
2.5	RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO PIRACICABA	78
3.0	MEIO BIÓTICO	141
3.1	ECOSSISTEMAS TERRESTRES	141
3.2	ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS	167
4.0	MEIO SÓCIO ECONÔMICO	188
4.1	INTRODUÇÃO	188
4.2	METODOLOGIA E DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA	188
4.3	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	195
4.4	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA	201
4.5	ESTRUTURA URBANA E USO DO SOLO NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO	222
4.6	ESTRUTURA URBANA E USO DO SOLO NO ENTORNO DO TRAMO DO GASODUTO	226
4.7	ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA POPULAÇÃO	226

TABELAS

TABELA 1.1 CRITÉRIOS CONSIDERADOS PARA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA

TABELA 2.1 FONTE DE DADOS METEOROLÓGICOS

TABELA 2.2 FREQUÊNCIA RELATIVA ENTRE A DIREÇÃO E AS FAIXAS DE VELOCIDADE DO VENTO – ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA PIRACICABA – ESALQ (PERÍODO 1997-1998)

TABELA 2.3 FREQUÊNCIA RELATIVA ENTRE A DIREÇÃO E AS FAIXAS DE VELOCIDADE DO VENTO – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA LIMEIRA – IAC - PERÍODO 1997-1998

TABELA 2.4 FREQUÊNCIA RELATIVA ENTRE A DIREÇÃO E AS FAIXAS DE VELOCIDADE DO VENTO – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA- NOVA ODESSA – IAC (PERÍODO 1997-1998)

TABELA 2.5 RESULTADOS DAS ANÁLISES DO VENTO – ESTAÇÕES PIRACICABA, LIMEIRA E NOVA ODESSA

TABELA 2.6 PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR – (CONAMA/1990)

TABELA 2.7 ESTRUTURA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

TABELA 2.8 DIÓXIDO DE ENXOFRE (EXPRESSO EM $\mu\text{G}/\text{M}^3$) – - MÉDIAS ARITMÉTICAS ANUAIS E ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (PERÍODO DE 1993 A 1997) - ESTAÇÃO DE AMERICANA

TABELA 2.9 FUMAÇA (EXPRESSO EM $\mu\text{G}/\text{M}^3$) – - MÉDIAS ARITMÉTICAS ANUAIS E ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (PERÍODO DE 1993 A 1997) - ESTAÇÃO AMERICANA

TABELA 2.10 RESULTADOS DE MONITORAMENTO - ESTAÇÃO PARQUE D. PEDRO-SÃO PAULO.

TABELA 2.11 RESULTADOS DO MONITORAMENTO OBTIDOS NO PONTO A (FAZENDA MOINHO AZUL) - (Continuação)

TABELA 2.12 RESULTADOS DO MONITORAMENTO OBTIDOS NO PONTO B (UHE – CARIOBINHA)

TABELA 2.13 RESULTADOS DO MONITORAMENTO OBTIDOS NO PONTO C (ESCOLA MUNICIPAL)

TABELA 2.14 DADOS OBTIDOS A PARTIR DA AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS DA CHAMINÉ DA CALDEIRA DA USINA CARIOBA I

TABELA 2.15 CONCENTRAÇÕES A NÍVEL DO SOLO, EM $\mu\text{G}/\text{M}^3$, OBTIDAS POR SIMULAÇÕES MATEMÁTICAS NOS PONTOS A, B E C.

TABELA 2.16 MEDIÇÕES REALIZADAS NA USINA CARIOBA I (16 DE DEZEMBRO DE 1999) – CARGA MÁXIMA

TABELA 2.17 MEDIÇÕES REALIZADAS EM 17, DEZEMBRO DE 1999– OPERAÇÃO COM CARGA MÁXIMA

TABELA 2.18 MEDIÇÕES REALIZADAS EM 21, MAIO DE 2000 – OPERAÇÃO PARALIZADA

TABELA 2.19 MEDIÇÕES REALIZADAS EM 22 E 23, MAIO DE 2000 – OPERAÇÃO NORMAL

TABELA 2.20 LIMITES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS DE RUÍDO

TABELA 2.21 LIMITES DE RUÍDO PARA ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO CIVIL

TABELA 2.22 VALORES LIMITANTES DE RUÍDO DE ACORDO COM A ÁREA E O PERÍODO

TABELA 2.23 NÍVEL MÁXIMO DE RUÍDO ADMITIDO EM DB(A)

TABELA 2.24 NÍVEIS E RUÍDO OCUPACIONAL ADMISSÍVEIS DE ACORDO COM O TEMPO DE EXPOSIÇÃO

TABELA 2.25 CARACTERÍSTICAS DOS RELEVOS DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA NA AII DA UGE CARIOBA II

TABELA 2.26 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TERRENOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) E DIRETA (AID) DO EMPREENDIMENTO

TABELA 2.27 SUB BACIAS FORMADORAS DO RIO PIRACICABA E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS DE DRENAGEM

TABELA 2.28 DESCRIÇÃO DAS SUB BACIAS QUE COMPÕEM A BACIA DO RIO PIRACICABA, RESPECTIVAS ÁREAS DE DRENAGEM E POPULAÇÃO

TABELA 2.29 DEMANDAS PARA USO URBANO

TABELA 2.30 DEMANDAS PARA USO INDUSTRIAL

TABELA 2.31 ÁREA IRRIGADA NA BACIA DO RIO PIRACICABA - EVOLUÇÃO E SITUAÇÃO EM 1993

TABELA 2.32 DEMANDAS DE ÁGUA PARA USO AGRÍCOLA NA BACIA DO RIO PIRACICABA

TABELA 2.33 DEMANDAS PARA USO NA IRRIGAÇÃO

TABELA 2.34 DEMANDAS TOTAIS NA BACIA DO RIO PIRACICABA

TABELA 2.35 BACIA DO PIRACICABA - REDE DE ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

TABELA 2.36 VAZÕES MÉDIAS E MÍNIMAS NA BACIA DO RIO PIRACICABA

TABELA 2.37 VAZÕES MÉDIAS MENSAS E ANUAIS EM CARIOBA, RIO PIRACICABA.

TABELA 2.38 VAZÕES REMANESCENTES ESTIMADAS EM CARIOBA

TABELA 2.39 VAZÕES REMANESCENTES NATURAIS EM OUTRAS SEÇÕES DO RIO PIRACICABA

TABELA 2.40 USOS CONSUNTIVOS DE ÁGUA À MONTANTE DE CARIOBA

TABELA 2.41 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NATURAL E EFETIVA NA SEÇÃO DE CARIOBA

TABELA 2.42 COMPARAÇÃO ENTRE AS DISPONIBILIDADES E AS DEMANDAS NA BACIA DO RIO PIRACICABA

TABELA 2.43 DADOS DE POÇOS EXISTENTES NO ENTORNO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

TABELA 2.44 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO

TABELA 2.45 VALORES ESTATÍSTICOS REFERIDOS AOS ANOS DE 1997, 19998 E 1999

TABELA 2.46 NÚMERO DE VEZES DE ULTRAPASSAGEM DO PADRÃO DA CLASSE DO RIO

TABELA 2.47 VALORES DE DBO E OD PARA CLASSE DE USO

TABELA 2.48 SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES (VAZÃO $Q_{95\%}$) – OD, DBO E COLIFORMES FECAIS

TABELA 3.1 ÁREAS OCUPADAS (HA) POR TIPOLOGIAS DE COBERTURA VEGETAL

TABELA 3.2 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DAS ESPÉCIES

TABELA 3.3 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DAS FAMÍLIAS

TABELA 3.4 ESPÉCIES BOTÂNICAS NAS FORMAÇÕES RIPÁRIAS

TABELA 3.5 AVIFAUNA – LISTAGEM DAS ESPÉCIES NA AID

TABELA 3.6 PARÂMETROS ANALISADOS NA COLETA DE ÁGUA DO RIO PIRACICABA

TABELA 3.7 PARÂMETROS NAS QUATRO ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM 04.599/00

TABELA 3.8 PARÂMETROS LÍMNICOS - FITOPLÂNCTON

TABELA 3.9 PARÂMETROS LÍMNICOS - FITOPLÂNCTON – ABUNDÂNCIA RELATIVA (%) E DENSIDADE DE ORGANISMOS (ML)

TABELA 3.10 PARÂMETROS LÍMNICOS - ZOOPLÂNCTON

TABELA 3.11 PARÂMETROS LÍMNICOS – BENTOS.

TABELA 4.1 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA AII (RMC E LIMEIRA) – NÚMERO DE CONSUMIDORES E QUANTIDADE CONSUMIDA, POR TIPO DE CONSUMIDOR

TABELA 4.2 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA AII (RMC E LIMEIRA) – PERCENTUAIS DE CRESCIMENTO DE CONSUMIDORES E QUANTIDADE CONSUMIDA, POR TIPO DE CONSUMIDOR

TABELA 4.3 POPULAÇÃO TOTAL EM 1980, 1991 E 1996 E TAXAS DE CRESCIMENTO ANUAL

TABELA 4.4 LIMEIRA - POPULAÇÃO TOTAL EM 1980, 91 E 96, E PERCENTUAL DE CRESCIMENTO

TABELA 4.5 PERFIL DA ECONOMIA MUNICIPAL - MUNICÍPIO DE AMERICANA

TABELA 4.6 PERFIL DA ECONOMIA MUNICIPAL - MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO OESTE

TABELA 4.7 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DA AID (AMERICANA, STA. BÁRBARA D'OESTE E LIMEIRA) – NÚMERO DE CONSUMIDORES E QUANTIDADE CONSUMIDA, POR TIPO DE CONSUMIDOR

TABELA 4.8 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DA AID (AMERICANA, STA. BÁRBARA D'OESTE E LIMEIRA) – PERCENTUAIS DE CRESCIMENTO DE CONSUMIDORES E QUANTIDADE CONSUMIDA, POR TIPO DE CONSUMIDOR

TABELA 4.9 ARRECADAÇÃO DE ICMS E ISS EM AMERICANA, SP E RELAÇÃO PERCENTUAL ENTRE ICMS E RECEITA

TABELA 4.10 EQUIPAMENTOS SOCIAIS EXISTENTES NO ENTORNO IMEDIATO AO EMPREENDIMENTO (RAIO DE 03 QUILOMETROS)

FIGURAS

FIGURA 2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DA AREA DE ESTUDO

FIGURA 2.2 TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA MENSAL - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NOVA ODESSA (NO), LIMEIRA(LI) E PIRACICABA (PI) (PERÍODO 1997 E 1998)

FIGURA 2.3 TEMPERATURA MÉDIA MENSAL – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NOVA ODESSA (NO), LIMEIRA (LI) E PIRACICABA (PI) (PERÍODO 1997 E 1998)

FIGURA 2.4 TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA MENSAL – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NOVA ODESSA (NO), LIMEIRA (LI) E PIRACICABA (PI) (PERÍODO 1997 E 1998)

FIGURA 2.5 UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NOVA ODESSA (NO) E PIRACICABA (PI) (PERÍODO 1997 E 1998)

FIGURA 2.6 PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NOVA ODESSA (NO) E PIRACICABA (PI) (PERÍODO 1997 E 1998)

FIGURA 2.7A ROSA DOS VENTOS - ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA PIRACICABA

FIGURA 2.7B ROSA DOS VENTOS - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA LIMEIRA.

FIGURA 2.7C ROSA DOS VENTOS - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA NOVA ODESSA

FIGURA 2.8 VELOCIDADE MÉDIA HORÁRIA COMPARATIVA ENTRE OS TRÊS MUNICÍPIOS VIZINHOS À AMERICANA

FIGURA 2.9 FREQUÊNCIA RELATIVA DAS INVERSÕES TÉRMICAS POR FAIXA DE ALTURA (PERÍODO 1994 A 1998)

FIGURA 2.10 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DO AR REALIZADOS PELO EMPREENDEDOR

FIGURA 2.11 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO

FIGURA 2.12 RELEVOS DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

FIGURA 2.13 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

FIGURA 2.14 MAPA DOS TERRENOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) E DIRETA (AID) NA UGE CARIOBA II

FIGURA 2.15 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA - SEÇÕES DE CONTROLE

FIGURA 2.16 ÁREA DE DRENAGEM NATURAL = 7578 KM² - RIO PIRACICABA EM CARIOBA

FIGURA 2.17 VAZÕES REMANESCENTES EM SEÇÕES DO RIO PIRACICABA

FIGURA 2.18 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DA CETESB - IQA ANO DE 1998

FIGURA 2.19 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2100, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA.

FIGURA 2.20 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2135, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.21 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2160, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.22 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2192, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.23 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2220, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.24 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2800, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.25 DADOS DE MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO PCABO2500, COM REFERÊNCIA A OD, DBO, NT, PT, COLIFORMES E IQA

FIGURA 2.26 DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES MEDIDOS ENTRE JAGRO2800(RIO JAGUARI) E PCBPO2500 (BARRA BONITA)

FIGURA 2.27 DIAGRAMA UNIFILAR – SUB-BACIA DO RIO PIRACICABA – TRECHO 1

FIGURA 2.28 DIAGRAMA UNIFILAR – SUB-BACIA DO RIO PIRACICABA – TRECHO 2

FIGURA 2.29 AVALIAÇÕES DE DBO DO PQA-PCJ DE 2005 A 2020 AO LONGO DO RIO PIRACICABA

FIGURA 2.30 AVALIAÇÃO OD DO PQA-PCJ DE 2005 A 2020 AO LONGO DO RIO PIRACICABA

FIGURA 3.1 COBERTURA VEGETAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA

FIGURA 3.2 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PARA AMOSTRAGEM HIDROBIOLÓGICA NO RIO PIRACICABA

FIGURA 4.1 REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS E MUNICÍPIOS DE LIMEIRA

FIGURA 4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

FIGURA 4.3 USO DO SOLO E EQUIPAMENTOS DE EDUCAÇÃO E SAÚDE - DETALHE DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

FIGURA 4.4 USO DO SOLO NA REGIÃO DO TRAMO DO GASODUTO

1.0 INTRODUÇÃO

Este volume apresenta o Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência associadas ao empreendimento proposto - a Usina Geração de Energia Carioba II.

O objetivo do Diagnóstico Ambiental é caracterizar os aspectos ambientais relevantes que venham a ser impactados e portanto subsidiar a Avaliação dos Impactos Ambientais associados à instalação e à operação da usina, apresentada no Volume de Caracterização do Empreendimento.

O item 1.1 apresenta o sumário dos critérios utilizados para definição das áreas de estudo adotadas neste documento e delimitação preliminar das áreas de influência. Os itens seguintes apresentam os resultados dos diagnósticos setoriais, como meio físico, meio biótico e meio sócio-econômico.

Os critérios metodológicos utilizados em cada estudo setorial são apresentados nos itens respectivos e anexos.

1.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Para a delimitação das áreas analisadas no diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, foram adotadas as definições de Área de Estudo e Área de Influência.

A Área de Estudo foi delimitada para cada aspecto ambiental, compreendendo uma provável área de abrangência dos impactos ambientais a ele associados. A delimitação das Áreas de Estudo considerou tanto os aspectos ambientais quanto as características do empreendimento.

As Áreas de Influência foram definidas durante os trabalhos, sendo baseadas nos resultados de cada um dos estudos nas áreas delimitadas, incluindo modelos e simulações matemáticas, coleta de dados primários e secundários.

Dessa forma, cada aspecto analisado apresenta uma Área de Influência própria que pode, ou não, coincidir com outras áreas analisadas. As especificidades e parâmetros adotados foram apresentados em cada sub-item do Diagnóstico Ambiental. A tabela 1.1 apresentada a seguir, resume os critérios considerados no processo de definição das Áreas de Estudo e de Influência.

Tabela 1.1 Critérios Considerados Para Definição das Áreas de Estudo e de Influência

Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais Potenciais	Área de Estudo	Área de Influência	
			Direta	Indireta
Clima e condições meteorológicas	Associados à dispersão de poluentes.	Piracicaba, Nova Odessa e Limeira, e Viracopos (vento).	Não Aplicável.	Não Aplicável.
Qualidade do Ar	Associados à emissão e dispersão de poluentes.	Raio de 10 km no entorno do empreendimento (sensibilidade do modelo de dispersão de poluentes).	Área de maior concentração de poluentes (3km no entorno do empreendimento).	Raio de 10 km no entorno do empreendimento (limite de sensibilidade do modelo para este tipo de poluente).
Ruído	Associados à geração de ruído e incômodos para a população.	Áreas de intervenção, incluindo propriedade e entorno (Áreas habitadas num raio de 1 km).	Raio de 1000m, definido como área passível de ser afetada pelo ruído. (residências mais próxima a 700 metros da fonte).	Não Aplicável.
Substrato rochoso, relevo e solos	Associados às obras civis, áreas de empréstimo e bota-fora.	Micro bacias hidrográficas contribuintes do trecho da margem esquerda do rio Piracicaba (área proposta para o empreendimento) e do trecho da margem direita que inclui a faixa do traçado do gasoduto.	Área de implantação do empreendimento.	Micro bacias hidrográficas contribuintes do trecho da margem esquerda do rio Piracicaba e do trecho da margem direita que inclui a faixa do traçado do gasoduto.
Recursos hídricos superficiais – disponibilidade	Relacionados a alterações de vazão das águas no rio Piracicaba.	Bacia do Rio Piracicaba.	Seção de captação e local de descarga de efluentes ao lado da UGE Carioba II.	Bacia do rio Piracicaba.
Recursos hídricos superficiais – qualidade	Relacionados a alterações de qualidade das águas no rio Piracicaba.	Bacia do rio Piracicaba.	Trecho do rio Piracicaba compreendido entre o Reservatório de Americana e a cidade de Piracicaba.	Trecho do rio Piracicaba compreendido entre o Reservatório de Americana até o braço do reservatório de Barra Bonita.

Tabela 1.1 Critérios Considerados Para Definição das Áreas de Estudo e de Influência

Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais Potenciais	Área de Estudo	Área de Influência	
			Direta	Indireta
<i>Ecossistemas terrestres</i>	Impactos associados às emissões atmosféricas e a possíveis áreas de desmatamento associados à implantação do tramo do gasoduto.	Americana, Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, Nova Odessa e Limeira.	Raio de 10 km no entorno do empreendimento.	Remanescentes florestais encontrados na área de estudo.
<i>Ecossistemas aquáticos</i>	Associados ao descarte de efluentes.	Bacia do rio Piracicaba.	Rio Piracicaba - 15 km à montante e à jusante do possível lançamento de efluentes.	Bacia do rio Piracicaba.
<i>Uso e Ocupação do Solo</i>	Incômodos para a vizinhança associados às emissões para a atmosfera e à geração de ruído.	Área urbanizada dos municípios de Limeira, Americana e Santa Bárbara d'Oeste. Raio determinado pelo estudo de dispersão de poluentes.	3 km no entorno do empreendimento.	10 km do entorno do empreendimento.
	Impactos associados à desapropriação da faixa de domínio do gasoduto.	Território do Município de Limeira que contém a faixa de domínio do tramo.	Área de 400 m ao longo da faixa do tramo.	
<i>Demografia e Economia</i>	Impactos associados à geração de empregos e renda, e ao incremento na dinâmica econômica, à compra de produtos e serviços na região, à atratividade de mão de obra.	Região Metropolitana de Campinas e Limeira.	Americana, Santa Bárbara do Oeste e Limeira.	RMC e Limeira.
<i>Infra-estrutura viária</i>	Associados ao aumento do tráfego, transporte de equipamentos e pessoal.	Sistema Viário de acesso à Região.	Região Metropolitana de Campinas.	Principais vias de ligação da Região com a capital do Estado.

Tabela 1.1 Critérios Considerados Para Definição das Áreas de Estudo e de Influência

Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais Potenciais	Área de Estudo	Área de Influência	
			Direta	Indireta
Uso da água	Associados à redução da oferta de água nos municípios à jusante do empreendimento	Bacia do Piracicaba.	Americana, Santa Bárbara do Oeste e Limeira.	Região Metropolitana de Campinas e Limeira.
Consumo de Energia	Incremento na oferta de energia.	Sistema Interligado Sul-Sudeste Centro-Oeste.	Centro de Carga (Campinas)	Sistema Interligado Sul-Sudeste Centro-Oeste.
Finanças públicas	Arrecadação municipal.	Americana.	Americana.	Estado de São Paulo.
Organização Social da População	Participação da comunidade nas discussões sobre o empreendimento.	Área do entorno do projeto, Americana, RMC e Bacia do rio Piracicaba (diferentes níveis de envolvimento).	Área do entorno do projeto, Americana, Piracicaba, Campinas.	RMC, Bacia do rio Piracicaba (diferentes níveis de envolvimento).

2.0 MEIO FÍSICO

Neste item é apresentado o diagnóstico ambiental referente aos aspectos climáticos, de qualidade do ar, ruído, substrato rochoso, relevo e solos e dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais das áreas de estudo e de influência da UGE Carioba II.

2.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A caracterização das condições climáticas e meteorológicas teve como objetivo identificar os parâmetros meteorológicos da área de influência do empreendimento e selecionar os dados mais representativos para a elaboração do diagnóstico. Os resultados desta caracterização foram utilizados como subsídios para a avaliação da qualidade do ar na área de influência e dos impactos das emissões para a atmosfera a serem geradas pelo futuro empreendimento.

2.1.1 Metodologia

Para a definição da área de estudo da caracterização climática avaliou-se a ocorrência dos fenômenos meteorológicos responsáveis pelo comportamento climático da região onde se insere o empreendimento.

Tendo em vista o fato do município de Americana e especificamente na região de Carioba, não possuir estação meteorológica, a caracterização do clima e a análise das condições meteorológicas do estudo foram efetuadas através de avaliação e análise de dados obtidos das seguintes estações mais próximas ao local do empreendimento: estação agrometeorológica da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Exatas e das estações meteorológicas automáticas do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, instaladas nos municípios de Nova Odessa e Limeira (Figura 2.1 e Tabela 2. 1). Esses dados podem representar satisfatoriamente o clima da região em função de sua proximidade do município de Americana. Tais dados podem também ser utilizados para avaliar a influência das condições meteorológicas na dispersão de poluentes a serem emitidos pela futura usina na área de influência.

Em cada estação foram obtidas os seguintes períodos de dados: ESALQ 2 anos; Limeira 2 anos e Nova Odessa 2 anos.

FIGURA 2.1

**LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DA
AREA DE ESTUDO**

Tabela 2.1 Fonte de Dados Meteorológicos

Fonte	Parâmetros	Período
ESALQ-USP - Piracicaba 1997 a 1998	Vento de superfície, temperatura, precipitação e umidade relativa.	02 anos
Limeira 1997 a 1998	Temperatura, precipitação, umidade relativa e vento	02 anos
IAC - Nova Odessa 1997 a 1998	Precipitação, umidade relativa, temperatura e vento.	02 anos

Além dos dados meteorológicos referidos acima, foram utilizados também os dados da região de Campinas registrados pela estação meteorológica 83721 - Aeroporto Internacional de Viracopos (adquiridos da *Trinity Consultants Incorporated - USA*), referentes aos parâmetros horários de direção e velocidade de ventos, temperatura, classes de estabilidade e alturas de mistura, nos anos de 1996 e 1997. A utilização destes dados teve como finalidade compor os arquivos meteorológicos utilizados nas simulações através de modelagem matemática.

As classes de estabilidade utilizadas no arquivo foram calculadas através do método de *Pasquill-Gifford*, descritas no Pasquill, 1961, Turner 1964 – USEPA 1987. As classes de estabilidade são basicamente função dos períodos de insolação, nebulosidade e velocidade dos ventos medidas a 10 metros.

A utilização dos dados da região de Campinas - Aeroporto Internacional de Viracopos, justifica-se devido à relativa proximidade do empreendimento, à ausência de rugosidade topográfica expressiva, que confere caracterização climatológica semelhante à da área em estudo, e pela necessidade de dados meteorológicos de ventos, insolação, nebulosidade e alturas de mistura, para períodos horários, necessários para composição dos arquivos meteorológicos, que normalmente são medidos e observados em estações meteorológicas de aeroportos.

2.1.2 Resultados Obtidos**2.1.2.1 Caracterização Climática**

De acordo com a classificação climática de *Köppen*, a região do Município de Americana encontra-se sob o domínio climático do tipo *Cw* (clima subtropical com inverno seco e verão úmido), do tipo mesotérmico médio, sendo que a temperatura do mês mais frio varia entre 3 a 18°C). Por ser uma região de pouca cobertura vegetal, o clima da área reflete o intercâmbio preferencial das Massas de ar Tropical Atlântica (MTA), Polar Atlântica (MPA) e a sua faixa de convergência (FPA), com incursões das massas Tropical Continental (MTC) e Equatorial Continental (MEC).

A condição de dispersão atmosférica de poluentes é determinada, em grande parte, pela escala de circulação sinótica. Deslocamentos bruscos das massas de ar, causam alterações nas condições de estabilidade atmosférica, resultando em condições instáveis associadas a ventos fortes e precipitação, fator este favorável à dispersão de poluentes.

Ao contrário, a presença de anticiclones (sistemas de alta pressão), que ocupam a região após a passagem dos sistemas frontais, provocam um movimento lento vertical descendente (subsistência). Esse movimento tende a reduzir significativamente o teor de umidade da atmosfera nos níveis mais elevados, enfraquece o gradiente de pressão horizontal e a velocidade do vento na superfície. Como consequência, dependendo da condição sinótica dominante, poderá ocorrer aumento da porcentagem de calmaria que em geral, contribui para formação de inversões térmicas de baixa altitude. Essas condições, em determinados períodos dos meses de inverno, tornam a atmosfera local desfavorável à dispersão de poluentes, principalmente em épocas de anomalia climática como a que ocorreu em 1997 com a presença do fenômeno *El-Niño*.

2.1.2.2 **Descrição dos Parâmetros Meteorológicos da Região**

Para a caracterização do comportamento médio do clima da região apresenta-se uma análise dos parâmetros meteorológicos.

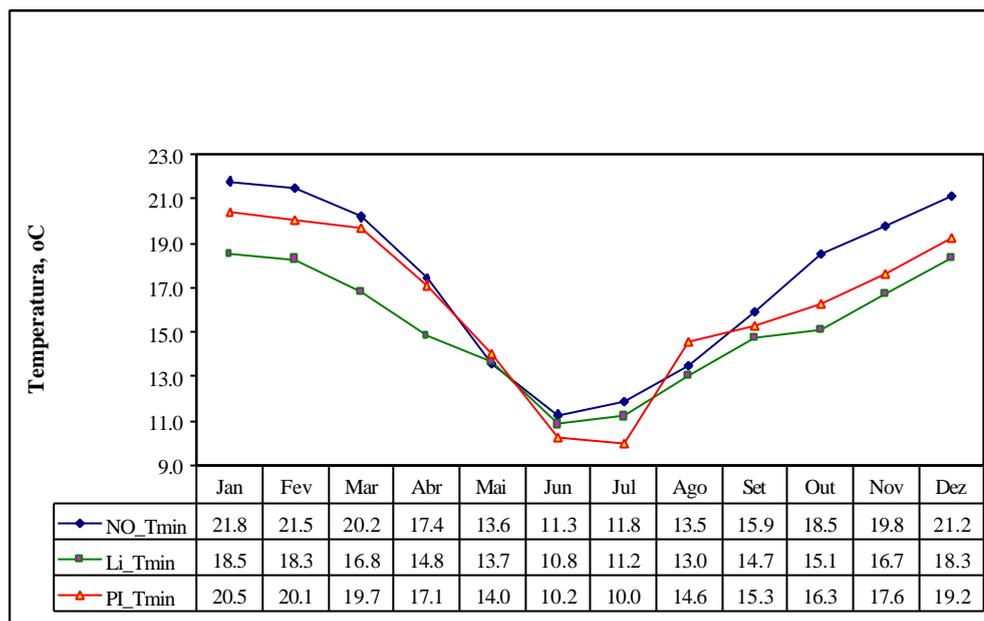
- **Temperatura**

Os dados meteorológicos relativos à temperatura foram obtidos a partir dos registros das estações dos municípios de Nova Odessa (ao Sul), Limeira (ao Norte) e Piracicaba (a Oeste), devido a sua proximidade ao município de Americana, foram adotados como representativos (Figura 2.2).

Temperatura Mínima

As temperaturas mínimas médias anuais oscilam entre 15,2°C (Limeira) e 17,6°C, (Nova Odessa), sendo a temperatura mínima média anual de 16,2°C de Piracicaba representativa do valor médio intermediário, entre os três locais. Assumiu-se, portanto, que a média das temperaturas entre estes locais representaria a mínima média estimada para Americana. Portanto, a estimativa da temperatura média mínima anual de Americana é cerca de 16,3°C, aproximadamente. Os dados médios mensais são apresentados na Figura 2.2, que mostram uma consistência de comportamento entre os três locais. Verifica-se que a temperatura mínima do mês mais frio, junho, ocorre na região de Piracicaba com um valor de 10,2°C. Observa-se, também, que de um modo geral, ao longo do ano, a região de Nova Odessa é mais quente do que os demais municípios.

Figura 2.2 **Temperatura Mínima Média Mensal - Estações Meteorológicas Nova Odessa (NO), Limeira(LI) e Piracicaba (PI) (Período 1997 e 1998)**

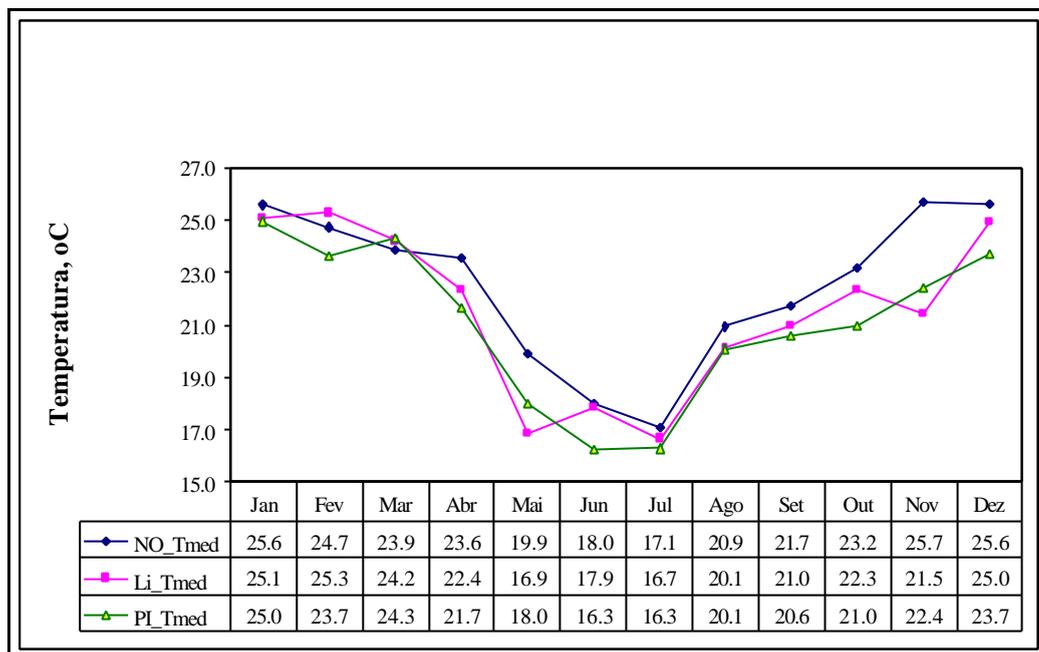


Fontes: IAC e ESALQ

Temperatura Média

A seguir apresenta-se a análise das temperaturas média das médias, para Nova Odessa, Limeira e Piracicaba. Os dados de temperaturas médias mensais, utilizados no presente estudo, foram fornecidos, pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (Nova Odessa e Limeira) e a ESALQ(Piracicaba), que possuem metodologias de cálculo próprias para o registro dos dados de temperatura média. Portanto, os dados foram fornecidos já no formato médio de acordo com o critério adotado por estas instituições. Como a temperatura média da região oscila entre 22,5° C em Nova Odessa, 21,5° C em Limeira e 21,1° C em Piracicaba, estima-se que a temperatura média de Americana apresente-se em torno de 21,7°C. Tendo em vista a proximidade entre si das regiões com características topográficas semelhantes, supõe-se que a temperatura média do município de Americana situe-se muito próxima ao valor estimado. Verifica-se que o município de Nova Odessa registra a maior média mensal entre os três locais, exceto no primeiro trimestre. Observa-se, assim uma consistência dos valores médios mensais entre os municípios, conforme apresentado na Figura 2.3.

Figura 2.3 *Temperatura Média Mensal – Estações Meteorológicas Nova Odessa (NO), Limeira (LI) e Piracicaba (PI) (Período 1997 e 1998)*



Fontes: IAC e ESALQ

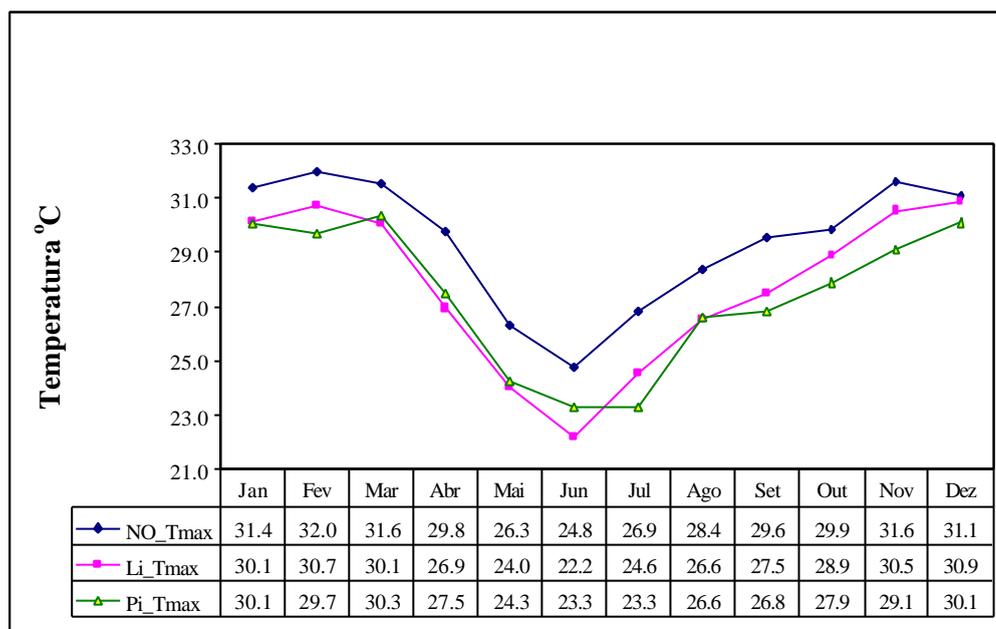
Temperatura Máxima

A temperatura máxima média mensal, foi avaliada a partir dos mesmos critérios da temperatura mínima média e da temperatura média das médias, adotadas para os três municípios a fim de se obter uma estimativa para Americana. Verificou-se que as temperaturas médias máximas oscilaram entre 29,4°C em Nova Odessa, 27,8°C para Limeira e 27,4°C para Piracicaba. A estimativa da temperatura média máxima para Americana foi de 28,2°C, ou seja este valor ficou entre 29,4° C em Nova Odessa e 27,4°C para Piracicaba. Os meses mais quentes no entorno de Americana corresponderam a fevereiro com 32,0°C em Nova Odessa, dezembro com 30,9°C em Limeira e março com 30,3° C em Piracicaba. Portanto o setor sul em relação a Americana caracteriza-se por ser o mais quente, representado pelo município de Nova Odessa.

De um modo geral, as menores temperaturas da região, ocorrem entre os meses de maio a agosto, que é uma característica da região Sudeste do Brasil, mesmo tratando-se de local quase sem influência de fluxos úmidos da zona costeira do Estado de São Paulo, em que pese a distância média de 245 km entre o litoral e a região onde está localizada a área do empreendimento objeto do estudo.

A Figura 2.4 apresenta as temperaturas máximas médias mensais dos três municípios, observando-se uma consistência entre os dados. Verificou-se que a região de Nova Odessa apresenta os maiores valores de temperaturas em relação aos outros dois municípios.

Figura 2.4 Temperatura Máxima Média Mensal – Estações Meteorológicas Nova Odessa (NO), Limeira (LI) e Piracicaba (PI) (Período 1997 e 1998)



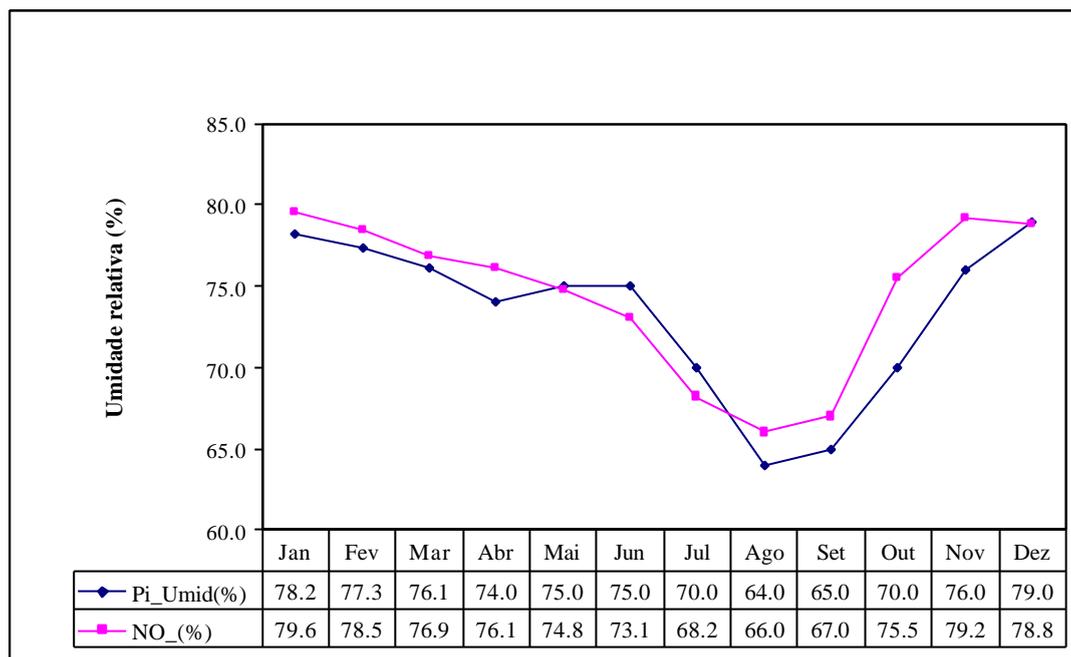
Fontes: IAC e ESALQ.

- **Umidade Relativa do Ar**

Devido ao fato da estação meteorológica de Limeira não dispor de dados de umidade relativa de forma sistemática, utilizou-se os dados disponíveis nas estações de Nova Odessa e Piracicaba, cujas médias mensais são apresentadas na Figura 2.5.

A umidade relativa média anual de Piracicaba é 73,5% e em Nova Odessa 74,5%. De um modo geral a umidade relativa apresenta pouca oscilação ao longo do ano, registrando um mínimo de 64%, em agosto, e um máximo de 79% em dezembro na estação de Piracicaba. Na estação de Nova Odessa, um mínimo de 66% em agosto e um máximo de 79,6% em janeiro. O período de baixo teor de umidade relativa, com valores iguais ou menores que 70% restringe-se aos meses de julho, agosto, setembro e outubro em Piracicaba e julho, agosto e setembro em Nova Odessa. Isto ocorre dentro da estação do inverno geográfico, coincidindo com o intervalo de baixa pluviosidade, e sendo esta região caracterizada por clima seco, supõe-se que a umidade relativa média anual de Americana deva oscilar entre 73,5% e 74,5%.

Figura 2.5 Umidade Relativa Média Mensal – Estações Meteorológicas Nova Odessa (NO) e Piracicaba (PI) (Período 1997 e 1998)



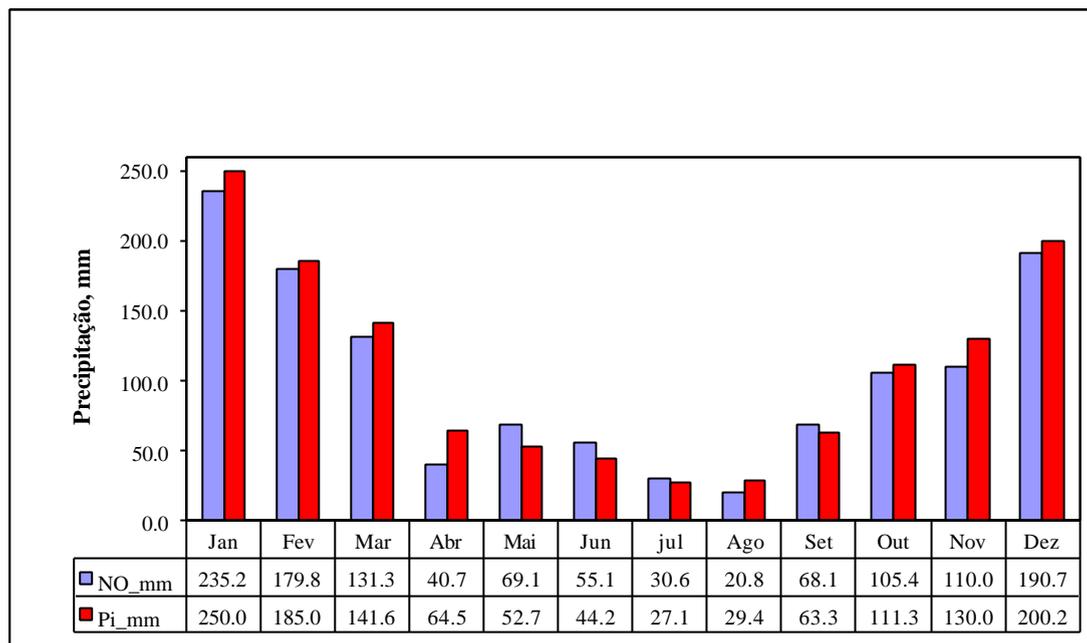
Fontes: IAC e ESALQ.

- **Precipitação**

Para análise da precipitação pluviométrica foram utilizados os dados registrados pelas estações de Nova Odessa e de Piracicaba. Os dados de precipitação da estação agrometeorológica de Limeira apresentaram falhas e irregularidade nos seus registros, portanto não foram incorporados na análise.

As precipitações médias mensais nos dois locais, Nova Odessa e Piracicaba, são apresentados na Figura 2.6. O regime pluviométrico da região caracteriza-se como de verão chuvoso e inverno seco. Os meses de junho, julho e agosto, são os mais secos, sendo que em Nova Odessa o mês de agosto é o mais crítico com 20,8 mm; em Piracicaba o mês de julho é o mais crítico com 27,1 mm. Os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março caracterizam-se como os mais chuvosos nos dois municípios. A precipitação média anual acumulada é de 1.299,3 mm em Piracicaba e de 1236,8 mm em Nova Odessa. Portanto a chuva média anual de Americana deve situar-se entre estes totais observados nos dois municípios limítrofes, com um período de estiagem bastante marcante durante os meses de inverno, contribuindo em parte para condições meteorológicas pouco favoráveis à dispersão de poluentes (Figura 2.6).

Figura 2.6 Precipitação Média Mensal – Estações Meteorológicas Nova Odessa (NO) e Piracicaba (PI) (Período 1997 e 1998)



Fontes: IAC e ESALQ.

- **Vento de Superfície**

Rosas dos Ventos

O vento de superfície é determinado pela circulação geral da atmosfera, pela ação dos sistemas meteorológicos e pelos efeitos de topografia e turbulência. Para análise dos dados deste parâmetro utilizou-se uma série horária de dados das estações automáticas de Piracicaba ESALQ-USP, Limeira IAC e Nova Odessa – IAC, todas referentes a dois anos de dados. Conforme referido anteriormente estas estações situam-se próximas à Americana e as informações meteorológicas dos três locais são os principais indicadores da tendência do campo do vento sobre Americana, uma vez que não existem obstáculos topográficos de grande elevação que possam diferenciar o comportamento do fluxo normal do vento sobre a região.

A série de dados utilizada correspondeu a dois anos de dados, 8760 horas para cada ano, representando um total de 51.600 linhas de dados horários para os três locais, Nova Odessa, Piracicaba e Limeira. Para estas localidades analisou-se o comportamento médio do vento durante às 24 horas, visando estimar o campo do vento sobre a região de Americana. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2.2 a 2.4 e nas rosas dos ventos representadas nas Figuras 2.7-A, 2.7-B e 2.7-C.

Através da análise dos dados de Piracicaba, verifica-se que o vento sopra nas seguintes direções e velocidades predominantes:

- A 1ª de Este (E) com 10,9% na faixa de velocidade entre 0,5 e 2,06 m/s;
- A 2ª de Sudeste (SE) com 10,5% na faixa de velocidade entre 2,06 e 3,6 m/s, e
- A 3ª ocorre com na direção ESE com 7,4% na faixa de velocidade entre 2,06 e 36m/s.

Verifica-se que somando as frequências das direções SE mais ESE, o vento sopra com maior frequência do quadrante Sul – Este sobre a região. A calmaria ocorre com 32,4% de frequência e a velocidade média do período é de 1,88m/s. Com relação à velocidade predominante sobre todas as direções observou-se que a faixa de 0,5 - 2,06m/s ocorre com 32,2 % de frequência em relação ao total de observações. Portanto, verifica-se uma predominância de velocidades médias fracas sobre Piracicaba, durante boa parte do tempo de observação (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 *Frequência Relativa entre a Direção e as Faixas de Velocidade do Vento – Estação Agrometeorológica Piracicaba – ESALQ (Período 1997-1998)*

Velocidade Direção	0.51-2.06 m/s	2.06-3.60 m/s	3.60-5.66 m/s	5.66-8.75 m/s	8.75-10.80 m/s	>10.80 m/s	Total(%)
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NNE	0.091	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.149
NE	1.393	0.994	0.126	0.000	0.000	0.000	2.513
ENE	5.139	1.450	0.046	0.000	0.000	0.000	6.635
E	7.972	2.855	0.080	0.011	0.000	0.000	10.918
ESE	3.232	3.438	0.765	0.000	0.000	0.000	7.435
SE	2.079	5.688	2.535	0.183	0.000	0.000	10.484
SSE	2.079	4.054	1.176	0.069	0.011	0.000	7.389
S	2.364	2.775	0.320	0.000	0.000	0.000	5.459
SSW	1.645	1.108	0.069	0.011	0.000	0.000	2.832
SW	1.599	0.891	0.091	0.000	0.000	0.000	2.581
WSW	1.782	1.942	0.228	0.011	0.000	0.000	3.963
W	1.313	2.056	0.286	0.046	0.000	0.000	3.700
WNW	1.051	1.325	0.046	0.000	0.000	0.000	2.421
NW	0.388	0.640	0.057	0.000	0.000	0.000	1.085
NNW	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091
Direção (%)	32.218	29.271	5.825	0.331	0.011	0.000	67.656
Calmaria (%)							32.344

Velocidade Média 1,88 m/s

Na análise dos dados de Limeira, mostrados na Tabela 2.3, o vento sopra nas seguintes direções e velocidades predominantes:

- A 1ª de Sul-sudeste (SSE) com 26,6 % na faixa de velocidade (0,5-2,06 m/s);
- A 2ª de Sudeste (SE) com 14,2% na faixa de velocidade (0,05-2,06 m/s), e
- A 3ª ocorre com a direção ESE com 10,0% de frequência, na faixa de velocidades (0,5-2,06m/s).

Tabela 2.3 *Frequência Relativa entre a Direção e as Faixas de Velocidade do Vento – Estação Meteorológica Limeira – IAC - Período 1997-1998*

Velocidade Direção	0.51-2.06 m/s	2.06-3.60 m/s	3.60-5.66 m/s	5.66-8.75 m/s	8.75-10.80 m/s	>10.80 m/s	Total(%)
N	4.130	1.840	0.305	0.000	0.000	0.000	6.274
NNE	3.009	1.450	0.098	0.000	0.000	0.000	4.557
NE	0.975	0.487	0.061	0.000	0.000	0.000	1.523
ENE	0.719	0.390	0.000	0.000	0.000	0.000	1.109
E	0.731	0.219	0.037	0.000	0.000	0.000	0.987
ESE	6.908	2.912	0.195	0.000	0.000	0.000	10.015
SE	14.242	6.701	0.889	0.012	0.000	0.000	21.845
SSE	14.522	10.819	1.231	0.024	0.000	0.000	26.596
S	1.888	1.231	0.085	0.000	0.000	0.000	3.204
SSW	0.353	0.134	0.024	0.000	0.000	0.000	0.512
SW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WSW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WNW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NNW	1.072	0.682	0.024	0.000	0.000	0.000	1.779
Direção (%)	48.550	26.864	2.948	0.037	0.000	0.000	78.399
Calmaria (%)							21.601

Velocidade Média 1,73 m/s

Se somadas as frequências das direções deste quadrante predominante verifica-se, também, que o vento sopra com maior frequência do quadrante Sul – Este, com uma persistência de quase 58,5% do período sobre a região de Limeira. A calmaria ocorre com 21,6 % e a velocidade média do período é de 1,73m/s. Com relação à faixa de velocidade predominante sobre todas as direções, verificou-se que aquela compreendida entre 0,5- 2,06m/s ocorre com 48,6 % do período. Portanto, assim como em Piracicaba, existe uma predominância de velocidades médias fracas sobre a região de Limeira, que é mais persistente do que os outros locais.

Através da análise dos dados de Nova Odessa, apresentados na Tabela 2.4, verificou-se que o vento sopra das seguintes predominâncias:

- A 1ª de Sul (S) com 9,5 % na faixa de velocidade (0,5-2,06 m/s);
- A 2ª de Este-Sudeste (ESE) com 9,3 % na faixa de velocidade (0,05-2,06 m/s), e
- A 3ª ocorre com o vento soprando da direção SE com 8,9 % de frequência, na faixa de velocidade (0,5-2,06m/s). Se somadas as frequências das três direções predominantes deste quadrante, verifica-se que o vento sopra com maior persistência do quadrante Sul – Este, com quase 27,8% do período sobre a região de Nova Odessa. A calmaria ocorre com 10,6 % e a velocidade média do período é de 1,82m/s. Com relação à faixa de velocidade predominante sobre todas as direções, verificou-se que persiste também a velocidade entre 0,5 - 2,06m/s, que ocorre com 43,5 % do período. Portanto existe uma predominância de velocidades médias, também fracas sobre a região de Nova Odessa.

Tabela 2.4 *Frequência Relativa entre a Direção e as Faixas de Velocidade do Vento – Estação Meteorológica– Nova Odessa – IAC (Período 1997-1998)*

Velocidade Direção	0.51-2.06 m/s	2.06-3.60 m/s	3.60-5.66 m/s	5.66-8.75 m/s	8.75-10.80 m/s	>10.80 m/s	Total(%)
N	1.734	1.409	0.205	0.000	0.000	0.000	3.348
NNE	1.325	1.566	0.265	0.024	0.000	0.000	3.180
NE	2.842	2.433	0.325	0.012	0.000	0.000	5.612
ENE	2.626	3.168	0.337	0.024	0.000	0.000	6.154
E	3.469	3.794	0.482	0.012	0.000	0.000	7.756
ESE	4.456	4.324	0.530	0.000	0.000	0.000	9.310
SE	4.444	4.023	0.494	0.024	0.000	0.000	8.985
SSE	3.204	2.409	0.446	0.012	0.000	0.000	6.070
S	4.721	4.264	0.530	0.012	0.000	0.000	9.527
SSW	2.240	2.252	0.518	0.000	0.000	0.000	5.010
SW	2.144	2.409	0.554	0.012	0.000	0.000	5.119
WSW	1.710	1.650	0.385	0.000	0.000	0.000	3.746
W	2.361	1.951	0.265	0.012	0.000	0.000	4.589
WNW	2.638	1.445	0.217	0.000	0.000	0.000	4.300
NW	2.156	1.481	0.157	0.000	0.000	0.000	3.794
NNW	1.469	1.277	0.157	0.024	0.000	0.000	2.927
Direção (%)	43.539	39.853	5.865	0.169	0.000	0.000	89.426
Calmaria							10.575

Velocidade média 1,82 m/s

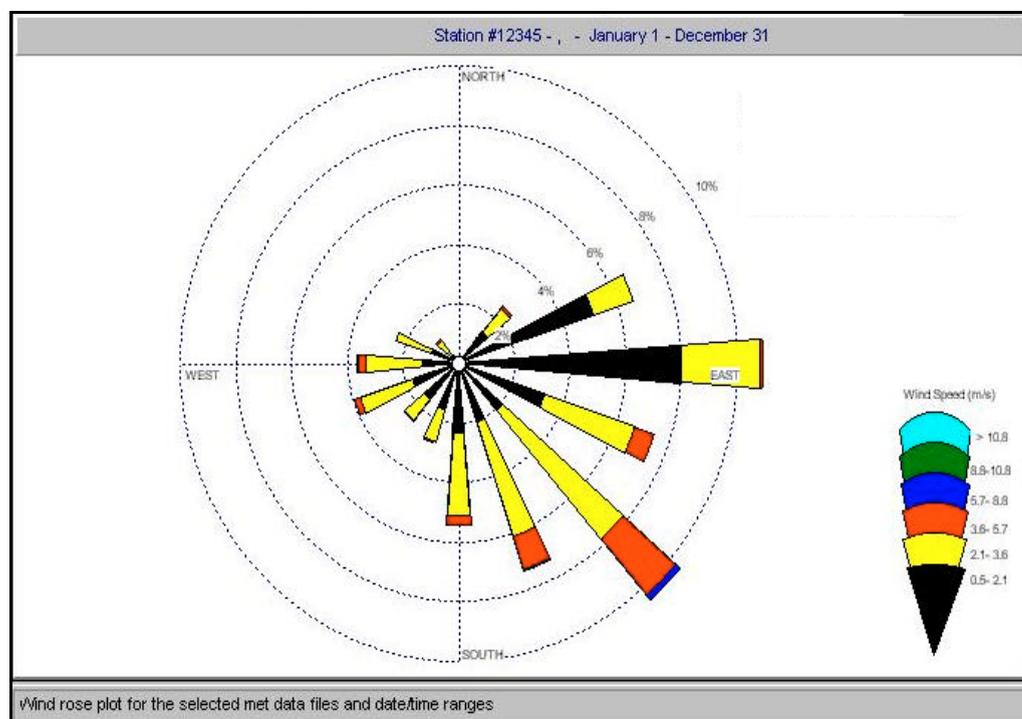
Os resultados das análises do vento a partir dos dados das estações de Piracicaba, Limeira e Nova Odessa encontram-se sintetizados na Tabela 2.5, a seguir, na qual, verifica-se que o vento predominante sobre os municípios vizinhos à Americana deva soprar também do quadrante Sudeste sobre a área de influência do empreendimento. A calmaria média oscila entre 10 e 30% e a velocidade média anual deve variar também entre 1,0 e 2,0 m/s.

Tabela 2.5 *Resultados das Análises do Vento – Estações Piracicaba, Limeira e Nova Odessa*

Município \ Vento	Direção (%)	Velocidade (m/s)	Calmaria (%)
Piracicaba	E (10,9)	1,3	32,3
Limeira	SSE (21,8)	1,3	21,6
Nova Odessa	S (9,5)	1,3	10,58

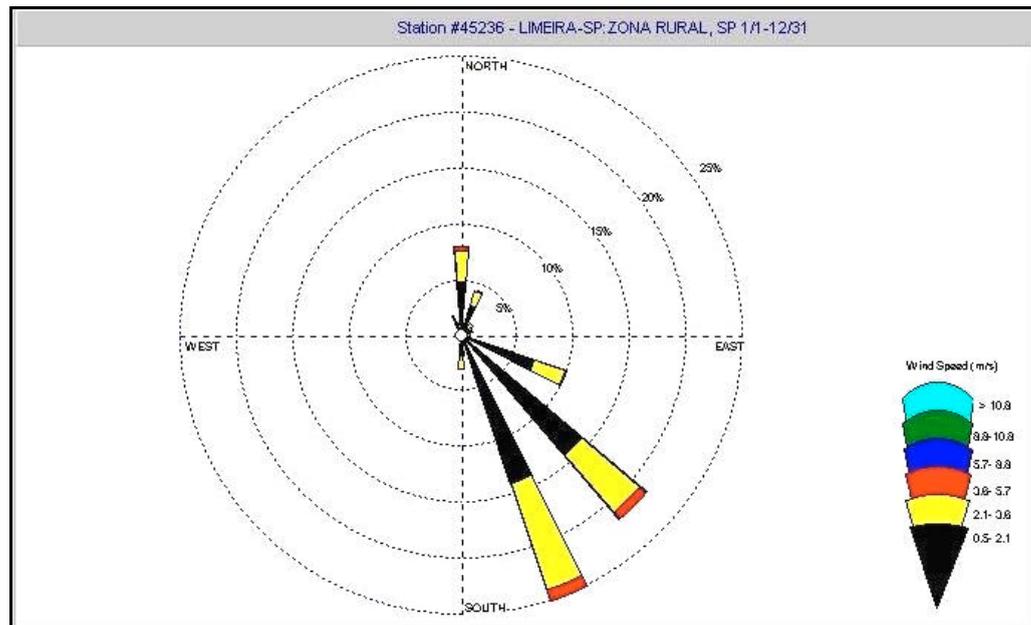
Para a classificação das direções predominantes do vento foram elaboradas três Rosas dos Ventos de 16 setores, apresentadas nas Figuras 2.7-A, 2.7-B e 2.7-C, nas quais verifica-se que, de um modo geral, o vento sobre toda a região sopra em média do quadrante Sudeste.

Figura 2.7-A *Rosa dos Ventos - Estação Agrometeorológica Piracicaba*



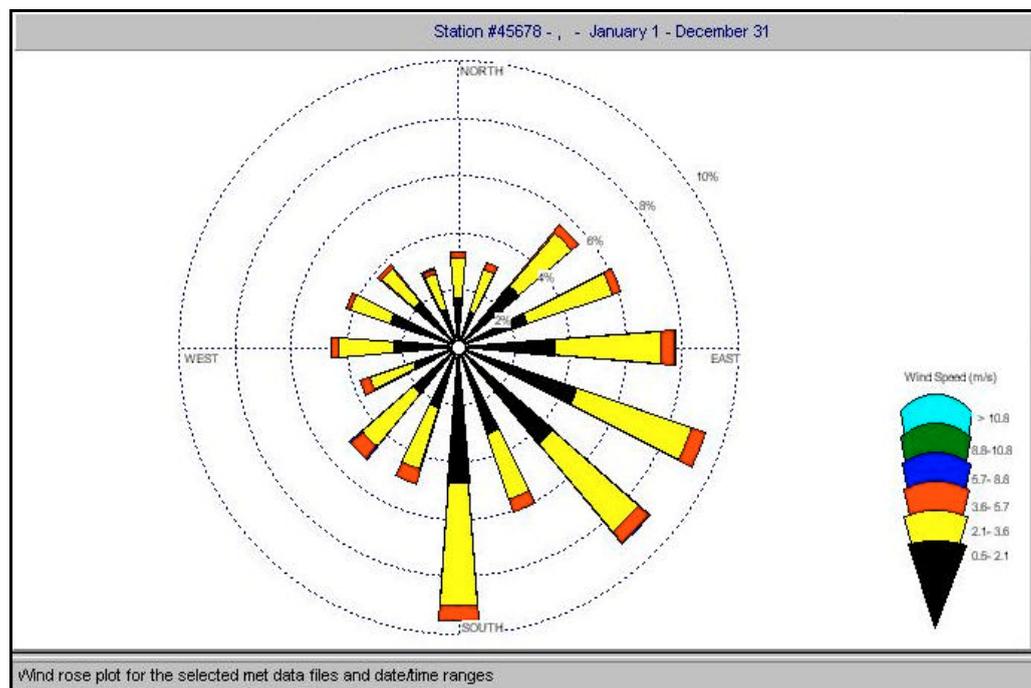
Fonte: Estação meteorológica ESALQ.

Figura 2.7-B Rosa dos Ventos - Estação Meteorológica Limeira.



Fonte: Estação meteorológica do IAC

Figura 2.7 - C Rosa dos Ventos – Estação Meteorológica Nova Odessa



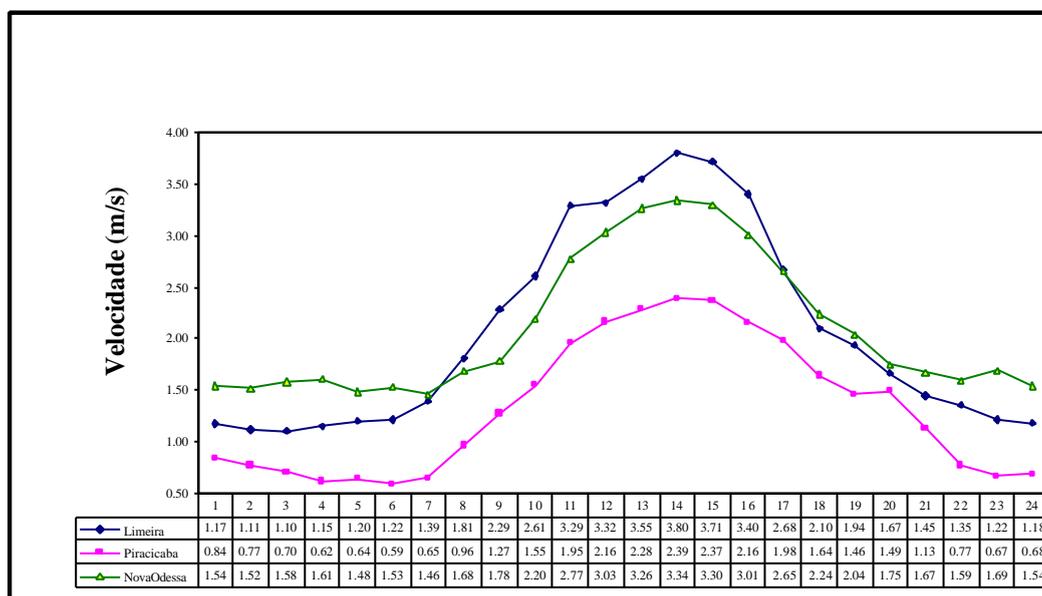
Fonte: Estação meteorológica - IAC.

Velocidade Média Horária

A Figura 2.8 apresenta uma comparação da velocidade média horária do vento, entre os três municípios do entorno da região de Americana. Essa análise teve como objetivo a identificação dos períodos mais e menos favoráveis para a dispersão de poluentes sobre a região. Verifica-se que a velocidade média horária de Piracicaba, tende a ser menor que a dos outros dois municípios, independente do período do dia. Em Nova Odessa, a velocidade média horária, durante os períodos noturnos e diurnos, é sempre superior a dos outros dois, caracterizando uma condição de boa dispersão atmosférica de poluentes em relação aos outros municípios. Em Limeira, entre às 08 e 18 horas, as condições de ventilação apresentam-se melhores se comparadas aos outros dois municípios.

Independente da condição local de cada município, verifica-se que de um modo geral, a velocidade média horária do vento enfraquece durante a noite e madrugada, e intensifica-se durante o dia. Tal fato evidencia os efeitos da estratificação noturna da atmosfera e do aquecimento turbulento diurno do ar principalmente no período da tarde sobre a região.

Figura 2.8 *Velocidade Média Horária Comparativa Entre os Três Municípios Vizinhos à Americana*



O comportamento do vento sobre a região de Americana, não deve ser diferente e acredita-se que a sua velocidade média horária, deva oscilar entre a de Nova Odessa e a de Limeira, por estar localizada entre estas duas cidades e um pouca mais afastada de Piracicaba.

- **Inversão Térmica**

Uma inversão térmica ocorre quando uma subcamada de ar horizontal encontra-se em temperatura maior do que a subcamada inferior. Naturalmente uma sequência de subcamadas com inversão térmica forma uma forte camada de inversão do tipo subsidência por exemplo.

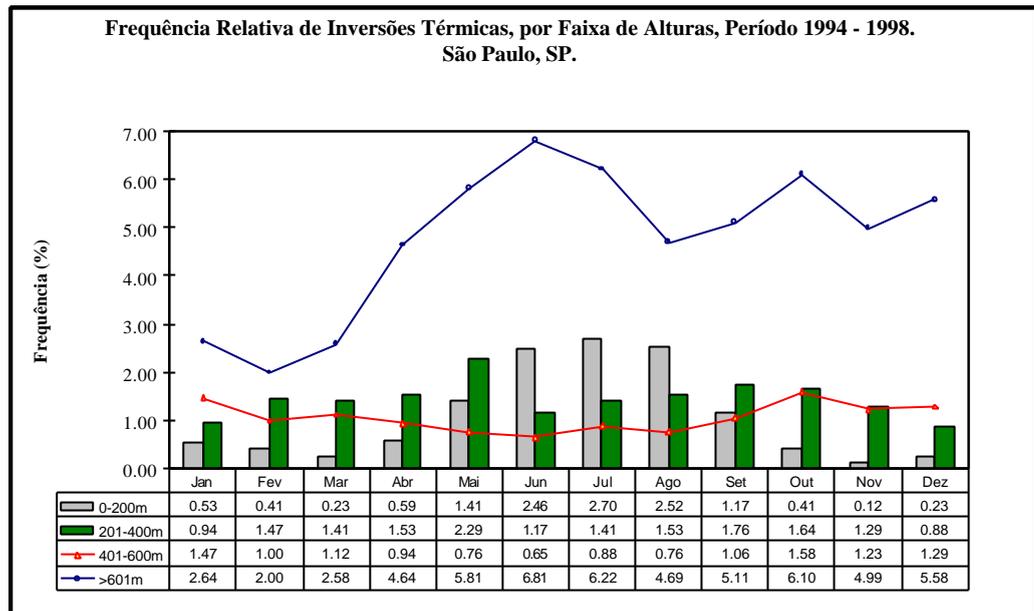
Quando ocorre o fenômeno da inversão térmica no município de São Paulo, é possível que o seu efeito sobre a região de Americana seja semelhante, em que pese a distância do ponto de medição e a diferença de altitude entre as duas regiões, uma vez que estão relativamente próximas, ou seja distante cerca de 130 km aproximadamente em linha reta. Como a região de Americana apresenta um clima peculiar e uma topografia suave, a frequência das inversões, em determinadas ocasiões meteorológicas, poderá ser semelhante às de São Paulo. No Estado de São Paulo o único local que opera rotineiramente o sistema de radiosonda para medir o perfil vertical de temperatura, é o Aeroporto de Congonhas. A validação da escala horizontal dos dados da radiosonda, de acordo com a WMO (1975), atinge um raio horizontal da ordem de 300 km, no qual insere-se a área do empreendimento.

A partir dos dados diários da radiosonda do Aeroporto de Congonhas, a CETESB, analisa o perfil térmico a fim de identificar a presença de inversões térmicas, que geralmente ocorrem como decorrência da presença de um sistema de alta pressão. Um sistema de alta pressão é um fenômeno meteorológico de escala sinótica e um indicador de condições atmosféricas estáveis. Portanto supõe-se que a presença de uma inversão térmica na área do Aeroporto tenha reflexos de condições de atmosfera estáveis sobre boa parte do Estado de São Paulo, com reflexos sobre a área do empreendimento.

Os dados de altitude analisados pela CETESB, diariamente, são publicados no relatório anual de qualidade do ar. No anexo do referido relatório de 1998, foi publicada a frequência das inversões térmicas referente ao período de 1994 a 1998, a qual foi adaptada para elaboração da Figura 2.9.

Verifica-se que a faixa de altura entre 201 e 400 metros, ocorre com 17,3% de frequência, em relação ao total das inversões com maior frequência sobre o mês de maio. As inversões com alturas superiores a 601 metros, ocorrem ao longo de todo ano com uma frequência de 57,2% em relação ao total, sendo que a sua maior frequência de ocorrência mensal incide sobre o mês de junho com 6,8 %. Essas inversões, pela sua altura da base superior a 600 metros, devem atingir provavelmente com a mesma frequência a região de Americana.

Figura 2.9 *Frequência Relativa das Inversões Térmicas por Faixa de Altura (Período 1994 a 1998)*



(Adaptado Relatório CETESB-1998)

2.1.3

CONCLUSÕES

Examinando as condições climáticas das regiões de Piracicaba, Nova Odessa e Limeira com a finalidade de se avaliar as condições climáticas para Americana, verificou-se que a época mais provável à ocorrência de concentrações extremas de poluentes na atmosfera está compreendida entre o período de Outono, Inverno e o início da Primavera. Durante esse período ocorrem, quantidade de precipitação menor, enfraquecimento da velocidade do vento médio e baixa umidade relativa.

A partir dos dados sobre a frequência das inversões térmicas, CETESB(1998), verificou-se que a secura do ar sobre as região de Americana, deve ser um indicador da presença de inversões térmicas sobre a área, uma vez que uma das consequências deste fenômeno é a inibição do movimento vertical e a não formação de nebulosidade, e com isso a diminuição da precipitação nos meses de inverno. Consequentemente, no caso de Americana, este fator revela-se como um período crítico para dispersão de poluentes. Em Nova Odessa o mês de agosto caracteriza-se como o mais crítico por apresentar o menor índice pluviométrico, enquanto que em Piracicaba este mês corresponde a julho. A temperatura mínima média de 15,2° C foi observada em Limeira, sendo que o mês de junho é o mais frio, com o registro de temperatura a 10,2 °C, em Piracicaba. A umidade relativa média na atmosfera para Nova Odessa e Piracicaba apresenta valores médios anuais de 74,5 e 73,5%, valores estes considerados baixos em comparação com a umidade relativa média de São Paulo. O vento predominante entre os três municípios indica um fluxo soprando do setor Sudeste, com velocidades fracas e uma porcentagem de calmaria oscilando entre 10,6 e 32,3%. Além disso verificou-se que a velocidade média horária do vento apresenta uma condição de boa dispersão atmosférica durante o dia e uma condição pouco favorável durante à noite e madrugada, sobre os três municípios.

Acredita-se, portanto, que o quadro sobre as condições climáticas para dispersão de poluentes observadas através da presente análise, para as cidades de Nova Odessa, Limeira e Piracicaba, deva ser semelhante às condições climáticas do Município de Americana, tendo em vista a proximidade entre as cidades, as características de topografia quase plana, e estarem situadas quase na mesma distância do litoral, submetidas portanto às mesmas influências dos fenômenos meteorológicos de larga escala e meso escala, possivelmente com pequenas peculiaridades locais diferentes.

2.2 QUALIDADE DO AR

2.2.1 Introdução

A qualidade do ar de modo geral, é determinada por um complexo sistema de fontes de poluição do ar, que são entendidas como qualquer processo natural ou artificial (antropogênico) que possa liberar ou emitir substâncias para a atmosfera, de forma a torná-la poluída, considerando-se as condições topográficas e meteorológicas da região. Verificar se qualidade do ar não é melhor expressa como complexo sistema de elementos presentes no ar. Poluição (ou suas fontes) é um fator que altera a qualidade.

A degradação da qualidade do ar tem sido um tema exaustivamente pesquisado, pois atualmente é um dos fatores mais importantes na busca da preservação do meio ambiente e na implementação de um desenvolvimento sustentável.

A interação entre as fontes de poluição do ar e a atmosfera define o nível de qualidade do ar, que por sua vez, desencadeia os efeitos adversos dos poluentes sobre a saúde humana, os ecossistemas e os materiais. Sendo assim, a análise da qualidade do ar da região onde será instalado o empreendimento considerou as emissões atuais provenientes dos processos artificiais, denominadas como fontes antropogênicas (processos e operações industriais, queima de combustíveis para fins de transporte, queimadas, queima de lixo, emissões fugitivas, etc), bem como as emissões naturais (provenientes da ressuspensão de poeira do solo pelos ventos, decomposição de animais e vegetais, incêndios florestais naturais, etc).

As principais fontes de emissões presentes na área de influência do empreendimento, correspondem às chaminés e emissões fugitivas geradas por diversas indústrias instaladas na região, emissões veiculares, queimadas, queima de lixo e suspensão de poeira do solo pelos ventos e movimentação de veículos em vias não pavimentadas.

Considerou-se, também, a ocorrência de poluentes formados na atmosfera a partir de reações químicas entre substâncias pouco tóxicas e constituintes naturais da atmosfera, que muitas vezes fogem ao controle do homem e podem degradar o ar, tornando-o nocivo aos seres vivos.

2.2.2**Metodologia**

Tendo em vista a importância da determinação do “background” da região em estudo, para posterior avaliação da contribuição das emissões atmosféricas geradas no empreendimento, na degradação da qualidade do ar, adotou-se uma metodologia e procedimentos que possibilitam uma análise conclusiva da questão.

O nível de contaminação do ar é medido pela qualificação e quantificação das substâncias poluentes que o torna nocivo ao público e prejudicial aos materiais, à fauna e à flora. Para determinar-se as concentrações dessas substâncias é necessário medir o nível de exposição dos receptores, tais como, o homem, os animais, as plantas e os materiais.

A avaliação da qualidade do ar da área de influência do futuro empreendimento foi realizada conforme a seguinte metodologia:

- Levantamento de dados de qualidade do ar da região e de locais de interesse, obtidos em estações de monitoramento da CETESB;
- Quantificação dos poluentes: material particulado (MP), óxidos de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO₂) e Ozônio(O₃) através de monitoramento do ar que vem sendo efetuado pelo empreendedor desde janeiro de 2000, em 03 (três) pontos localizados no entorno da área do empreendimento e definidos em função das direções de vento predominantes;
- Quantificação das emissões atmosféricas oriundas da chaminé das caldeiras a óleo instaladas na Usina Carioba I, atualmente em funcionamento ao lado do futuro empreendimento, e avaliação de sua contribuição para com a situação atual da qualidade de ar na área de influência do projeto, utilizando-se dados de monitorização desta chaminé e simulações, através de modelo matemático, para obtenção das concentrações à nível do solo, nos pontos de interesse;
- Comparação dos dados referentes às estações de monitoramento com padrões da qualidade do ar estabelecidos pela CETESB, e com os índices de qualidade do ar, e
- Utilização dos parâmetros da Resolução CONAMA nº 03 de 28.06.90, para os padrões primários e secundários da qualidade do ar, como referenciais na análise da qualidade do ar da região.

- Utilização dos parâmetros do *World Bank* para padrões de qualidade do ar, como referencia de comparação para a qualidade do ar da região.

2.2.3

Definição das Áreas de Estudo e de Influência

Neste estudo, definiu-se como Área de Estudo e de Influência Indireta (AII) aquela compreendida num raio igual a 10 (dez) quilômetros, correspondente à distância na qual encontram-se os receptores automáticos pré-determinados para as simulações preliminares, utilizando-se o modelo "SCREEN2", que não considera a direção dos ventos

A Área de Influência Direta (AID) corresponde á área onde deverão ocorrer as maiores concentrações de poluentes avaliados nas simulações, utilizando-se o modelo matemático *ISC "Industrial Source Complex"*, referendado pela EPA - "Environmental Protection Agency", USA, – Versão 3, indicado para o uso quando a região onde se localizam as fontes emissoras possui topografia simples ou complexa. O ISC possui duas opções para as simulações para dados de empreendimentos de ciclo combinado :

- *ISC ST (Short Term)* - calcula a concentração de poluentes para períodos de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 horas (sendo aplicado com uma seqüência anual de dados meteorológicos horários, o modelo calcula a concentração anual);
- *ISC LT (Long Term)* - utiliza dados estatísticos do regime dos ventos para calcular a concentração sazonal ou anual dos poluentes;
- Para este estudo optou-se pelo *ISC ST*, que além de fornecer os valores de concentração a nível do solo para os receptores definidos, indicará a área de influência direta, que corresponde à área na qual situam-se os receptores que apresentam os maiores valores de concentração dos poluentes avaliados.

2.2.4

Trabalhos Realizados e Resultados Obtidos

2.2.4.1

Padrões de Qualidade do Ar – PQAR

Considerando-se a variedade de poluentes e as formas de absorção dessas substâncias, que podem ocorrer de maneira direta, pela própria exposição a uma concentração conhecida, em um determinado tempo, e indireta, pela ingestão de alimentos e/ou água contaminada por essa mesma substância, na área de influência de uma fonte emissora, a Resolução CONAMA nº 03, de 28.06.90, estabelece os padrões primários e secundários para qualidade do ar (Tabela 2.6).

São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes.

Já os padrões secundários aplicam-se em áreas de preservação e servem para criar um referencial para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar, correspondente a limites nos quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre a população e ao meio ambiente.

Os padrões de qualidade do ar são ferramentas indispensáveis para avaliar-se a degradação da qualidade do ar, quando comparados às concentrações a nível do solo, determinados por monitoração ou modelagem matemática da dispersão de poluentes emitidos por determinada fonte, ou conjunto de fontes.

Tabela 2.6 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar – (Conama/1990)

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (mg/m³)	Padrão Secundário (mg/m³)	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas (1)	240	150	Amostrador de Grandes volumes.
	MGA (2)	80	60	
Dióxido de Enxofre	24 horas	365	100	Pararrosanilina.
	MAA (3)	80	40	
Monóxido de carbono	1 hora	40.000 (35ppm)	40.000 (35ppm)	Infravermelho não dispersivo.
	8 horas	10.000 (9ppm)	10.000 (9ppm)	
Ozônio	1 hora (1)	160	160	Quimiluminescência.
Fumaça	24 horas (1)	150	100	Refletância.
	MAA (3)	60	40	
Partículas Inaláveis	24 horas (1)	150	150	Separação Inercial/Filtração.
	MAA (3)	50	50	
Dióxido de nitrogênio	1 hora (1)	320	190	Quimiluminescência.
	MAA (3)	100	100	

(1) não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) média geométrica anual.

(3) média aritmética anual.

Para um melhor entendimento e aprimoramento dos parâmetros de comparação, utilizou-se o Índice de Qualidade do Ar, baseado no PSI - *Pollutant Standards Index*, desenvolvido pela EPA, que tem por finalidade a divulgação de dados de qualidade do ar de forma acessível à população em geral.

O Índice de Qualidade do Ar pode ser definido como um sistema que transforma os valores das concentrações dos poluentes em números adimensionais, que têm uma relação direta com a qualidade do ar de uma dada região. Este índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar.

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre (SO₂), partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PI), fumaça, monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂), conforme apresentado na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação/ Índice	SO ₂ Média 24 h mg/m ³	PTS Média 24 h mg/m ³	Produto Média 24 h mg/m ³	PI Média 24 h mg/m ³	Fumaça Média 24 h mg/m ³	CO Média 8 h ppm	O ₃ Média 1 h mg/m ³	NO ₂ Média 1 h mg/m ³	
0											
50	50% PQAR	Boa (0 - 50)	80 (a)	80 (a)		50 (a)	60 (a)	4,5	80	100 (a)	
100	PQAR	Regular (51 - 100)	365	240		150	150	9,0	160	320	
200	ATENÇÃO	Inadequada (101 - 199)	800	375	65.000	250	250	15,0	200	1130	
300	ALERTA	Má (200 - 299)	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	
400	EMERGÊNCIA	Péssima (300 - 399)	2100	875	393.000	500	500	40,0	1000	3000	
500	CRÍTICO	Crítica (>400)	2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

Fonte: Relatório de Qualidade do Ar - CETESB - 1998

Levantamento de Dados em Estações de Monitoramento da CETESB

A área de Influência Direta do empreendimento possui uma estação manual de monitoramento da qualidade do ar, situada no centro do município de Americana. Esta estação de monitoramento faz parte da rede manual de amostragem da CETESB, composta por 19 estações instaladas no interior e litoral do Estado para monitoramento de dióxido de enxofre e fumaça.

Ressalta-se que os poluentes partículas totais em suspensão (PTS), monóxido de carbono (CO), ozônio, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio (NO₂), são os parâmetros regulamentados que compõem os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar, fixados na Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/90, mas não são contemplados pela rede de monitoramento.

Para fins de comparação e avaliação da qualidade do ar existente na região, são apresentados nas Tabelas 2.8 e 2.9, os níveis de dióxido de enxofre e fumaça, monitorados pela estação local e por estações localizadas em regiões de densidade demográfica e industrial maior ou igual a Americana, obtidos do “Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo” de 1998, publicado pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. A inserção dos resultados obtidos em outras localidades, conforme referido anteriormente, é permitir o estabelecimento de referenciais de comparação.

- ***Dióxido de Enxofre***

As médias aritméticas anuais, e as duas máximas diárias do poluente dióxido de enxofre, obtidas no período de 1993 a 1998, são apresentadas na Tabela 2.8, na qual além dos dados de Americana, pode-se observar, também, os níveis de concentração de dióxido de enxofre obtidos nas estações instaladas nos municípios de Limeira, Paulínia, São Paulo (Parque D. Pedro II) e Cubatão (Vila Parisi).

Observa-se ainda nesta Tabela que as médias anuais de dióxido de enxofre, obtidas no período em análise, variaram entre 38,8% e 87,5% do PQAR, e as máximas diárias, foram sempre inferiores a 43,3 % do PQAR.

- **Fumaça**

As médias aritméticas anuais, e as duas máximas diárias do poluente fumaça, obtidas no período de 1993 a 1998, apresentadas na Tabela 2.9, resultam dos dados obtidos em Americana, além dos níveis de concentração de fumaça nas estações instaladas nos municípios de Limeira, Paulínia, São Paulo (Praça da República) e Sorocaba.

Observa-se nesta Tabela que as médias anuais de fumaça, obtidas no período em análise, variaram entre 15,0% e 73,3% do PQAR, e as máximas diárias, foram sempre inferiores a 95,3% do PQAR.

Tabela 2.8 Dióxido de Enxofre (expresso em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Médias Aritméticas Anuais e Ultrapassagens do Padrão de Qualidade do Ar (período de 1993 a 1997) - Estação de Americana

	1993			1994			1995			1996			1997			1998		
	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.
Americana	152	144	70	158	136	64	103	102	53	128*	97*	44*	152	117	47	135	89	31
Limeira	180	164	66	195	189	66	203	151	59	50*	50*	32*	267	203	59	90	87	36
Paulínia	197	136	59	123	122	55	113	100	53	147*	115*	47*	175	116	58	138	123	42
São Paulo	98	96	29	88	87	20	105*	98*	34*	108*	101*	30	129	120	33	192	188	56
Cubatão	155	136	18	106	68	12	101*	90*	15	149*	114*	23*	123	106	14	24*	96*	82*

São Paulo – Estação Parque D. Pedro II

Cubatão – Estação Vila Parisi

* não atende ao critério de representatividade

Tabela 2.9 - Fumaça (expresso em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Médias Aritméticas Anuais e Ultrapassagens do Padrões de Qualidade do Ar (Período de 1993 a 1997) - Estação Americana

	1993			1994			1995			1996			1997			1998		
	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.	1ª Máx	2ª Máx	Média Arit.
Americana	105	103	34	139	112	36	129	118	44	143*	114*	31*	41	38	14	27	22	9
Limeira	104	100	34	141	139	43	169	122	48	33*	29*	21*	77	72	24	45	39	13
Paulínia	87	64	24	77	77	28	109	90	39	245*	174*	43*	86	68	27	56	56	22
São Paulo	204	194	58	222	211	192	188	56	59	154	129	60	189	185	59	192	188	56
Sorocaba	184	182	65	160	139	41	149	140	63	169	143	59	159	144	59	184	140	54

São Paulo – Praça da República

* não atende ao critério de representatividade

- ***Demais Poluentes***

Para as partículas totais em suspensão (PTS), monóxido de carbono (CO), ozônio, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio (NO₂), que são os parâmetros regulamentados e que compõem os padrões nacionais de qualidade do ar, fixados na Resolução CONAMA 03, de 28/06/90, e não contemplados pela estação manual de monitoramento de Americana, são apresentados os resultados obtidos no Parque D. Pedro, São Paulo, que possui densidade demográfica e industrial maior ou igual a Americana, e retirados do “Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo” de 1998 (CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

Para as partículas totais em suspensão (PTS), as médias geométricas anuais no período de 1993 a 1998, no Parque D.Pedro II – São Paulo, estiveram na faixa de 93 a 125 µg/m³, que representa 38,8% a 52,1%, respectivamente, do PQAR para 24 horas (240 µg/m³), e 116,2% a 156,2%, respectivamente, do PQAR - média geométrica anual (80 µg/m³).

Para o monóxido de carbono (CO), as médias das máximas (média de 8 horas) anuais no período de 1981 a 1998, na estação Parque D.Pedro II – São Paulo, variaram entre na faixa de 2,2 a 5,4 ppm, que representa 24,4 a 60,0%, respectivamente, do PQAR.

Para o ozônio(O₃), a maior concentração média das máximas (médias de 1 hora) anual no período de 1981 a 1998, na estação Parque D.Pedro II – São Paulo, foi 70 µg/m³ e representa 43,8% do PQAR.

Para as partículas inaláveis (PI), as médias aritméticas anuais no período de 1993 a 1998, no Parque D.Pedro II – São Paulo, estiveram na faixa de 60 a 89 µg/m³, que representa 120,0 a 178,0%, respectivamente, do PQAR.

Para o dióxido de nitrogênio, as médias aritméticas anuais no período de 1981 a 1998, na estação Parque D.Pedro II – São Paulo, variaram entre 62,0 e 99,7 µg/m³, que representa 62,0% a 99,7%, respectivamente, do PQAR.

As análises dos dados disponíveis indicam que as médias anuais nos períodos avaliados estiveram sempre abaixo dos respectivos PQAR, e que em nenhum momento do período indicado ocorreram ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar. Também não foram constatados episódios agudos de poluição do ar. A tabela 2.10, a seguir mostra os resultados referidos.

Tabela 2.10 Resultados de Monitoramento - Estação Parque D. Pedro-São Paulo.

Poluente	Ano																	
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Partículas Totais em Suspensão PTS - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Médias Geométricas Anuais													120,0	125,0	116,0	112,	116,0	93,0
Monóxido de Carbono CO - (ppm) Médias das Máximas	3,6	3,2	3,0	2,2	3,0	4,1	3,8	2,9	3,2					5,4	5,1		3,3	2,9
Ozônio O₃ - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Médias das Máximas	40,1	36,9	19,1	26,9	31,6	37,3	37,9	21,5	36,8	70,0	65,0	53,0					37,0	60,0
Partículas Inaláveis PI -- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Médias Aritméticas Anuais													67,0	89,0	89,0	64,0	60,0	55,0
Dióxido de Nitrogênio NO₂- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Médias Aritméticas Anuais	82,8	69,6	73,4	77,1	80,9	86,5	77,1	71,5	99,7	97,8							62,0	64,0

Fonte : Relatório de Qualidade do Ar - CETESB - 1998 - Estação de Monitoramento Parque D.Pedro II

2.2.4.3

Monitoramento do Ar no Entorno do Empreendimento

O empreendedor implementou um programa de monitoramento da qualidade do ar no entorno do empreendimento, a partir de janeiro/2000, que consiste na coleta de amostras do ar com base em padrões industriais, utilizando-se de metodologias e equipamentos adequados, que são submetidas a análise para determinação da concentração dos poluentes: material particulado ou sólidos totais em suspensão (TSP), dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂). A partir de 21 de julho de 2000 foram iniciadas medições contínuas de ozônio.

Os equipamentos para a coleta das amostras encontram-se instalados em três pontos designados A, B e C, indicados na Figura 2.10, definidos em função das direções predominantes do vento na região, e descritos a seguir:

- Ponto A – localizado na Fazenda Moinho Azul, em ponto situado a 2975 metros ao norte e 2500 metros à leste da área de implantação do empreendimento;
- Ponto B - Usina Hidrelétrica Cariobinha, em ponto localizado a 900 metros ao sul e 2000 metros à leste da área de implantação do empreendimento;
- Ponto C - pátio de escola municipal (Rua Austrália, esquina com Rua China), em ponto localizado a 1775 metros ao sul da área de implantação do empreendimento.

Este monitoramento foi iniciado em 19 de janeiro de 2000 nos pontos A e B, e posteriormente, em 24 de fevereiro de 2000, iniciaram-se as coletas no ponto C. A frequência de coletas, em cada ponto, foi efetuada de 06 em 06 dias até meados de abril e, a partir daí, optou-se pela mudança dos equipamentos entre os pontos monitorados, e redefinida a periodicidade a cada 30 dias. A partir de 21/7/2000 foi iniciada medição contínua de ozônio nos pontos mencionados.

Os resultados das análises dos valores de concentração de PTS, SO_x, NO_x e O₃, obtidos pelo monitoramento, até o mês de agosto são apresentados a seguir.

- ***Material Particulado ou Partículas Totais em Suspensão (PTS)***

No período foram efetuadas 90 (noventa) coletas para análise das Partículas Totais em Suspensão (PTS), e 94,4% dos resultados obtidos mostraram-se inferiores ao Padrão de Qualidade do Ar estabelecido para 24 horas (240 µg/m³). *Óxidos de Nitrogênio (NO_x)*.

FIGURA 2.10

**LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA
QUALIDADE DO AR REALIZADOS PELO
EMPREENDEDOR**

Foram efetuadas neste período 82 (oitenta e duas) coletas para análise dos Óxidos de Nitrogênio (NOx), e todos os resultados obtidos apresentaram-se inferiores ao Padrão de Qualidade do Ar estabelecido para 1 (uma) hora (320 µg/m³).

- **Dióxido de Enxofre(SO₂)**

Neste mesmo período realizaram-se 85 (oitenta e cinco) coletas para análise do Dióxido de Enxofre (SO₂), e 98,8% dos resultados obtidos foram inferiores ao Padrão de Qualidade do Ar, estabelecido para 24 (vinte e quatro) horas (365 µg/m³).

- **Ozônio(O₃)**

No período foram efetuadas medições horárias de Ozônio (O₃) em 30 (trinta) períodos de 24 (vinte e quatro) horas.) Na avaliação dos resultados observa-se que todas as máximas horárias foram inferiores ao Padrão de Qualidade do Ar estabelecido para 1 (uma) hora (160 µg/m³).

Os resultados obtidos no programa de monitoramento, período de 19/01/00 a 21/08/00, são apresentados nas Tabelas 2.11 a 2.13.

Tabela 2.11 Resultados do Monitoramento Obtidos no Ponto A (Fazenda Moinho Azul)

Coleta	Data	Ponto de coleta	Resultados O ₃ (µg/m³)	Resultados MP (µg/m³)	Resultados NO ₂ (µg/m³)	Resultados SO ₂ (µg/m³)
1	19/01/00	A		139.77	53.42	Alcalino.
3	27/01/00	A		21.42	42,61	27.02
5	02/02/00	A		51.84	32,35	17.64
7	08/02/00	A		120.69	31,32	Alcalino
9	14/02/00	A		44.62	27,22	17.41
11	20/02/00	A		66.50	26,20	17.37
14	26/02/00	A		131.32	28,09	26.05
17	03/03/00	A		110.74	51,21	38.72
19	09/03/00	A		152.44	54,99	<4,0
22	15/03/00	A		155.00	65,01	30.88
25	21/03/00	A		257.25	46,71	17.94
30	02/04/00	A		172.78	29,98	<4,0
33	08/04/00	A		379.32	57,99	9.36
36	14/04/00	A		276.18	75,59	192.43
39	20/04/00	A		46.28	51,92	127.10
56	25/05/00	A		157.66	93,42	Alcalino
57	27/05/00	A		137.66	69,51	220.00
58	29/05/00	A		154.54	50,97	44.70
59	31/05/00	A		136.97	-	20.33
60	02/06/00	A		120.36	30,53	71.23

Tabela 2.11 Resultados do monitoramento obtidos no Ponto A (Fazenda Moinho Azul) - (Continuação)

Coleta	Data	Ponto de coleta	Resultados O ₃ (µg/m ³)	Resultados MP (µg/m ³)	Resultados NO ₂ (µg/m ³)	Resultados SO ₂ (µg/m ³)
61	05/06/00	A		88.22	27,93	40.21
62	07/06/00	A		114.43	25,80	44.90
63	09/06/00	A		162.80	36,77	<4,0
64	11/06/00	A		94.85	22,09	38.64
65	13/06/00	A		245.43	34,56	15.83
66	15/06/00	A		384.30	34,87	Alcalino
67	17/06/00	A		164.68	26,51	38.83
68	19/06/00	A		212.97	82,61	27.83
69	21/06/00	A		42.42	46,31	9.45
70	23/06/00	A		219.39	78,66	18.59
71	25/06/00	A		197.45	70,46	9.16
Padrão de Qualidade do Ar				240.00	320.00 ⁺⁽¹⁾	365.00

Tabela 2.12 Resultados do monitoramento obtidos no Ponto B (UHE – Cariobinha)

Coleta	Data	Ponto de coleta	Resultados O ₃ (µg/m ³)	Resultados MP (µg/m ³)	Resultados NO ₂ (µg/m ³)	Resultados SO ₂ (µg/m ³)
2	21/01/00	B		67.87	74,56	<4,0
4	29/01/00	B		72.99	31,88	8.66
6	04/02/00	B		44.90	30,38	17.88
8	10/02/00	B		57.49	35,82	Alcalino
10	16/02/00	B		43.40	27,54	17.59
12	22/02/00	B		96.39	41,19	25.75
15	28/02/00	B		63.44	41,90	Alcalino
18	05/03/00	B		59.81	45,05	Alcalino
20	11/03/00	B		35.38	49,55	<4,0
23	17/03/00	B		57.36	40,95	22.68
26	23/03/00	B		60.78	/	/
28	29/03/00	B		31.69	46,39	Alcalino
31	04/04/00	B		64.08	51,05	Alcalino
34	10/04/00	B		117.90	88,53	108.84
37	16/04/00	B		70.86	53,57	167.09
40	22/04/00	B		58.15	40,00	/
41	25/04/00	B		113.20	94,04	376.50
42	27/04/00	B		113.75	69,20	<4,0
43	29/04/00	B		99.16	78,11	/
44	01/05/00	B		91.50	82,69	58.82
45	03/05/00	B		105.94	74,17	<4,0
46	05/05/00	B		117.61	91,68	<4,0
47	07/05/00	B		46.35	70,22	<4,0
48	09/05/00	B		59.53	91,76	45.31
49	11/05/00	B		67.69	82,21	35.74

Coleta	Data	Ponto de coleta	Resultados O ₃ (µg/m ³)	Resultados MP (µg/m ³)	Resultados NO ₂ (µg/m ³)	Resultados SO ₂ (µg/m ³)
50	13/05/00	B		91.91	74,40	/
51	15/05/00	B		125.25	67,62	/
52	17/05/00	B		96.41	59,89	53.11
53	19/05/00	B		81.02	89,87	22.82
54	21/05/00	B		/	/	/
55	22/05/00	B		112.54	41,74	/
	29/07/00	B	152,8			
	30/07/00	B	112,50			
	31/07/00	B	132,50			
	01/08/00	B	145,00			
87	2/08/00	B	70,40	142.10		18.38
	03/08/00	B	73,20			
88	04/08/00	B	63,80	61.00		197.20
89	05/08/00	B	84,20	78.17		37.29
	06/08/00	B	90,40			
90	07/08/00	B	104,10	100.22		46.51
91	08/08/00	B	132,90	125.13		46.77
	09/08/00	B	99,80			
	10/08/00	B	70,20			
	11/08/00	B	81,80			
	12/08/00	B	77,80			
	13/08/00	B	116,50			
	14/08/00	B	95,40			
	15/08/00	B	97,40			
	16/08/00	B	115,30			
	17/08/00	B	63,00			
	18/08/00	B	112,90			
	19/08/00	B	111,30			
	21/08/00	B	112,90			
Padrão de Qualidade do Ar			160.00	240.00	320.00 ⁽¹⁾	365.00

Tabela 2.13 Resultados do monitoramento obtidos no Ponto C (Escola Municipal)

Coleta	Data	Ponto de coleta	Resultados O ₃ (µg/m ³)	Resultados MP (µg/m ³)	Resultados NO ₂ (µg/m ³)	Resultados SO ₂ (µg/m ³)
13	24/02/00	C		79.35	47,81	17.30
16	01/03/00	C		76.50	50,97	31.90
21	14/03/00	C		70.02	53,81	Alcalino
24	20/03/00	C		50.87	51,28	53.12
27	25/03/00	C		53.16	49,94	<4,0
29	31/03/00	C		54.00	54,36	Alcalino
32	06/04/00	C		93.48	64,54	13.35
35	12/04/00	C		172.00	81,03	Alcalino
38	18/04/00	C		99.90	13,49	9.62
72	28/06/00	C		144.32	93,81	34.17
73	30/06/00	C		185.40	96,10	30.57
74	01/07/00	C		102.52	123,72	31.16
75	03/07/00	C		96.18	81,82	28.00
76	05/07/00	C		127.71	96,89	27.52
77	07/07/00	C		146.51	91,52	Alcalino
78	09/07/00	C		143.62	72,67	77.60
79	11/07/00	C		198.44	54,84	36.25
80	13/07/00	C		138.84	67,85	Alcalino
81	15/07/00	C		70.60	65,57	40.98
82	17/07/00	C		79.30	85,21	72.70
83	19/07/00	C		92.94	80,79	58.65
84	21/07/00	C	119,50	167.26	-	44.99
	22/07/00	C	74,20			
85	23/07/00	C	32,70	26.35	59,96	Alcalino
	24/07/00	C	101,30			
86	25/07/00	C	119,90	92.18	112,91	Alcalino
	27/07/00	C	94,60			
	28/07/00	C	20,70			
Padrão de Qualidade do Ar			160.00	240.00	320.00 ⁺⁽¹⁾	365.00

2.2.4.4 Avaliação das Emissões da Chaminé das Caldeiras a Óleo Instaladas na Usina Carioba I

O empreendedor avaliou as emissões gasosas oriundas da chaminé das caldeiras a óleo instaladas na Usina Carioba I em funcionamento na área adjacente ao futuro empreendimento, a partir dos dados de medição realizadas no local (apresentados na tabela 2.14) e das simulações realizadas através de modelo matemático, para obtenção das concentrações à nível do solo, nos pontos onde estão sendo coletadas as amostras para o “Monitoramento do Ar no Entorno do Empreendimento”, referidos anteriormente.

Estas simulações foram efetuadas para os poluentes: material particulado ou sólidos totais em suspensão (TSP), dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂). Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 2.15, foram comparados com o PQAR e com os resultados do monitoramento dos Pontos A, B e C.

Tabela 2.14 *Dados Obtidos a Partir da Avaliação das Emissões Gasosas da Chaminé da Caldeira da Usina Carioba I*

	Material Particulado	Óxidos de Nitrogênio	Óxidos de Enxofre
Taxa de Emissão (g/s)	19,8454	2,3114	56,3787
Taxa de Emissão (kg/h)	71,4433	8,3211	202,9635
Temperatura dos Gases (K)	457,88	467,88	451,75
Concentração (mg/Nm³)	354,7170	41,2292	981,0472
Vazão (Nm³/h)	201.409,3130	201.825,3742	206.884,5360
Vazão (m³/h)	411.545,9873	412.422,3106	416.941,2458
Vazão (m³/s)	114,3185	114,5615	115,817
Velocidade dos Gases (m/s)	10,63	10,65	10,77
Altura da Chaminé (m)	30,5		
Diâmetro da Chaminé (m)	3,70		

Tabela 2.15 *Concentrações a Nível do Solo, em µg/m³, Obtidas por Simulações Matemáticas nos Pontos A, B e C.*

Poluente	Ano	Ponto A	Ponto B	Ponto C
Material Particulado (TSP)	1996	6,89	2,16	12,01
	1997	4,45	2,01	12,00
Dióxido de Enxofre (SO₂)	1996	19,78	6,22	34,55
	1997	12,77	5,76	34,45
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	1996	0,80	0,25	1,40
	1997	5,10	2,10	9,65

Obs. O modelo foi alimentado apenas com os dados de emissão da Usina Carioba I em operação

2.2.5

Conclusões

Na avaliação da qualidade do ar nas áreas de influência do empreendimento, ressaltam-se as principais considerações abaixo:

- No período de 1993 a 1998, os maiores resultados e as médias anuais obtidas para os poluentes monitorados pela CETESB na estação de Americana, não apresentaram valores de concentrações superiores aos padrões de qualidade do ar;
- No monitoramento realizado pelo empreendedor nos meses de janeiro a agosto de 2000, nos 03 (três) pontos, os resultados obtidos indicaram que em 74,7% do período, a qualidade de ar foi classificada como “BOA”, em 23,0% como “REGULAR”, e em 2,3% “INADEQUADA”;
- As classificações de “REGULAR” e “INADEQUADA” concentraram-se principalmente no poluente material particulado, no ponto A, que corresponde à área de cultivo.

Desta forma, a Qualidade do Ar nas áreas de influência indireta e direta do empreendimento, diante dos dados avaliados, é considerada como boa.

2.3 **Ruído**

Este diagnóstico tem por objetivo avaliar quantitativamente os níveis de ruído atualmente existentes na circunvizinhança da UTE Carioba I. Os dados obtidos subsidiaram a avaliação dos impactos potenciais às áreas externas do futuro empreendimento em consequência dos ruídos a serem gerados pelo mesmo.

2.3.1 **Metodologia**

A metodologia utilizada para a avaliação dos níveis atuais de ruído foi baseada nas medições realizadas na atual Usina Carioba I, em pontos internos e externos à mesma.

Os pontos de avaliação encontram-se localizados na Figura 2.11 e relacionados a seguir.

- Ponto 1 – Estação de força/caldeira;
- Ponto 2 – Subestação;
- Ponto 3 – Tanque de óleo desativado;
- Ponto 4 – Rodovia próximo às residências, retorno da Av. São Jerônimo;
- Ponto 5 – Du Pont/Fibra, Rotatória da Fibra;
- Ponto 6 – Casas, esquina da Av. Luigi Merchiori com Rua Japão.

As medições realizadas e os períodos de avaliação encontram-se em conformidade com a legislação vigente, a saber a L11.031, L11.032 e L11.034 da CETESB, e NBR 10.151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- L11.031 “Ruído – Determinação do Nível de Ruído de Fundo”.
- L11.032 “Determinação do Nível de Ruído em Ambientes Internos e Externos de Áreas Habitadas”.
- L11.034 “Critérios de Ruído para Recintos Internos de Edificações”.
- NBR 10.151 “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade.”

FIGURA 2.11

**LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO
NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO
EMPREENDIMENTO**

Para a realização das medições de ruído foi utilizado um analisador de ruído SVAN 912, Tipo 1, de fabricação da Svantek Ltda. Foram realizadas medições do ruído equivalente – Leq, utilizando-se integrações de 10 (dez) segundos e 05 (cinco) minutos.

As medições foram realizadas nos períodos estabelecidos pela legislação a saber:

- Das 7:00 às 19:00 horas;
- Das 19:00 às 22:00 horas;
- Das 22:00 às 7:00 horas.

Para uma caracterização precisa as avaliações foram realizadas em três condições diferentes de operação: nos dias 16 e 17 de dezembro, de 1999, quando a usina estava operando com *carga máxima*, devido a demanda de energia; no dia 21 de maio de 2000, com a usina *fora de operação* e nos dias 22, no terceiro período e 23 de maio, no primeiro e segundo períodos, com a unidade em *operação normal*.

2.3.2 Definição das Áreas de Influência

As áreas de Influência para a avaliação dos níveis de ruído correspondem a :

- Área de Influência Direta: considerada como aquela compreendida entre os pontos de medição. Estes pontos foram definidos visando-se contemplar as áreas circunvizinhas diretamente afetadas pela emissão de ruído da usina, ou seja, nos receptores mais próximos. Neste sentido, foram contemplados pontos internos de maior contribuição e, pontos externos localizados próximos às residências, área de circulação de veículos e áreas industriais;
- Área de influência Indireta: definida como aquela localizada fora do raio considerado para o estudo de propagação de ruído, correspondente a 700 metros.

2.3.3 Apresentação e Avaliação dos Resultados

2.3.3.1 Resultados Médios das Medições Realizadas na Usina Carioba I (existente)

Os níveis de ruído da Usina Carioba I foram avaliados a partir das medições realizadas, nos dias já referidos, com a usina fora de operação, operando com carga máxima e em condições normais, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 2.16 a 2.19 a seguir.

Tabela 2.16 Medições Realizadas na Usina Carioba I (16 de Dezembro de 1999) – Carga Máxima

Ponto	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário
01	88,8	17:54	91,2	20:43	93,0	22:26
02	60,6	17:58	60,5	20:48	60,4	22:30
03	49,7	18:03	50,8	20:54	48,7	22:35
04	46,3	18:12	47,1	21:01	45,1	22:43
05	47,8	18:23	53,4	21:08	49,7	22:49
06	44,8	18:30	46,7	21:19	45,4	22:53

Tabela 2.17 Medições Realizadas em 17, Dezembro de 1999– Operação com Carga Máxima

Ponto	Nível de Ruído dB(A)	Horário						
01	91,0	11:10	91,3	17:53	93,5	20:42	92,9	22:25
02	61,1	11:15	57,2	17:58	61,9	20:48	62,3	22:29
03	45,0	11:21	40,5	18:03	53,4	20:53	41,7	22:33
04	44,4	11:28	45,6	18:12	48,4	21:03	49,5	22:42
05	46,1	11:35	47,8	18:17	50,5	21:19	49,4	22:46
06	44,4	11:45	44,7	18:25	47,2	21:14	45,9	22:51

Tabela 2.18 *Medições Realizadas em 21, Maio de 2000 – Operação Paralizada*

Ponto	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário
01	62,7	7:38	45,5	20:00	45,5	22:03
02	49,9	8:00	45,1	20:20	49,9	22:30
03	44,8	8:20	43,2	20:40	44,4	22:50
04	66,5	8:55	52,5	21:00	44,8	23:20
05	48,3	9:16	53,6	21:20	52,3	23:45
06	46,8	10:40	48,8	21:53	57,5	00:10

Tabela 2.19 *Medições Realizadas em 22 e 23, Maio de 2000 – operação normal*

Ponto	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário	Nível de Ruído dB(A)	Horário
01	95,9	8:55	94,9	19:45	96,0	22:20
02	62,9	9:15	64,3	20:05	63,0	22:40
03	45,3	9:30	51,5	20:20	50,0	23:00
04	70,8	7:45	67,2	20:45	53,0	23:20
05	59,0	8:05	54,5	21:00	53,5	23:50
06	61,1	8:25	45,2	21:50	47,0	00:20

A área onde será instalado o empreendimento é classificada, pelo zoneamento da prefeitura, como ZI-2. No entanto, na Área de Influência Direta há uma região classificada como ZCS, com a presença significativa de residências, o que justifica que as duas categorias de zoneamento sejam consideradas.

A seguir os resultados são avaliados segundo os parâmetros estabelecidos pela legislação municipal, estadual e federal, bem como segundo os padrões internacionais. Foram avaliados os pontos 4, 5 e 6, externos à UTE Carioba, os pontos internos serão considerados quando da avaliação das questões ligadas à segurança e saúde operacional.

2.3.3.2 Avaliação dos Resultados de Acordo com a Legislação

Os resultados obtidos das medições de ruído são analisados a seguir, conforme os requisitos das legislações municipais, estaduais, federais e de acordo com padrões internacionais.

- **Legislação Municipal**

A Prefeitura Municipal de Americana, através da Lei n.º 3.233, de 23 de outubro de 1.998, estabelece os limites máximos de ruído admissíveis de acordo com o zoneamento da cidade. A Tabela 2.20, a seguir, apresenta os limites previstos pela referida lei.

Tabela 2.20 Limites Máximos Permissíveis de Ruído

Zonas de Uso	Diurno	Vespertino Noturno	Noturno
ZR.1, ZR.2, ZR.3, ZE.4, ZE.1, ZE.2	55 dB(A)	50 dB(A)	50 dB(A)
ZRE, ZCS	65 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)
ZE.3	65 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)
ZI.1, ZI.2, ZS.1, ZS.2	70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)

Comparando-se os resultados obtidos nas medições com os níveis de ruído estabelecidos para zona ZI-2, observa-se que:

- Ponto 4:
 - 15% dos valores obtidos durante o período diurno apresentaram-se acima dos limites previstos pela legislação;
 - 20% dos valores no período vespertino noturno, apresentaram-se acima dos limites determinados pela Lei n.º 3.233;
 - todos os valores encontrados para o período noturno atenderam a legislação citada.
- Pontos 5 e 6: todos os valores apresentaram-se abaixo dos referidos limites.

Levando-se em consideração os critérios estabelecidos para a zona ZCS, observa-se que:

- Ponto 4:
 - 23% dos resultados no período diurno estão acima do limite;
 - 20% dos resultados no período vespertino noturno estão acima do limite;
 - Todos os resultados no período noturno atenderam ao limite.
- Ponto 5: todos os valores encontrados apresentam-se dentro dos limites previstos pela legislação.
- Ponto 6:
 - 7,7% dos resultados no período diurno estão acima do limite;
 - Todos os resultados nos demais períodos atenderam aos limites da legislação.

A mesma lei municipal estabelece também limites de ruído para atividades de construção civil, conforme apresentado na Tabela 2.21, a seguir:

Tabela 2.21 Limites de Ruído para Atividades de Construção Civil

Atividade	Níveis de Ruído
Atividades Não Confináveis	85 dB(A) para qualquer zona, permitido somente no horário diurno.
Atividades Passíveis de Confinamento	Limite da zona constante na Tabela 2.20 acrescido de 5 (cinco) dB(A) nos dias úteis em horário diurno. Limite da zona constante na Tabela 2.20 para horários vespertino e noturno nos dias úteis a qualquer horário nos domingos e feriados.

- **Legislação Estadual**

Para estabelecer o critério de comparação entre os valores obtidos e a legislação estadual, adotou-se o critério relativo à norma L11.032 da CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, que estabelece os níveis de ruído aceitáveis para o conforto da comunidade apresentados na Tabela 2.22, a seguir.

Tabela 2.22 Valores Limitantes de Ruído de Acordo com a Área e o Período

Classificação da Área	Período	Nível de Ruído dB(A)
Diversificada (residências, comercial e área industrial)	7:00 às 19:00	60
	19:00 às 22:00	55
	22:00 às 7:00	50

Pelos resultados obtidos nas medições dos pontos 4, 5 e 6 localizados fora da propriedade do empreendimento, pode-se observar que:

- Ponto 4:
 - 31% dos resultados no 1º período estão acima do limite da referida legislação;
 - 20% dos resultados no 2º período estão acima do limite;
 - 10% dos resultados no 3º período estão acima do limite estabelecido.
- Ponto 5:
 - 7,7% dos resultados no 1º período estão acima do limite da referida legislação;
 - 20% dos resultados no 2º período estão acima do limite;
 - 20% dos resultados no 3º período estão acima do limite estabelecido.
- Ponto 6:
 - 7,7% dos resultados no 1º período estão acima do limite da referida legislação;
 - No 2º período todos os resultados obtidos estão abaixo do limite;
 - 20% dos resultados no 3º período estão acima do limite estabelecido.

- **Legislação Federal**

A norma NBR 10.151 – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade” da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, fornece os seguintes valores limitantes a serem considerados na avaliação de ruído:

- A – Critério de ruído externo para áreas residenciais = 45 dB(A);
- B – Correção do critério básico para diferentes horários:

Horário	Correção do critério básico dB(A)
Diurno	0
Noturno	-5

- C – Correção do critério básico para uso residencial em diferentes zonas:

Tipo de zona	Correção do critério básico dB(A)
Residencial urbana	+10
Área predominantemente industrial	+25

Adotando-se os critérios estabelecidos, pode-se considerar os seguintes níveis de ruído aplicáveis para a **área residencial urbana** (área de influência):

- Horário
 - Diurno
 - Noturno
- | | Nível de Ruído Limitante dB(A) |
|--|--------------------------------|
| | $45 + 0 + 10 = 55$ |
| | $45 + (-5) + 10 = 50$ |

E, para **área predominantemente industrial**, onde será instalado o empreendimento, tem-se:

- Horário
 - Diurno
 - Noturno
- | | Nível de Ruído Limitante dB(A) |
|--|--------------------------------|
| | $45 + 0 + 25 = 70$ |
| | $45 + (-5) + 25 = 65$ |

Cabe ressaltar que a norma recomenda adotar-se a faixa de 6:00 às 20:00 horas para período diurno e das 20:00 às 06:00 horas para período noturno.

Desta forma, pode-se observar que:

Considerando a área **residencial urbana**, tem-se que:

- Ponto 4: 31 % dos valores no período diurno e 25% no período noturno, estão acima do nível de ruído limitante, calculado com base nos critérios da NBR 10.151;
- Ponto 5: 15% dos valores no período diurno e 50% no período noturno, estão acima do nível de ruído admitido;
- Ponto 6: 7,7% dos valores no período diurno e 15% no período noturno, estão acima dos limites estabelecidos pela norma.

Considerando a área **predominantemente industrial**, onde o empreendimento será localizado, verifica-se:

- Ponto 4: 15 % dos valores no período diurno e 10% no período noturno, estão acima do nível de ruído limitante, calculado com base nos critérios da NBR 10.151;
- Ponto 5: todos os valores atendem ao nível de ruído admitido;
- Ponto 6: todos os valores estão abaixo dos limites estabelecidos pela norma.

• **Legislação Internacional**

Segundo os critérios estabelecidos pelo *World Bank Group's Pollution Prevention and Abatement Handbook*, as medidas de redução de ruído devem levar em consideração os níveis apresentados na Tabela 2.23, ou acrescer, no máximo, em 3 dB(A), aos níveis já existentes.

Tabela 2.23 Nível Máximo de Ruído Admitido em dB(A)

Receptor	Diurno (07:00 - 22:00)	Noturno (22:00 - 07:00)
Residencial, institucional, educacional	55	45
Industrial, Comercial	70	70

Levando-se em consideração que o receptor mais próximo está localizado na zona ZCS – Zona Comercial e Serviços e, que a sua área vizinha está classificada como ZR3 – Zona Residencial 3, os valores das medições dos pontos 4 a 6 foram comparados aos valores da primeira classificação do receptor (residencial, institucional e educacional). Assim, tem-se:

- Ponto 4: 26% dos valores no período diurno e 60% no período noturno, estão acima dos critérios fixados;
- Ponto 5: 35% dos valores no período diurno e 100% no período noturno, estão acima dos limites do Banco Mundial;
- Ponto 6: 4% dos valores no período diurno e 80% no período noturno não atendem aos limites estabelecidos.

- **Exposição ao Ruído Ocupacional**

A legislação específica para este tema é definida pela Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis Trabalhistas, relativo à Portaria 3.214, de 08 de junho de 1978, que aprova as Normas Regulamentadoras – NR.

Neste conjunto de normas, destaca-se a NR-15 – Atividades e operações insalubres no seu Anexo n.º 1, que define entre outros aspectos, os Limites de Tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes, conforme a Tabela 2.24, a seguir.

Tabela 2.24 Níveis e Ruído Ocupacional Admissíveis de Acordo com o Tempo de Exposição

Nível de Ruído em dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
115	7 minutos

2.3.4 Conclusões

Com base nos resultados obtidos pelas medições dos níveis de ruído verificou-se que, nos pontos externos à UTE Carioba foram observados valores acima dos limites estabelecidos pelas diversas legislações utilizadas para fins de comparação neste estudo.

2.4 SUBSTRATO ROCHOSO, RELEVO E SOLOS

2.4.1 Aspectos Metodológicos

A caracterização do substrato rochoso, relevo e solos baseou-se na compilação de dados existentes, reconhecimento de campo e estudos detalhados realizados pelo Instituto Geológico, em 1995 (“Estudos Geoambientais para Planejamento Territorial da Bacia do Rio Piracicaba”).

O reconhecimento regional do substrato rochoso de parte da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, foi realizado com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, na escala 1: 500.000 (BISTRICHI *et alii*, 1981), sendo utilizados para a descrição das rochas, na Área de Influência Indireta e Direta, o Mapa Geológico da Porção Média da Bacia do Piracicaba, na escala 1: 50.000, elaborado pelo Instituto Geológico (1995), que forneceu também informações sobre o aquífero subterrâneo no município de Americana.

Para o estudo regional do relevo foi utilizado o trabalho de PONÇANO *et alii* (1981) e para a análise local o Mapa Geomorfológico da Porção Média da Bacia do Piracicaba, na escala 1: 50.000 (IG, 1995).

Para a identificação da cobertura detrítica e do solo, utilizou-se como referência os dados do Instituto Geológico (1995), Levantamento Pedológico semi detalhado dos solos do Estado de São Paulo- Quadrícula Campinas (OLIVEIRA, MENK e ROTTA, 1979) e do Mapa pedológico do Estado de São Paulo, na escala 1: 500.000 (OLIVEIRA, 1999). Na caracterização geotécnica da região utilizou-se ainda a Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (NAKAZAWA, 1994).

Com base nos elementos obtidos pela compilação destes trabalhos, bem como das informações do Mapa Diagnóstico do Meio Físico do Município de Americana (IG, 1995), a área de implantação do empreendimento foi analisada de modo integrado, tendo como referência os padrões morfológicos e da dinâmica superficial atuante, que permitiram a elaboração deste estudo e do Mapa de Terreno, na escala 1: 50.000, que abrangem as Áreas Potenciais de Influência Indireta e Direta.

Os resultados obtidos na avaliação da contaminação do solo e do aquífero na área do empreendimento também foram usados para caracterização do terreno onde está se prevendo a instalação da UGE Carioba II.

Complementarmente foi realizada neste Estudo uma campanha de sondagens para amostragem de solo e água foi desenvolvida nesta área para identificar possíveis impactos das operações anteriores sobre as condições do solo e aquífero raso. Foram analisadas nesta campanha possíveis impactos do manuseio de óleo no solo e no aquífero, assim como possível contaminação do solo por PCBs.

2.4.2 *Resultados Obtidos*

2.4.2.1 Área Potencial de Influência Indireta

A Área Potencial de Influência Indireta (AII) foi definida para uma área que abrange as micro bacias hidrográficas contribuintes do trecho da margem esquerda do Rio Piracicaba, situado no entorno do empreendimento (ribeirão Quilombo) e trecho da margem direita, na qual situam-se as alternativas do traçado do ramal do gasoduto.

A AII compreende trecho da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, entre os municípios de Americana e Limeira, ocupando a Depressão Periférica, sustentada por rochas sedimentares e ígneas da Bacia do Paraná, conforme apresentadas nas Figuras 2.12 e 2.13.

Esse trecho da Depressão Periférica é constituído por sedimentos paleozóicos da Formação Itararé, por intrusivas básicas mesozóicos da Formação Serra Geral, e sedimentos terciários, correlacionados a Formação Rio Claro, que sustentam relevos colinosos e de morrotes, subnivelados a 600 m de altitude, que são caracterizados na Tabela 2.25.

Deve-se assinalar que na AII delimitada ocorrem apenas os relevos de Colinas amplas e Colinas pequenas. Segundo NAKAZAWA (1994) os terrenos com relevo de colinas amplas apresentam baixa suscetibilidade aos processos erosivos, enquanto que os terrenos associados as colinas pequenas tem alta suscetibilidade a erosão em sulcos, boçorocas geralmente induzidas pela concentração do escoamento superficial.

Tabela 2.25 Características dos Relevos da Depressão Periférica na AII da UGE Carioba II

Tipo de Relevo	Morfografia	Substrato Rochoso	Morfodinâmica
<p>Colinas amplas 212 Declividade: > 15% Amplitude: < 100m</p>	<p>Topos extensos e aplanados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendritico, vales abertos com planícies aluvionares restritas.</p>	<p>Associações de arenitos, siltitos, argilitos e lamitos.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos e reentalhe de canal ocasionais e de baixa intensidade.</p>
<p>Colinas médias 213 Declividade: > 15% Amplitude: < 100m</p>	<p>Topos aplanados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, Vales abertos a fechados, com planícies aluvionares restritas.</p>	<p>Associações de arenitos e siltitos.</p>	<p>Ravinamento e boçorocas ocasionais e de alta intensidade.</p>
<p>Morrotos alongados e espigões 234 Declividade: > 15% Amplitude: < 100m</p>	<p>Predominam interfluvios sem orientação preferencial, topos angulosos e achatados, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendritico, vales fechados.</p>	<p>Argilitos , lamitos e intrusivas básicas.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos e reentalhe de canal ocasionais e de baixa intensidade. Rastejo localizado e de moderada intensidade.</p>

FIGURA 2.12

**RELEVOS DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA INDIRETA**

FIGURA 2.13

**UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA INDIRETA**

- **Substrato Rochoso e Cobertura Detrítica**

O substrato rochoso na AII é constituído por arenitos, lamitos argilosos e ritmitos de idade permo- carbonífera, da Formação Itararé; diabásios Juro- Cretácicos, e por arenitos pelíticos e lamitos cenozóicos que são predominantes. Ocorrem ainda, sedimentos aluvionares quaternários, associados às planícies fluviais e a terraços do rio Piracicaba. A distribuição das rochas é apresentada no Mapa de Terrenos da Figura 2.14.

As rochas permo- carboníferas são representadas por: ritmitos que apresentam alternância de lamina de arenito fino e de siltito argiloso (**Ira**) (Fotos 1, 2 e 3 – Anexo 1); arenitos silto argilosos maciços com grânulos e seixos esparsos e raros matações (**Iaf**) (Foto 4 – Anexo 1), e arenitos médios a grossos, subarcoseanos com estratificação cruzada de médio a grande porte que se intercalam com arenitos conglomeráticos (**Iam**).

Nos ritmitos e lamitos a textura do solo de alteração e o residual, pode variar de argilo- arenoso a argilosa, dependendo da granulometria da rocha. Os termos arenosos dão origem a solos de alteração arenosos a areno- siltosos, e a solos superficiais areno- silto- argilosos. As espessuras são inferiores a 2,0 metros nos relevos de Colinas pequenas, podendo variar de 2,0 a 5,0 metros nos relevos de Colinas amplas.

Os diabásios (*b*) são rochas de granulação fina a média, maciças, constituídas por plagioclásio, augita tendo como acessórios magnetita, ilmenita, hornblenda, biotita, feldspato potássico e apatita (Foto 5 – Anexo 1). O solo de alteração e o residual dessas rochas têm textura argilosa, sendo comum a presença de blocos e fragmentos de rocha alterada intercalados. As espessuras, variam de 1,0 a 5,0 metros nas encostas das Colinas pequenas (Foto 6 – Anexo 1).

Os sedimentos cenozóicos (**TQ ir**) são constituídos por camadas de arenitos pelíticos e lamitos, ambos maciços, com grânulos e pequenos seixos de quartzo além de fragmentos de limonita esparsos e camadas de arenitos grossos por vezes conglomeráticos. Na base desses sedimentos ocorrem níveis de cascalho, constituídos por seixos de quartzo sub-arredondados a arredondados, com diâmetros de 1 a 6 cm (Foto 7 – Anexo 1).

A alteração desses sedimentos origina solos areno-silto-argilosos, e solos residuais argilosos, com variações locais para argilo-arenoso e areno-argiloso, sendo as espessuras geralmente superiores a 5,0 metros (Foto 8 – Anexo 1). Essas rochas associam-se de modo geral a relevos de Colinas amplas com topos convexos subnivelados.

FIGURA 2.14

**MAPA DOS TERRENOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
INDIRETA (AII) E DIRETA (AID) NA UGE CARIOBA II**

Os sedimentos aluvionares (**Qa**) das Planícies fluviais do Rio Piracicaba e afluentes são representados por depósitos de planície de inundação. Os depósitos das planícies de inundação são formados por silte e argila micáceos, de cor bege e cinza, que nas margens dos canais mostram espessura superiores a 1,5 m (Foto 9 – Anexo 1).

- **Sistemas Aquíferos**

Devido à localização da Área de Influência Indireta, nas proximidades do contato entre a Bacia do Paraná e o Embasamento Cristalino, deve-se considerar que, embora não ocorram rochas do embasamento cristalino, em superfície, elas tem participação na caracterização dos aquíferos, uma vez que sondagens realizadas no local, registram a ocorrência de rochas do embasamento cristalino a profundidades de 338 metros. Assim, pode-se reconhecer nesta área os sistemas aquíferos Diabásio, Tubarão e Cristalino.

O Sistema Aquífero Diabásio apresenta um comportamento extremamente heterogêneo, descontínuo, anisotrópico e fissurado. A transmisividade nessa unidade segundo o DAEE (1982) varia entre 0,25 e 0,28 m² / dia, enquanto a capacidade específica varia de 0,0016 a 3,9 m³/h/m.

O Sistema Aquífero Tubarão é caracterizado por intercalações e interdigitações de ritmitos, lamitos, diamictitos e arenitos permo-carboníferos, que fazem com que este sistema tenha um comportamento livre e localmente semi- confinado, heterogêneo, descontínuo e fortemente anisotrópico, e com porosidade granular que controla a circulação da água subterrânea. A análise realizada pelo DAEE (1982) mostrou que a transmissividade nesta unidade varia entre 1 a 40 m²/ dia e a capacidade específica entre 0,002 e 7,5 m³/h/m.

No Sistema Aquífero Cristalino a água ocorre de duas maneiras:

- No manto de alteração, que possui um comportamento semelhante a um aquífero sedimentar devido à sua porosidade granular resultante do intemperismo;
- Nas discontinuidades rúpteis das rochas, as quais imprimem uma porosidade por fraturamento, na qual a circulação se faz apenas nas fissuras e fraturas abertas, resultantes, principalmente, do regime de tensões tectônicas vigentes. Segundo o DAEE (1982) esse aquífero apresenta valores de capacidade específica entre 0,002 a 7,0 m³/h/m e de transmissividade entre 1 a 100 m²/dia.

Com base na análise desses sistemas aquíferos e na produtividade de água subterrânea, o Município de Americana, foi considerado no estudo do Instituto Geológico (1995), dentro da Zona de Produtividade Similar (TDC), que é constituída por diabásios, intrudidos nos sedimentos permio- carboníferos e por rochas cristalinas que caracterizam uma Zona bastante irregular tanto em superfície como em subsuperfície.

Os poços nessa Zona exploram um ou outro aquífero, dois deles ou até mesmo os três. Na Zona TDC a capacidade específica média é de 0,47 m³/h/m e a vazão média é de 8,3 m³/h. embora esta Zona apresente melhor produtividade relativa, há um índice considerável de poços com baixas vazões, devido à grande heterogeneidade litológica, sendo imprescindível a utilização de critérios hidrogeológicos para a locação e construção de poços.

- **Relevo**

A Área de Influência Indireta é caracterizada por relevos do tipo Colinas amplas, Colinas pequenas, Terraços e Planícies Fluviais, que representam a Depressão Periférica nesse local. A distribuição dos relevos na AII é apresentada no mapa da Figura 2.14 e a sua descrição encontra-se na Tabela 2.26.

Tanto nos estudos do INSTITUTO GEOLÓGICO (1995) como no estudo de NAKAZAWA (1994), a AII é constituída por dois tipos de terrenos. Um caracterizado por relevo de colinas amplas e sustentado por lamitos arenosos e arenitos, (Unidade F) que são favoráveis a ocupação, com pequenas restrições devidas a susceptibilidade média a baixa à erosão, e outro caracterizado por colinas pequenas e médias sustentados por arenitos e lamitos (Unidade B) que apresentam restrições ao uso industrial e urbano decorrentes da alta susceptibilidade a processos erosivos e as declividades superiores a 10%.

Tabela 2.26 Principais Características dos Terrenos nas Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) do Empreendimento

Tipo de Relevo	Morfografia, Substrato e Cobertura	Dinâmica Superficial
<p>COLINAS AMPLAS</p> <p>Amplitude: 25 a 115 m</p> <p>Compr. de Rampa: 500 a 2500 m</p> <p>Declividade.: 6 % a 23 %</p> <p>Altit.: 545 a 590m</p>	<p>Formas onduladas subniveladas. Topos amplos e convexos. Perfil de vertente contínuo e retilíneo. Vales erosivos, abertos e bem marcados. Densidade de drenagem baixa com padrão dendrítico.</p> <p>Sustentadas por arenitos pelíticos, lamitos, arenitos grossos por vezes conglomeráticos e níveis de cascalhos (TQir) e arenitos médios e grossos arroxeados (Iam).</p> <p>Solos silto- argilosos e solos residuais argilosos, com variações locais para argilo- arenoso e areno -argiloso, sendo a espessuras geralmente superiores a 5 m. (Latosolo Vermelho Amarelo).</p>	<p>Erosão laminar e sulcos ocasionais e de baixa intensidade.</p>
<p>COLINAS PEQUENAS</p> <p>Amplitude: 30 a 65 m</p> <p>Compr. de Rampa: 150 a 600 m</p> <p>Declividade.: 10 % a 30 %</p> <p>Altit.: 515 a 575m</p>	<p>Formas subniveladas e dissecadas. Topos estreitos e convexos. Perfil de vertente descontínuo e contínuos com segmentos retilíneos e convexos. Vales erosivos, estreitos canais encaixado. Densidade de drenagem média, padrão sub-dendrítico.</p> <p>Sustentadas por ritmitos (Ira) e subordinadamente arenitos finos (Iaf), arenitos médios e grossos arcoseanos (Iam), e diabásios (b).</p> <p>Solos silto- argilosos e solos residuais argilosos, com variações locais para argilo- arenoso e areno -argiloso, espessuras inferiores a 2 m. (Alissolos e Cambissolos).</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos, vossorocas e reentalhe de drenagem são processos frequentes de intensidade moderada a alta.</p> <p>Ocasionalmente pode ocorrer rastejo.</p>
<p>TERRAÇOS</p> <p>Declividades < 5%</p>	<p>Formas planas a levemente convexas e elevadas de 20 a 30 m acima do nível do rio. São limitados por degraus nítidos com as planícies de inundação.</p> <p>Constituídos por sedimentos areno-argilosos e silto-argilosos, com seixos e grânulos de quartzo dispersos, apresentam comumente cascalheiras basais. Associam-se Latossolo Vermelho Amarelo.</p>	<p>Erosão laminar e em sulcos – processos de baixa intensidade e localizados.</p>

Tipo de Relevo	Morfografia, Substrato e Cobertura	Dinâmica Superficial
PLANÍCIES FLUVIAIS Declividades < 2%	Formas acumulativas, estreitas e descontínuas, elevadas de 1,20 m a 2,0 m acima do leito atual do rio, e caracterizam planície de inundação. Constituídas por silte e argila micáceos, de cor bege a acinzentada, que nas margens mostram espessura de até 1,5 m. (Solos Neossolos e Planossolos).	Erosão lateral do canal e deposição de finos por decantação durante as cheias.

2.4.2.2 Área Potencial de Influência Direta

A área Potencial de Influência Direta (AID) corresponde ao local de implantação do empreendimento, localizada na margem esquerda do Rio Piracicaba e a faixa de implantação do ramal do gasoduto.

A área de implantação da UGE Carioba II e do ramal do gasoduto encontra-se inserida no relevo de Colinas Amplas, sustentadas por arenitos pelíticos, lamitos, arenitos grossos e cascalhos (**TQ ir**) e por arenitos médios a grossos subarcoseanos (**Iam**). Além destas características, a Área de Influência Direta (AID), abrange ainda relevo de Colinas pequenas sustentadas por ritmitos siltico-argilosos (**Ira**); arenitos silto argilosos maciços e lamitos e (**Iaf**) e subordinadamente por diabásio (**b**).

A associação entre os tipos de relevo, o substrato rochoso e a cobertura superficial é apresentada no mapa da Figura 2.14 e na Tabela 2.26.

A AID apresenta forma colinosa alongada, onde se associam colinas amplas de baixa inclinação, que caracterizam a cimeira da área, e colinas pequenas que resultam da dissecação acentuada do Rio Piracicaba e de seus afluentes (Foto 10 – Anexo 1). O processo de dissecação gera segmentos de encosta bastante inclinados, que são marcados por nítida ruptura de declive positiva na encosta.

No topo ocorrem solos argilo-arenosos (Latosolo Vermelho Amarelo) com profundidades superiores a 5,0 metros. Embora essas áreas em condições naturais apresentem baixas frequência e intensidade de processos erosivos, que são favorecidos pela predominância de declividades baixas e presença de solos argilo-arenosos, a intervenção obras de terraplenagem podem desencadear processos erosivos intensos nestas áreas.

O perfil da encosta é descontínuo, próximo ao topo apresenta segmento convexo suave que após a ruptura de declive positiva, torna-se retilíneo e bastante inclinado. Os solos nesses segmentos são rasos tem textura argilo-siltosa e areno-argilosa, formando Alissolos.

Nesse trecho da bacia do rio Piracicaba, os vales são encaixados e não se observam planícies aluviais significativas, o que evidência o elevado potencial erosivo da drenagem. Essa situação favorece a ocorrência de processos erosivos associados ao escoamento pluvial, que formam ravinas e sulcos profundos, principalmente nas áreas com exposição de solo. Tal situação é evidenciada nas duas drenagens que delimitam a AID a oeste e a leste (Fotos 11, 12 e 13 – Anexo 1).

O rio Piracicaba, na área do empreendimento, mostra um canal com largura variável de 50 a 80 metros, em rocha. É um canal sinuoso controlado estruturalmente, na margem esquerda está encaixado em até 2,0 metros na planície de inundação, e na margem direita de 3,0 a 5,0 metros, no sopé das colinas, formando margens abruptas com exposição do substrato rochoso (Fotos 10, 14 e 15 – Anexo 1).

Durante as cheias, quantidades significativas de sedimentos finos depositam-se sobre as margens o que evidencia o transporte de uma grande quantidade de material em suspensão, possivelmente provocado por interferências existentes ao longo da bacia hidrográfica.

A ocupação da bacia provoca ainda grande impacto na qualidade das águas, devido ao lançamento de esgoto *in natura* e de grande quantidade de resíduos sólidos retida nas margens, na planície de inundação e na foz dos afluentes (Foto 16 – Anexo 1).

A influência das cheias mais comuns parece estar restrita ao leito maior do rio Piracicaba, onde se depositam sedimentos finos. Inundações, associadas a períodos de chuvas intensas, devem ser esperadas apenas na pequena Planície de inundação, que no entanto não deve oferecer risco ao empreendimento.

Especificamente na área da futura UGE, o relevo original foi intensamente modificado por obras de terraplanagem para instalação de um tanque reservatório de combustível e de uma área para estocagem de postes e materiais de manutenção de linha.

2.4.3 Conclusões

A área de implantação do empreendimento, segundo o Diagnóstico do Meio Físico do Município de Americana (IG, 1995), é uma área de baixa fragilidade, sendo favorável ao uso industrial com restrições. Os levantamentos efetuados para elaboração deste trabalho corroboram com este Diagnóstico e recomendam cuidados especiais na preparação do terreno durante a implantação do canteiro de obras.

Os resultados da investigação de solo e água indicaram que a superfície da área, principalmente ao redor do tanque de estocagem de óleo, foi impactada por derramamentos superficiais. A extensão desta contaminação não ultrapassou os primeiros centímetros da camada superficial de solo e, mesmo assim, com níveis que não indicam necessidade de qualquer ação de remediação. Não foram detectadas contaminações por orgânicos no lençol freático.

2.5 RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO PIRACICABA

2.5.1 Introdução

O processo de desconcentração industrial da Grande São Paulo transformou a região que abrange a bacia do Piracicaba em uma das frentes mais avançadas da economia paulista.

Destaca-se, em particular, a elevada diversificação de sua base produtiva e a presença de instalações industriais intensivas em capital e tecnologia, concentradas principalmente nos municípios de Sumaré, Indaiatuba e Paulínia.

Ao lado das vantagens locacionais, essa bacia pôde contar com uma base agrícola que, impulsionada pelos incentivos governamentais ao PRO-ÁLCOOL e às culturas de exportação, resultou na formação de um dos pólos agroindustriais mais importantes do Estado.

A agroindústria da região desenvolveu-se de forma intimamente vinculada à melhoria tecnológica, com destaque para as produções de açúcar, álcool e suco concentrado de laranja, especialmente nos municípios de Campinas, Limeira e Piracicaba - e de frutas, laticínios, aves e suínos, nos municípios de Jundiá, Atibaia, Vinhedo e Bragança Paulista. Outros ramos de destaque, que também processam matérias-primas de origem no campo são os de papel e papelão, couros, peles e tecidos.

A forte centralização em Campinas não impediu que outros núcleos urbanos também absorvessem investimentos industriais especializadas, como é o caso, entre outros, de Paulínia (petroquímica), Piracicaba e Indaiatuba (equipamentos e implementos agrícolas), Americana e Nova Odessa (tecidos, borracha, mecânica e química) e Jundiá (autopeças).

Em paralelo, devido ao seu papel de pólo regional e do dinamismo de sua economia, as funções terciárias de Campinas também têm se ampliado significativamente nos últimos anos.

Todo esse crescimento teve seus reflexos nos recursos hídricos da região. As necessidades de água para o abastecimento da população urbana e das atividades econômicas começaram a crescer significativamente. O excesso de matéria orgânica, decorrente de lançamentos de esgotos urbanos praticamente sem tratamento, e de inúmeros outros lançamentos industriais, afetaram o corpo hídrico reduzindo o oxigênio dissolvido, prejudicando a flora e a fauna, e comprometendo até mesmo o seu uso no abastecimento público. Acresce-se a isso o fato de que as águas utilizadas na agricultura irrigada são em grande parte perdidas pela incorporação nas plantas e pela evaporação.

Ao mesmo tempo, a região da bacia do rio Piracicaba começou a receber, a partir do final da década de 60, o impacto do início das obras do Sistema Cantareira tendo em vista a transferência de suas águas para o abastecimento da Grande São Paulo.

Trata-se da principal intervenção física na bacia, constituída de quatro grandes barragens nas cabeceiras, sendo duas nos formadores do rio Atibaia, uma no rio Jaguarí e outra no seu afluente, o rio Jacaréi, totalizando uma área de drenagem de aproximadamente 1.930 km², o que representa cerca de 15,4 % da bacia. As obras foram construídas pela SABESP, encontrando-se em funcionamento pleno desde a década de 80, transferindo cerca de 31 m³/s de água para a Grande São Paulo.

Atualmente, a bacia do rio Piracicaba pode ser considerada interligada com as bacias vizinhas, principalmente a do Alto Tietê e as dos rios Capivari e Jundiá, devido a outras reversões de água existentes para abastecimento público.

Inúmeros são os conflitos hoje já existentes, comprovando o acima exposto. Os principais conflitos decorrem do comprometimento da qualidade das águas em captações de abastecimento público, devido ao lançamento de esgotos domésticos e industriais à montante. Os conflitos mais relevantes são descritos a seguir:

Nas cabeceiras do rio Jaguarí, os lançamentos urbanos e industriais dos municípios mineiros vêm comprometendo a qualidade das águas do reservatório Jaguarí/Jacaréi, registrando-se, inclusive, a proliferação de algas nesse corpo d'água, que já chegou a causar problemas na captação da SABESP na cidade de Bragança Paulista. Ao longo do curso do rio Jaguarí não ocorrem conflitos de grande repercussão, destacando-se apenas a situação existente entre as cidades de Pedreira e Jaguariúna. A captação de maior porte nesse rio é a de Limeira, que já vem apresentando sinais de comprometimento da qualidade.

Nas porções média e baixa da bacia do rio Atibaia, a captação de Campinas é comprometida pelos lançamentos de esgotos das cidades de Valinhos, Vinhedo, Itatiba, e de parte da própria cidade de Campinas. Logo a jusante desse ponto há a captação de água da cidade de Sumaré (obra construída em caráter emergencial, como etapa provisória para captar no rio Jaguari, mas que perdura até hoje no rio Atibaia), que recebe grande parte dos esgotos de Campinas, de Paulínia e da carga remanescente do pólo petroquímico deste município.

Campinas, por outro lado, com mais de 870.000 habitantes, está situada no divisor das bacias dos rios Piracicaba e Capivari, com cerca de 50% de sua área urbana em cada uma dessas bacias. Mais de 90% da água para o seu abastecimento é captada no rio Atibaia lançando mais de 1 m³/s no rio Capivari, na forma de esgotos urbanos.

O reservatório de Americana, formado pela barragem da Usina de Salto Grande, no rio Atibaia, está totalmente degradado, com a qualidade de suas águas atingindo níveis de classes 3 e 4 em quase toda sua extensão. Há grande desenvolvimento de aguapés e algas dos mais variados tipos, e os problemas são sentidos há diversos anos nas captações de água de Americana e Piracicaba, no rio Piracicaba, com odor e gosto na água distribuída à população.

Nas últimas décadas, o reservatório desta Usina passou a ter múltiplos usos, não previstos originalmente, tais como o lazer, a recreação e a conservação da fauna e flora, na porção superior do reservatório, conhecido como “pantanalzinho”, no município de Paulínia, e a captação para abastecimento de Sumaré, no remanso desse reservatório. Tais usos, aliados à redução de vazões naturais e à péssima qualidade das águas afluentes, conflitam com as regras operativas normais, limitando os níveis operacionais ou causando danos ambientais quando em situações limites de épocas de estiagem ou de cheias.

O município de Piracicaba transferiu o seu local de captação no rio Piracicaba para o rio Corumbataí, com elevados investimentos e custos operacionais devido à distância e o bombeamento. Entretanto, a captação no rio Corumbataí também vem sendo progressivamente ameaçada pelo lançamento “in natura” da cidade de Rio Claro.

Santa Bárbara D’Oeste abandonou o projeto de captação no rio Piracicaba em função da péssima condição desse rio, optando por investimentos em barragens de regularização na bacia do ribeirão dos Toledos.

A cidade de Jundiaí (com cerca de 290.000 habitantes) não pertence à bacia do rio Piracicaba, mas depende integralmente das águas do rio Atibaia, e as águas captadas constituem-se em perdas porque os efluentes urbanos são lançados no rio Jundiaí.

Diversas outras transferências existem, como Vinhedo que utiliza águas do rio Capivari, lançando parte dos esgotos na bacia do Atibaia; Serra Negra, situada na bacia do rio Mogi-Guaçu, que capta água na bacia do Jaguarí; Limeira que capta água no rio Jaguarí e lança no ribeirão Tatu, afluente do Piracicaba, à jusante de Carioba; Sumaré e Rio das Pedras, situadas na bacia do Piracicaba, que captam parte da água que consomem nas bacias do Atibaia e Capivari, respectivamente.

Atualmente já ocorrem conflitos envolvendo o abastecimento público e a irrigação, em épocas de estiagem, como nos casos de Sumaré, na bacia do ribeirão Jacuba.

O caso mais relevante do conflito é o Sistema Cantareira, que transfere 31 m³/s das cabeceiras da bacia do rio Piracicaba para a Região Metropolitana de São Paulo. A construção do conjunto de reservatórios da SABESP contribuiu para o agravamento das condições de disponibilidade hídrica, em termos de quantidade e qualidade, destacadamente nas bacias dos rios Atibaia e Piracicaba. À montante desses barramentos acentuam-se conflitos de uso do solo, principalmente no entorno dos reservatórios, com a crescente pressão por ocupação urbana e chácaras, contrapondo-se à necessidade de preservação. E o desenvolvimento de culturas irrigadas está gerando conflitos com a SABESP, devido ao uso consuntivo da água e a utilização de insumos e práticas agrícolas não conservacionistas que comprometem a qualidade das águas dos reservatórios.

Com a transferência maciça de águas das cabeceiras da bacia do rio Piracicaba para abastecimento da Grande São Paulo, e o intenso desenvolvimento urbano, industrial e agrícola, a situação dos rios Atibaia, Jaguarí e Piracicaba, em épocas de estiagem, é bastante crítica, tendo sido inclusive objeto do Decreto 28.489, de 09 de junho de 1988, que a declarou “crítica” e bacia modelo para a gestão de recursos hídricos.

Em face dessa complexidade e da degradação dos recursos hídricos, a sociedade civil das bacias dos rios Capivari e Jundiaí se uniu com a da bacia do rio Piracicaba para constituir um único Comitê de Bacias, denominado de CBH-PCJ: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

O CBH-PCJ foi praticamente o primeiro Comitê instalado no Estado de São Paulo (nov/1993), e a sua capacidade de mobilização tem sido notável. Por ocasião do pedido de outorga de Jundiá para ampliar a vazão captada de 700 l/s para 1.200 l/s, houve diversas manifestações contrárias por parte dos usuários situados à jusante da captação pretendida, somente resolvida após negociações no âmbito desse Comitê.

A mobilização social em torno da defesa da bacia do rio Piracicaba pode ser observada pela existência também do Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba e Capivari. Desde outubro de 1989, esse Consórcio vem atuando como interlocutor regional no âmbito das bacias hidrográficas, para as questões relacionadas aos recursos hídricos e recuperação ambiental da região. Nasceu, em Americana, e trata-se de uma associação de direito privado, com independência técnica e financeira. Arrecada e aplica recursos em programas e ações ambientais. O poder de decisão cabe ao Conselho de Municípios.

Em junho de 1996, após alteração estatutária, o Consórcio recebeu adesão de novos membros (empresas públicas e privadas). Com isso, o Consórcio passou a ser uma associação de usuários públicos e privados da água, que reúne, hoje, 40 municípios e 23 empresas.

Diante do exposto, e da grande mobilização social que existe em torno da bacia do Piracicaba, a implantação de qualquer tipo de empreendimento nessa área requer a negociação no âmbito do seu respectivo Comitê de Bacia, sendo inevitável o enfoque mais global da inserção do empreendimento dentro da problemática de recursos hídricos ao nível da bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

Por isso, embora a Usina de Geração Termelétrica de Carioba esteja sendo planejada para ser implantada em Americana, após a confluência dos rios Atibaia e Jaguari, julgou-se oportuno que o capítulo referente a recursos hídricos não se limitasse apenas ao diagnóstico do local cogitado para o empreendimento, estendendo-se a análise para todo o trecho do rio Piracicaba, e os seus principais formadores.

2.5.2 *Área de Estudo*

A área de estudo dos recursos hídricos corresponde à bacia do rio Piracicaba, conforme apresentada na Figura 2.15. A UGE Carioba II, prevista para ser implantada em Americana, situar-se-á na porção central desta bacia, no trecho inicial do rio Piracicaba, próximo à confluência dos rios Atibaia e Jaguari.

A bacia do rio Piracicaba estende-se por cerca de 12.500 km² apresentando um desnível topográfico de cerca de 1.400 m em uma extensão da ordem de 250 km, desde suas cabeceiras na serra da Mantiqueira até sua foz no rio Tietê. Localiza-se na porção centro-leste do Estado de São Paulo.

Os principais formadores do rio Piracicaba são os rios Atibaia e Jaguari, este com a contribuição do rio Camanducaia. O rio Corumbataí é afluente do rio Piracicaba, à jusante da cidade de Piracicaba. As principais sub-bacias hidrográficas e as respectivas áreas de drenagem, totais e remanescentes (estas, calculadas como sendo a diferença entre as áreas naturais e as áreas respectivas dos locais das barragens do Sistema Cantareira, da SABESP) são apresentados na Tabela 2.27.

Tabela 2.27 *Sub Bacias Formadoras do rio Piracicaba e suas Respectivas Áreas de Drenagem*

Sub bacias	Área total (km ²)	Área remanescente (km ²)
Rio Jaguari	4.320	3.090
Rio Atibaia	2.823	2.120
Rio Corumbataí	1.702	1.702
Rio Piracicaba (trecho Foz dos rios Atibaia/Jaguari à represa Barra Bonita)	3.660	3.660
Total, km ²	12.505	10.572

Na localidade de Carioba, a área de drenagem do rio Piracicaba é de aproximadamente 7.578 km², sendo 4.320 km² do rio Jaguari, 2.823 km² do rio Atibaia e 435 km² da sub-bacia do rio Piracicaba, das quais, 387 km² referem-se à sub-bacia do ribeirão Quilombo, afluente da margem esquerda do rio Piracicaba. Devido à reversão das águas através das 4 barragens do Sistema Cantareira, os rios Atibaia, Jaguari e Piracicaba comportam-se como se tivessem apenas as áreas de drenagens remanescentes, acrescidas das águas liberadas pela SABESP, para jusante dessas barragens.

FIGURA 2.15

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA – SEÇÕES
DE CONTROLE**

O estudo realizado mais recentemente (Relatório Zero, CETEC, 2000), no âmbito do CBH-PCJ, divide a bacia do rio Piracicaba em trechos, conforme apresentado na Tabela 2.28. As áreas das sub-bacias do Jaguarí foram ligeiramente ajustadas para fins de compatibilização com os demais estudos existentes para esta bacia.

Tabela 2.28 *Descrição das Sub Bacias que Compõem a Bacia do Rio Piracicaba, Respectivas Áreas de Drenagem e População*

Sub Bacia	Trecho compreendido	Área total da Sub-bacia (km ²)	Pop. Urbana de 1996 (hab).
Baixo Piracicaba	Foz do rio Corumbataí até o rio Tietê	1.879	35.130
Alto Piracicaba	Confluência Atibaia/Jaguarí até a foz do rio Corumbataí	1.781	1.141.285
Corumbataí	Toda a sub-bacia do rio Corumbataí	1.702	167.911
Baixo Jaguarí	Foz do rio Camanducaia até o rio Piracicaba	1.108	114.483
Camanducaia	Da nascente até a foz, no rio Jaguarí	1.022	52.094
Alto Jaguarí	Da nascente até o rio Camanducaia	2.190	171.294
Atibaia	Toda a sub-bacia do rio Atibaia	2.823	1.204.234
TOTAL(Km²)		12.505	2.886.411

Fonte: CETEC, 2000

2.5.3 Principais Usos da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba

2.5.3.1 Uso Urbano da Água

O atendimento da população urbana pelos serviços públicos de abastecimento de água atinge índices superiores a 90%. Segundo levantamentos realizados por ocasião da elaboração do Relatório Zero (CETEC, 2000), as demandas urbanas de água podem ser estimadas em aproximadamente 13 m³/s, baseadas principalmente em informações coletadas junto às prefeituras municipais e a SABESP.

A Tabela 2.29, abaixo, apresenta a comparação com os valores adotados nos estudos anteriormente efetuados para esta bacia. Embora as datas de referência sejam diferentes, ressalta-se a diferença entre as estimativas apresentadas no Relatório Zero e as dos estudos anteriores. No entanto, os relatórios disponibilizados pela CETEC não são suficientemente detalhados para o esclarecimento das diferenças metodológicas nas avaliações das demandas. Além disso, muitas das informações consolidadas nesse relatório estão ainda inconsistentes, prejudicando a sua análise.

Dessa forma, considera-se que as estimativas efetuadas nos estudos do Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa e do Relatório de Situação do CBH-PCJ sejam as mais realistas.

Tabela 2.29 Demandas Para Uso Urbano

Sub Bacia	Demandas urbanas atuais (em m ³ /s) segundo diferentes estudos existentes(*)			
	R-Zero	HIDROPLAN	FF-CO	R-Situação 1996
Baixo Piracicaba	0,08	2,54	0,69	2,52
Alto Piracicaba	2,84		1,93	
Corumbataí	2,88	1,21	1,10	1,52
Camanducaia	0,19	1,86	0,21	1,91
Baixo Jaguarí	1,24		2,92	
Alto Jaguarí	0,57			
Atibaia	5,27	5,00	4,63	5,25**
TOTAL, m³/s	13,07	10,61	11,48	11,2**

(*) Legenda:

- R-Zero = Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Relatório Zero), CETEC, 2000 (Demanda estimada para o ano de 1997, com base em informações coletadas junto às prefeituras municipais e SABESP);
- HIDROPLAN = Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, Consórcio HIDROPLAN, 1995 (Demanda estimada para o ano de 1993);
- FF-CO = Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa, 1997 (Demanda estimada para o ano de 1996);
- R-Situação 1996 = Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - 1995, do CBH-PCJ, 1996 (Demanda estimada para o ano de 1995).

(**) = **Incluindo 0,70 m³/s de reversão para Jundiá.**

2.5.3.2 Uso Industrial da Água

A partir da década de 60, a bacia do rio Piracicaba começou a sofrer um acentuado desenvolvimento industrial, com perfil bastante diversificado, o que acarretou a ampliação significativa da demanda industrial de água. Praticamente 90% da demanda de água para uso industrial são supridas por fontes próprias em mananciais superficiais.

Segundo levantamentos efetuados no âmbito dos estudos do Consórcio HIDROPLAN, as maiores concentrações industriais ocorrem nas sub-bacias do Atibaia e Piracicaba, representando cerca de 54% dos estabelecimentos, responsáveis pelo uso de 55% da água destinada a fins industriais. As Usinas de açúcar e álcool estão concentradas basicamente nas bacias do Piracicaba e do Capivari. As Usinas situadas na bacia do Piracicaba captam cerca de 3,1 m³/s, correspondendo a 21% do total do consumo industrial verificado nessa bacia.

As estimativas de demandas industriais de água segundo diferentes estudos realizados para a bacia do Piracicaba são muito divergentes conforme metodologias de levantamento de dados adotados nesses estudos. Se de um lado tem-se o crescimento das demandas devido à expansão de produção, de outro se deve reconhecer a tendência hoje existente de redução de demandas em função basicamente de políticas de racionalização do uso da água motivadas pelo controle de poluição.

Além disso, embora os resultados globais para a bacia sejam praticamente equivalentes nas estimativas do Consórcio HIDROPLAN, Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa e do Relatório Zero, há diferenças substanciais na avaliação das sub-bacias, devido principalmente às imprecisões de informações sobre a localização dos pontos de captação e de lançamentos dos grandes consumidores.

Por isso, a comparação das demandas estimadas para diferentes datas, segundo diferentes estudos existentes, fica um pouco prejudicada, e a Tabela 2.30, abaixo, deve ser interpretada com fins ilustrativos, interessando muito mais os valores totalizados para a bacia.

Tabela 2.30 Demandas Para Uso Industrial

Sub Bacia	Demandas Industriais Atuais (em m ³ /s) Segundo Diferentes Estudos Existentes(*)			
	R-Zero	HIDROPLAN	FF-CO	R-Situação 1996
Baixo Piracicaba	1,69	4,10	1,09	3,73
Alto Piracicaba	2,98		2,64	
Corumbataí	0,66	1,00	0,96	0,89
Camanducaia	0,72	3,79	0,06	2,51
Baixo Jaguari	2,62		2,75	
Alto Jaguari	2,12			
Atibaia	2,98	6,05	5,94	2,84
TOTAL, m³/s	13,78	14,94(**)	13,44	9,97

(*) **Legenda:**

- R-Zero = Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Relatório Zero), CETEC, 2000 (Demanda estimada para o ano de 1997, com base no cadastro de Usuários do DAEE);
- HIDROPLAN = Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, Consórcio HIDROPLAN, 1995 (Demanda estimada para o ano de 1993);
- FF-CO = Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa, 1997 (Demanda estimada para o ano de 1996);
- R-Situação 1996 = Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - 1995, do CBH-PCJ, 1996 (Demanda estimada para o ano de 1995).

(**) = Desse valor, 0,71 m³/s é retirado da rede pública e poços.

2.5.3.3

Uso da Água na Irrigação

O diagnóstico mais consistente sobre o uso da água na irrigação corresponde aos estudos do Consórcio HIDROPLAN, baseados principalmente nos censos agropecuários de 1975, 1980 e 1985 do IBGE, e nos cadastros de usuários de irrigação das bacias do rio Piracicaba e do rio Capivari, efetuados pelo DAEE no período 1991/1993.

Os estudos do Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa, de 1997, não chegaram a atualizar as estimativas do HIDROPLAN, devido à falta de dados estatísticos mais recentes. O Censo Agropecuário de 1995 não contém dados de área irrigada por município, mas, apenas para o total do Estado, e também, o Cadastro de usuários de irrigação não foi mais atualizado, nem substituído por outra fonte de dados primários, de forma que os estudos do Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa acabaram mantendo os resultados do Consórcio HIDROPLAN.

Os resultados estão apresentados na Tabela 2.31, a seguir, separando-se as áreas com fertirrigação e com irrigação comum (convencional). Os municípios abrangidos por cada sub-bacia são os seguintes:

Sub-Bacia Bar. Jaguarí/Bar. Cachoeira/Bar. Atibainha: Joanópolis, Piracaia, e Camanducaia, Extrema, Itapeva, Toledo, em Minas Gerais.

Sub-Bacia Rio Jaguarí /Rib. Camanducaia: Amparo, Artur Nogueira, Bragança Paulista, Cosmópolis, Holambra, Jaguariúna, Mogi-Mirim, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Sto. Antônio da Posse, Serra Negra, Socorro, Tuiuti, Vargem.

Sub-Bacia Rio Atibaia/Piracicaba: Americana, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Campinas, Cordeirópolis, Hortolândia, Iracemápolis, Itatiba, Jarinú, Limeira, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracicaba, Rio das Pedras, Saltinho, Sta. Bárbara D'Oeste, Sumaré, Valinhos, Vinhedo.

Sub-Bacia Rio Corumbataí: Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro, Sta. Gertrudes.

Sub-Bacia Rib. dos Marins/R. Piracicaba/Rib. do Turvo: Águas de São Pedro, Anhembi, Dois Córregos, Sta. Maria da Serra, São Pedro, Torrinha.

Tabela 2.31 Área Irrigada na Bacia do Rio Piracicaba - Evolução e Situação em 1993

Sub-Bacias	Área Irrigada (ha)			Situação em 1993 (ha)		
	1975	1980	1985	Total	Fertirrigação	Irrigação convencional
Barragem Jaguarí/ Cachoeira/Atibainha	223	624	710	707	0	707
Rio Jaguarí /Rib. Camanducaia	3.393	4.012	9.055	7.139	779	6.360
Rio Atibaia/Piracicaba	8.911	10.623	13.103	13.152	6.219	6.933
Rio Corumbataí	957	372	1.245	2.052	11	2.040
Rib. dos Marins/Rio Piracicaba Rib. Turvo	262	248	317	1.821	1.550	271
Total	13.429	15.879	24.430	24.870	8.559	16.311 *

Fonte: Consórcio HIDROPLAN, 1995

(*) = A título de comparação deve-se mencionar que o "Relatório Zero" apresenta a área irrigada na bacia do rio Piracicaba em 14.971 ha, baseada na interpretação de mapas de "Caracterização das Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos" editadas pelas Secretarias do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, e nas informações constantes do Plano Estadual de Recursos Hídricos/1990.

A sub-bacia que dispõe de maior concentração de uso agrícola da água é a do Rio Atibaia/Piracicaba. A cidade de Santa Bárbara D'Oeste dispõe da maior área irrigada: 4.580 ha, das quais 4.112 há são de "fertirrigação". Os agricultores adotam a aspersão convencional com grande preferência (69% dos sistemas). Há uma boa utilização da irrigação por sulcos de infiltração (16%). Já começam a ser instalados sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento (3,0% e 1,0%) que são mais eficientes na distribuição da água. O sistema de mangueiras atinge 5% dos usuários de irrigação. As principais culturas irrigadas são: cana de açúcar, olericultura, citrus, batata, feijão, milho, tomate, frutas finas e flores (pela ordem).

As demandas mensais de água para essas modalidades do uso agrícola foram estimadas pelo Consórcio HIDROPLAN, mês a mês, conforme apresentado na Tabela 2.32.

Tabela 2.32 Demandas de Água para Uso Agrícola na Bacia do Rio Piracicaba

Mês	Irrigação Convencional, l/s	Fertirrigação, l/s	Total (m³/s)
Janeiro	2.576	85	2,58
Fevereiro	2.208	85	2,99
Março	3.011	102	3,11
Abril	4.867	114	4,98
Maio	3.145	874	3,96
Junho	662	874	1,54
Julho	736	887	1,62
Agosto	3.274	887	4,16
Setembro	6.511	887	7,40
Outubro	7.050	877	7,94
Novembro	6.367	851	7,22
Dezembro	4.786	97	4,88
Média (m³/s)	3,76	0,55	4,31

Os resultados das estimativas de demandas para irrigação, segundo diferentes estudos existentes, podem ser visualizados na 2.33,a seguir.

Tabela 2.33 Demandas para Uso na Irrigação

Sub Bacia	Demandas atuais para Irrigação (em m ³ /s) segundo Diferentes Estudos Existentes(*)			
	R-Zero	HIDROPLAN	FF-CO	R-Situação 1996
Baixo Piracicaba	1,18		0,14	1,16
Alto Piracicaba	1,40		0,63	
Corumbataí	0,80		0,38	0,38
Camanducaia	0,54		0,38	1,85
Alto Jaguari	0,30		1,09	
Baixo Jaguari	0,24			
Atibaia	1,53		1,05	1,45
SOMA, m³/s	5,99		3,76⁽¹⁾	3,67⁽²⁾

⁽¹⁾ Estimativa HIDROPLAN para 1993, excluída a fertirrigação;

⁽²⁾ Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa manteve os valores dos estudos do Consórcio HIDROPLAN, com ligeiras alterações nos estudos de balanço hídrico;

⁽³⁾ A fertirrigação não está incluída na irrigação, pois, foi computada como “uso industrial”;

(*) Legenda:

- **R-Zero = Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Relatório Zero), CETEC, 2000 (Demanda estimada para o ano de 1997, com base no cadastro de Usuários do DAEE);**
- **HIDROPLAN = Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, Consórcio HIDROPLAN, 1995 (Demanda estimada para o ano de 1993);**
- **FF-CO = Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Consórcio Figueiredo Ferraz – Coplasa, 1997 (Demanda estimada para o ano de 1996);**
- **R-Situação 1996 = Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - 1995, do CBH-PCJ, 1996 (Demanda estimada para o ano de 1995).**

2.5.3.4 **Demandas Totais na Bacia do Piracicaba**

Com base nos dados comparativos das demandas de água (urbana, industrial e irrigação) segundo diferentes estudos existentes na bacia do Piracicaba, as demandas totais na bacia do rio Piracicaba são sintetizados na Tabela 2.34, a seguir. pode-se montar o quadro resumo seguinte:

Tabela 2.34 Demandas Totais na Bacia do rio Piracicaba

Usos	Demandas Totais(Usos Urbano, Industrial e Irrigação) para a Bacia do Rio Piracicaba (em m ³ /s)			
	R-Zero	HIDROPLAN	FF-CO	R-Situação 1996
Urbano ⁽¹⁾	13,1	10,6	11,5	11,2
Industrial	13,8	14,2 ⁽²⁾	13,4	10,0
Irrigação	6,0	3,8 ⁽³⁾	3,7	4,8
SOMA, m³/s	32,8	28,6	28,6	26,0

⁽¹⁾ *Inclusive transferência para Jundiá.*

⁽²⁾ *Excluída a parcela abastecida diretamente da rede pública.*

⁽³⁾ *Excluída a fertirrigação.*

Legenda:

- **R-Zero = Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Relatório Zero), CETEC, 2000 (Demanda estimada para o ano de 1997);**
- **HIDROPLAN = Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, Consórcio HIDROPLAN, 1995 (Demanda estimada para o ano de 1993);**
- **FF-CO = Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Consórcio Figueiredo Ferraz - Coplasa, 1997 (Demanda estimada para o ano de 1996);**
- **R-Situação 1996 = Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - 1995, do CBH-PCJ, 1996 (Demanda estimada para o ano de 1995).**

2.5.3.5 **Demais Usos da Água na Bacia do Piracicaba**

O Relatório Zero/CETEC apresenta ainda as estimativas de demandas de água para Aqüicultura (0,38 m³/s), Pecuária (0,01 m³/s) e Mineração (0,08 m³/s), baseadas em informações do Cadastro de Usuários do DAEE. O caso da aqüicultura, que é o mais significativo desses três casos, é um fenômeno mais recente, constituído basicamente de tanques para “pesque-pague”. A menos de pecuária, que é insignificante, trata-se de casos em que o uso consuntivo é desprezível, razão pela qual não foi mencionado com destaque no presente relatório.

Quanto aos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Piracicaba, a Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, opera uma série de Usinas hidrelétricas, que constituem um sistema com capacidade instalada de pouco mais de 50 MW. Os principais aproveitamentos são os de Americana e Jaguari.

O primeiro, com 32 MW de potência instalada, situa-se no rio Atibaia, próximo à confluência com o rio Jaguari. A operação dessa Usina, em regime de ponta, é condicionada aos níveis d'água e vazões observados a jusante, principalmente em épocas de estiagem, o que acarreta grandes variações no regime do rio Piracicaba, que são amortecidas gradativamente à medida que as ondas caminham em direção à cidade de Piracicaba. Como os usos consuntivos à montante são elevados e as turbinas requerem uma vazão mínima para o seu funcionamento, a Usina, em épocas de estiagens mais severas, fica com a operação comprometida. Nessas situações, as comportas são abertas e toda a vazão afluyente é liberada para jusante, sem a geração hidrelétrica.

A Usina do Jaguari, com 14,4 MW instalados, situa-se no rio Jaguari, entre Morungaba e Pedreira. Os demais aproveitamentos da CPFL são de muito pequeno porte, todos com menos de 5 MW de potência instalada. Além das Usinas hidrelétricas da CPFL, uma série de Usinas de pequeno porte é encontrada na bacia do rio Piracicaba, operadas por entidades privadas, situadas nos rios Jaguari, Piracicaba, Atibaia e Pirapitingui, que totalizam uma potência instalada de 9,2 MW.

As inundações, embora não se constituam em “uso” propriamente dito da água, são fenômenos sazonais que costumam causar impactos na região e ocorrem em pontos críticos da zona urbana de muitas cidades como: Analândia, Cordeirópolis, Cosmópolis, Itatiba, Rio Claro, Santa Gertrudes, Santa Bárbara d'Oeste, Bragança Paulista, Limeira, Campinas, Piracicaba, Atibaia, e Limeira.

Constitui-se num problema de escala maior apenas ao longo do rio Quilombo, afetando quase todos os municípios dessa sub-bacia (Hortolândia, Nova Odessa, Sumaré, e Americana).

Considerando-se que o rio Quilombo é receptor de grande parte dos efluentes domésticos e industriais desses municípios, nele lançados praticamente sem tratamento, essas inundações expõem a população ribeirinha a sérios riscos de contaminação por doenças de veiculação hídrica. Essas inundações decorrem, via de regra, do sub-dimensionamento da seção de bueiros e pontes com relação aos atuais índices de impermeabilização das áreas contribuintes.

Com a entrada em operação da Estação de Tratamento de Esgotos de Americana, parte dos efluentes urbanos já é coletada e tratada. No futuro, com a ampliação da coleta e da melhoria da eficiência no tratamento, esses riscos estarão provavelmente afastados.

As preocupações com relação à bacia do rio Quilombo são de tal ordem que se espera, dentro em breve, a realização de estudos de “macro drenagem urbana” desta bacia, a serem contratados provavelmente com recursos do FEHIDRO e acompanhados pelo CBH-PCJ.

Além dos usos dos recursos hídricos acima abordados é importante destacar também o seu papel como suporte das atividades de lazer e recreação, da navegação e da pesca.

Essas atividades, embora não representem uso consuntivo, interferem na qualidade de suas águas em maior ou menor intensidade, dependendo da modalidade de uso. Por sua vez, as atividades de lazer, recreação e pesca têm exigências próprias no que concerne à qualidade das águas utilizadas.

A navegação fluvial no Estado de São Paulo está historicamente centrada no rio Tietê, que na época da colonização serviu como meio de penetração e hoje desempenha importante papel no escoamento de cargas pelo interior do país.

Na bacia do Piracicaba, somente o reservatório de Barra Bonita possui, atualmente, uma eclusa para navegação comercial. Cogita-se, há muito tempo, do projeto do aproveitamento múltiplo de Santa Maria da Serra, no rio Piracicaba. Esse aproveitamento contribuiria para levar a navegação até as localidades de Artemis ou a foz do rio Corumbataí, nas proximidades da cidade de Piracicaba, integrando a região à hidrovia Tietê - Paraná. Com a privatização da CESP e a indefinição quanto ao órgão que cuidará da operação e manutenção das hidrovias, esse projeto aguarda novas orientações.

2.5.4 Disponibilidades Hídricas da Bacia do Rio Piracicaba

2.5.4.1 Disponibilidades Hídricas Superficiais

- **Rede Fluviométrica**

A rede fluviométrica da bacia do rio Piracicaba é relativamente antiga e suficiente para os estudos de planejamento de utilização dos recursos hídricos. Das séries estabelecidas para essa bacia destacam-se as do Convênio HIBRACE de 1968, com período de dados de 1912 a 1965; as do Plano SANESP, com dados no período 1931-1980 e as do estudo da TECNOSAN com dados no período 1949-1978. Esta última constitui-se de vazões médias obtidas através do uso de modelo matemático “chuva-deflúvio”.

A densidade de postos é alta, cobrindo as principais bacias, como se pode observar no quadro a seguir. Os postos mais antigos foram instalados na década de 1930, tendo-se, portanto, mais de 60 anos de dados.

Os estudos do Consórcio HIDROPLAN consideram todas as séries existentes na bacia, e estabelecem um período comum de dados (1930-1993), para fins de simulações de operação de reservatórios do conjunto de bacias hidrográficas do Alto Tietê, Piracicaba, Médio Tietê e Baixada Santista.

A rede fluviométrica utilizada nesses estudos é a apresentada na Tabela 2.35, a seguir:

Tabela 2.35 Bacia do Piracicaba - Rede de Estações Fluviométricas

Prefixo DNAEE	Posto	Curso	AD	Lat.	Long.	Período	
		D'água	(km ²)			Início	Fim
62661000	Nazaré Paulista	Atibainha	312	23°10'	46°24'	1970	
62665000	Piracaia	Cachoeira	430	23°03'	46°22'	1936	
62707000	Piracicaba	Piracicaba	8.869	22°43'	47°39'	1931	1980
62622000	M. Alegre do Sul	Camanducaia	387	22°42'	46°40'	1944	
62628000	Fazenda Barra	Camanducaia	920	22°40'	46°58'	1943	
62597000	Guaripocaba	Jaguari	1.351	22°54'	46°28'	1971	
62605000	Buenópolis	Jaguari	1.948	22°51'	46°47'	1930	
62615000	Jaguariúna	Jaguari	2.180	22°42'	46°59'	1930	
62632000	Usina Éster	Jaguari	3.386	22°39'	47°13'	1943	
62670000	Atibaia	Atibaia	1.137	23°06'	46°33'	1936	
62676000	Bairro da Ponte	Atibaia	1.902	22°59'	46°50'	1929	
62690000	Acima de Paulínia	Atibaia	2.714	22°45'	47°10'	1947	
62695000	Carioba	Piracicaba	7.187	22°43'	47°21'	1959	
62715000	Artemis	Piracicaba	10.880	22°41'	47°47'	1943	
62708000	Batovi	Corumbataí	474	22°23'	47°36'	1970	
62709000	Recreio	Corumbataí	1.567	22°37'	47°41'	1972	
62600000	Rio Abaixo	Jaguari	1.690	22°53'	46°38'	1942	
62620000	Formiga	Camanducaia	102	22°44'	46°26'	1971	
62625000	Amparo	Camanducaia	648	22°42'	46°46'	1938	
62635000	Quebra Popa	Jaguari	4.315	22°40'	47°14'	1960	
62675100	Itatiba	Atibaia	1.902	22°59'	46°50'	1945	1980
62680000	Des. Furtado	Atibaia	2.476	22°46'	46°59'	1944	
62575000	Faz. Jaguari	Jaguari	281	22°50'	46°07'	1985	
62590000	Pires	Jaguari	961	22°52'	46°22'	1971	
62631000	Paulínia	Jaguari	3.238	22°41'	47°09'	1970	
62655000	Atibainha	Atibainha	310	23°09'	46°18'	1982	
62664000	Conrado	Cachoeira	291	22°59'	46°15'	1980	

Prefixo	Posto	Curso	AD	Lat.	Long.	Período	
DNAEE		D'água	(km ²)			Início	Fim
62694000	Via Anhanguera	Piracicaba	7.156	22°41'	47°19'	1970	
62708300	Faz. Bandeirantes	Corumbataí	530	22°29'	47°36'	1978	
62662000	Mascate	Atibainha	380	23°10'	46°27'	1971	
62665100	Cravorama	Cachoeira	404	23°03'	46°20'	1971	
62584000	Bairro Tenente	Camanducaia	508	22°50'	46°19'	1981	
62596000	Porto de Areia	Jaguari	1.365	22°54'	46°29'	1970	
62598000	Brag. Paulista	Jaguari	1.440	22°55'	46°33'	1970	
62678000	Souzas	Atibaia	2.136	22°56'	46°56'	1980	
62691000	Paulínia	Atibaia	2.734	22°45'	47°10'	1970	
62676100	N. Sr ^a . das Graças	Rib. Jacarezinho	95	22°59'	46°51'	1976	1986
62592000	Fernão Dias	Jaguari	1.042	22°55'	46°26'	1970	1981
62631000	Paulínia	Jaguari	3.238	22°41'	47°07'	1970	
62708500	Faz. Santana	Rib. Claro	257	22°29'	47°35'	1978	
62710000	B. Sta. Terezinha	Corumbataí	1.705	22°40'	47°40'	1943	1972
62700000	Acima Salto de Piracicaba	Piracicaba	8.670	22°42'	47°37'	1949	1974

Nota: AD = Área de Drenagem, conforme consta nos estudos do Consórcio HIDROPLAN.

• **Vazões Médias e Mínimas na Bacia do rio Piracicaba**

As vazões médias naturais e mínimas são disponíveis para diversas seções e diferentes períodos de retorno, em ampla gama de estudos realizados para a região, com destaque para o Estudo de Regionalização de Vazões no Estado de São Paulo, elaborado pelo DAEE em 1988, e no estudo denominado "Vazões Mínimas de Referência da Bacia do rio Piracicaba" elaborado pelo DAEE/CETESB em maio/92, os quais serviram de base para os trabalhos do Consórcio HIDROPLAN, de 1995. Estudos posteriores a 1995 praticamente não contemplam os estudos hidrológicos.

Os resultados obtidos no "Estudo de Regionalização de Vazões no Estado de São Paulo" do DAEE são os mais largamente utilizados para os estudos hidrológicos, visando instruir os processos de outorga.

Com relação aos dados observados nos postos fluviométricos deve-se observar que a partir de uma determinada época, muitas das séries de vazões na bacia do Piracicaba foram afetadas pelas captações de água, tanto para abastecimento público e lançamento de esgotos, quanto para irrigação e uso industrial.

A retirada de água para abastecimento urbano, por exemplo, passou a afetar a bacia do rio Atibaia a partir de 1936, quando a cidade de Campinas começou a captar $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$, devolvendo-a em forma de esgoto no ribeirão Anhumas. Essa captação foi aumentando gradativamente, com lançamentos de esgotos também nos córregos Quilombo e Piçarrão (na bacia do Capivari) e, em 1987, iniciou-se a captação também no rio Capivari.

Por esse motivo, nos estudos conduzidos pelo Consórcio HIDROPLAN, os dados de vazões médias dos postos fluviométricos foram corrigidos, considerando-se os volumes utilizados anualmente para o abastecimento público e as vazões utilizadas para irrigação.

A partir do início da década de 70, foi iniciada também a operação das barragens do Sistema Cantareira (Jaguari, Jacaré, Cachoeira e Atibainha) na cabeceira da bacia do Piracicaba, que aliada à operação em ponta das Usinas de Bragantina e Salto Grande (no rio Atibaia) acabam distorcendo as séries de “dados fluviométricos observados”.

A Tabela 2.36, a seguir, obtido dos estudos realizados pelo Consórcio HIDROPLAN, consolida as informações referentes às vazões médias mensais e $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno, tradicionalmente adotada para caracterização de vazões mínimas), para as duas condições: naturais e remanescentes (na qual se desconta a área de drenagem do Sistema Cantareira).

Tabela 2.36 Vazões Médias e Mínimas na Bacia do rio Piracicaba

PREFIXO DNAEE	PREFIXO CTH	RIO	LOCAL	A.D.(km ²) Total	VAZÕES			
					NATURAIS		REMANESCENTES	
					Q _{média}	Q _{7,10}	Q _{média}	Q _{7,10}
		Cachoeira	Barragem SABESP	392	8,0	2,3		
62.665.000		Cachoeira	Piracaia	430	8,8	2,5	0,8	0,2
		Cachoeira	na foz	561	10,8	3,1	2,8	0,8
62.660.000		Atibainha	Nazaré Paulista	312	5,1	1,5		
		Atibainha	Barragem SABESP	312	5,1	1,5		
		Atibainha	na foz	445	6,8	2,0	1,8	0,5
62.670.000		Atibaia	Atibaia	1.137	19,5	5,6	6,4	1,9
62.675.100		Atibaia	Itatiba	1.902	29,0	8,4	15,9	4,6
62.676.000	3D-6	Atibaia	Bairro da Ponte	1.902	29,0	8,4	15,9	4,6
62.680.000	3D-3	Atibaia	Desemb. Furtado	2.476	35,2	10,2	22,1	6,4
62.690.000	4D-9	Atibaia	Paulínia	2.714	37,7	10,9	24,6	7,1
		Atibaia	na foz	2.822	38,5	11,1	25,4	7,3
62.620.000	3D-17	Camanducaia	Formiga-Divisa	103	1,9	0,5		
62.622.000	3D-2	Camanducaia	Mte. Alegre do Sul	388	6,4	1,6		
62.625.000		Camanducaia	Amparo	648	10,3	2,5		
62.628.000	3D-1	Camanducaia	Fazenda da Barra	920	13,7	3,3		
		Camanducaia	na foz	1.033	15,4	3,8		
	3D-16	Jaguari	Bairro do Pires	961	21,8	5,3		
		Jag/Jac	Barragem SABESP	1.230	26,2	6,4		
	3D-15R	Jaguari	Guaripocaba	1.351	28,8	7,0	2,6	0,6
62.600.000		Jaguari	Rio Abaixo	1.690	32,9	8,0	4,7	1,6
62.605.000	3D-9	Jaguari	Buenópolis	1.948	35,6	8,7	9,4	2,3
62.615.000		Jaguari	Jaguariuna	2.180	38,3	9,3	12,1	3,0
62.632.000	4D-1	Jaguari	Usina Ester	3.386	55,0	13,4	28,8	7,0
62.635.000	4D-8	Jaguari	Quebra Popa	4.315	63,6	15,5	37,4	9,1
		Jaguari	na foz	4.322	63,7	15,5	37,5	9,1
62.708.000		Corumbataí	Chácara Brunelli	474	6,9	1,5		
62.709.000	4D-21	Corumbataí	Recreio	1.567	21,1	4,7		
		Corumbataí	na foz	1.691	22,2	5,0		
62.695.000	4D-10	Piracicaba	Carioba	7.174	102,4	26,7	63,1	16,5
62.707.000		Piracicaba	Piracicaba	8.869	116,5	29,8	77,2	19,7
62.715.000	4D-7	Piracicaba	Artemis	10.881	142,0	35,5	102,7	25,3
		Piracicaba	Foz no Tietê	12.745	163,5	40,3	124,2	30,1

Notas: AD = Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica, conforme consta nos relatórios do Consórcio HIDROPLAN
 $Q_{m\acute{e}dia}$ = Vazão Média de longo período
 $Q_{7,10}$ = Vazão Mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos
Vazões Naturais = Vazões correspondentes às áreas de drenagens naturais (totais) da bacia hidrográfica
Vazões Remanescentes = Vazões correspondentes às áreas de drenagens remanescentes (subtraindo-se as áreas correspondentes ao Sistema Cantareira, da SABESP)

Fonte: HIDROPLAN, 1995

A vazão mínima em qualquer seção do rio Piracicaba, será a $Q_{7,10}$ (remanescente) acrescida da vazão liberada para jusante, pelo Sistema Cantareira. Esta vazão é variável, dependendo das necessidades hídricas da própria bacia do Piracicaba, e como regra básica, os seguintes “valores médios anuais” tem sido normalmente utilizados:

Sistema Cantareira: Jusante, M³/s	Vazão Média Liberada para
Rio Jaguari: Barragens de Jaguari/Jacareí	1 m ³ /s
Rio Atibaia: Barragem Atibainha	1 m ³ /s
Rio Atibaia: Barragem Cachoeira	2 m ³ /s
Total	4 m³/s

Deve-se ressaltar que esses valores são os médios anuais. Hoje, na prática, eles são objeto de constantes acordos entre a SABESP e o Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico, do CBH-PCJ, principalmente em épocas de estiagens. Nas épocas chuvosas quando os recursos hídricos são abundantes, as vazões liberadas poderão ser menores que esses valores, ao passo que, nas épocas de estiagem, vazões maiores são liberadas para amenizar o problema da insuficiência de níveis de água nas estações de bombeamento e de péssima qualidade das águas do rio Piracicaba.

- ***Vazões Médias e Mínimas no rio Piracicaba, na localidade de Carioba***

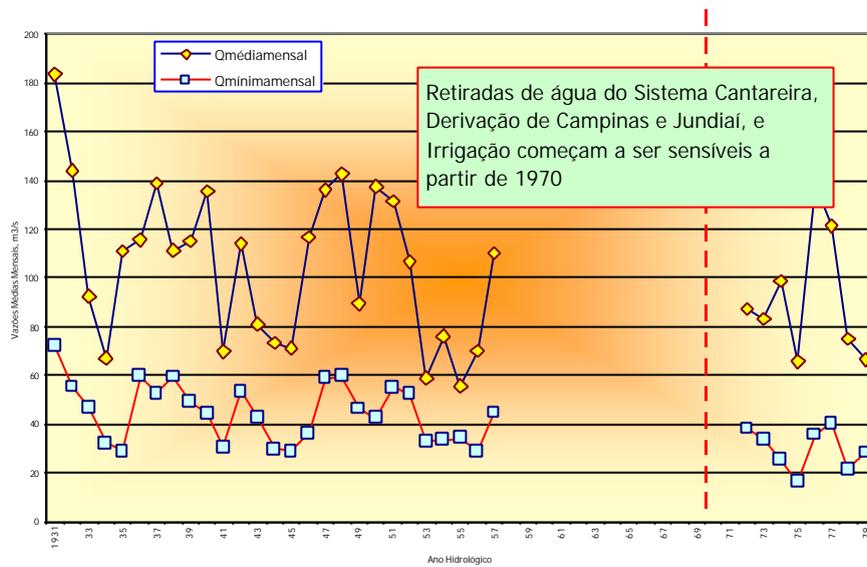
A localidade cogitada para a instalação do empreendimento situa-se na margem esquerda do rio Piracicaba à jusante da confluência dos rios Atibaia e Jaguari, em área onde existe atualmente uma pequena usina termoelétrica pertencente a CPFL, cerca de 1000 m a jusante da foz do ribeirão Quilombo, e distante aproximadamente 800 m do lançamento do efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos de Americana.

A área de drenagem total nesse local é de 7.578 km² e a área remanescente(descontando-se as áreas de contribuição do Sistema Cantareira), de 5.645 km²(Figura 2.16).

O posto fluviométrico de Carioba, de início pertencente a CPFL, e posteriormente ao DAEE/CTH, operou de 1930 a 1979, mas com falhas no período 1958-1970(Tabela 2.37). Os seus dados, quando correlacionados com os dos demais postos fluviométricos, não apresentam consistência, possivelmente devido à influência principalmente da operação da Usina de Salto Grande, e todos os estudos efetuados para a bacia do Piracicaba costumam ignorar os dados deste posto.

O Banco de dados Fluviométricos do DAEE/CTH contém essas informações, que então tabuladas no quadro e no fluviograma a seguir, em função do ano hidrológico(outubro a setembro). Apesar das deficiências dos dados deste posto, tratam-se de “valores observados” e julgou-se oportuno apresentá-los aqui, para fins comparativos com as estimativas de vazões mínimas adiante apresentadas, decorrentes de estudos de regionalização.

Figura 2.16 Área de Drenagem Natural = 7578 Km² – Rio Piracicaba em Carioba



Fonte: Banco de Dados Fluviométricos, DAEE/CTH, 1997

Tabela 2.37 Vazões Médias Mensais e Anuais em Carioba, rio Piracicaba.

Rio PIRACICABA em Carioba, Área de Drenagem = 7578 km2															
Período de dados disponíveis = 1930 a 1979, com falhas no período 1958-1970															
Ano Hidrológ	Vazão Média Mensal em m3/s												Médias Anuais		
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Média	Máx	Min
1929/30				169,74	254,41	163,01	110,23	82,04	69,63	62,73	51,50	55,97			
1931	84,27	75,17	191,66	212,11	530,91	316,34	237,31	159,14	124,69	97,78	72,35	101,13	183,57	530,91	72,35
32	91,70	92,85	253,20	269,00	219,15	214,29	128,50	131,31	122,72	81,46	69,25	55,37	144,07	269,00	55,37
33	67,76	65,85	198,91	164,94	136,78	109,70	75,65	78,94	60,45	54,16	46,86	48,00	92,33	198,91	46,86
34	53,76	45,30	77,67	137,92	120,46	98,55	70,36	50,06	44,50	36,81	32,08	37,98	67,12	137,92	32,08
35	40,96	28,91	225,33	100,55	249,61	199,03	137,84	87,33	76,81	59,72	53,57	72,49	111,01	249,61	28,91
36	163,39	101,32	102,98	137,15	138,99	243,37	133,58	86,93	64,75	59,68	75,22	80,32	115,64	243,37	59,68
37	57,26	82,80	252,26	329,25	202,50	152,55	171,99	124,78	105,11	72,65	63,74	52,73	138,97	329,25	52,73
38	97,01	133,73	185,96	192,38	141,05	136,12	101,43	89,19	73,06	59,38	61,96	65,97	111,44	192,38	59,38
39	121,04	97,02	147,02	220,49	194,31	130,96	117,22	103,02	81,08	66,01	53,01	48,99	115,01	220,49	48,99
40	49,32	66,68	114,40	239,38	448,14	229,32	137,07	105,13	80,81	62,09	51,73	44,26	135,69	448,14	44,26
41	54,00	96,17	98,04	120,66	71,74	78,27	65,18	43,36	42,00	45,46	30,48	93,62	69,92	120,66	30,48
42	113,19	107,31	152,81	142,29	171,46	185,60	136,53	90,28	77,50	80,93	56,80	53,28	114,00	185,60	53,28
43	44,94	51,81	78,38	117,76	145,71	173,88	99,49	65,96	60,50	47,28	42,78	43,84	81,03	173,88	42,78
44	65,23	75,01	81,83	94,61	96,88	176,86	80,69	56,62	45,99	42,52	33,90	29,66	73,32	176,86	29,66
45	28,69	61,16	52,07	68,17	167,80	80,10	63,27	55,95	109,87	78,62	46,90	39,92	71,04	167,80	28,69
46	36,35	99,84	126,21	294,62	210,36	174,84	129,20	82,99	74,48	75,52	54,18	42,06	116,72	294,62	36,35
47	62,66	58,85	74,01	211,26	293,28	325,38	151,14	111,81	91,67	83,10	72,48	96,32	136,00	325,38	58,85
48	96,10	88,28	204,68	215,06	235,85	273,69	163,57	117,48	97,53	85,40	73,47	59,71	142,57	273,69	59,71
49	60,41	61,95	79,87	112,39	179,57	159,15	116,10	76,23	64,78	65,09	52,10	46,30	89,50	179,57	46,30
50	42,64	53,08	156,94	170,80	407,33	239,00	188,50	116,37	88,72	72,72	59,95	55,99	137,67	407,33	42,64
51	63,81	88,98	153,84	265,04	247,14	249,64	148,02	99,17	82,32	70,18	56,53	54,99	131,64	265,04	54,99
52	52,41	62,14	108,52	132,76	228,53	219,93	119,58	80,03	103,29	66,68	53,57	53,43	106,74	228,53	52,41
53	54,56	70,39	68,81	79,82	76,11	67,38	84,14	46,75	50,91	43,32	32,88	33,12	59,02	84,14	32,88
54	36,79	42,26	65,79	127,72	174,17	113,14	75,29	90,96	62,13	52,47	38,28	33,41	76,03	174,17	33,41
55	34,65	37,07	52,18	119,63	69,22	106,36	62,52	41,00	38,50	36,69	34,23	34,55	55,55	119,63	34,23
56	28,71	48,69	89,08	94,01	82,44	89,45	56,99	82,42	82,62	57,66	77,49	51,62	70,10	94,01	28,71
57	47,32	44,55	51,52	215,96	204,24	209,88	142,07	90,28	75,14	73,27	61,39	104,91	110,04	215,96	44,55
58	64,20	94,20	122,72	170,97	237,65	200,77	???	???	???	???	???	???			
59	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
60	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
61	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
62	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
63	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
64	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
65	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
66	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
67	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
68	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
69	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
70	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???	???			
71	???	???	???	82,42	38,10	75,87	57,81	41,08	79,75	49,71	32,54	30,88			
72	82,05	57,67	85,17	159,55	188,53	122,84	88,27	60,20	49,12	59,24	55,31	38,19	87,18	188,53	38,19
73	102,26	83,79	83,45	125,07	140,71	102,00	109,64	68,46	53,61	53,38	40,37	33,72	83,04	140,71	33,72
74	52,31	94,18	137,79	245,08	134,81	138,95	111,81	68,98	84,98	54,68	35,84	25,31	98,73	245,08	25,31
75	40,89	52,72	102,43	127,95	173,40	95,24	58,30	40,33	31,18	29,78	19,56	16,30	65,67	173,40	16,30
76	35,65	51,69	125,36	115,87	211,19	181,27	137,92	134,00	173,12	183,02	136,00	170,23	137,94	211,19	35,65
77	146,44	161,90	176,97	200,33	176,73	111,28	153,69	87,91	101,78	47,23	40,22	53,77	121,52	200,33	40,22
78	54,65	76,05	185,66	134,85	78,94	106,03	48,50	46,69	65,81	53,56	26,59	21,53	74,91	185,66	21,53
79	28,12	98,15	87,68	87,50	84,82	73,55	57,55	77,62	46,52	42,45	54,87	57,78	66,38	98,15	28,12
1979/80	70,12	71,67	99,74												
Média	65,56	75,11	125,70	163,29	188,50	161,15	111,54	82,99	76,69	63,85	52,70	55,07	102,60	221,43	41,42
Máxima	163,39	161,90	253,20	329,25	530,91	325,38	237,31	159,14	173,12	183,02	136,00	170,23	183,57	530,91	72,35
Minima	28,12	28,91	51,52	68,17	38,10	67,38	48,50	40,33	31,18	29,78	19,56	16,30	55,55	84,14	16,30

Fonte: Banco de Dados Fluiiométricos, DAEE/CTH, 1997(Com ajustes na Área de Drenagem)

a) Estudo das Disponibilidades Hídricas Naturais

Para efeito deste estudo, utilizou-se a metodologia de regionalização de vazões, visando à avaliação das vazões mínimas de sete dias consecutivos, para período de retorno de 10 anos, e das vazões com 95% de permanência no tempo, conhecidas respectivamente como $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$.

O procedimento adotado é o proposto no “Estudo de Regionalização de Vazões”, elaborado e adotado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE na análise dos pedidos de outorgas para captações de água. Este estudo baseou-se nos totais anuais precipitados em 444 postos pluviométricos, com a elaboração de carta de isoietas do Estado, e em séries de descargas mensais observadas em 219 estações fluviométricas, bem como, em séries históricas de vazões diárias de 88 postos fluviométricos de todo o Estado de São Paulo.

São determinados os seguintes valores característicos para os cursos d’água nas seções selecionadas:

Q_m	= Vazão média plurianual;
$Q_{7,10}$	= Vazão mínima, média de 7 dias, e período de retorno de 10 anos;
Q_{95}	= Vazão de permanência de 95% do tempo;
$Q_{30,10}$	= Vazão mínima, média de 30 dias, e período de retorno de 10 anos.

Esses valores foram estimados considerando-se as precipitações médias plurianuais variando entre 1200 mm e 1300 mm, obtidas da carta de isoietas (constante do estudo de regionalização empregado).

Para a seção estudada no rio Piracicaba, as vazões foram estimadas efetuando-se os cálculos de regionalização de vazões para as bacias do Atibaia, do Jaguarí (ambas para as áreas situadas à jusante do Sistema Cantareira), do ribeirão Quilombo e do Piracicaba (área intermediária entre a confluência do Jaguarí e Atibaia até a seção em estudo), obtendo-se, então, os seguintes resultados apresentados nas Tabelas 2.38, a seguir.

Tabela 2.38 Vazões Remanescentes Estimadas em Carioba

Bacia	Área Remanescente (km ²)	Q _m (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Atibaia	2.120	25,4	7,3	11,0
Jaguari	3.090	37,7	9,1	13,7
Quilombo	387	3,3	0,7	1,2
Piracicaba (trecho intermediário)	48	0,3	0,1	0,1
R. Piracicaba, em Carioba:				
Vazão remanescente(natural):	5.645	66,7	17,2	25,9
Com mais 4 m ³ /s do S. Cantareira:		70,7	21,2	29,9

Adotando-se os valores estimados pelo Consórcio HIDROPLAN para as demais seções do rio Piracicaba, as disponibilidades hídricas superficiais ao longo dos pontos principais deste rio são apresentados na Tabela 2.39, a seguir.

Tabela 2.39 Vazões Remanescentes Naturais em Outras Seções do rio Piracicaba

Rio	Seção	AD total, km ² *	Vazões Remanescentes, m ³ /s		
			Q _{média}	Q _{7,10}	Q _{7,10 + ? q}
Atibaia	Na foz	2.823	25,4	7,3	10,3
Jaguari	Na foz	4.320	37,5	9,1	10,1
Piracicaba	Carioba**	7.578	66,7	17,2	21,2
Piracicaba	Piracicaba	8.900	77,2	19,7	23,7
Piracicaba	Artemis	10.881	102,7	25,3	29,3
Piracicaba	Foz no Tietê	12.505	124,2	30,1	34,1

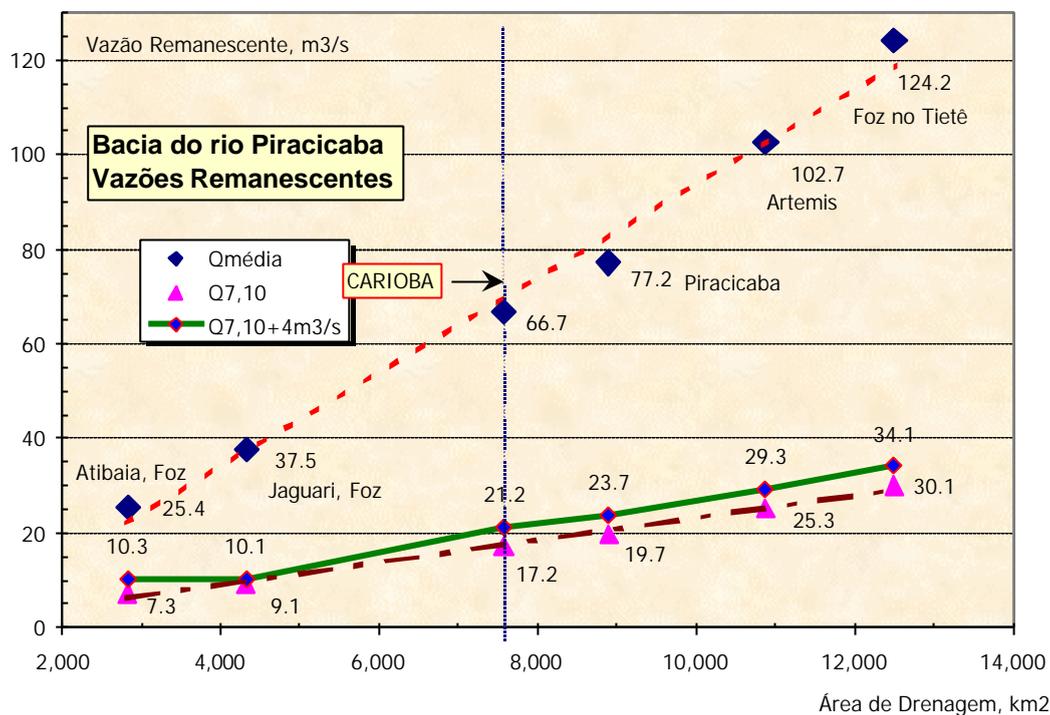
* = Alguns valores adotados pelo Consórcio HIDROPLAN foram atualizados.

** = Adotados os valores estimados no presente relatório.

?q = Vazões liberadas para jusante do Sistema Cantareira, sendo 3 m³/s no rio Atibaia, 1 m³/s no rio Jaguari e 4 m³/s no rio Piracicaba.

A Figura 2.17, a seguir, apresenta graficamente esses mesmos resultados, podendo-se observar também a tendência geral entre os valores calculados.

Figura 2.17 Vazões Remanescentes em Seções do Rio Piracicaba



b) Influência de Usos consuntivos dos usuários situados à montante de Carioba

As disponibilidades hídricas estimadas no item anterior referem-se a situações naturais da bacia hidrográfica remanescente do rio Piracicaba na localidade de Carioba. Esses valores mostram que em condições naturais (considerando a área remanescente e as vazões médias liberadas pelo Sistema Cantareira), a $Q_{7,10}$ é da ordem de 21,2 m³/s em Carioba, indicando a aparente disponibilidade hídrica neste ponto da bacia.

Todavia, quando se considera o balanço hídrico entre as inúmeras captações de água, os lançamentos existentes à montante do empreendimento, e a disponibilidade de água natural, verifica-se que nas épocas críticas de estiagem, o saldo líquido de água no rio Piracicaba será bem menor. Com a intensa utilização das águas desta bacia, as perdas hídricas decorrentes dos usuários situados à montante de Carioba são substanciais.

Para a avaliação dessas perdas é necessário dispor-se de dados de localização física de cada um dos usuários, desde as nascentes dos rios Atibaia e Jaguari até a seção de referência em Carioba.

Os usuários de água da bacia do rio Piracicaba à montante de Carioba, e as respectivas perdas decorrentes do uso consuntivo foram estimados com base nas informações do cadastro do DAEE e estão apresentados no Anexo 2, para cada uma das 4 Sub-bacias principais da bacia. Incluem-se nesta relação as transferências de águas para as bacias vizinhas, como as das captações de Campinas, Jundiá e Limeira, que representam perdas hídricas na seção de Carioba, do rio Piracicaba.

As perdas à montante de Carioba, para cada uma das quatro sub-bacias, foram então estimadas conforme apresentados na Tabela 2.40, a seguir:

Tabela 2.40 Usos Consuntivos de Água à Montante de Carioba

Rio	m ³ /h	l/s
Camanducaia	-3.349	-930
Jaguarí	-15.707	-4.363
Atibaia	-13.787	-3.830
Piracicaba	-803	-223
Soma	-33.646	-9.346

Estas perdas reduzem substancialmente as disponibilidades hídricas do rio Piracicaba, em Carioba, resultando, por conseguinte, os seguintes valores, apresentados na Tabela 2.41, a seguir:

Tabela 2.41 Disponibilidade Hídrica Natural e Efetiva na Seção de Carioba

Vazão	Uso Consuntivo, m ³ /s	Disponibilidades Hídricas em Carioba, (m ³ /s)	
		Naturais	Efetivas
Média Plurianual (Q _m)	9,3	70,7	61,4
Mínima, Q ₉₅	9,3	29,9	20,6
Mínima, Q _{7,10}	9,3	21,2	11,9

Como se pode verificar, as perdas de água acumuladas até a seção do empreendimento chegam a representar 44% de Q_{7,10} ou 31% de Q_{95%}.

Por fim, deve-se ressaltar que os valores acima foram avaliados mediante a hipótese de liberação, à jusante das barragens do Sistema Cantareira, de vazões médias constantes. Conforme já mencionado anteriormente, na prática tal fato não ocorre, e nas estiagens, a SABESP tem liberado vazões para jusante maiores que essas médias, e sempre de acordo com critérios estabelecidos de comum acordo com o Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico do CBH-PCJ. A hipótese aqui adotada, de vazões médias constantes para jusante das barragens da SABESP, embora não retrate a prática corrente, é uma hipótese de cálculo pessimista, e portanto a favor de segurança.

A esse respeito vale mencionar que os estudos existentes para a bacia do rio Piracicaba, baseados em modelos matemáticos de simulação de reservatórios, demonstram que dependendo das hipóteses de reversões para São Paulo e de vazões a serem garantidas em determinadas seções do rio Piracicaba, o acréscimo de vazões, nas estiagens, pode representar um acréscimo de vazões de 40% a 55% sobre essa hipótese pessimista acima adotada.

Constata-se que, na realidade, a vazão no rio Piracicaba, em épocas de estiagens, é muito mais condicionada por um agente externo ao empreendimento (no caso, a regra operacional da SABESP), podendo-se afirmar que a $Q_{7,10}$ é de pelo menos $11,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

c) **A criticidade hídrica na bacia do rio Piracicaba**

As demandas de água na bacia do rio Piracicaba, para os três principais usos (urbano, industrial e irrigação) foram apresentadas no item 2.5.3.4 e as disponibilidades hídricas, no item 2.5.4.1 -c deste estudo. A Tabela 2.42, a seguir, apresenta a comparação entre esses valores.

Tabela 2.42

Comparação entre as Disponibilidades e as Demandas na Bacia do Rio Piracicaba

Vazão disponível (m^3/s) na bacia (*)		Demandas (m^3/s)**
Qmédia	124,2	26,0 ~ 32,8
$Q_{7,10} + ?q$	34,1	

* = Valores estimados para toda a bacia hidrográfica remanescente (Ver item 4.1.3)..

?q = Vazões Médias liberadas para jusante do Sistema Cantareira ($4 \text{ m}^3/\text{s}$).

** = Usos urbano, industrial e irrigação (Ver item 3.4) segundo diferentes estudos existentes..

De acordo com critérios estabelecidos pelo Grupo Técnico de Planejamento, do Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI, do Estado de São Paulo, para análise das áreas degradadas, são consideradas áreas críticas quanto a utilização dos recursos hídricos quando a demanda total da área superar 50% da disponibilidade mínima ($Q_{7,10} + Q_{Regularizada}$).

Os valores acima apresentados mostram que na bacia do rio Piracicaba a relação entre a demanda total e a disponibilidade mínima variam de 76% a 96%, índice muito superior ao limite de 50% proposto pelo Grupo Técnico do CORHI, o que vem confirmar a criticidade hídrica desta bacia.

Este fato, aliado à realidade vivida pela bacia quanto à insuficiência de níveis de água nas tomadas de água, e a péssima qualidade das águas dos rios, fazem com que os representantes no CBH-PCJ sejam cautelosos quanto a qualquer tipo de novo empreendimento que demande água ou que tenha lançamentos de efluentes.

Este panorama para os horizontes futuros deverá se agravar se as medidas propostas no Plano de Bacia do CBH/PCJ não forem implementadas, principalmente a cobrança pelo uso d'água, com os princípios do usuário/pagador e poluidor/pagador, que podem reverter o quadro de tendências apresentado. No tópico sobre qualidade de água(5.5), a seguir, este aspecto será aprofundado.

2.5.4.2 **Águas Subterrâneas**

- **Características Gerais**

Na bacia do rio Piracicaba, o aproveitamento das águas subterrâneas tem sido incrementado nos últimos anos, através da perfuração de um número crescente de novos poços, principalmente para o auto-abastecimento, abastecimento público, seguido do consumo industrial.

O estudo do Instituto Geológico(1993) cadastrou, somente na região de Campinas, 672 poços, 90% dos quais foram perfurados entre 1970 e 1992. Na década de 70 perfuraram-se 218 poços, 188 na década de 80 e 83 poços apenas nos primeiros dois anos da década de 90. Do total de poços, 90% são de propriedade particular. Quanto aos usos, 40% destinam-se ao consumo humano, 26% ao uso industrial, 17% para uso agropecuário, 14% para uso comercial e 3% para uso recreativo.

Considerando-se a tendência de incremento observada na região de Campinas, o número atual de poços em operação na bacia do rio Piracicaba, Capivari e Jundiá pode ser estimado em aproximadamente 5.000. Tendo por base a vazão média extraída por poço (25,5 mil m³/ano), o volume extraído seria da ordem de 127 milhões m³/ano, ou seja, cerca de 16% das reservas exploráveis.

As profundidades mais freqüentes dos poços tubulares variam de 100 a 150 metros, podendo atingir 350m. Quanto a produtividade, 22% dos poços tem vazões entre 5 e 10 m³/h, e, em 38% dos casos os valores são inferiores a 5 m³/h.

- **Poços profundos No Sistema Aquífero Tubarão**

Foram levantados dados de alguns poços da região, com profundidades variando de 100 a 600 metros, os quais estão representados na Tabela 2.43.

Tabela 2.43 *Dados de Poços Existentes no Entorno da Área do Empreendimento*

Nº do poço	Coordenadas(UTM)		Profund. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	Vazão (m ³ /h)	Municípios
	N	E					
1	7521,18	238,11	510,00	142,74	231,68	11,30	Rio Claro
2	7502,75	253,55	579,00	31,73	92,46	73,60	Limeira
3	7520,75	237,00	550,00	114,00	188,05	39,60	Rio Claro
4	7512,17	247,80	610,50	115,90	260,00	36,00	Cordeirópolis
5	7515,20	239,20	281,00	60,00	90,00	60,00	Sta. Gertrudes
6	7481,60	261,34	415,00	14,75	187,87	9,10	Americana
7	7481,37	261,42	294,00	54,60	175,80	22,00	Americana
8	7481,67	260,90	300,00	25,50	182,07	7,92	Americana
9	7488,10	265,40	100,0	35,00	55,00	10,00	Americana
10	7487,05	266,50	153,00	28,00	100,00	3,50	Americana

Profund. = Profundidade do poço; N.E. = Nível Estático; N.D. = Nível Dinâmico.

Conforme pode ser observado nesta Tabela, as vazões dos poços apresentam-se extremamente variáveis, independentemente de suas profundidades. Também se observa que em diferentes localidades os poços apresentam a mesma dispersão quanto às vazões. Certamente nos poços que apresentaram maiores vazões houve uma coincidência entre os estratos ou estruturas geológicas mais favoráveis.

Pode-se aumentar essas chances de maiores vazões, fazendo-se um estudo estrutural detalhado da área de interesse, através de fotos aéreas ou imagens de sensoriamento remoto de alta resolução, associado a um estudo conjugado de poços existentes na região de Americana, o que deve ser objeto de etapas futuras caso a água subterrânea venha a ser cogitada como um dos mananciais a serem explorados pelo empreendedor.

De modo geral verifica-se que a água subterrânea é muito limitada em termos de volume, sendo viável apenas para fins potáveis, devendo-se compará-la com a utilização da rede pública local.

2.5.5 *Qualidade Das Águas na Bacia do Rio Piracicaba*

A caracterização da Qualidade da Água, visando o empreendimento da UGE-Carioba II, foi considerado no trecho do Rio Piracicaba compreendido entre o Reservatório de Americana, a cidade de Piracicaba, e o braço do reservatório de Barra Bonita, para evidenciar a pouca influência da cabeceira no final do rio. O início desse trecho recebe águas do rio Jaguari e do Reservatório de Americana, sendo que a qualidade da água após a confluência dos dois corpos d'água pode ser avaliada através dos resultados do ponto de monitoramento da PCAB02100, junto a captação de Americana, na localidade de Carioba. Desse ponto, até a localidade de Artemis, pode-se constatar, em cada posto de monitoramento, o reflexo da poluição causada pelos lançamentos de diversas fontes poluidoras.

2.5.5.1 Rede de Monitoramento da CETESB

Visando o controle e a utilização racional das águas doces superficiais, a CETESB iniciou em 1974 a operação da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores (rios e reservatórios) nos principais cursos d'água na Bacia do Piracicaba. Essa bacia pertence a UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá e nela o monitoramento é realizado em 13 estações de qualidade distribuídas ao longo de 5 rios e no braço do Piracicaba - Reservatório de Barra Bonita.

Os objetivos da Rede de Monitoramento da CETESB são:

- Avaliar a evolução da qualidade das águas interiores para cada ponto de amostragem;
- Propiciar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- Subsidiar o diagnóstico da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público, indústrias e irrigação, entre outros usos;
- Dar subsídio técnico para a elaboração dos Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, realizados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas;
- Identificar trechos de rios onde a qualidade d'água está mais degradada, para possibilitar ações preventivas e de controle, como a construção de ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) por parte do município responsável pela poluição ou a adequação de lançamentos industriais.

Portanto, essa rede de amostragem tem os objetivos necessários e suficientes para as finalidades deste estudo.

Os pontos de monitoramento de interesse para este diagnóstico são 8 (oito) e estão listados na Tabela 2.44, na qual são indicados o código do ponto de amostragem, o rio em que ele se encontra e a descrição aproximada de sua localização. A inclusão de um ponto do rio Jaguari (formador do Piracicaba) se deu pelo fato de suas características de qualidade refletirem-se de forma direta no ponto de Carioba. O ponto do rio Atibaia (outro formador do rio Piracicaba) não foi incluído, pois situa-se a montante do reservatório de Americana, que depura as águas, e por isso não serve como referência ou comparação com Carioba.

- Cobre Nitrogênio Nitrato
- Coliformes Nitrogênio Nitrito
- Coloração da Água Nitrogênio Total
- Condutividade Específica Ortofosfato Solúvel
- Cromo Total Oxigênio Dissolvido (OD)
- Demanda Química de Oxigênio (DQO) PH
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})
Resíduo Total
- Fenóis Surfactantes
- Ferro Total Temperatura
- Fósforo Total Turbidez
- Manganês Zinco

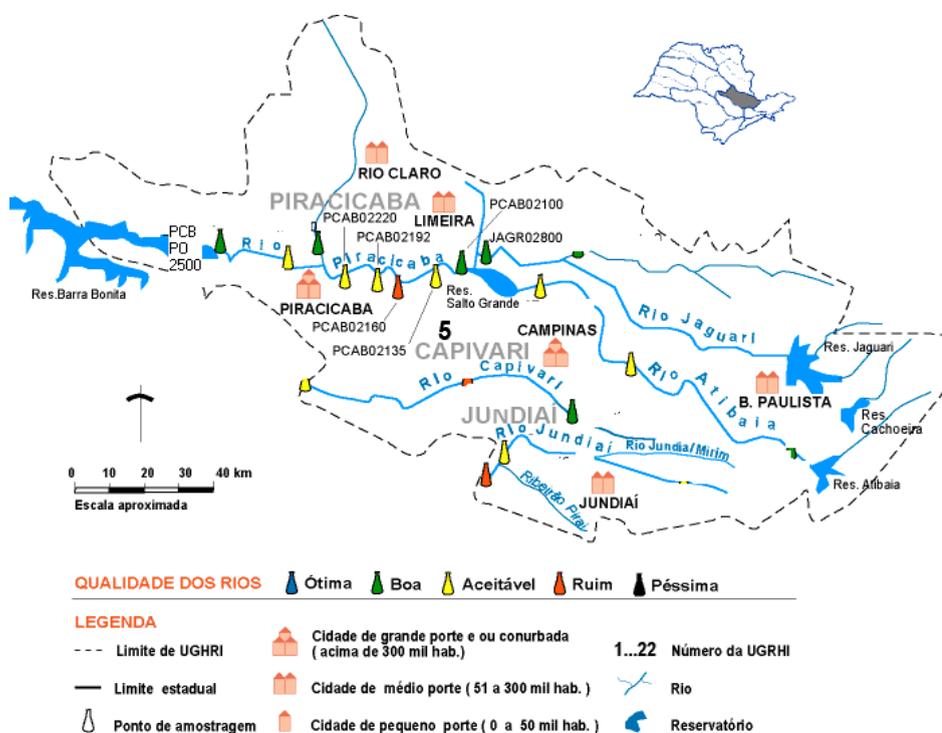
Para cada um desses parâmetros foram definidos limites de concentração ou Padrões da Classe, que devem ser obedecidos, em função da classe em que está enquadrado o rio. Nesse estudo tanto o rio Jaguari como o Piracicaba, em toda sua extensão, são enquadrados na **classe 2**.

Adicionalmente visando sintetizar os dados de qualidade das águas, a CETESB vem utilizando, desde 1974, o IQA - Índice de Qualidade das Águas, adaptado do índice desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, em 1970, nos Estados Unidos. Este índice incorpora 9 parâmetros que foram escolhidos pelos diferentes especialistas que o desenvolveram, como sendo os mais relevantes para serem incluídos na avaliação das águas destinadas ao *abastecimento público*. De forma que a qualidade da água bruta pode ser classificada de acordo com as faixas de valores do índice, da seguinte forma:

	Qualidade ÓTIMA - IQA 80 a 100 ;
	Qualidade BOA - IQA 52 a 79 ;
	Qualidade ACEITÁVEL - IQA 37 a 51 ;
	Qualidade RUIM - IQA 20 a 36 e
	Qualidade PÉSSIMA - IQA 0 a 19 .

Na Figura 2.18 encontra-se indicada a localização dos pontos de monitoramento da CETESB, bem como o IQA representativo do ano de 1998.

Figura 2.18 *Localização dos Pontos de Monitoramento da CETESB - IQA Ano de 1998*



Fonte : CETESB, 1998

- ***Avaliação dos Dados da Rede de Monitoramento da CETESB no Trecho da Área do Empreendimento***

Segundo a CETESB (1999), os estudos de evolução temporal, em cada ponto de amostragem, relativo aos últimos dez anos, mostram que não existe uma tendência definida, de queda ou de crescimento, para os principais parâmetros sanitários: oxigênio dissolvido(OD), DBO, coliformes fecais, fósforo total e resíduo não filtráveis. Ressalta-se contudo que os parâmetros fósforo total e de coliformes fecais tem se apresentado em desacordo com os padrões da classe 2, ao longo de todo o período, e salienta que a média móvel do IQA no ponto PCAB02800, no rio Piracicaba, que controla toda a bacia, tem caído desde 1995.

A partir da análise dos últimos 3 (três) anos de amostragem (1997, 1998 e 1999) observou-se no ponto PCAB02100, no rio Piracicaba (Figura 2.19) que a DBO manteve-se entre 2 e 3 mg/l, o OD entre 4 e 6 mg/l, com a agravante de ter decaído até 2 mg/l, em novembro de 1999. O Nitrogênio total manteve-se na faixa de 1 a 2 mg/l, com picos nas épocas secas, tendo apresentado os menores valores no ano de 1999. O Fósforo total manteve-se na faixa de 0,05 a 0,15 mg/l (valores altos face ao padrão 0,025 mg/l). Os Coliformes fecais situaram-se entre 10^3 e 10^4 NMP/100ml (desrespeitando a classe 10^3 NMP/100ml) evidenciando a poluição urbana. O IQA manteve-se entre 45 e 65, portanto qualificando, as águas entre aceitáveis e boas.

Igualmente, no mesmo período, o ponto PCAB02135 (Figura 2.20), a jusante dos ribeirões Quilombo e Tatu, apresentou a DBO entre 3 e 11 mg/l, a OD entre 1 e 4 mg/l, o Nitrogênio entre 2 e 4 mg/l, o Fósforo entre 0,2 e 0,3 mg/l e os coliformes fecais entre 10^4 e 10^7 NMP/100ml. O IQA em 1998 e 1999 variou entre 25 e 48, qualificando as águas entre ruins e aceitáveis.

O ponto PCAB02160 (Figura 2.21) entre 1997 e 1999, apresentou a DBO entre 4 e 6 mg/l, a OD entre 1 e 4 mg/l, com os valores maiores nos meses chuvosos e os menores nos meses secos, o Nitrogênio entre 2 e 3,5 mg/l, o Fósforo entre 0,2 e 0,4 mg/l, com picos nos meses secos e mínimos nos meses chuvosos, e os coliformes fecais entre 10^4 e 10^6 NMP/100ml. O IQA em 1998 e 1999 variou entre 30 e 45, qualificando as águas entre ruins e aceitáveis.

No mesmo período, 1997 a 1999, o ponto PCAB02192 (Figura 2.22), a jusante dos córregos da Geada e Tijuco Preto, apresentou a DBO na faixa de 4 mg/l, a OD entre 1 e 4 mg/l, o Nitrogênio entre 2 e 4 mg/l, o Fósforo entre 0,2 e 0,45 mg/l e os coliformes fecais entre 10^3 e 10^6 NMP/100ml. O IQA em 1998 e 1999 variou entre 30 e 48, qualificando as águas entre ruins e aceitáveis.

O PCAB02220 (Figura 2.23), representando a captação de Piracicaba, a jusante dos ribeirões Cachoeira e Piracica-Mirim, apresentou a DBO entre 4 e 6 mg/l, a OD entre 1 e 4 mg/l, com os valores maiores nos meses chuvosos e os menores nos meses secos, o Nitrogênio entre 1 e 4,5 mg/l, o Fósforo entre 0,1 e 0,4 mg/l e os coliformes fecais entre 10^4 e 10^6 NMP/100ml. O IQA em 1998 e 1999 variou entre 30 e 50, qualificando as águas entre ruins e aceitáveis.

O PCAB02800 (Figura 2.24) jusante do ribeirão Guamium e o rio Corumbataí, reflete uma melhora apenas nas condições de oxigenação. Neste ponto a DBO apresentou-se entre 4 e 12 mg/l, a OD entre 1 e 6 mg/l, sendo que nos últimos meses de 1999 atingiu até 1 mg/l, o Nitrogênio entre 1,5 e 4,5 mg/l, o Fósforo entre 0,1 e 0,5 mg/l e os coliformes fecais entre 10^3 e 10^6 NMP/100ml. O IQA, em 1998 e 1999, variou entre 32 e 52, qualificando as águas entre ruins e aceitáveis.

O PCAB02500 (Figura 2.25), no braço do reservatório de Barra Bonita, reflete uma melhora nas condições de oxigenação e DBO. Esta estação apresentou a DBO entre 1 e 7mg/l, o OD entre 3 e 11 mg/l, sendo que na maior parte do tempo superior a 5mg/l. O Nt situou-se entre 0,8 e 2,3mg/l, o Pt entre 0,04 e 0,2 mg/l e o Coliformes Fecais entre 20 e 700 NMP/100ml. O IQA em 1998 e 99 variou entre 69 89, qualificando as águas entre boas e ótimas.

Figura 2.19 *Dados de Monitoramento da Estação PCABO2100, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA.*

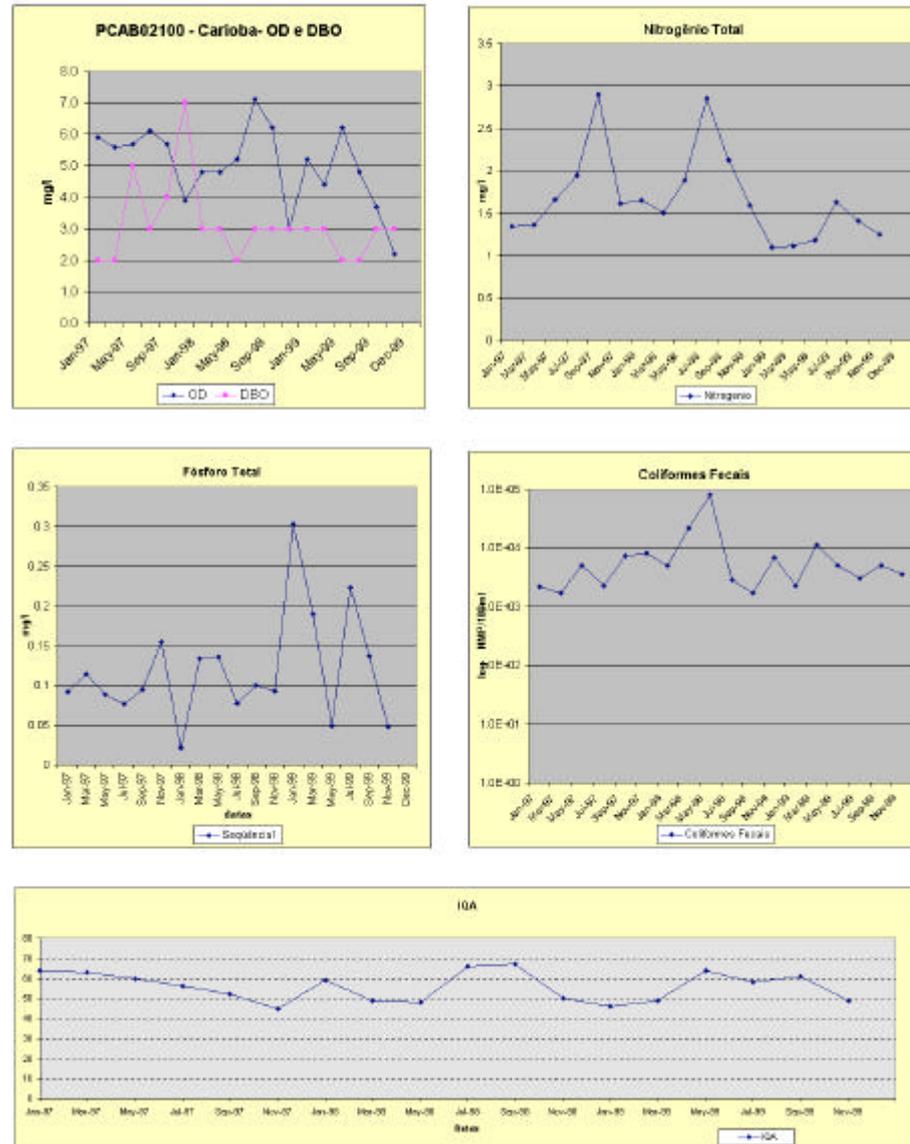


Figura 2.20 *Dados de Monitoramento da Estação PCABO2135, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA*

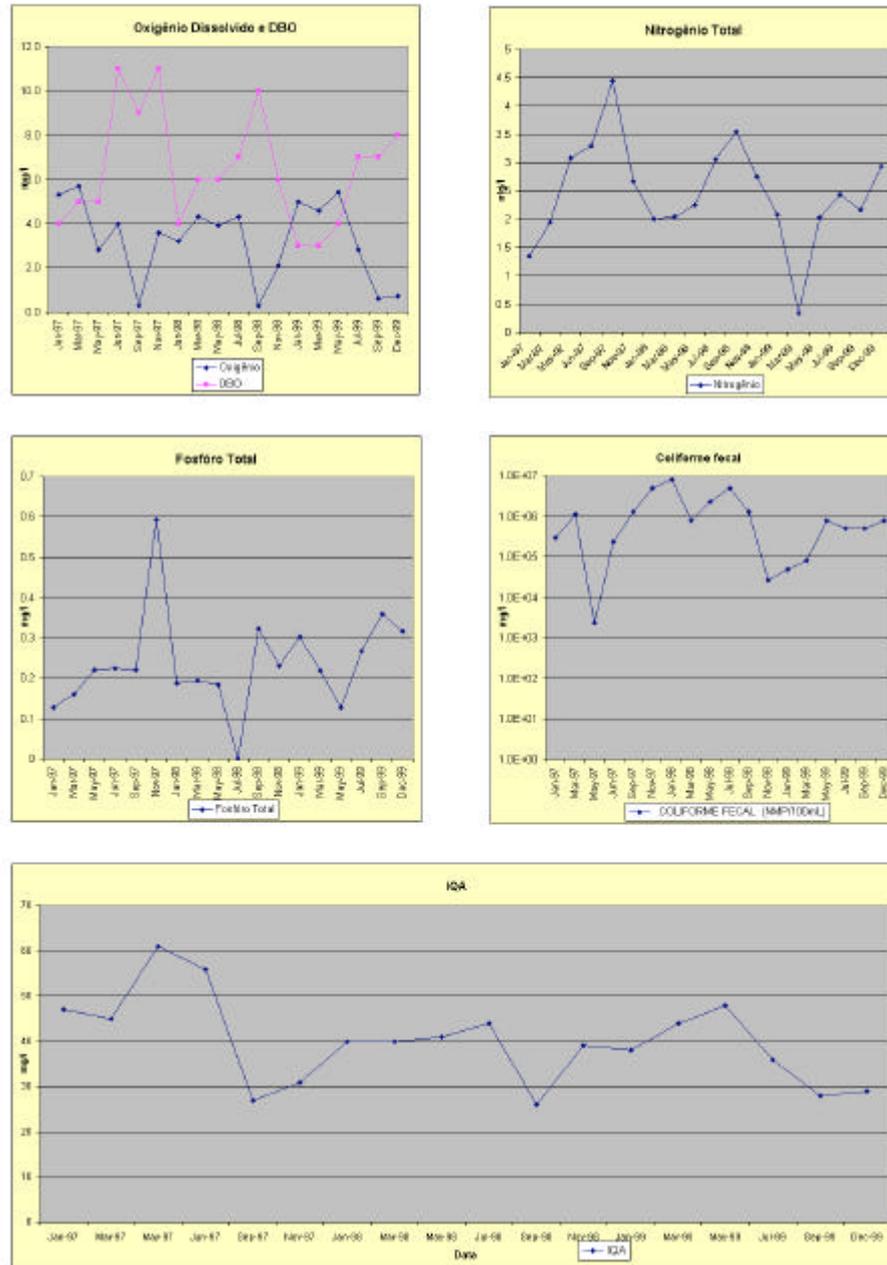


Figura 2.21 *Dados de Monitoramento da Estação PCABO2160, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA*

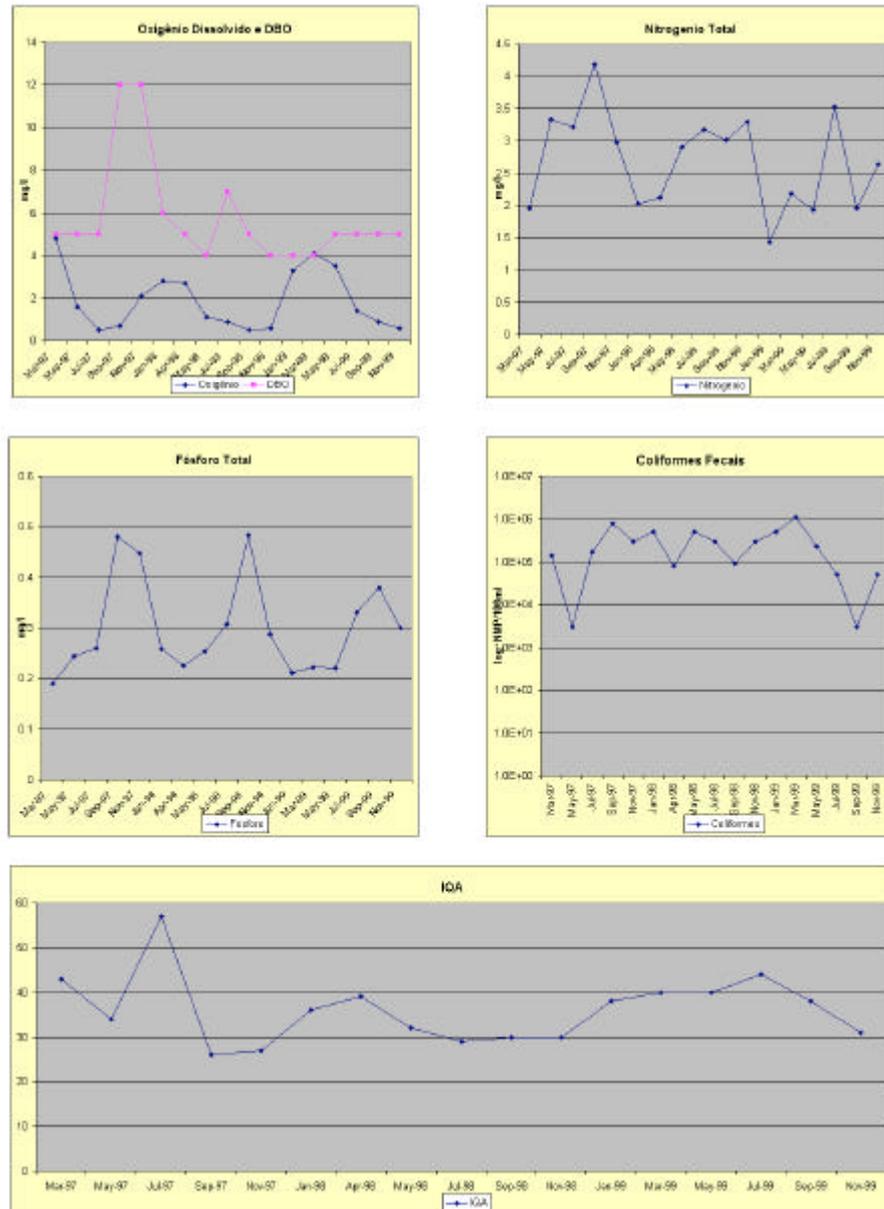


Figura 2.22 *Dados de Monitoramento da Estação PCABO2192, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA*

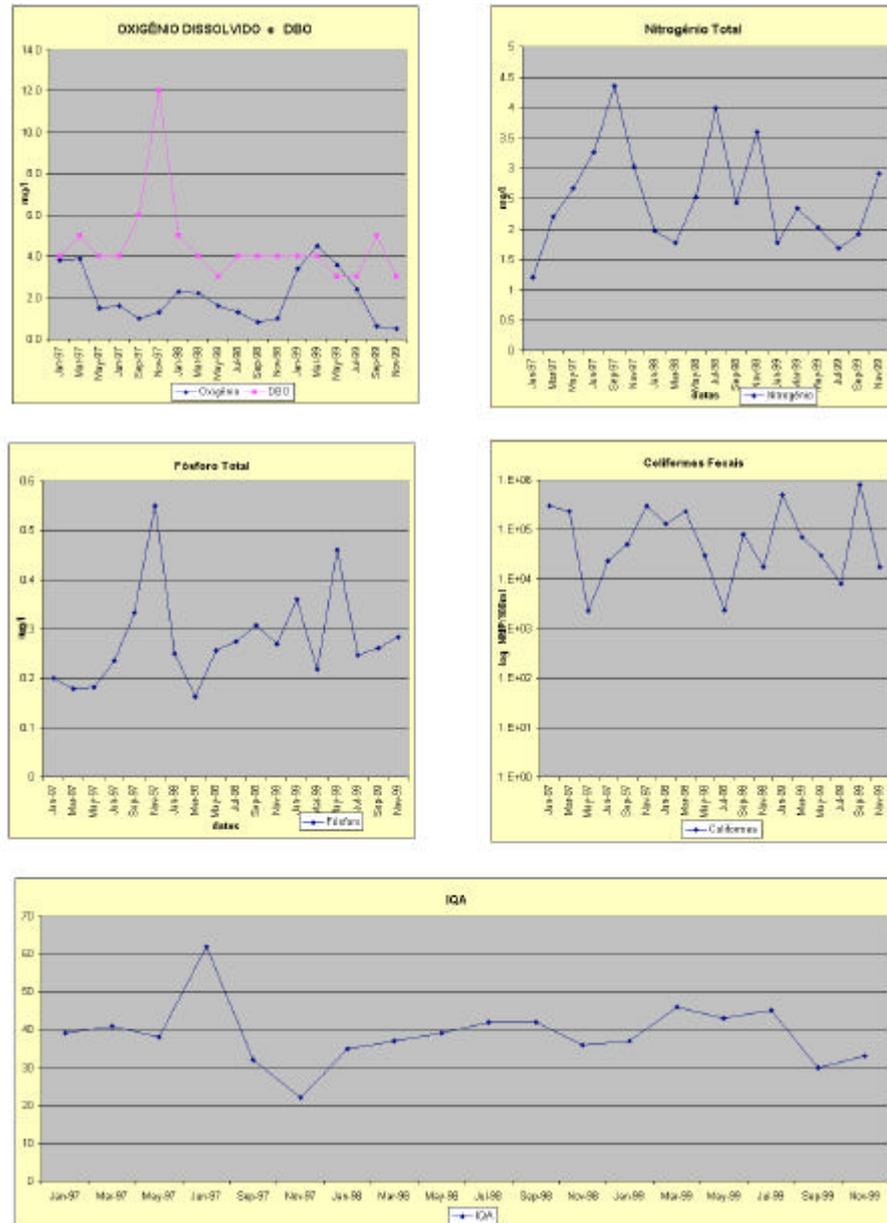


Figura 2.23 **Dados de Monitoramento da Estação PCABO2220, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA**

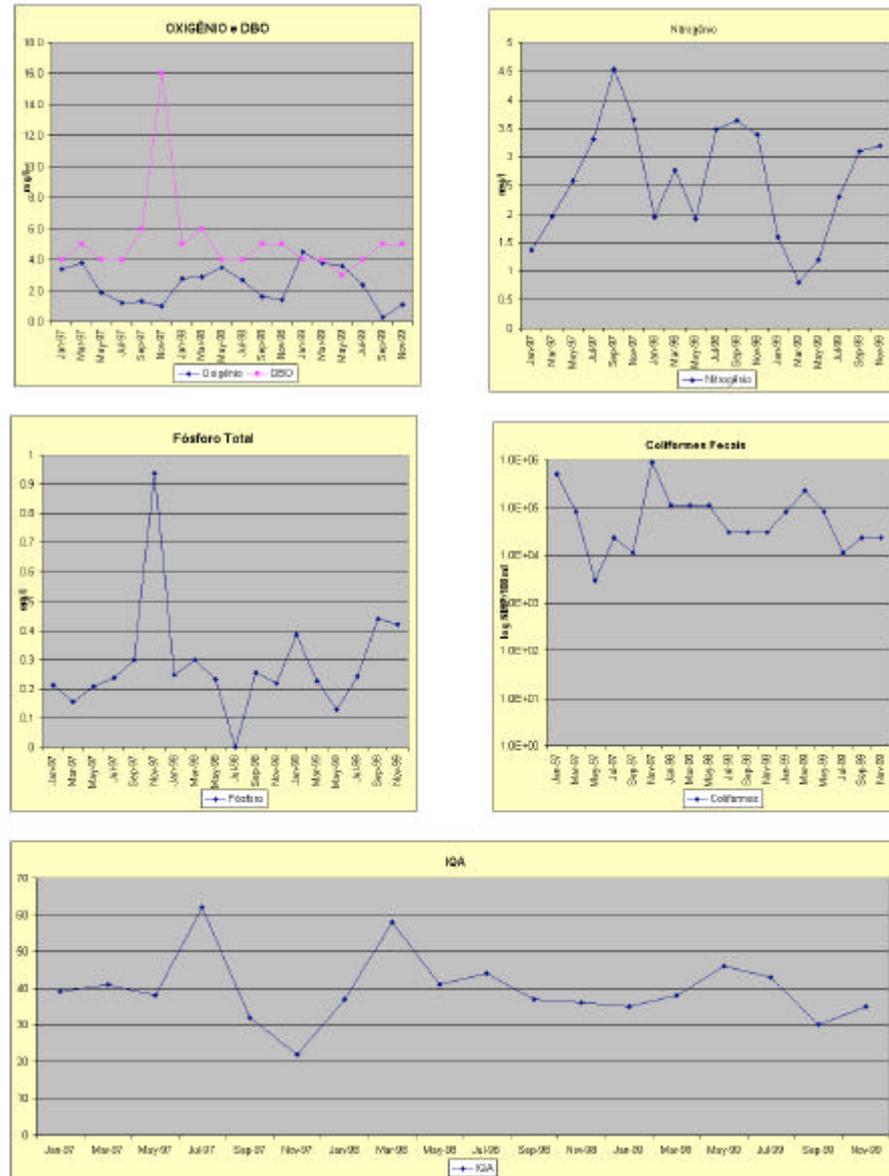


Figura 2.24 **Dados de Monitoramento da Estação PCABO2800, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA**

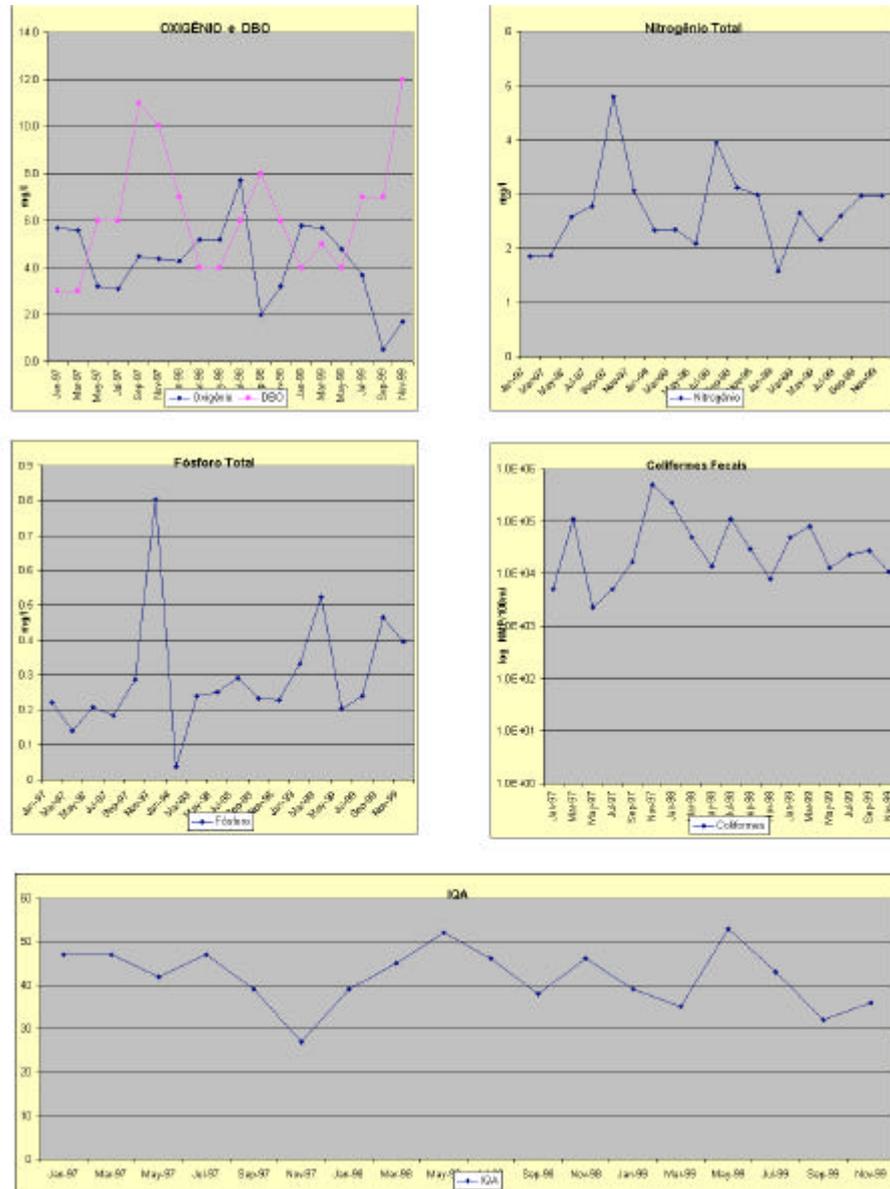
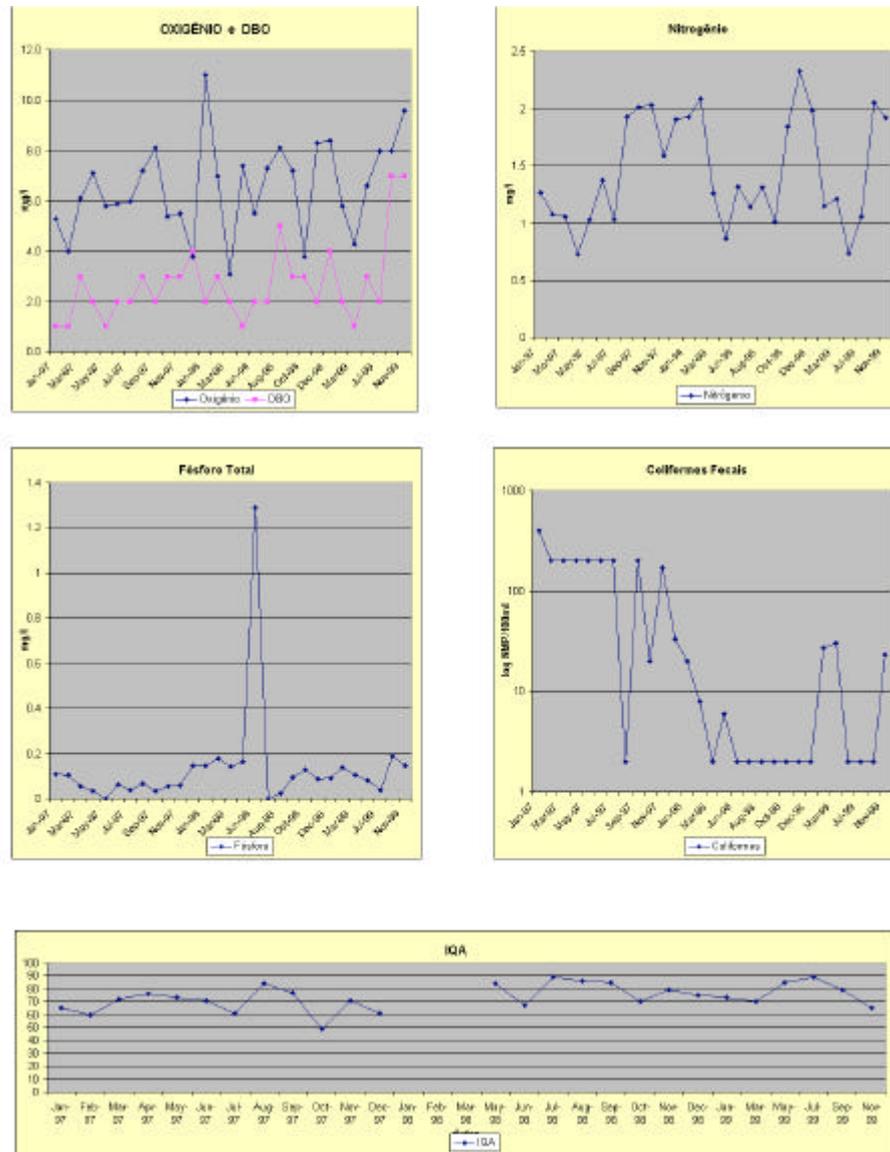


Figura 2.25 *Dados de Monitoramento da Estação PCABO2500, com Referência a OD, DBO, Nt, Pt, Coliformes e IQA*



Ainda segundo a CETESB (1999), com referencia aos dados de monitoramento, observa-se que a análise espacial, ao longo do rio Piracicaba, mostrou um agravamento na qualidade das águas mensurados pela DBO, fósforo total e residuo não filtrável, principalmente após o ribeirão Quilombo. Esse ribeirão atravessa Campinas, Sumaré e Americana e tem sua qualidade fortemente prejudicada pelas descargas destes municípios.

Em uma análise considerando apenas os últimos 3 (três) anos (1997, 1998 e 1999), observando os valores médios para 10% e 90% dos dados (Tabela 2.45 e Figura 2.26), verifica-se para o OD o valor de 7 mg/l (variando de 6 a 8 mg/l) no ponto JARGR02800 (Jaguari). Ao receber as águas da represa de Americana e a poluição incremental da área até Carioba, PCAB02100, o OD reduz-se para 5 mg/l (variando de 3,5 a 6 mg/l). A jusante deste ponto, recebendo as cargas dos ribeirões Quilombo e Tatu (vide PCAB02135) o OD diminui para 3 mg/l (variando de 0,5 a 5 mg/l). Recebendo ainda a poluição do ribeirão do Toledos (vide PCAB02160), o OD diminuiu para 2 mg/l (variando de 0,5 a 4,2 mg/l). Após receber os ribeirões Geada e Tijuco Preto (vide PCAB02192), o OD permaneceu igualmente ruim, com 2 mg/l (variando de 0,8 a 3,8 mg/l), para daí em diante o processo de reaeração começar a prevalecer, conduzindo, após os ribeirões Cachoeira e Piracica-Mirim, na captação de Piracicaba, no ponto PACA02220, a um nível de OD de 2,2 mg/l (variando de 1 a 3,8 mg/l). Na seqüência, após o ribeirão Guamium e o rio Corumbataí (vide PCAB02800), o OD se eleva para 4 mg/l (variando de 2 a 5,8 mg/l) até atingir o braço do reservatório (PCAB02500), onde a grande lâmina d'água eleva o valor de OD para 6,5 mg/l (variando de 4 a 8 mg/l).

O nível de DBO, apresenta-se baixo no rio Jaguari (2 mg/l), com pequena elevação até Carioba (3mg/l) e cresce muito após receber os ribeirões Quilombo e Tatu (6mg/l), no PCAB02135, mantendo-se praticamente estável (5,8 mg/l) mesmo após o ribeirão dos Toledos (PCAB02160). Até o ponto PCAB02192, a DBO sofre pequena redução (4,3 mg/l) e daí até o PCAB02800, eleva-se novamente ate 6 mg/l . Nova queda é verificada no braço do Reservatório de Barra Bonita(PCAB02500), onde a lâmina atinge 2 mg/l.

O fósforo total em Carioba apresenta-se com valor elevado (0,12 mg/l) e, nos pontos seguintes, atinge valores mais elevados ainda, sendo que os valores médios nos pontos de amostragem variam de 0,25 a 0,30 mg/l. Apenas no reservatório ele diminui novamente para 0,14 mg/l, que ainda é muito alto.

Os coliformes fecais, de forma geral, apresentam-se com valores entre 104 e 106 NMP/100ml, observando-se picos após o recebimento dos ribeirões Quilombo e Tatu.

Tabela 2.45 Valores Estatísticos Referidos aos Anos de 1997, 1998 e 1999

DADOS DE	PADRÃO DE QUALIDADE CONAMA 20/8	JAGR0280			PCAB0210			PCAB0213			PCAB0216		
		10%	Média	90%									
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	5.0	5.78	6.87	7.95	3.49	5.03	6.20	0.51	3.27	5.33	0.57	2.06	4.31
DBO ₂₀ (mg Q/L)	5	1.00	2.31	3.00	2.00	3.11	4.30	3.70	6.44	10.30	4.00	5.72	8.50
NITROGÊNIO TOTAL		1.04	1.64	2.29	1.16	1.67	2.35	1.76	2.47	3.36	1.94	2.70	3.41
FÓSFORO TOTAL	0.025	0.05	0.17	0.27	0.05	0.12	0.20	0.15	0.25	0.34	0.20	0.29	0.48
COLIFORME FECAL	1000	3.0E+02	2.1E+04	1.5E+04	2.1E+03	9.7E+03	1.4E+04	4.3E+04	1.6E+06	5.0E+06	3.0E+03	2.8E+05	5.9E+05
IQA		51	61	72	47	56	65	28	40	50	28	36	43

DADOS DE	PADRÃO DE QUALIDADE CONAMA 20/8	PCAB0219			PCAB0222			PCAB0280			PCBP0250		
		10%	Média	90%									
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	5.0	0.74	2.07	3.83	1.07	2.40	3.80	1.91	4.24	5.73	3.96	6.52	8.32
DBO ₂₀ (mg Q/L)	5	3.00	4.50	5.30	4.00	5.17	6.00	3.70	6.28	10.30	1.00	2.75	4.30
NITROGÊNIO TOTAL		1.74	2.54	3.72	1.31	2.59	3.64	1.87	2.71	3.37	0.98	1.46	2.03
FÓSFORO TOTAL	0.025	0.18	0.28	0.39	0.19	0.30	0.43	0.17	0.29	0.48	0.04	0.14	0.17
COLIFORME FECAL	1000	6.3E+03	1.6E+05	3.6E+05	1.1E+04	1.3E+05	3.1E+05	5.0E+03	7.1E+04	1.5E+05	2.1E+01	3.2E+02	6.2E+02
IQA		31	39	45	32	41	57	34	42	49	61	74	86

Fonte: Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, CETESB (1997, 1998 e 1999)

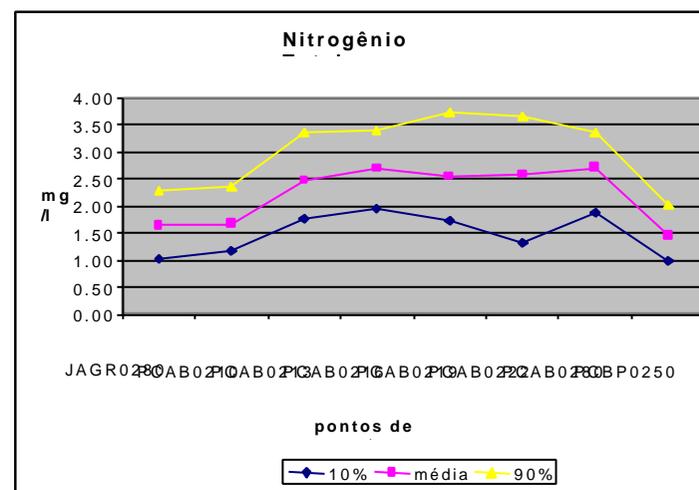
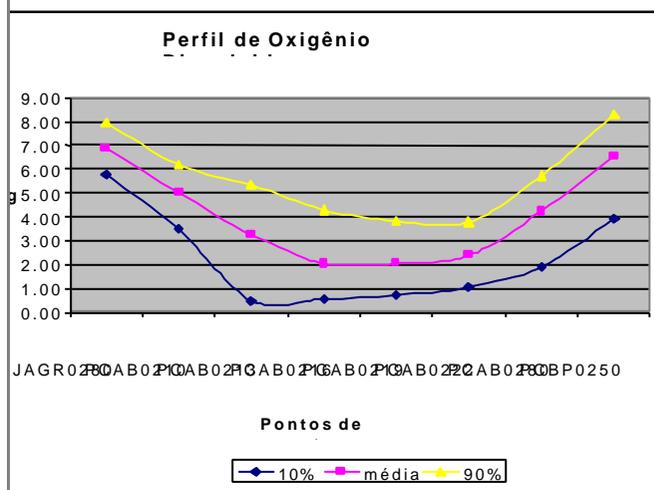
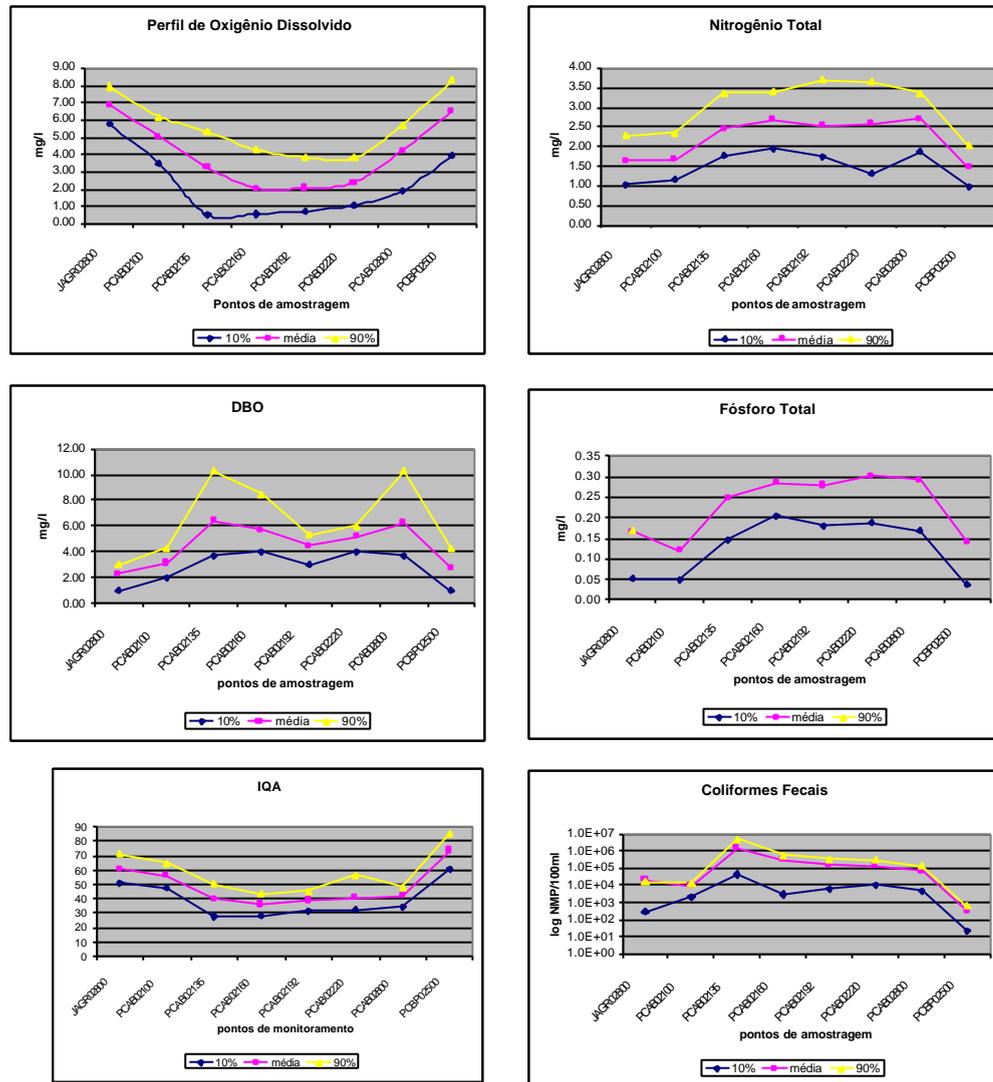


Figura 2.26 Distribuição dos Valores Medidos entre JAGRO2800(rio Jaguari) e PCBPO2500(Barra Bonita)



De acordo com a CETESB (1999) , a partir dos dados descritos anteriormente, com relação ao IQA, houve piora na qualidade da água captada em Piracicaba (PCAB0220), atingindo qualidade ruim, em setembro e novembro de 1999, enquanto que a captação de Americana (PCAB02100) apresentou qualidade aceitável a boa. Em ambas as captações foram observadas contaminação microbiológica por *Giardia* , sendo que os teste de THM(potencial de formação de trihalometano durante o processo de tratamento) e de Ames(avaliação de mutagenicidade) não comprometem a água.

Analisando-se os últimos 3 (três) anos (1997, 1998 e 1999), e os valores médios de 10% e de 90% dos dados (Figura 2.26), observou-se que o IQA apresentou o valor de 60 (variando de 52 a 72, águas de boa qualidade) no ponto JARGR02800 (Jaguari). Ao receber as águas da represa de Americana e a poluição incremental da área até Carioba, no ponto PCAB02100, o IQA passou para 56 (variando de 47 a 55, águas aceitáveis a boas). Após esse ponto, recebendo as cargas dos ribeirões Quilombo e Tatu (vide PCAB02135), a qualidade diminuiu significativamente e o IQA foi a 40 (variando de 28 a 50, águas ruins a aceitáveis). Recebendo ainda a poluição do ribeirão do Toledos (vide PCAB02160), o IQA diminuiu para 36 (variando de 28 a 43, águas ruins a aceitáveis). Após receber os ribeirões Geada e Tijuco Preto (vide PCAB02192) apresentou o mesmo valor com 49 (variando de 31 a 45, águas ruins a aceitáveis). A partir deste apresentou uma ligeira elevação mantendo-se praticamente em 40, na captação de Piracicaba, no ponto PACA02220, e no PCAB02800). Somente no braço do reservatório de Barra Bonita(PCAB02500) o IQA recupera-se para 74 (variando de 61 a 86, águas de boa a ótima qualidade).

Com relação aos metais há inconformidade para o cádmio e níquel nos pontos PCAB02160 e PCAB02200 (captação de Piracicaba), sendo constatada a presença de fenóis, alumínio e manganês em desacordo em desacordo com os padrões, ao longo de todo o rio. Não houve registro de toxicidade crônica nas águas.

A Tabela 2.46 mostra os resultados que estão em desacordo com os padrões legais estabelecidos para o rio Piracicaba. Normalmente são efetuadas 6 (seis) amostras anualmente. Observa-se que o Alumínio, o Manganês, o Fenol, a Amônia, o Fósforo Total e os Coliformes Fecais desrespeitaram os padrões estabelecidos para a classe do curso d'água em todos os pontos. Já o Cádmio, o Cromo, o Níquel e o Mercúrio desrespeitaram apenas em alguns pontos.

Tabela 2.46 Número de Vezes de Ultrapassagem do Padrão da Classe do rio

Ponto de amostragem	Corpos d'água	Número de resultados que não atendem ao limite da classe em 06 determinações por parâmetro											
		OD		DBO		Coli Fecal		Ptotal		Cd		Cr	
		1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999
JAGR 02 800	Rio Jaguari	0	0	1	0	5	3	5	6	0	1	1	0
PCAB 02 100	Rio Piracicaba	1	4	1	0	6	5	6	6	0	0/5	1	0
PCAB 02 135	Rio Piracicaba	4	4	3	3	6	6	6	6	0	0/5	1	0
PCAB 02 160	Rio Piracicaba	5	6	2	0	5/5	6	5/5	6	0/5	1	1/5	0
PCAB 02 192	Rio Piracicaba	6	6	2	0	6	6	6	6	0	0/5	1	0
PCAB 02 220	Rio Piracicaba	6	6	2	0	6	6	6	6	0	1	1	0
PCAB 02 800	Rio Piracicaba	4	4	4	3	6	6	6	6	0	1	1	0
PCBP 02 500	Braço do Piracicaba	02/12*	1	0/12	2	0/12	0	11/12	6	0/9	1	0/11	0

Ponto de amostragem	Corpos d'água	Número de resultados que não atendem ao limite da classe em 06 determinações por parâmetro											
		Ni		Hg		Fenóis		Al		Mn		NH3	
		1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999	1997	1999
JAGR 02 800	Rio Jaguari	0	1	0	0/3	2	2	-	6	2	3	0	0
PCAB 02 100	Rio Piracicaba	0	0	1	0/3	4	4	-	6	1	3	2	1
PCAB 02 135	Rio Piracicaba	0	0	0	0/3	3	3	-	6	3	4	5	4
PCAB 02 160	Rio Piracicaba	0/5	1	0/4	0/4	3/5	5	-	6	3/5	6	4/5	3
PCAB 02 192	Rio Piracicaba	0	0	0	0/4	4	2/5	-	6	4	5	5	4
PCAB 02 220	Rio Piracicaba	1	2	0	0/3	5	4	-	6	5	6	4	4
PCAB 02 800	Rio Piracicaba	0	0	0	0/3	4	3	-	6	4	6	4	3
PCBP 02 500	Braço do Piracicaba	0/11	0	0/11	0/4	3/8	3	-	5	3/8	2	0/12	1

* OBS: 2/12 representa que 2 vezes em doze determinações o padrão da classe foi superado
 - não tem dados

2.5.5.2 Modelagem da Bacia do Piracicaba

As bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá têm sido objeto de estudos para implantação de um programa de recuperação da qualidade de suas águas desde o início da década de 90, quando a região foi declarada crítica e prioritária para os programas de investimentos governamentais em saneamento.

Estes estudos foram desenvolvidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, com o objetivo de estabelecer um sistema de gerenciamento que permitisse viabilizar as obras necessárias.

Além das discussões do modelo de gerenciamento a ser adotado, que deu origem ao atual sistema implantado no Estado de São Paulo, os estudos desenvolvidos nos relatórios HIDROPLAN e FIGUEIREDO FERRAZ definiram as obras prioritárias a serem construídas na bacia: obras estas que permitiriam a melhor relação custo/benefício em termos de resultados para a qualidade das águas da bacia. Estes estudos são as bases técnicas para o Programa de Qualidade de Água para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PQA-PCJ) de 1988.

O PQA-PCJ de 1998 realizou estudos de qualidade da água para a Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, resultando no “Programa Recomendado” para a implantação dos sistemas de transporte e tratamento de esgotos urbanos.

Este “Programa Recomendado” visava o estabelecimento de um programa negociado com a sociedade local, de forma a, num período acordado no Comitê de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, implantar um programa de obras, que seria parcialmente financiado por organismos bilaterais de financiamento, e cuja garantia de retorno seria assegurada pela implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Esses estudos foram desenvolvidos tendo por base o material gerado no HIDROPLAN (1995), que utilizou o modelo QUAL2E, com revisão das cargas domésticas e industriais e no balanço hídrico.

O balanço hídrico utilizado neste modelo refere-se às vazões naturais $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, considerando as perdas consuntivas relativas aos usos da água praticados na bacia, trocas entre bacias e liberações no Sistema Cantareira. Os parâmetros considerados para análise no corpo d’água foram o Oxigênio Dissolvido, DBO e Coliformes Fecais.

Foram calculadas as cargas, os balanços hídricos e simuladas as condições da Qualidade da Água para os anos 2005, 2010, 2015 e 2020, nos cenários com ou sem a implantação do “Programa Recomendado” para a vazão $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$. Para o ano 2005 (Primeira etapa – Plano de Ação), foi considerado um nível de intervenção preliminar na bacia, com tratamento primário ou secundário envolvendo um universo de apenas 34 municípios (dentro dos 58 municípios de toda a bacia). Para o ano 2006 (início da Segunda etapa) foi considerada a intervenção na totalidade dos municípios com tratamento secundário, e foram previstas obras para manter o esse nível de atendimento e tratamento até o ano 2020.

Os municípios constantes do “Programa Recomendado” para receberem tratamento secundário na 1ª Etapa são os seguintes: Americana, Campinas, Hortolândia, Limeira, Nova Odessa, Piracicaba, Santa Barbara D’Oeste e Sumaré.

As simulações da qualidade das águas foram feitas para dois cenários básicos, a saber:

- a) Sem a implantação do “Programa Recomendado”, ou seja, mantendo os sistemas existentes, sem a construção de novas obras de tratamento de esgotos, e
- b) Com a implantação do “Programa Recomendado”, considerando os efeitos da implantação das obras integrantes dos sistemas propostos.

Para a simulação de qualidade de água, a bacia do rio Piracicaba foi dividida em dois sub-sistemas.

O primeiro sub-sistema compreende a porção inicial da bacia, desde o início do rio Piracicaba, à jusante de barragem de Salto Grande, englobando os tributários ribeirão do Quilombo, ribeirão Tatu, ribeirão dos Toledos, córrego Geada ou dos Coqueiros, ribeirão Tijuco Preto, até o trecho próximo à confluência com o ribeirão Cachoeira.

O segundo sub-sistema compreende o restante da bacia de drenagem, até o início do reservatório de Barra Bonita, englobando os tributários ribeirão Cachoeira, ribeirão Piracicaba-Mirim, ribeirão Guamium, ribeirão Araquá e ribeirão Samambaia.

O comprimento longitudinal do trecho simulado do rio Piracicaba (1º Trecho) é de 43 km e o do segundo trecho do rio Piracicaba é de 75km. As segmentações adotadas encontram-se indicadas, por meio de um esquema unifilar, para cada bacia, nas Figuras 2.27 e 2.28, nas quais estão indicados os seguintes elementos:

- Numeração dos trechos;
- Pontos de captação para abastecimento público;
- Indicação dos pontos onde são efetuados os despejos das cargas poluidoras (PTL) nos rios;
- Quadro com as cargas poluidoras remanescentes descarregadas em cada trecho, estimadas para o ano 2020, discriminadas entre domésticas, industriais e totais;
- Qualidade das águas nos diferentes trechos, previstas para o ano 2020, para as condições de $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$;
- Pontos de amostragem, em número de 6 (seis), ao longo do rio Piracicaba.

Esta modelagem, realizada sob supervisão do Comitê de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá CBH/PCJ, e que compõe o PQA/PCJ, estão sendo assumidas neste Estudo de Impacto Ambiental da UGE Carioba II, como aquela que melhor poderia representar a situação da qualidade dos recursos hídricos da região, visto o mesmo já ter sido amplamente discutido neste Comitê. Este modelo e seus resultados estão também sendo assumidos, em sua totalidade, para avaliação dos panoramas futuros da situação dos recursos hídricos na bacia.

Figura 2.27 Diagrama Unifilar – Sub-Bacia do Rio Piracicaba – Trecho 1

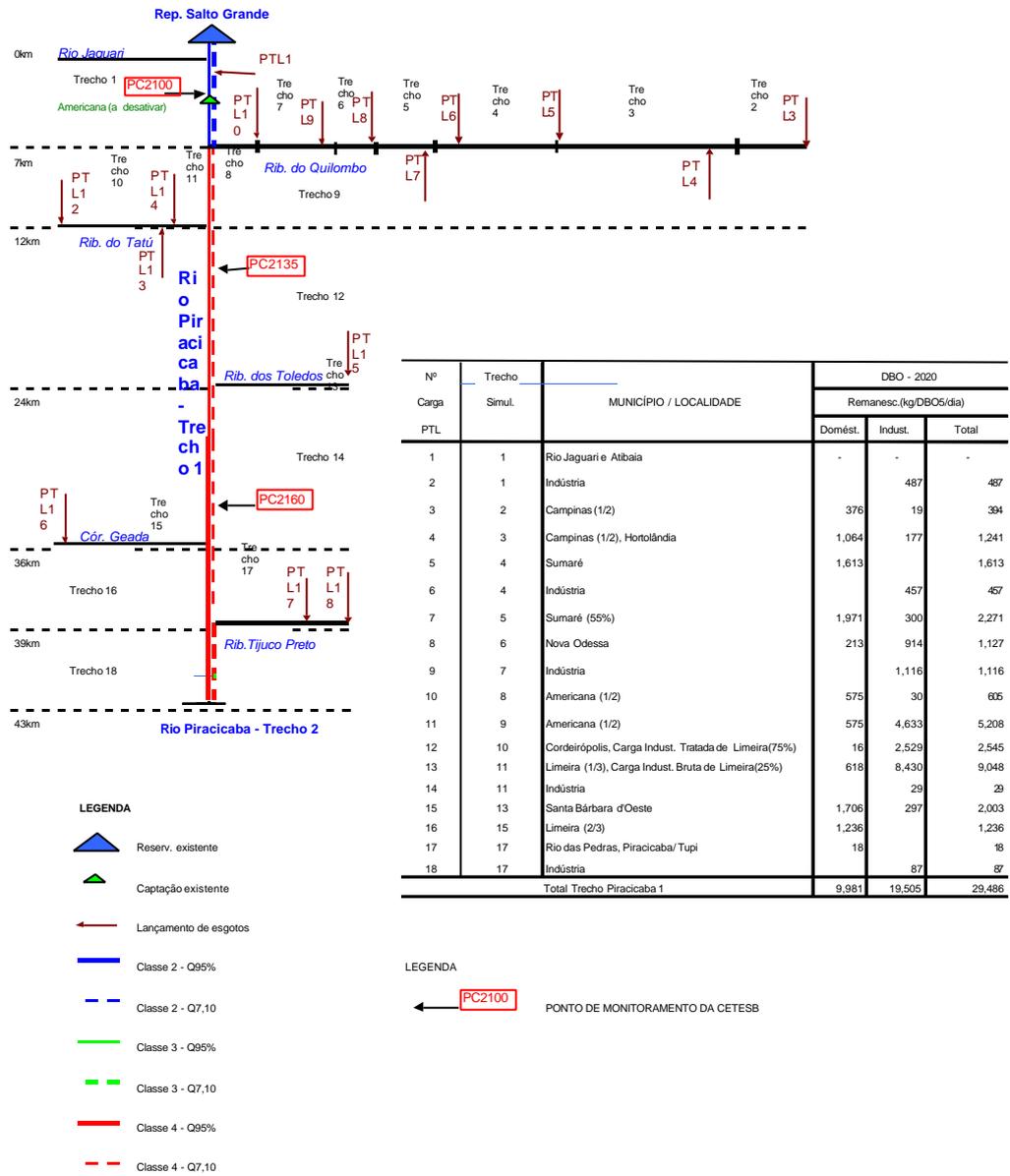
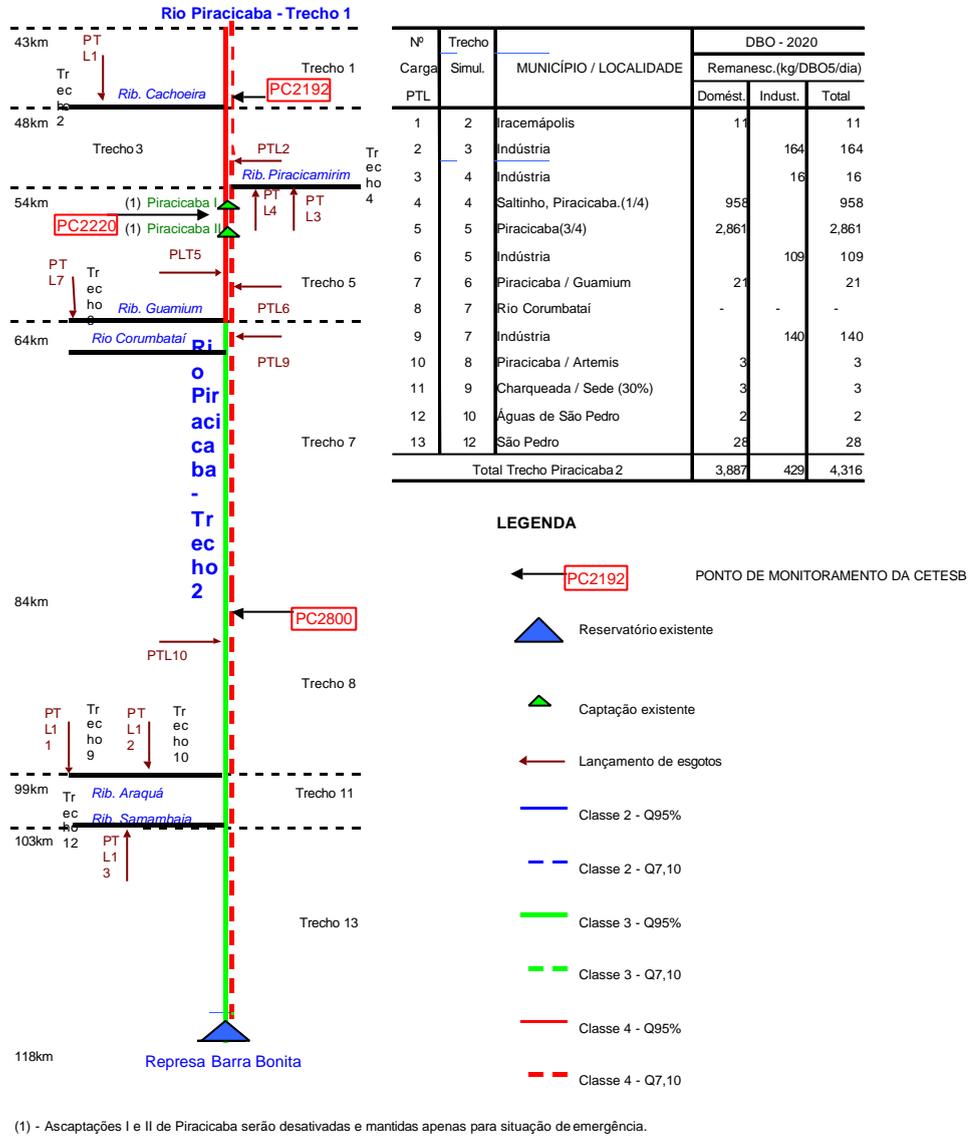


Figura 2.28 Diagrama Unifilar – Sub-Bacia do Rio Piracicaba – Trecho 2



- ***Cargas Pontuais Domésticas e Industriais***

A estimativa das cargas poluidoras domésticas fundamentou-se no Plano HIDROPLAN e as cargas industriais em dados fornecidos pelo DAEE e CETESB, referentes às indústrias mais poluidoras. Os cenários de projeção de cargas domésticas para os anos 2005 a 2020 considerou as cargas domésticas potenciais, coletadas, tratadas e remanescentes (para os parâmetros DBO, Coliformes, Fósforo e Nitrogênio). Para as cargas industriais foram adotados os seguintes percentuais de evolução temporal de crescimento: de 1993-2000, 4,2% ao ano, de 2000-2010, 2,0% ao ano e de 2010-2020, 1,5 % ao ano.

Para cada indústria foi mantido o mesmo índice de abatimento da carga industrial potencial observado no ano de referência de 1995, ou no mínimo 80% de remoção de DBO.

Na situação sem intervenções sanitárias a carga orgânica remanescente total na bacia é formada, em uma parcela superior a 70% pela contribuição doméstica. Neste cenário, as cargas totais remanescentes (domésticas e industriais) na bacia do Piracicaba são 93.050 kg/dia e 123.564 kg/dia, respectivamente. No cenário com intervenções sanitárias essas cargas são 28.302 kg/dia e 33.802 kg/dia.

- ***Resultados das Simulações para o Período de 2005 a 2020.***

Rio Piracicaba

Os gráficos das figuras 2.29 e 2.30 apresentam os perfis longitudinais dos parâmetros OD e DBO para o período de 2005 a 2020, no cenário com (CP) e sem (SP) o “Programa Recomendado”, para as vazões $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$. Adicionalmente está explicitada a influência das indústrias, ou seja, foi simulada uma alternativa na qual todas as indústrias apresentariam tratamento com eficiência de 80%, ou manteriam o nível atual de tratamento, caso este fosse superior a 80% (este cenário foi identificado como CPI).

Na situação sem o “Programa Recomendado”, em relação ao parâmetro Oxigênio Dissolvido o rio apresentará, de Americana até Piracicaba, níveis piores que os padrões da classe 4 em 2005 e 2020, para $Q_{95\%}$. De Piracicaba até Barra Bonita deverão ocorrer níveis de classe 4 no ano de 2005 e, pior que classe 4 para o ano de 2020, para vazão $Q_{95\%}$. Com o “Programa Recomendado”, o primeiro trecho apresentar-se-á com classe 4 em 2005 e, pior que ela em 2020. No segundo trecho terá classe 2, em 2005, e classe 3, em 2020.

Em relação ao parâmetro DBO, sem o “Programa Recomendado”, de Americana até o Piracicaba, em 2005 o rio atenderá à classe 4, e a partir deste trecho à classe 3. Já com o “Programa Recomendado” até 2005 ele atenderá à classe 2 e, em 2020, à classe 3.

Observou-se que será necessário tratamento nas indústrias, com o mínimo 80% de remoção da DBO, conforme disciplina a lei, para o rio apresentar as características descritas.

Os Coliformes estarão situando o rio na classe 4 de Americana até poucos quilômetros após Piracicaba e, a partir deste trecho, nas classes 3 e 2, nos anos 2005 e 2020, respectivamente.

Os níveis de Nitrogênio Total serão muito elevados, situando-se entre 8,0 mg/l e 11,0 mg/l ao longo de todo o rio. O mesmo ocorrerá com o Fósforo Total que flutuará entre 2,0 mg/l e 2,5 mg/l, praticamente com ou sem o “Programa Recomendado”.

Figura 2.29 Avaliações de DBO do PQA-PCJ de 2005 a 2020 ao longo do Rio Piracicaba

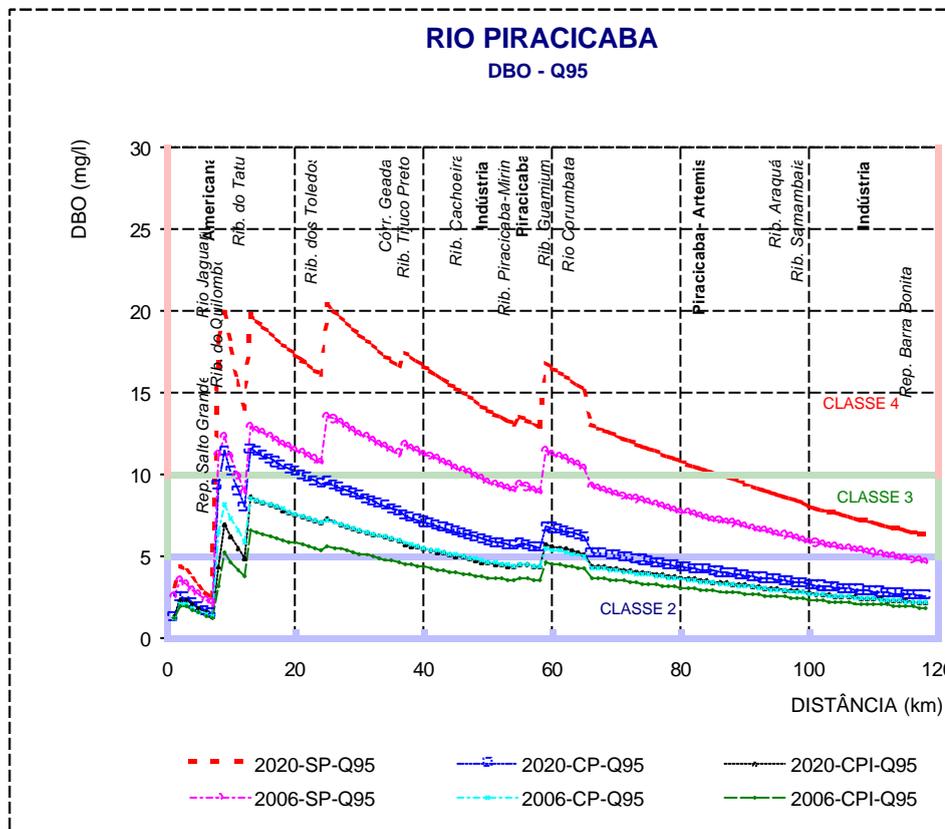
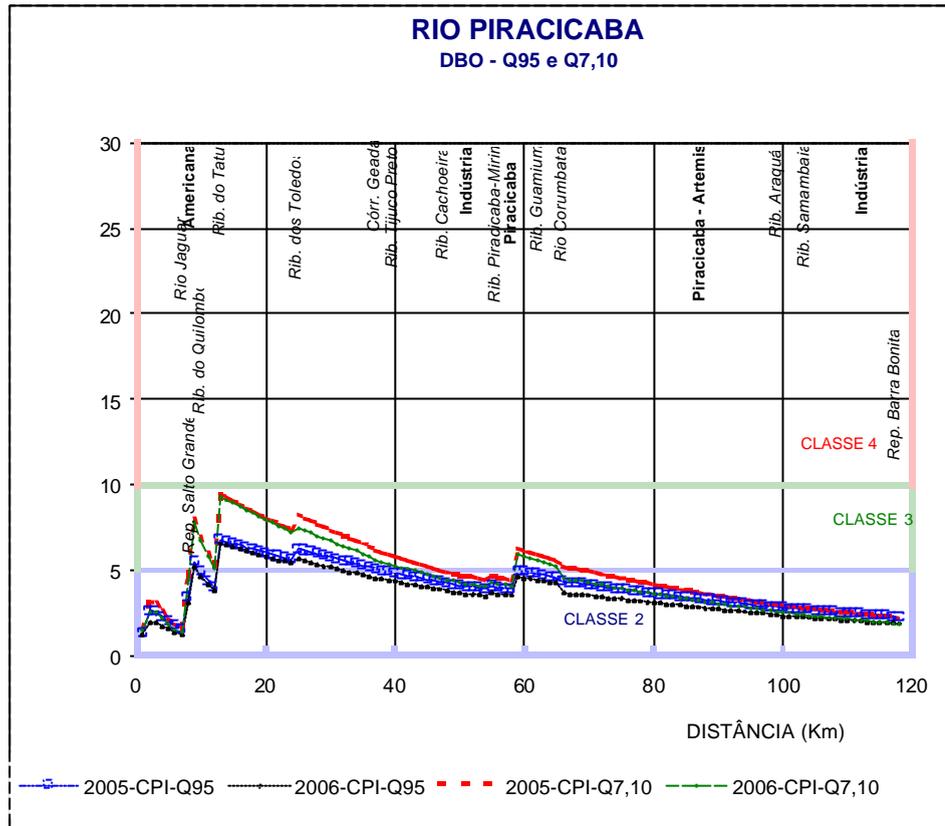
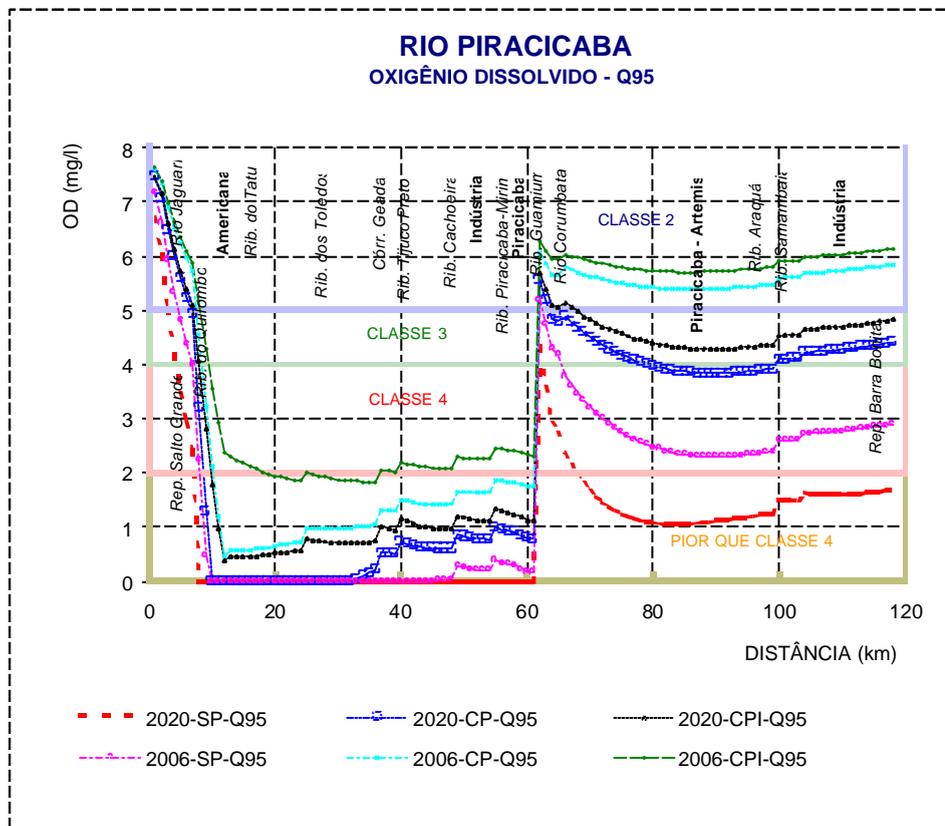
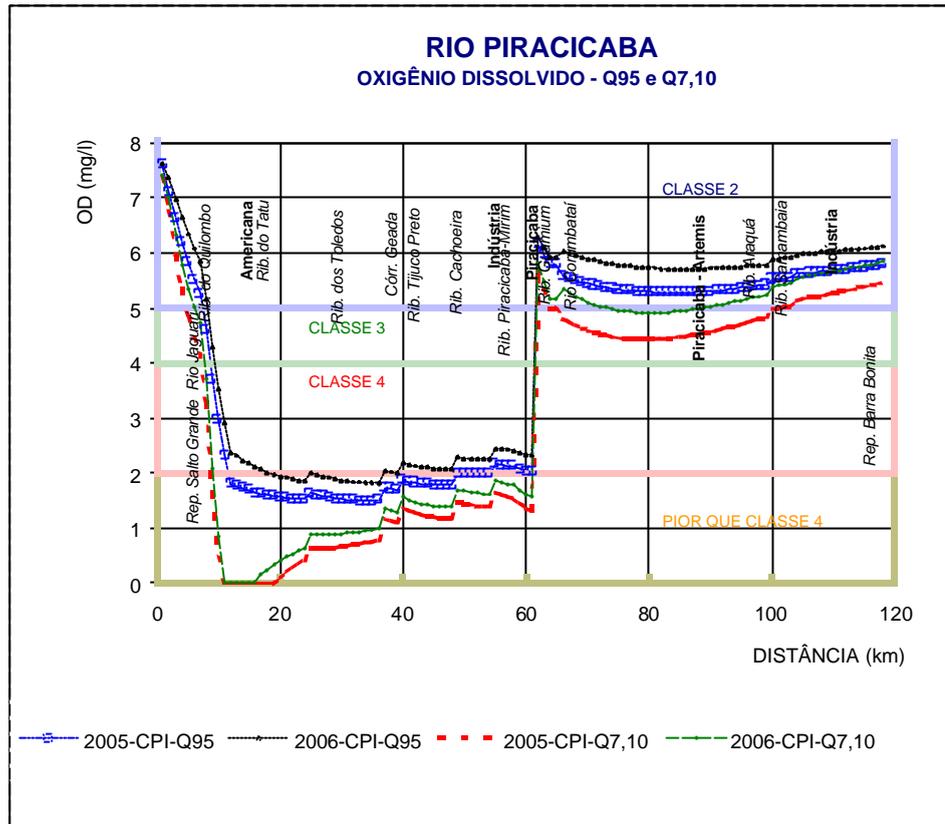


Figura 2.30 Avaliação OD do PQA-PCJ de 2005 a 2020 ao Longo do Rio Piracicaba



Ribeirão Quilombo – Afluente do Rio Piracicaba

O ribeirão Quilombo, na situação sem o “Programa Recomendado”, apresentará condição de classe 4 (referida ao OD) em toda a sua extensão. Após a implantação das obras do “Programa Recomendado”, o seu trecho inicial, até Hortolândia, melhorará para classe 2 e a partir deste ponto para jusante enquadra-se na classe 4.

Em relação à DBO, ainda que as concentrações previstas devam ser inferiores às atuais o ribeirão *Quilombo* estará compreendido entre as classes 3 e 4.

Em relação aos Coliformes Fecais, mesmo com o tratamento previsto, a concentração não será inferior a 10^5 NMP/ 100 ml.

O parâmetro Nitrogênio Total, após tratamento, terá sua concentração variando entre 15 mg/l a 35 mg/l. O Fósforo Total, com tratamento, variará entre 2,0 mg/l e 10 mg/l.

Ribeirão Tatu – Afluente do Piracicaba

A jusante de Cordeirópolis, o ribeirão enquadra-se da classe 2 para classe 4 (devido a DBO e o Coliforme fecal) e para pior que Classe 4 (devido OD). Os valores de DBO, mesmo com tratamento proposto no “Programa Recomendado”, serão elevados, devido à carga industrial de Cordeirópolis que sem tratamento deverá piorar a qualidade de todo o ribeirão, dada a sua baixa vazão ($0,2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Ribeirão dos Toledos – Afluente do Piracicaba

Sem a implantação do ‘Programa Recomendado’ a qualidade das águas deste ribeirão será compatível com a classe 4 (devido DBO e Coliforme fecal) ou pior que Classe 4 (devido OD). Com as obras atingirá apenas a classe 3, devido a magnitude da carga doméstica e a pequena vazão ($1,00 \text{ m}^3/\text{s}$ em 2005) a qual será ainda diminuída em 2020 ($0,70 \text{ m}^3/\text{s}$). Observa-se que se os esgotos de Santa Bárbara D’Oeste não forem tratados, a qualidade do rio atingirá a classe 4, já em 2005.

O Tabela 2.47 indica a variação de parâmetros utilizada para a análise apresentada acima, enquanto que a Tabela 2.48 sintetiza os resultados das simulações efetuadas.

Tabela 2.47 Valores de DBO e OD Para Classe de Uso

Classe	DBO (mg/L)	OD (mg/L)
2	< 5,0	> 5,0
3	5,0 < DBO < 10,0	4,0 < OD < 5,0
4	> 10,0	2,0 < OD < 4,0
PIOR QUE CLASSE 4	> 10,0	< 2,0

Tabela 2.48 Síntese dos Resultados das Simulações (Vazão $Q_{95\%}$) – OD, DBO e Coliformes Fecais

Bacia	2005		2020	
	Sem Programa	Com Programa	Sem Programa	Com Programa
Piracicaba – OD	Pior que Classe 4 de Americana a Piracicaba e Classe 4 a jusante de Piracicaba	Classe 4 de Americana a Piracicaba. Daí até Barra Bonita Classe 2	Pior que Classe 4 em praticamente toda extensão após Americana	Classe 4 ou pior que 4 de Americana até Piracicaba. Classe 3 daí para diante
Piracicaba – DBO	A jusante Americana, até Piracicaba Classe 4, a seguir Classe 3	A jusante Americana até rio Corumbataí Classe 3, depois Classe 2	Classe 4 de Americana a Artemis, daí para diante Classe 3	Classe 3 A jusante de Americana até rio Corumbataí, depois Classe 2
Piracicaba – Coli-Fecal	Entre Americana a Artemis Classe 4. A jusante de Artemis Classe 3 e 2	De Americana ao rio Corumbataí Classe 4. A jusante Classe 3 e 2	De Americana a Artemis Classe 4. A jusante Classe 3 e 2	De Americana ao rio Corumbataí Classe 4. A jusante Classe 3 e 2

2.5.6 Conclusões

Este diagnóstico apresenta de forma sucinta a problemática de recursos hídricos na bacia do rio Piracicaba, com enfoque voltado para a localidade de Carioba, em Americana, que é a alternativa cogitada para o abastecimento de água do empreendimento.

Concluiu-se que a utilização dos recursos hídricos nesta bacia, pelos usuários urbanos, industriais e rurais, é uma das mais intensas do Estado. Os usos consuntivos (perdas de água) acumulados até Carioba chegam à cerca de 9,3 m³/s. Como consequência, as disponibilidades hídricas ao longo do rio Piracicaba, em épocas de estiagem, ficam bastante reduzidas, fato este agravado pela reversão das águas pelo Sistema Cantareira, da SABESP. Os reflexos são sentidos na insuficiência de nível de água nas instalações de captações de água e na acentuada poluição do rio Piracicaba.

Para atender as necessidades de jusante, o Sistema Cantareira libera em média cerca de 4 m³/s. Na realidade, este valor é muito variável e tem sido objeto de acordo mediante discussões no Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico, do CBH-PCJ. Por este acordo, nas épocas de estiagens agudas, a SABESP procura liberar mais água para atender as necessidades de jusante.

A vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), é um indicador tradicionalmente utilizado para caracterizar as vazões mínimas. No rio Piracicaba, em Carioba, concluiu-se que a $Q_{7,10}$ adicionada à vazão média liberada pelo Sistema Cantareira é de 21,2 m³/s, mas, os usos consuntivos acumulados até Carioba reduzem esse valor para 11,9 m³/s.

No entanto, como nas estiagens agudas a SABESP libera vazões para jusante maiores que a média adotada de 4 m³/s, a hipótese adotada na avaliação de $Q_{7,10}$ é mais pessimista, e portanto a favor de segurança. Na realidade, a vazão no rio Piracicaba, em épocas de estiagens, é muito mais condicionada por um agente externo, podendo se concluir que a $Q_{7,10}$ é de pelo menos 11,9 m³/s.

Para cenários futuros a situação de disponibilidade deverá tornar-se ainda mais crítica se não forem adotadas as medidas recomendadas no Plano de Bacia do CBH/PCJ, podendo o $Q_{7,10}$ reduzir-se para níveis inferiores a 8m³/s, na seção de Carioba, dependendo do cenário adotado.

De outro lado, as disponibilidades hídricas subterrâneas são reduzidas, e extremamente variáveis, independentemente de suas profundidades. Quando perfurados em estratos ou estruturas geológicas mais favoráveis, as produções de água podem ser até razoáveis, mas, estes casos são raros. Como regra geral, a produtividade média varia de 5 a 10 m³/h.

Verifica-se que a alternativa de uso da água subterrânea é muito limitada em termos de volume, sendo viável apenas para fins potáveis, devendo ser comparada economicamente com o emprego da rede pública local.

Com relação à qualidade das águas no trecho do rio Piracicaba, entre a confluência dos rios Jaguari e Atibaia e a barragem de Barra Bonita, os índices de qualidade de água (IQA), utilizados pela CETESB para indicação da qualidade das águas superficiais, resultam de apenas 6 amostragens anuais, o que não permite assumir integralmente suas conclusões, que colocam os níveis de qualidade deste trecho entre aceitáveis e ruim, na maior parte do ano.

Com relação aos metais há inconformidade para o cádmio e níquel em dois pontos do rio Piracicaba, tendo também observado fenóis, alumínio e manganês em desacordo com os padrões ao longo de todo o rio.

Esta situação de qualidade é agravada para os horizontes de 2005 e 2020, conforme referidos neste diagnóstico, caso o “Programa Recomendado” no PQA/PCJ não seja implementado.

3.0 MEIO BIÓTICO

Este item corresponde ao diagnóstico ambiental do Meio Biótico que encontra-se subdividido em Ecossistemas Terrestres (Cobertura Vegetal e Fauna Associada) e Ecossistemas Aquáticos (Análise Limnológica, Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos, Caracterização das Comunidades Límnicas e Ictiofauna)

3.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES

3.1.1 Introdução

Devido ao alto grau de alteração dos fragmentos florestais no Estado de São Paulo e da velocidade de devastação antrópica exercida nos últimos anos por fenômenos urbanos e industriais, os estudos de caráter ambiental devem considerar a situação atual da cobertura vegetal remanescente nas áreas de influência dos empreendimentos.

A caracterização da área de estudo, acompanhada do processo histórico de ocupação da região, permite fazer considerações a respeito das prováveis alterações ambientais, com o intuito de estabelecer cenários que compatibilizem o uso futuro com as aptidões naturais da área.

No contexto regional do local proposto para o empreendimento, a convivência das atividades antrópicas com as formas do relevo e a cobertura vegetal natural resultou em um quadro de forte alteração da paisagem, baseado na erradicação de fragmentos florestais pelas pressões exercidas pelos processos produtivos como agroecossistemas, complexos industriais e reflorestamentos.

A área de estudo, na qual insere-se o empreendimento, é composta por um mosaico de formações vegetais, ora definitivamente alteradas por atividades antrópicas, ora com relativo grau de preservação, como as formações ripárias do rio Piracicaba.

O presente Estudo demonstra as principais tipologias de cobertura vegetal das áreas de influência da UGE Carioba II, caracterizando os estágios de regeneração natural presentes, interpretando-os sob a ótica de potencial de ofertas e de limitações de uso. Neste estudo são apresentados os levantamentos de dados primários e secundários referentes à fauna associada aos ambientes descritos.

3.1.2 Metodologia

A caracterização dos ecossistemas terrestres baseou-se em levantamentos secundários quanto à caracterização fitoecológica de fragmentos remanescentes e fauna associada, complementados por levantamentos primários expeditos, realizados em maio/2000.

A identificação das tipologias de cobertura vegetal nas áreas de influência foi estruturada em elementos fitofisionômicos específicos (bioindicadores), bem como no grau de alteração observado nas mesmas, sobretudo no que se refere a parâmetros florísticos básicos como composição, fitofisionomia, DAP (diâmetro a altura do peito), altura média, densidade e espaçamento de indivíduos. Para tanto foram utilizadas fotografias aéreas em escala 1:25.000 (Base Aerofotogrametria, junho de 1995) e bases cartográficas do IBGE, em escala 1:50.000 – Folhas Campinas, Limeira, Cosmópolis e Americana, para as áreas de influência.

Para caracterização dos povoamentos faunísticos, foram compilados estudos atuais sobre a dinâmica espacial de vários grupos de fauna, dando ênfase aqueles utilizados como indicadores da qualidade ambiental, como a avifauna, mastofauna e herpetofauna. Como complementação destes estudos, foram realizados levantamentos expeditos da avifauna durante as etapas de campo.

Assim, as atividades desenvolvidas na caracterização dos ecossistemas terrestres das áreas de influência do empreendimento, foram:

- Análise de material cartográfico utilizando plantas IBGE (escala 1:50.000) para as áreas de influência do empreendimento, com ênfase na UGRHI-5 (Unidade Geográfica de Recursos Hídricos Piracicaba/Capivari/Jundiá);
- Aerofotointerpretação do levantamento BASE/1995 (escala 1:25.000);
- Levantamento de campo para validação dos dados obtidos e reconhecimento de tipologias de cobertura vegetal, no nível de identificação dos estágios de regeneração em curso; Incluir o levantamento fitossociológico;
- Observação e identificação de espécies botânicas indicadoras da qualidade ambiental e possíveis associação com povoamentos faunísticos;
- Definição dos estágios sucessionais em curso e descrição de fitofisionomias principais das área de estudo, interfaceadas com processos de uso e ocupação dos recursos naturais;

- Elaboração de mapa temático, contendo a espacialização e quantificação das tipologias de cobertura vegetal e áreas de preservação permanente (APP), conforme legislação incidente;
- Levantamentos primários e secundários (bibliografia específica) de povoamentos faunísticos associados aos ambientes naturais e antrópicos diagnosticados, e
- Elaboração de documentação fotográfica evidenciando o padrão de uso e ocupação do solo das áreas de influência.

3.1.3 Definição de Áreas de Influência do Empreendimento

A definição das Áreas de Estudo e de Influência sobre os parâmetros do meio biótico (fauna e flora) foi realizada a partir do conhecimento do tipo de empreendimento a ser implantado e das características da região.

A delimitação das áreas de influência do empreendimento sobre o meio biótico, foi elaborada sobre base cartográfica compatível, subsidiando assim o diagnóstico ambiental, a avaliação de potenciais impactos ambientais e a respectiva proposição de medidas mitigadoras apresentadas.

- **Área de Influência Direta (AID)** – corresponde a uma área compreendida num raio de 10 quilômetro ao redor do empreendimento, relativa à AII definida nas simulações do modelo de dispersão de poluentes referida no item 2.2.2 deste Diagnóstico Ambiental.
- **Áreas de Estudo e de Influência Indireta (AII)** – abrange uma área mais ampla do que a AII, considerando remanescentes florestais inseridos nas áreas dos municípios de Americana, Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, Nova Odessa e Limeira. Os remanescentes foram considerados quando significativos no contexto regional.

3.1.4 Apresentação dos resultados

3.1.4.1 Aspectos da Ocupação Regional

A cobertura vegetal natural do interior do Estado de São Paulo, que outrora era dominada por formações florestais, foi há muito substituída, notadamente por agroecossistemas, principalmente nas Áreas de Estudo e de Influência Indireta, sendo estabelecida uma drástica redução dos domínios destas florestas. Em decorrência destes desmatamentos, a fauna do interior do Estado de São Paulo, essencialmente hilófila (florestal), sofreu uma redução expressiva em sua diversidade original e teve suas áreas de distribuição espacial fortemente reduzidas, resultado da perda de habitats.

À exceção de algumas reservas legais, os remanescentes dispersos pelo interior de São Paulo, encontram-se em rápido processo de erradicação e descaracterização. Esses fragmentos, com alto grau de isolamento, dimensões reduzidas e contatos normalmente abruptos com áreas antrópicas adjacentes, têm suas capacidades de suporte reduzidas para estas populações de espécies hilófilas. Mesmo assim, representam os últimos testemunhos da diversidade de formações botânicas que dominaram a paisagem do interior paulista.

A substituição destas florestas por áreas antrópicas abertas eliminou abruptamente grande parte dos habitats e de suas composições de espécies nativas, favorecendo o desenvolvimento e predomínio de espécies hemerófilas (cujo habitat é influenciado pelas atividades humanas), de hábitos alimentares generalistas e oportunistas.

Da mesma forma como em muitas porções do interior paulista, o uso agrícola das terras na região dos municípios da AII, constitui-se em um conjunto significativo de impactos sobre os povoamentos faunísticos, como o de vertebrados, alterando composição e estrutura desses.

Como resultado deste quadro de ocupação antrópica, a AII apresenta basicamente três tipos de ecossistemas terrestres, sendo os naturais ou próximo aos naturais; os seminaturais e os antropogênicos/tecnológicos, adotando conceituação que considera que ecologia de ecossistemas trata do conjunto de espécies de plantas e animais em um meio abiótico em função do grau de artificialismo.

3.1.4.2

Cobertura Vegetal

- ***Área de Influência Indireta***

Regionalmente, a área de estudo encontra-se inserida em uma faixa transicional entre o cerrado (Savana) e a floresta mesófila semidecídua, acreditando-se que o contato entre as duas formações se dê no limite setentrional da bacia hidrográfica referência, extremo sul da área natural de ocorrência do cerrado *latu sensu* (Goodland & Ferri, 1979), na região administrativa de Campinas.

De forma geral, ocorrem três tipologias de cobertura vegetal original na AII, sendo florestas, cerrados e campos naturais.

As florestas pertencem ao grupo da floresta estacional semidecidual. Essa formação recobria a maior parte das terras, com suas árvores atingindo cerca de 30 metros de altura e eram comuns as espécies como: pau-d'álho, peroba, jequitibá, caviúna, sucupira, jacarandá, ipê etc. O conceito ecológico desta vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática, sendo uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas e outra subtropical sem período seco. Em termos florísticos as florestas estacionais apresentam, além de espécies típicas, diversos elementos de distribuição ampla e de outras formações, como florestas atlânticas, centrais e amazônica.

Com relação às áreas de cerrados, embora submetidos as mesmas condições climáticas que as florestas, estão associadas a solos pobres sobretudo de textura arenosa, saturados em alumínio trocável.

Os campos, originalmente ocorrentes em áreas muito pequenas e descontínuas, não foram importantes para a caracterização vegetal da AII. Atualmente, no entanto, é a formação predominante da paisagem, acusando a forte ação antrópica na região.

Em termos de cobertura vegetal antrópica, é notório o predomínio dos agroecossistemas sobre as de cobertura vegetal natural na AII, destacando-se 3 tipos principais de culturas: as perenes (café, citricultura e silvicultura), as anuais (milho, arroz, algodão, feijão) e as semi-perenes (cana-de-açúcar, mandioca).

A principal cultura da AII é a de cana-de-açúcar, que possui uma vasta expansão territorial, sobretudo em áreas de solos férteis e com topografia pouco acidentada. É praticada em grandes propriedades e, devido sua importante capitalização, vem apresentando uma intensa dinâmica de ocupação.

Isto tudo, aliado a outras formas de ocupação antrópica, propiciou uma fragmentação muito grande na paisagem e promoveu usos muito diversificados das terras, oferecendo condições específicas a muitas espécies de vertebrados adaptados a este novo tipo de situação.

Esse quadro de intervenção antrópica encontra-se instalado na área de estudo e apresenta um ritmo acelerado de erradicação das formações vegetais, uma vez que a escassez de áreas potencialmente utilizáveis para atividades urbanas, industriais, agrícolas ou de silvicultura, promove a ocupação irregular de áreas de preservação permanente, hoje muito próximas aos núcleos destas atividades.

Na Tabela 3.1 são apresentadas as áreas ocupadas atualmente pelas formações florestais naturais e antrópicas da AII.

Tabela 3.1 Áreas Ocupadas (ha) por Tipologias de Cobertura Vegetal

Tipologia	Municípios da AII			
	Americana	Paulínia	S.ta Bárbara	Limeira
Vegetação nativa (*)	268	299	521	2115
Mata (*)	202	257	47	539
Capoeira (*)	61	9	404	1096
Cerradão (*)	0	0	0	0
Cerrado (*)	0	0	24	0
Várzea (*)	0	0	0	337
Agropecuária (**)	2356	8175.6	21594.4	44228.7
Culturas perenes (**)	147.2	1271.1	169.9	17306.2
Culturas anuais (**)	95.4	479.8	422.6	1951.5
Pastagens (**)	676.7	1179.7	1889	6392.1
Reflorestamento (**)	67	55	101	258.7

Fontes: (*) - Perfil Ambiental - SMA/DEPRN - 1988 - (**) - SAA/IEA/SEADE - 1995

- **Área de Influência Direta**

Os ecossistemas terrestres observados e identificados na AID podem ser caracterizados em três grandes unidades de análise, correspondentes a:

- Ambientes pouco artificializados - matas estacionais, matas ciliares, várzeas, corpos d'água, capoeira, distribuídos de forma irregular;
- Ambientes mediantemente artificializados - reflorestamentos, culturas perenes, pastagens, culturas anuais e semi-perenes, predominando nos setores norte, noroeste e oeste, e
- Ambientes totalmente artificializados - áreas urbanizadas, concentradas nos setores sul, sudoeste e leste.

Este quadro é resultado da ocupação antrópica baseada no caráter silvo-agrícola nos municípios afetados, ocorrendo notadamente em áreas aplainadas dos patamares e baixas colinas.

O uso industrial, avançou sobre as várzeas dos rios, principalmente no curso do rio Piracicaba, atraído pela acessibilidade viária e vasto fornecimento de recursos naturais, notadamente hídricos.

Para a AID, a principal tipologia de cobertura vegetal refere-se às atividades da cultura de cana de açúcar e em segundo plano, de cítricos, seguido por pastagens e reflorestamento. Este padrão, iniciado nas áreas mais propícias, progressivamente vem ocupando todo o espaço geográfico da região, com conseqüências negativas sobre os fragmentos florestais e formações ciliares.

O terreno no qual está planejada a instalação do empreendimento não apresenta cobertura vegetal natural significativa. Para toda a AID, salienta-se que as formações savânicas (cerrados) foram totalmente erradicadas e substituídas por atividades antrópicas, restando, em termos florestais, apenas formações ciliares associadas aos cursos d'água e reduzidos fragmentos de mata estacional.

Assim, a tipologia de cobertura vegetal significativa da AID, caracteriza-se por formações antrópicas, notadamente de ambientes abertos, em contraposição a remanescentes reduzidos de formações ripárias e mesófilas, em diferentes graus de alteração e de regeneração natural, predominando a fisionomia secundária arbustiva/arbórea (capoeirão), situados a norte, nordeste, leste e se da AID, concentrados nas margens do rio Piracicaba.

Neste sentido, as tipologias de cobertura vegetal encontradas na AID são:

- a) Campos antrópicos, dominados por formações graminóides e elementos arbóreos isolados;
- b) Culturas perenes e semi-perenes;
- c) Fragmentos da floresta estacional semidecidual em estágios médio de regeneração;
- d) Floresta ripária - formações ciliares em estágios médio de regeneração natural;
- e) Reflorestamento de eucaliptos, e
- f) Pastagens.

Estas tipologias de cobertura vegetal são descritas a seguir e espacializadas no mapa da Figura 3.1.

FIGURA 3.1

**COBERTURA VEGETAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA
DIRETA E INDIRETA**

a) Floresta Estacional Semidecidual

Corresponde à áreas com significativa importância ecológica, mas com reduzidíssima ocorrência espaciais dentro do contexto regional de cobertura vegetal, as formações secundárias estacionais estão restritas às porções norte da AID. Tais fragmentos encontram-se em estágio médio de regeneração e apresentam árvores que atingem mais de 15 metros de altura, compondo a cobertura principal da mata, seguindo-se pelo menos dois níveis de estratos inferiores, compondo o nível das árvores dominadas e o nível do subosque.

Ocorre dossel contínuo, com estratificação nítida. Os diâmetros (DAP) variam de 1 a 10 cm no estrato arbustivo do sub-bosque, de 10 a 20 cm no estrato médio e acima de 20 cm no dominante. O estrato superior é descontínuo, sendo constituído por árvores de até 12 m de altura, que emergem do dossel. São freqüentes angico branco (*Anadenanthera* sp), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), *Miconia* sp e cedro (*Cedrela fissilis*).

O estrato intermediário é contínuo, com árvores entre 5 e 8 m de altura onde ocorrem espécies pioneiras como embaúba (*Cecropia* sp), pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), tapiá (*Alchornea triplinervia*), a ainhuva (*Aiovea* sp) e o carvalho (*Roupala brasiliense*) entre outros. Também aparecem espécies secundárias tardias como cedro (*Cedrela fissilis*), carrapeta (*Trichilia hirta*), canjerana (*Cabralea* sp) e cássia (*Cassia ferruginea*).

O estrato inferior é constituído por plantas de hábito herbáceo-arbustivo, sendo comuns os arbustos umbrófilos, devido à reduzida penetração de luz até o solo. Também estão presentes neste estrato indivíduos jovens das espécies que formam o dossel. O solo é recoberto por serapilheira e onde emergem plantas herbáceas e plântulas das árvores.

Esta fisionomia é a que apresenta melhor qualidade ambiental, apresentando grande diversidade e disponibilidade de habitats. Em conjunto com os demais fragmentos semelhantes da região podem oferecer ambiente para a fauna silvestre e para a conservação de espécies vegetais nativas. Dessa forma, o grau de restrição para uso dessas áreas naturais é máximo, sendo consideradas de preservação permanente, devido à grande oferta de recursos alimentares e de abrigo à povoações faunísticas e à sua biodiversidade.

- **Levantamento Fitossociológico**

No fragmento florestal situado ao norte da área do empreendimento (Figura 3.1) realizou-se um levantamento fitossociológico, com a finalidade de caracterizar a estrutura da comunidade vegetal nele existente, e posteriormente obter subsídios técnicos para estruturação de possíveis projetos de plantio compensatórios ou de enriquecimento da cobertura vegetal.

Para a amostragem de área utilizado na coleta de dados para estimar os parâmetros fitossociológicos adotou-se o método de quadrantes (Cottam & Curtis, 1956).

Por se tratar de uma vegetação com certo grau de artificialidade, na qual a maioria dos indivíduos possui diâmetro de fuste pouco expressivos, adotou-se como critério de inclusão para o levantamento os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito) acima de 15 cm. Para definir a distância mínima entre os pontos amostrais consideraram-se distâncias entre 30 indivíduos e dobrou-se a distância máxima verificada. O valor encontrado para a distância mínima foi 14,40 m e a distância mínima adotada entre os pontos amostrais foi de 15 m.

Os pontos amostrais foram distribuídos de forma a abranger todo o fragmento, procurando detectar as possíveis variações ambientais. A determinação dos quadrantes se deu de forma aleatória com a utilização de uma cruzeta de madeira que foi girada sobre a estaca de PVC que demarcava o ponto amostral.

Em cada quadrante foi amostrado o indivíduo mais próximo do ponto, sendo as medidas entre o indivíduo e ponto efetuadas com uma trena. Todos os indivíduos vivos amostrados foram identificados, medidas os respectivos diâmetros de seus fustes a 1,30 m do nível do solo (DAP). As árvores com troncos múltiplos tiveram as circunferências medidas individualmente e somadas as áreas basais de todos os troncos para calcular a dominância de diâmetro de tronco.

Foram englobados neste trabalho os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR), índice de valor de importância (IVI), índice de valor de cobertura (IVC) e índice de diversidade florística (H'). Os parâmetros foram estimados através das seguintes fórmulas:

$$DA = n / A$$

$$FR = FA_i / FAT . 100$$

$$DR = Dae / N \times 100$$

$$DoR = \Sigma AB_i / \Sigma ABT . 100$$

$$IVI = DR + FR + DoR$$

$$IVC = DR + DOR$$

$$H' = - \Sigma P_i \ln P_i \text{ onde } P_i = n_i / N$$

Todos os parâmetros estimados foram calculados através do programa FITOPAC desenvolvido pelo Prof. Dr. George John Shepherd do Departamento de Botânica da UNICAMP.

Foram amostrados 160 indivíduos distribuídos em 25 famílias, 30 gêneros e 35 espécies. O índice de diversidade (H') encontrado foi 2,60 e a equabilidade 0,732 o que representa que a comunidade apresenta baixa riqueza de espécies, baixa diversidade florística e que poucas espécies possuem a grande maioria dos indivíduos amostrados.

As leguminosas (Caesalpiniaceae, Fabaceae e Mimosaceae) foram o principal grupo representando um total de 65% dos indivíduos amostrados e 34% das espécies. 73% das famílias apresentaram apenas 1 espécie e 52% das famílias apresentaram apenas 1 indivíduo.

Mais de 50% das espécies são típicas de estágios inicial e médio de sucessão e 11% das espécies são de estágio avançado de sucessão, caracterizando o fragmento como de estágio sucessional médio.

- **Estrutura Fitossociológica**

Para indivíduos com DAP acima de 15 cm, o fragmento estudado apresentou densidade absoluta 1875 indivíduos por hectare, inferior à densidade encontrada na maioria dos trabalhos em Floresta Estacional Semidecidual. Das 35 espécies amostradas as 10 principais ocupam 78% do IVI, sendo que as 2 primeiras *Bauhinia forficata* e *Lonchocarpus muehlbergianus* ocupam 43% do IVI. Todas as 10 principais espécies são típicas de estágio sucessional de inicial à médio.

Observa-se claramente que existe um grande desequilíbrio na estrutura da comunidade onde provavelmente alguns fatores estejam condicionando o forte domínio de umas espécies sobre outras. Foi notado durante o trabalho de campo sinais de queimada nos caules das espécies de casca suberosa e muitos indivíduos mortos, dando indícios que é comum a passagem de fogo pela área.

Neste caso a ação do fogo acaba selecionando as espécies mais adaptadas e resistentes e eliminando da comunidade as espécies mais sensíveis ao fogo. Talvez seja este o principal fator responsável pela baixa diversidade e pelo grande desequilíbrio estrutural da comunidade.

Outro fato observado foi a existência de indivíduos jovens de algumas espécies, porém encontrando poucos indivíduos adultos das mesmas espécies tais como: paineira, cedro rosa, pau marfim, cabreúva e jequitibá. A explicação para tal fato pode estar na exploração seletiva do fragmento há tempos, comprometendo a disseminação das mesmas. A listagem das espécies e famílias identificadas no levantamento fitossociológico e os respectivos parâmetros, encontra-se nas Tabelas 3.2 e 3.3, respectivamente.

Tabela 3.2 Levantamento Fitossociológico das Espécies

Espécies	N.Ind.	Dr	Dor	FR	IVI	IVC
<i>Bauhinia forficata</i>	52	32.50	17.78	27.14	77.42	50.28
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	27	16.88	18.91	15.63	51.42	35.78
<i>Casearia sylvestris</i>	10	6.25	4.60	7.40	18.25	10.85
<i>Machaerium nyctens</i>	5	3.13	8.72	4.11	15.96	11.85
<i>Aloysia virgata</i>	9	5.63	1.16	7.40	14.19	6.78
<i>Acacia polyphylla</i>	5	3.13	6.58	4.11	13.74	9.71
<i>Ocotea sp</i>	6	3.75	3.83	4.93	12.51	7.58
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3	1.88	7.00	2.46	11.34	8.87
<i>Machaerium stipitatum</i>	6	3.75	2.18	4.93	10.86	5.93
<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.63	6.11	0.82	7.56	6.74
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	1	0.63	5.90	0.82	7.35	6.52
<i>Zanthoxylum sp</i>	3	1.88	2.76	2.46	7.1	4.64
<i>Centrolobium tomentosum</i>	3	1.88	0.77	2.46	5.11	2.64
<i>Psidium guajava</i>	3	1.88	0.56	2.46	4.9	2.43
<i>Cedrela fissilis</i>	3	1.88	0.50	2.46	4.84	2.37
<i>Holocalyx balansae</i>	2	1.25	1.42	1.64	4.31	2.67
<i>Syagrus sp</i>	2	1.25	0.99	1.64	3.88	2.24
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	1.25	0.88	1.64	3.77	2.13
<i>Swetia fruticosa</i>	1	0.63	1.59	0.82	3.04	2.21
<i>Inga sp</i>	1	0.63	1.40	0.82	2.85	2.03
<i>Cupanea sp</i>	1	0.63	1.37	0.82	2.82	1.99
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	0.63	1.13	0.82	2.58	1.76
<i>Myroxylon peruiferum</i>	1	0.63	0.76	0.82	2.21	1.38
<i>Croton urucurana</i>	1	0.63	0.52	0.82	1.97	1.14
<i>Luhea divaricata</i>	1	0.63	0.50	0.82	1.95	1.12
<i>Indeterminada 2</i>	1	0.63	0.40	0.82	1.85	1.02
<i>Chorisia speciosa</i>	1	0.63	0.32	0.82	1.77	0.95
<i>Rapanea sp</i>	1	0.63	0.31	0.82	1.76	0.93
<i>Indeterminada 1</i>	1	0.63	0.23	0.82	1.68	0.86
<i>Machaerium brasiliensis</i>	1	0.63	0.16	0.82	1.61	0.79
<i>Lacistema hasslerianum</i>	1	0.63	0.15	0.82	1.60	0.78
<i>Peltophorum dubium</i>	1	0.63	0.15	0.82	1.60	0.78
<i>Annonaceae</i>	1	0.63	0.15	0.82	1.60	0.78
<i>Trichilia sp</i>	1	0.63	0.14	0.82	1.59	0.77
<i>Trema micrantha</i>	1	0.63	0.08	0.82	1.53	0.71

N.Ind. (nº de indivíduos amostrados) - DR (densidade relativa) - DoR (dominância relativa) - FR (frequência relativa) - IVI (índice de valor de importância) e IVC (índice de valor de cobertura).

Tabela 3.3 Levantamento Fitossociológico das Famílias

Família	N. Ind.	N.Spp	DR	DoR	FR	IVI	IVC
1. <i>Fabaceae</i>	44	7	27.50	33.09	24.19	84.78	60.59
2. <i>Caesalpiniaceae</i>	55	3	34.38	19.35	28.22	81.95	53.73
3. <i>Verbenaceae</i>	10	2	6.25	7.05	7.26	20.56	13.30
4. <i>Mimosaceae</i>	6	2	3.75	7.98	6.45	18.18	11.73
5. <i>Flacortiaceae</i>	10	1	6.25	4.60	7.26	18.11	10.85
6. <i>Lauraceae</i>	6	1	3.75	3.83	6.45	14.03	7.58
7. <i>Asteraceae</i>	3	1	1.88	7.00	4.03	12.91	8.87
8. <i>Rutaceae</i>	5	2	3.13	3.65	4.84	11.62	6.77
9. <i>Meliaceae</i>	4	2	2.50	0.64	4.84	7.98	3.14
10. <i>Moraceae</i>	1	1	0.63	6.11	0.81	7.55	6.74
11. <i>Myrtaceae</i>	3	1	1.88	0.56	4.03	6.47	2.43
12. <i>Arecaceae</i>	2	1	1.25	0.99	1.61	3.85	2.24
13. <i>Sapindaceae</i>	1	1	0.63	1.37	0.81	2.81	1.99
14. <i>Lecytidaceae</i>	1	1	0.63	1.13	0.81	2.57	1.76
15. <i>Euphorbiaceae</i>	1	1	0.63	0.52	0.81	1.96	1.14
16. <i>Tiliaceae</i>	1	1	0.63	0.50	0.81	1.94	1.12
17. <i>Indeterminada 2</i>	1	1	0.63	0.40	0.81	1.84	1.02
18. <i>Bombacaceae</i>	1	1	0.63	0.32	0.81	1.76	0.95
19. <i>Myrsinaceae</i>	1	1	0.63	0.31	0.81	1.75	0.93
20. <i>Indeterminada 1</i>	1	1	0.63	0.23	0.81	1.67	0.86
21. <i>Annonaceae</i>	1	1	0.63	0.15	0.81	1.59	0.78
22. <i>Lacistemaceae</i>	1	1	0.63	0.15	0.81	1.59	0.78
23. <i>Ulmaceae</i>	1	1	0.63	0.08	0.81	1.52	0.71

N. Ind. (número de indivíduos amostrados) - *DR* (densidade relativa) - *DoR* (dominância relativa) - *FR* (frequência relativa) - *IVI* (índice de valor de importância) e *IVC* (índice de valor de cobertura).

b) Floresta Ripária - Formações Ciliares

As formações ripárias destacam-se geralmente pela continuidade apresentando caráter secundário, estreito e alteradas floristicamente, com poucos elementos arbóreos com porte superior a 10 metros e muitas espécies invasoras. Estas formações, contínuas em uma região altamente degradada, constituem corredores para a dispersão de propágulos e representam o único refúgio possível para alguns elementos remanescentes da fauna florestal autóctone (especialmente aves, anfíbios e morcegos).

As matas ripárias apresentam estrutura e composição muito variáveis, sendo muito comuns *Alchornea sp.* (tapiá), *Salix humboldtiana* (salseiro) e *Croton urucana* (sangra d'água), exclusivas das matas ripárias do Brasil meridional. Outras espécies comuns são *Tapirira guianensis* (peito de pomba), *Guarea guidonia* (marinheiro), *Inga spp* (ingás) e *Erythrina spp.* Essas formações são ricas em espécies epífitas, herbáceas e arbustivas.

De acordo com o mapeamento e caracterização da vegetação, situam-se às margens dos rios Piracicaba e Jaguari, dos ribeirões dos Toledos, do Tatu, do Bernardino e da Lagoa Nova e dos córregos Socegã, Corredeira e da Barreira. Ocorrem de forma descontínua e fortemente reduzidas, localizados notadamente nas porções oeste, noroeste, norte, nordeste da AID e mais isoladamente nas porções sudoeste e leste. Estas formações encontram-se pressionadas pelas culturas de cana de açúcar e cítricos, bem como pela expansão urbana, evidente nos municípios de Americana e Santa Bárbara d'Oeste.

Próximo a Usina Carioba, na margem direita do rio Piracicaba, foram identificados remanescentes destas formações, em estágio médio de regeneração, com cerca de 12,5 hectares e com altura média entre 12 e 15 metros, DAP médio próximo dos 20 cm, e emergentes com cerca de 18 metros. É notório o efeito de borda junto a margem e à cultura de cana de açúcar, imediatamente limítrofe na porção NW do fragmento, evidenciado por uma cortina de cipós, trepadeiras e espécies pioneiras e heliófilas como *Tapirira guianensis*; *Alchornea triplinervia* (tapiá) e *Inga uruguensis* (ingá).

Na composição florística deste fragmento, destacam-se *Acacia poliphyla* (monjoleiro), *Ficus spp.* (figueiras), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Pterogyne nictens* (amendoim bravo) e *Machaerium spp.* (bico de pato), *Sapium sp.* (leiteiro), *Alchornea sidifolia* (tapiá), *Gochnathia polymorpha* (cambará), *Piper amalago* (pimenta de macaco) e *Inga uruguensis* (ingá), além de elementos primários como *Protium heptaphyllum* (almecegueira). Epífitas, como *Tillandsia spp.* (Bromeliaceae), *Rhpsalis sp.* e *Epiphyllum sp.* (Cactaceae) ocorrem de forma esparsa neste remanescente.

Nos fragmentos de formações ripárias do rio Piracicaba, junto a Usina Carioba (Figura 3.1) foram identificados os representantes botânicos do estágio de regeneração e grau de artificialismo, cuja listagem é apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Espécies Botânicas nas Formações Ripárias

Famílias	Espécies	Nome Popular
1. Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Guaritá
2.	<i>Lithraea mlleoides</i>	Aroeira
3.	<i>Schinus terebentipholius</i>	Aroeira mansa
4. Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	Peroba
5. Compositae	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Cambará
6.	<i>Vernonia discolor</i>	Assa peixe
7. Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê
8. Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira
9. Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i>	Cactos
10.	<i>Opuntia</i> sp.	Cactos
11. Caesalpinoideae	<i>Bauhinia forficata</i>	Unha de vaca
12.	<i>Cassia ferruginea</i>	Chuva de ouro
13.	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
14.	<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim
15.	<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula
16. Celastraceae	<i>Maytenus aquifolium</i>	Maitenus
17. Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i>	Tapiá
18.	<i>Croton urucurana</i>	Sangra d'água
19.	<i>Croton floribundus</i>	Capixingui
20. Papilionoideae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá
21.	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Embira de sapo
22.	<i>Machaerium brasilienses</i>	Jacarandá
23.	<i>Machaerium nyctitans</i>	Bico de pato
24.	<i>Machaerium stipitatum</i>	Sapuva
25.	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Cabreúva
26.	<i>Sweetia fruticosa</i>	Sapucaia
27. Flacourtiaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Cambroé
28.	<i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga
29. Lauraceae	<i>Ocotea</i> spp.	Canelas
30. Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i>	Jequitibá
31. Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Jacatirão
32.	<i>Tibouchina mutabilis</i>	Manacá
33. Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro
34.	<i>Trichilia</i> spp.	Carrapeta
35. Mimosoideae	<i>Acacia polyphylla</i>	Monjoleiro

36.	<i>Anadenanthera sp.</i>	Angico
37.	<i>Inga uruguensis</i>	Ingá
38.	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau jacaré

Famílias	Espécies	Nome Popular
39. Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Taiúva
40.	<i>Ficus glabra</i>	Figueira
41. Myrsinaceae	<i>Rapanea sp.</i>	Capororoca
42. Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba
43. Palmae	<i>Syagrus romanzoffianum</i>	Jerivá
44. Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Pimenteira
45. Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau marfim
46.	<i>Esenbeckia sp.</i>	Guarantã
47.	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Mamica de porca
48.	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Mamica de porca
49. Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Fruta de pombo
50.	<i>Cupania sp.</i>	Camboatã
51. Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Guatambu
52. Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita cavalo
53. Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Crindeúva
54. Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>	Lixeira
55.	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Pau de viola

c) **Campos Antrópicos**

Esta tipologia de cobertura vegetal com relativa importância em termos de ocorrência espacial, é observada nas áreas internas do terreno do futuro empreendimento e da atual usina Carioba I. Caracteriza-se pelo predomínio de vegetação herbácea, sendo que essas áreas passaram por algum tipo de atividade antrópica, de distintas intensidades e atualmente encontram-se desprovidas de cobertura vegetal arbórea e abandonadas em termos de uso.

Dessa forma, o estágio de regeneração natural predominante é o inicial, com hemicriptófitos graminóides, caméfitos (Myrtaceae, Compositae, Melastomataceae, Solanaceae e Rubiaceae) e predominância de nanofanerófitos de baixo porte, destacando-se *Panicum maximum* (capim colônia) e *Penisetum setosum* (capim-avião), além de gramíneas como *Aristida pallens*, *Melinis minutifolia*, *Paspalum notatum*; *Imperata brasiliensis* e Solanáceas (*Solanum granuloso*), Compositae dos gêneros *Mikania micrantha* e *Vernonia polyanthes* (assa peixe) e outras.

A sudeste e noroeste da área do empreendimento, os campos antrópicos apresentam elementos arbóreos isolados adultos, destacando-se *Alchornea sidifolia* (tapiá), *Casearia sylvestris* (guaçatonga), *Xylopia emarginata* (pimenta de macaco), *Parapitadenia sp.*, *Croton urucurana* (sangra d'água), *Inga spp.* (ingá), *Mimosa spp.*, *Ricinus comunis* (mamona) e *Gochnathia polymorpha* (cambará). A tipologia dos campos antrópicos domina também praticamente as margens esquerda e direita do rio Piracicaba, bem como extensas áreas ao sul do leito do mesmo rio.

d) Culturas

Na AID ocorrem 3 tipos principais de culturas: perenes (café, citricultura e silvicultura), anuais (milho, arroz, algodão, feijão) e semi-perenes (cana-de-açúcar, mandioca).

A principal cultura é a cana-de-açúcar que abrange uma vasta expansão territorial, sobretudo em áreas de solos férteis e com topografia pouco acidentada. Ocupa as porções norte, oeste, sudoeste e nordeste da AID, sendo menos dominante ao sul do rio Piracicaba. O plantio é realizado até próximo aos rios e córregos, se apropriando de áreas de preservação permanente (APP) estabelecidas pela legislação e cabeceiras de drenagens, pressionando as formações ciliares ali remanescentes. Próximo à gleba de estudo, plantações de cana de açúcar dominam as porções norte, nordeste e leste, na margem direita do rio Piracicaba.

e) Reflorestamento

As áreas de reflorestamento ocorrem a sudeste do fragmento de floresta ripária já referido, ao norte da Usina Carioba I, próximo ao fragmento onde realizou-se levantamento fitossociológico e em algumas áreas reduzidas e distribuídas de forma irregular pela AID.

Essas áreas, com elementos em várias idades de desenvolvimento e espaçados de forma regular, são exploradas economicamente e oferecem pouco recurso ecológico para a fixação e desenvolvimento de povoamentos faunísticos, além de alterar profundamente as características físico-químicas naturais dos perfis de solo. Porém, de acordo como suas extensões podem se configurar em importantes corredores faunísticos.

f) Pastagens

Ocorrem predominantemente na porção noroeste da AID, apresentam-se como fisionomias tipicamente campestres e baixa diversidade biológica, apresentando um número baixo de nichos ecológicos. Destaca-se *Brachiaria decumbens* (braquiária), além de outras utilizadas para o pastoreio. Em algumas áreas de pastagens identificam-se processos erosivos como formação de sulcos e ravinas, além de assoreamento de cursos d'água.

No mapa de vegetação da AID (Figura 3.1) é possível identificar os locais onde há presença de maiores fragmentos e com maior proximidade e conectividade:

Floresta Estacional – norte da AID, nas vertentes do vale do ribeirão do Tatu e também próximo ao rio Piracicaba, a NE da Usina Carioba, e

Formações Ciliares – rio Piracicaba, próximo à Usina Carioba, ribeirões do Tatu, da Lagoa Nova e do Bernardino.

Neste sentido, a análise da fragmentação da cobertura vegetal aponta áreas prioritárias para a conservação, não indicando porém áreas específicas, cujos dispositivos de implantação deverão ser conduzidos pelo órgão competente.

3.4.1.3 Fauna Associada**• Considerações Gerais**

De forma geral, o estudo de fauna é resultado de uma investigação zoogeográfica, ou seja, uma abordagem da distribuição espacial dos povoamentos faunísticos com provável ocorrência nas áreas de influência do empreendimento, incluindo AID e AII.

Para esse tipo de investigação seguiu-se duas orientações. A primeira, baseada em compilação bibliográfica, onde as distribuições dos diversos grupos zoológicos são investigadas em termos da ecologia presente e da evolução dos ecossistemas sob a influência dos ciclos climáticos e do grau de alteração imposto pelas atividades antrópicas ao longo das últimas décadas.

A segunda linha de abordagem, baseia-se em levantamentos expeditos na área de estudo com o intuito de se observar a ocorrência de determinados povoamentos faunísticos que serão utilizados como qualificadores ambientais, uma vez que os grupos zoológicos refletem o grau de artificialismo presente.

Neste sentido, o grupo de vertebrados melhor utilizado como qualificador ambiental é o da avifauna, muito sensível à variabilidade da estrutura da vegetação e, provavelmente, desempenhando um papel importante na caracterização dos povoamentos, sendo também levantados, de forma secundária, outros grupos de fauna.

A caracterização das outras classes de fauna, faz menção às espécies de ocorrência originalmente comprovada e/ou provável naquela região do Estado de São Paulo, mais especificamente na região das áreas de influência. É certo que devido ao intenso processo de ocupação humana desenvolvido na região, as espécies tipicamente florestais (hilófilas), cujas necessidades de qualidade (nichos ecológicos) e quantidade (extensão) de habitats são maiores, foram paulatinamente sendo substituídas por aquelas hemerófilas, cujos ambientes são influenciados pelo homem e apresentam pouca variabilidade ecológica.

Neste sentido, elementos da fauna como carnívoros, artiodáctilos, certos primatas e outros representantes da mastofauna de grande porte, foram erradicados da região, sendo esta ocupada preferencialmente por roedores . Além das aves, mamíferos de pequeno porte, como *Sciurus aestuans* (caxinguelê), *Agouti paca* (paca) e *Dasyprocta azarae* (cotia), ainda ocorrem nos fragmentos da região. Os quirópteros, favorecidos pela variedade de nichos das formações ripárias, dominam a mastofauna remanescente nessas formações.

Atualmente o NMA-Embrapa – Jaguariuna vem desenvolvendo estudos referentes à ocorrência e distribuição espacial de povoamentos faunísticos no município de Campinas, cujos ecossistemas caracterizados apresentam alto grau de similaridade com aqueles encontrados nas áreas de influência do empreendimento proposto.

Neste sentido, as listagens elaboradas nestes estudos foram compiladas no intuito de subsidiar tecnicamente a avaliação da fauna e complementar os levantamentos primários efetuados nas áreas de influência, mesmo que em um curto período de tempo. As listagens contendo estes estudos são apresentadas no Anexo 3, mostrando a composição da fauna, pela compilação dos estudos desenvolvidos pelo NMA-Embrapa .

Complementando estes levantamentos secundários, a avifauna e mastofauna, típicas indicadoras tradicionais da qualidade ambiental, foram levantadas de forma primária nos fragmentos remanescentes e próximos a usina Carioba.

- **Avifauna**

Entre as formações florestais que representam refúgios para muitas das aves, destacam as ripárias e as mesófilas. Por constituírem formações em estágios avançados de processo de regeneração natural, apresentam maior variedade de habitats disponíveis à fauna hilófila remanescente.

Nestas formações presentes na AID, observa-se *Leptotila verreauxi* (juriti) e *Piaya cayana* (alma de gato). Alguns beija-flores e sanhaços, visitantes de jardins e pomares, abrigam-se nestas formações. Os fragmentos ripários da área investigada, relativamente contínuos e, portanto, menos isolados, abrigam *Tapera naevia* (saci); *Troglodites aedon* (cambaxirra); *Coereba flaveola* (cambacica); *Tangara cayana* (saíra amarela) e alguns pica-paus (*Colaptes campestris* e *Dryocopus lineatus*), entre outras comuns nessas formações secundárias.

É notável, contudo, o domínio das espécies hemerófilas granívoras ou insetívoras, encontrando alimento em abundância nos campos agrícolas e pastagens da área de intervenção e AID, como o caso de *Sporophila* spp. (coleirinhas); *Volatina jacarina* (tiziú); *Tyrannus savanna* (tesourinha) e *Molothrus bonariensis* (chupim). Outras como o *Buteo magnirostris* (gavião carijó) são frequentes nas bordas de mata, onde pousam em árvores altas, espreitando pequenas presas.

Observam-se com frequência, espécies comuns nos campos antrópicos de quase todo país, como *Polyburus plancus* (carcará); *Vanellus chilensis* (quero quero); *Falco sparverius* (quiri quiri); *Speotyto cunicularia* (coruja buraqueira) e *Bubulcus ibis* (garcinha vaqueira), também registrados durante os trabalhos de campo na área de estudo.

Às margens do rio Jaguari, são comuns *Phalacrocorax olivaceus* (biguá), *Casmerodius albus* (garça branca); *Egretta thula* (graça), *Dendrocygna viduata* (irerê); *Ceryle torquata* (martim pescador), *Chloroceryle amazona* (martim pescador verde) e outras espécies paludícolas que normalmente colonizam ambientes alterados. Socozinhos (*Ardeola striata*) foram observados na AID, junto aos cursos d'água.

Nos campos úmidos, próximos aos cursos d'água (rio Piracicaba) foram registradas garças brancas (*Casmerodius albus*) e jacanãs (*Jacana jacana*), característicos desses ambientes e relativamente comuns em áreas antrópicas. Avistaram-se ainda *Vanellus chilensis* (quero-queros), comuns em toda a área e *Buteo magnirostris* (gavião carijó).

A Tabela 3.5, a seguir apresenta a listagem das espécies da avifauna observadas em campo.

Tabela 3.5 Avifauna – Listagem das Espécies na AID

Espécie	Nome Popular	Família
<i>Amazilia lactea</i>	beija-flor-de-peito-azul	Trochilidae
<i>Bubulcus ibis</i>	garcinha	Ardeidae
<i>Cacicus haemonhous</i>	guaxe	Icteridae
<i>Casmerodius alba</i>	garça-branca	Ardeidae
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	Cathartidae
<i>Ceryle torquata</i>	martim-pescador	Alcedinidae
<i>Cistithorus platensis</i>	corruíra-do-campo	Troglodytidae
<i>Coereba chloropyga</i>	cambacica	Coerebidae
<i>Columba cayennensis</i>	pomba-galega	Columbidae
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	Columbidae
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	Cathartida
<i>Crotophaga ani</i>	anú-preto	Cuculidae
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	Coerebidae
<i>Egretta thula</i>	garça-vaqueira	Ardeidae
<i>Elanus leucurus</i>	gavião-peneira	Accipitridae
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	Falconidae
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	Furnariidae
<i>Gnorimopser chopi</i>	pássaro-preto	Icteridae

Espécie	Nome Popular	Família
Guira guira	anú-branco	Cuculidae
Hylocharis viridiventris	beija-flor-roxo	Trochilidae
Leptotila decipiens	juriti	Columbidae
Molothus bonariensis	chupim	Icteridae
Notiochelidon cyanoleuca	andorinha-de-casa	Hyrundinidae
Passer domesticus	pardal	Ploceidae
Pionus maximiliani	maritaca	Psittacidae
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	Tyrannidae
Polyborus plancus	cará-cará	Falconidae
Pseudoleistes guirahuro	chupim-do-brejo	Icteridae
Scardafella squamata	fogo-pagô	Columbidae
Speotyto cunicularia	coruja-buraqueira	Strigidae
Thraupis sayaca	sanhaço	Thraupidae
Troglodytes aedon	cambaxirra	Troglodytidae
Turdus fumigatus	sabiá-da-mata	Turdidae
Tyrannus savana	tesourinha-do-campo	Tyrannidae
Vanellus chilensis	quero-quero	Charadriidae
Xolmis velata	noivinha	Tyrannidae
Zonotrichia capensis	tico-tico-do-campo	Fringillidae

- **Outros Grupos de Fauna**

Com relação a outros grupos de fauna, foram observados durante levantamento de campo, espécies generalistas e de pequeno porte, principalmente aquelas pertencentes ao grupo dos roedores e felinos de pequeno porte.

Os fragmentos remanescentes, objetos de levantamentos florístico e fitossociológico, tiveram suas populações de fauna observadas através de visualização direta, presença de vestígios (fezes, pegadas, tocas, etc.) e conversação com moradores locais. Estes fragmentos em estágio médio de regeneração, situam-se a nordeste da Usina Carioba I, nas margens do rio Piracicaba e outro mais próximo à via Anhanguera.

Neste sentido, devido ao curto tempo de observação em campo, o grau de artificialismo presente nos fragmentos remanescentes e a baixa conectividade entre os mesmos, a listagem elaborada neste estudo tornou-se muito reduzida, evidenciando que determinados povoamentos faunísticos hilófilos tiveram sua dinâmica de distribuição espacial fortemente alterada, não ocorrendo mais na região.

Por outro lado, espécies de hábito colonialista e sinântropas, tiveram seus domínios expandidos em função da implantação de grandes áreas abertas pelas culturas e pastagens, que dominam a paisagem na área de estudo. Assim, as poucas espécies observadas (mastofauna) no campo foram Agouti paca (paca), *Dasyopus novemcinctus* (tatu-galinha), *Didelphis marsupialis* (gambá), *Felis* sp. (gato-do-mato-pegadas), *Philander opossum* (cuíca), *Procyon cancrivorus* (guaxinim) e *Sciurus ingrami* (serelepe).

Dessa forma, conclui-se que os poucos elementos da mastofauna identificados nas etapas de campo, refletem o alto grau de artificialismo implantado na AID, bem como a necessidade de levantamentos mais detalhados e específicos, como os conduzidos atualmente pelo NMA-Embrapa. Tais estudos também convergem para uma conclusão de que ocorrem ambientes predominantemente abertos e com alto grau de alteração, favorecendo espécies de comportamento generalista.

As listagens de fauna compiladas (Anexo 3) apresentam espécies de provável ocorrência nas áreas de influência do empreendimento, porém, com baixa probabilidade, devido a fragmentação e insularização dos remanescentes florestais caracterizados.

3.1.5 Áreas Protegidas por Lei

A caracterização das áreas protegidas baseou-se na legislação ambiental pertinente relacionada ao tipo de empreendimento proposto e à cobertura vegetal.

- Lei 4771/65 - Código Florestal – alterada pela Lei Federal 7803/89;
- Intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP), estabelecidas pela Resolução Conama 004 de 18.09.1985. Notadamente, a Resolução Conama 004/85 dispõe sobre reservas ecológicas, formações florísticas e áreas de preservação permanente (APP), mencionadas no art. 18 da Lei 6938/81. Neste sentido, as APPs referentes à fragmentos florestais e margens de rios e córregos, inseridos na AID, devem ser mapeados e quantificados, de forma a subsidiar o diagnóstico ambiental e dimensionar medidas corretivas e compensatórias no caso de intervenção;
- Autorização de intervenção em áreas de preservação permanente com cobertura vegetal arbórea - anuência do Ibama, de acordo com Ordem de Serviço 058 de 30.12.1998;

- Supressão de cobertura vegetal nativa, condicionada pelo Decreto Federal 750 de 10.03.1993, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica;
- Portaria IBAMA 1522/1989 que estabelece listagem de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.

Na área de influencia do empreendimento, o rio Piracicaba apresenta uma largura aproximada de 50 metros, e segundo a legislação, as áreas de preservação permanente situam-se em faixas marginais de 50 metros medidas horizontalmente a partir do leito maior sazonal. Como o rio percorre cerca de 600 metros de extensão na margem da Usina, a extensão total de APP é de 30.000 m² (3 ha).

Ressalta-se que esta extensão de APP encontra-se fortemente descaracterizada pelas atividades intrínsecas da Usina Carioba, não remanescendo nenhuma cobertura arbórea significativa na margem esquerda do rio. A outra margem encontra-se recoberta por formação ciliar e monocultura de cana de açúcar.

Com relação à supressão de cobertura vegetal nativa, os fragmentos florestais identificados na área como sendo de estágio médio de regeneração natural estão protegidos de corte pelo Decreto Federal 750 de 10.03.93, sendo considerados de preservação permanente. Salienta-se que não está prevista nenhuma interferência nestes fragmentos. Já as formações em estágio inicial de regeneração, terão seu corte ou utilização sujeitas à condicionantes técnicas e legais.

3.1.6 Conclusões

Na Área de Influência Indireta - AII, a convivência das atividades antrópicas com as formas do relevo e a cobertura vegetal natural resultou em um quadro de forte alteração da paisagem, baseado na erradicação de fragmentos florestais pelas pressões exercidas pelos processos produtivos como agroecossistemas, complexos industriais e reflorestamentos.

Inserida no mesmo contexto, a Área de Influência Direta - AID apresenta um pequeno e disperso conjunto de áreas recobertas por vegetação natural, como permite concluir o mapa de cobertura vegetal elaborado para o diagnóstico.

A maioria destes fragmentos são manchas de formações ripárias, geralmente alongadas acompanhando os cursos d'água, constatando-se porém, diversos córregos sem qualquer vegetação ciliar ao longo dos mesmos. A observação do mapa permite concluir que o tamanho médio dos fragmentos remanescentes é pequeno, não ultrapassando os 10 hectares, e que a grande maioria destes não apresenta conectividade.

A atual conectividade entre os fragmentos é feita notadamente pela rede hidrográfica presente, observando-se entretanto, que em muitos córregos há descontinuidade na presença de mata ciliar expressiva.

Em termos de forma, predominam aqueles fragmentos de alongados e mais estreitos, que acompanham os córregos, com exceção de poucos fragmentos de mata estacional em estágios mais avançados, que apresentam formato mais regular e arredondado.

A presença de monoculturas extensivas, principalmente a cana de açúcar, e a distância entre os fragmentos são fatores que interferem de forma negativa no fluxo gênico entre os povoamentos faunísticos dos fragmentos. Esta fragmentação da paisagem causada pela agricultura influi na riqueza e diversifica o espaço ecológico utilizado pela fauna.

Devido à da forte antropização, alguns conjuntos apresentarão tendências generalistas, enquanto outros são especializados na exploração de determinados habitats. Outros ainda tendem a um comportamento intermediário. Neste sentido, a composição, estrutura e distribuição dos povoamentos estão extremamente condicionadas pelas atividades agro-silvo-pastoris, que caracterizam as áreas de influência do empreendimento.

Nesse cenário, dominado por áreas agrícolas, industriais e urbanas em expansão, com raros remanescentes florestais, reduzidos e alterados, é possível afirmar que pouco resta da fauna nativa. Normalmente em muitos ambientes terrestres atuais, as atividades humanas e a conseqüente simplificação dos ecossistemas levaram à substituição de grande parte das espécies originais, em especial, daquelas mais exigentes quanto à integridade ambiental, por elementos hemerófilos e oportunistas.

3.2 **ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS**

3.2.1 **Introdução**

A análise hidrobiológica foi baseada nos resultados da coleta qualitativa e quantitativa das comunidades fitoplanctonica, zooplanctonica, bentonica e dos parâmetros físico-químicos da água que são fatores limitantes ao desenvolvimento das populações destas comunidades. A seleção de quatro estações de amostragens, duas a montante e duas a jusante da seção do rio Piracicaba, adjacente a área de interesse para implantação do empreendimento, deve-se ao fato destes parâmetros estarem contemplados, mesmo que parcialmente, na legislação, e que vários deles não estão relacionados nos padrões para qualidade das águas interiores. Visando uma análise de correlação entre os diversos fatores limitantes e a densidade populacional das diversas comunidades estabeleceu-se uma relação de parâmetros límnicos.

Definiu-se como área de estudo e Área de Inflência Indireta dos ecossistemas aquáticos a bacia do rio Piracicaba e como Área de influência Direta o rio Piracicaba, numa distância a montante e a jusante de 15 km, a partir do ponto aproximado do lançamento de efluentes do futuro empreendimento.

3.2.2 **Aspectos Metodológicos**

Para a análise hidrobiológica do rio Piracicaba foi realizada a coleta de amostras, em 27/04/2000, em 04 estações (conforme indicadas na Figura 3.2) e análise laboratorial dos parâmetros físico-químico e biológico. Os pontos de amostragem foram distribuídos da seguinte forma:

- Amostra 1 - Rio Piracicaba - Montante / Ambiente Lótico (amostra 134) - 22° 42' 38" S;
- Amostra 2 - Rio Piracicaba Montante / Ambiente Lêntico: (amostra 135) - 47° 20' 16" W;
- Amostra 3 - Rio Piracicaba Jusante/ Ambiente Lótico (amostra 136) -22° 42' 24" S;
- Amostra 4 - Rio Piracicaba - Jusante / Ambiente Lêntico (amostra 137) - 47° 20' 35" W;

FIGURA 3.2

**LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PARA AMOSTRAGEM
HIDROBIOLÓGICA NO RIO PIRACICABA**

Fitoplâncton - foram coletadas com auxílio de rede de 20 µm de abertura de malha e 25 cm de diâmetro de boca, arrastada verticalmente a partir de 0,5 m do fundo até a superfície. As amostras foram transferidas para frascos de polietileno e preservadas com solução de lugol acético, sendo posteriormente utilizadas para as análises qualitativas, com auxílio do microscópio binocular, ocular micrométrica e câmara clara, modelo Axioshop, da Carl Zeiss. A identificação das algas foi realizada, sempre que possível, até espécie e a coleta destas amostras realizada à aproximadamente 20 cm da superfície da água para as análises quantitativas, com auxílio invertido da Carl Zeiss e da câmara de Utermohl;

- **Zooplâncton** – as amostras foram coletadas com auxílio de rede de 68µm de abertura de malha e de 25 cm de diâmetro de boca, arrastada verticalmente a partir de 0,5m do fundo até a superfície e transferidas para frascos de polietileno, preservadas com formalina à 4% e coradas com algumas gotas de Rosa de Bengala. A análise quantitativa foi efetuada através de sub-amostragens, sendo a amostra previamente homogeneizada. Os rotíferos foram contados em câmaras de Sedgwick-Rafter de 1 ml de capacidade, sob microscópio óptico da Carl Zeiss.

Para análise de crustáceos, foram retiradas subamostras com uma pipeta Stempel de 1 ml, sendo os organismos contados sob microscópio estereoscópio da Carl Zeiss até atingir o mínimo de 300 indivíduos adultos para cada grupo taxonômico.

A densidade dos organismos foi calculada a partir da fórmula $D = N/V$, onde **D** é a estimativa de densidade, **N** é o número de indivíduos capturados e **V** é o volume filtrado pela rede. O volume filtrado pela rede foi calculado pela fórmula $V = a.h$, onde **a** é a área da boca da rede, **h** é a distância percorrida.

- **Macroinvertebrados Bentônicos** - a coleta do substrato do fundo da represa foi realizado com auxílio de um pegador tipo “Eckman-Birge”, com 225 cm² de área. Em cada área de amostragem foram efetuadas três (03) pegadas e acondicionadas em sacos plásticos no local da coleta, sendo preservadas com solução de formalina à 4%. No laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente, utilizando-se uma malha de 125 µm de abertura, e transferidas em frascos;
- **Ictiofauna** – a análise da ictiofauna concentrou-se no grupo dos peixes, uma vez que existem poucos estudos disponíveis a respeito dos ecossistemas aquáticos do interior do estado de São Paulo. Os dados referentes a ictiofauna foram coletados em diversas referências bibliográficas e também durante visitas a coleção de peixes depositada no museu de zoologia da Universidade de São Paulo;

- **Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos** - os parâmetros físico-químicos analisados podem ser agrupados para caracterizar diversos aspectos referentes à qualidade das águas, de acordo com o seu estado trófico (frações nitrogenadas e fosforadas), indicadores do balanço de íons (pH, sólido dissolvido total, sólido suspensos totais, cloretos, sulfatos, sulfitos), indicadores da qualidade microbiológica (coliformes totais e fecais), produtividade primária (clorofila *a* e feofitina), características físicas das águas (transparência, cor, turbidez), indicadores da condição de suporte biológico (oxigênio dissolvido, temperatura), indicadores do teor de matéria orgânica (DBO₅ e DQO) e contaminantes externos (HAP, Metais Pesados, Compostos fenólicos, BTX, Cianeto, óleos e graxas).

Visando a análise de correlação não linear entre diversos fatores limitantes e a densidade populacional das diversas comunidades é que se estabeleceu uma relação de parâmetros límnicos, muitos dos quais não estão presentes na Resolução CONAMA 20, e portanto apresentados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 Parâmetros Analisados na Coleta de água do Rio Piracicaba

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA * Classe 2
PH	-	6,0 - 9,0
TEMPERATURA	(°C)	-
TRANSPARÊNCIA	Metros	-
OXIGÊNIO DISSOLVIDO - O₂	(mg/L)	< 5
ALCALINIDADE - CaCO₃	(mg/L)	-
AMÔNIA - N NH₄	(mg/L)	0,5
CIANETO	(mg/L)	-
CLORETOS - Cl	(mg/L)	< 250
COR	(mg Pt/L)	75,0
DBO	(mg/L)	< 5,0
DQO	(mg/L)	-
DUREZA TOTAL - CaCO₃	(mg/L)	-
FERRO TOTAL	(mg/L)	-
NITRATO - N	(mg/L)	10,0
NITRITO - N	(mg/L)	1,0
ÓLEOS E GRAXAS	(mg/L)	VIRTUALMENTE AUSENTES
ORTO-FOSFATO	(mg/L)	-
FÓSFORO TOTAL- P	(mg/L)	0,025
FOSFATO TOTAL- PO₄	(mg/L)	-
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	(mg/L)	-
SÓLIDOS SUSPENSOS	(mg/L)	-
SULFATOS - SO₄	(mg/L)	250

Parâmetros	Unidade	CONAMA * Classe 2
SULFITO	(mg/L)	-
TURBIDEZ	NTU	100
ARSÊNIO	(mg/L)	-
BÁRIO	(mg/L)	1,0
CÁDMIO	(mg/L)	0,001
COBRE	(mg/L)	0,002
CROMO	(mg/L)	0,5
MANGANÊS	(mg/L)	0,1
MERCÚRIO	(mg/L)	0,0002
NÍQUEL	(mg/L)	0,025
C. FENÓLICOS	(mg/L)	0,001
HPA	(µg/L)	-
PESQUISA DE CLOROFILA a	mg/ m ³	-
FEOFITINA	(mg/L)	-
COLIFORMES TOTAIS	(colif/100ml)	5000
COLIFORMES FECAIS	(colif/100 ml)	1000
XILENO	(µg/L)	-
TOLUENO	(µg/L)	-
BENZENO	(µg/L)	-
ÉTILBENZENO	(µg/L)	-
ETIRENO	(µg/L)	-

3.2.3 Resultados obtidos

3.2.3.1 Análise Limnológica

Os resultados das análises realizadas nas quatro estações de amostragem estão apresentados nas Tabelas 3.7 a 3.11 e nas Figuras 1 a 30 do Anexo 4.

Tabela 3.7 Parâmetros nas Quatro Estações de Amostragem 04.599/00

Parâmetros	Unidade	Estações De Amostragem			
		1	2	3	4
PH	-	5,9	6,9	6,2	6,4
Temperatura	(°C)	22,9	23,8	23,0	23,3
Transparência	Metros	1,00	0,50	1,00	0,60
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/L	7,7	4,2	7,4	5,8
Alcalinidade - CaCO ₃	mg/L	29,7	96,4	60,2	39,0
Amônia - N NH ₄	mg/L	0,77	0,78	2,25	1,02
Cianeto	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloretos - Cl	mg/L	9,0	38,8	16,9	14,9
Cor	Hazen	44	154	94	87
DBO - O ₂	mg/L	1,8	22,0	4,9	11,4
DQO - O ₂	mg/L	<10	74	28	38
Dureza Total - CaCO ₃	mg/L	26,0	43,1	30,0	30,0
Ferro Total	mg/L	0,84	2,24	0,11	1,05
Nitrato - N NO ₃	mg/L	0,65	0,09	0,43	0,34
Nitrito - N NO ₂	mg/L	0,04	0,01	0,01	0,02
Óleos e Graxas	mg/L	<5	6	<5	5
Orto-fosfato	mg/L	0,30	1,53	0,45	0,54
Fósforo Total - P	mg/L	0,17	1,14	0,36	0,55
Sólidos Dissolvidos	mg/L	74,2	197	102	95,7
Sólidos Suspensos	mg/L	10	62	29	12
Sulfato	mg/L	45,3	37,2	17,7	23,7
Sulfito	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Turbidez	NTU	8,3	25,8	11,2	9,5
Arsênio	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bário	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cádmio	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Manganês	mg/L	0,06	0,14	0,08	0,08
Mercúrio	mg/L	<0,005	<0,007	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
C. Fenólicos	mg/L	ND	ND	ND	ND
HPA	µg/L	ND	ND	ND	ND
Clorofila a	mg/ m ³	0,26	0,11	0,03	0,11
Feofitina	mg/L	0,64	0,29	0,15	0,08
Coliformes Totais	NPM/100mL	54x10 ⁵	87x10 ⁵	19x10 ⁵	89x10 ⁵

Parâmetros	Unidade	Estações de Amostragem			
		1	2	3	4
Coliformes Fecais	NPM/100mL	24x10 ⁵	52x10 ⁵	13x10 ⁵	62x10 ⁵
Xileno	µg/L	ND	0,42	ND	ND
Tolueno	µg/L	ND	ND	ND	ND
Benzeno	µg/L	0,44	ND	ND	ND
Etilbenzeno	µg/L	ND	0,52	ND	ND
Etireno	µg/L	ND	ND	ND	ND

Tabela 3.8 Parâmetros Límnicos - Fitoplâncton

Fitoplâncton taxon	Estações de Amostragem			
	Montante Lêntico 1	Montante Lótico 2	Jusante Lêntico 3	Jusante Lótico 4
Divisão Cyanophyta				
<i>Microcystis flos-aquae</i>		#	#	#
<i>Oscillatoria irrigua</i>	#		#	#
<i>Oscillatoria sp.</i>	#			
Divisão Euglenophyta				
<i>Euglena acus</i>	#	#	#	#
<i>Euglena granulata</i>	#	#	#	
Divisão Chrysophyta				
<i>Dynobryon bavaricum</i>		#		
Divisão Chlorophyta				
<i>Actinastrum gracilis</i>				#
<i>Closterium carvalum</i>	#	#	#	#
<i>C. lunula</i>				#
<i>Coeslastrum microporum</i>	#	#	#	#
<i>Chaetophora sp.</i>	#	#	#	#
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			#	
<i>Microthamnion stricctissimum</i>		#	#	
<i>Cedogonium sp.</i>		#		
<i>Pediastrum duplex</i>	#		#	
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	#	#	#	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	#	#	#	
<i>S. acuminatus</i>			#	
<i>Soyrogyra sp.</i>	#	#	#	#
Divisão Bacillariophyta				
<i>Biddulphia sp.</i>			#	
<i>Melosira herzogii</i>	#	#	#	#

Fitoplâncton taxon	Estações de Amostragem			
	Montante Lêntico 1	Montante Lótico 2	Jusante Lêntico 3	Jusante Lótico 4
<i>Melosira sp.</i>	#		#	
<i>Fragillaria capucina</i>		#	#	
<i>Surirella sp</i>			#	
Divisão Rhodophyta				
<i>Audouinella violacea</i>	#		#	

Tabela 3.9 Parâmetros Límnicos - Fitoplâncton – Abundância Relativa (%) E Densidade De Organismos (MI)

Divisões	Estações de Amostragem			
	Montante Lêntico 1	Montante Lótico 2	Jusante Lêntico 3	Jusante Lótico 4
<i>Cyanophyta</i>	14,3%	8,4%	10,0%	22,2%
<i>Eugenophyta</i>	14,3%	16,6%	10,0%	11,1%
<i>Chysophyta</i>	-	8,1%	-	-
<i>Chlorophyta</i>	50,0%	50,0%	50,0%	55,65 %
<i>Bacillariophyta</i>	14,3%	16,8%	25,0%	11,15%
<i>Rhodophyta</i>	7,1%	-	50,0%	-
Nº total de Taxons	14	12	20	09
Nº de organismos por ml	16	49	22	33

Tabela 3.10 Parâmetros Límnicos - Zooplâncton

Zooplâncton Taxon	Estações de Amostragem							
	Montante Lêntico 1		Montante Lótico 2		Jusante Lêntico 3		Jusante Lótico 4	
	Abun	Densi	Abun	Densi	Abun	Densi	Abun	Densi
<i>Philo Artropoda</i>								
Classe <i>Crustacea</i>								
Subordem <i>Cyclopoida</i>								
<i>Cyplopus sp.</i>	-	-	4	50	1	12,5	2	25
Subordem <i>Calanoida</i>								
Família <i>Centropagidae</i>	-	-	1	12,5	-	-	-	-
Ordem <i>Arachnide</i>								

Zooplâncton Taxon	Estações de Amostragem							
	Montante Lêntico 1		Montante Lótico 2		Jusante Lêntico 3		Jusante Lótico 4	
	Abun	Densi	Abun	Densi	Abun	Densi	Abun	Densi
<i>Hidracarina</i>	1	12,5	-	-	1	12,5	-	-
Ordem <i>Brachipoda</i>								
Subordem <i>Ciadocera</i>								
<i>Daphnia sp.</i>	-	-	3	37,5	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1	12,5
<i>Leydigle sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1	12,5
Classe <i>Insecta</i>								
Ordem <i>Dipetera</i>	1	12,5	-	-	1	12,5	3	37,5
TOTAL	2	25,0	8	100	3	37,5	7	87,5
NÚMERO DE TAXA	02		03		03		04	
VOLUME FILTRADO (M ³)	0,08		0,08		0,08		0,08	

Tabela 3.11 Parâmetros Límnicos - Bentos.

Bentos	Montante	Jusante
<i>Philo Aneelida</i>		
Classe <i>Oligocheta</i>		
sp 01	54 organismos	126 organismos
Classe <i>Rhynchobdellida</i>		
sp 01	07 organismos	
<i>Philo Artropoda</i>		
Classe <i>Insecta</i>		
Ordem <i>Dipetera</i>		
Família <i>Tipulidae</i>		
sp 01	07 organismos	
Família <i>Tabanidae</i>		
sp 01	01 organismo	

3.2.3.2

Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos**• Indicadores do Estado Trófico**

Os teores de amônia apresentaram variação entre 0,77 e 2,25 mg/L e nitrato entre 0,09 e 0,65 mg/L, enquanto o nitrito situou-se entre 0,01 e 0,04 mg/L. Consta-se que, enquanto as concentrações de nitrato e nitrito apresentaram-se mais elevadas a montante da atual usina de Carioba I, os valores de amônia foram bastante elevados a jusante indicando estado entre mesotrofia e eutrofia.

Por outro lado, o teor de Ortofosfato variou de 0,30 mg/L a 1,53 mg/L, enquanto a concentração de fósforo total variou de 0,17 a 1,14 mg/L, indicando assim um estado de hipertrofia.

• Indicadores do Balanço de Íons

As concentrações de sulfatos variaram entre 17,7 e 45,3 mg/L. Estes teores foram considerados muito altos, indicando a presença de sais dissolvidos nas estações de amostragem. Os teores de cloretos encontrados (9,0 a 38,8 mg/L), nas quatro estações de amostragem, evidenciam o processo de aporte de íons alóctones.

O pH variou entre 5,9 a 6,9 e é considerado ácido, com uma tendência à uma leve acidez, fato esse comum nas águas dos rios do Estado de São Paulo.

• Indicadores da Qualidade Microbiológica

Os teores de coliformes fecais variaram entre 13x10⁵ colônias/100ml (Jusante - ambiente Léntico) e 62x10⁵ colônias/100ml (Jusante - ambiente Lótico). Os teores de coliformes totais variaram entre 19x10⁵ colônias/100ml (Jusante - ambiente Léntico) e 89x10⁵ colônias/100ml (Jusante - ambiente Lótico). Estes teores indicam a existência de fontes de contribuição fecal nas águas do Rio Piracicaba.

• Indicadores da Produtividade Primária

A análise dos resultados de clorofila a não indicou a sua presença em altas concentrações nas quatro estações de amostragem no rio Piracicaba. Este fato pode ser facilmente explicado pela velocidade da corrente, turbidez da água e pela cor aparente da água.

A concentração de clorofila a variou de 0,03 a 0,26 mg Cla/m³, valores bastante baixos quando comparados a literatura. De acordo com MOSS (1980) teores de até 2 mg Cla/m³ são considerados baixos em lagos do Canadá e do Reino Unido. Este fato deve-se, provavelmente, a presença de cor na água, uma vez que o fósforo, obviamente, não é fator limitante.

A feofitina, pigmento indicador de avançado estágio sucessional da comunidade fitoplanctônica esteve entre 0,08 e 0,64 mg/L. Valores estes também bastante diminutos.

- ***Características Físicas das Águas***

Dentre as características físicas da água, a turbidez encontrada apresentou variação nas quatro amostras (8,3 a 25,8 NTU), sendo portanto relativamente baixa. Os teores de cor medidos variam entre 44 e 154 Hazen, indicando elevadas concentrações de substâncias orgânicas dissolvidas na água.

Os dados relativos a transparência da água revela que estes valores situaram-se entre 0,5 e 1,0 metros, indicando que há uma baixa penetração de luz no curso d' água. A presença de cor bastante elevada, a montante e a jusante da unidade da CPFL, indica que a comunidade fitoplanctônica poderá ser comprometida devido a limitação da difusão dos raios luminosos, dificultando assim a entrada de energia em toda cadeia trófica.

- ***Condições de Suporte Biológico***

Os teores de oxigênio dissolvido variaram entre 4,2 e 7,7 mg/l e a temperatura entre 22,9 a 23,8 °C o que indica condições adequadas ao suporte dos ecossistemas aquáticos, apenas nos ambientes lênticos. Na estação de amostragem 2, (montante - ambiente Lótico) as condições são consideradas inadequadas para a preservação de comunidades biológicas.

- ***Indicadores do Teor de Matéria Orgânica das Águas***

A DBO₅ e a DQO indicam o teor de matéria orgânica oxidável da amostra. A DBO₅ mede a quantidade de oxigênio consumida na respiração e oxidação da matéria orgânica, à temperatura ambiente (20°C), durante 5 dias, e a DQO mede o teor total de matéria oxidável na amostra, medida à partir de sua oxidação completa. Em termos gerais o resultado da DBO₅ fornece uma indicação do teor de matéria orgânica biodegradável na amostra. A relação DBO₅/DQO permite estabelecer a proporção facilmente degradável da matéria orgânica contida na amostra.

Os resultados, tanto para a DBO quanto para a DQO, demonstram valores muito baixos. A DBO variou de 1,8 a 22,0 mg O₂\ L e a DQO foi do limite de detecção (10 mg O₂\ L) a 74 mg O₂\ L, indicando elevadíssimas concentrações de material biodegradável e de matéria oxidável nas águas das amostras 2 e 4, isto é, nos mesmas estações de amostragem onde se constatou o déficit de oxigênio dissolvido. Este fato indica que a capacidade de autodepuração nestes pontos é crítica. Este fator indica que parte do oxigênio dissolvido nas águas do rio Piracicaba é consumido na oxidação da matéria orgânica e inorgânica.

- **Substâncias Contaminantes**

Não foram detectados teores significativos de óleos e graxas Também não foi identificada a presença de metais pesados como arsênio, bário, cádmio, cobre, cromo, mercúrio e níquel em nenhuma das amostras, assim como a presença de hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, cianeto e compostos fenólicos. A presença de hidrocarbonetos aromáticos mononucleares foi constatada em uma estação de amostragem (Benzeno – montante - ambiente Lântico; Xileno e Etilbenzeno – montante – ambiente Lótico).

- **Alcalinidade e Dureza**

Ao contrário do que observa para a maioria das águas dos rios brasileiros, essas águas são medianamente moles, provavelmente devido à influencia do usos do solo no seu entorno.

Verificou-se que as amostras coletadas no rio Piracicaba apresentaram valores bastante elevados. A dureza total variou de 26,0 a 43,1 mg de CaCO₃/L e a alcalinidade total variou de 29,7 a 96,4 mg de CaCO₃/L, ambas as coletas situadas a montante da usina da CPFL.

3.2.3.3

Caracterização Das Comunidades Límnicas

- **Comunidade fitoplanctonica**

Os resultados obtidos para a comunidade fitoplanctonica demonstram que, as águas continham populações bastante empobrecidas. Seis divisões foram detectadas: a Baccillariophyta (diatomáceas), e a Divisão Chlorophyta (algas verdes), Cyanophyta (algas azuis), Euglenophyta, Chrysophyta, e Rhodophyta. As águas são dominadas por algas da Divisão Chlorophyta (13 espécies) com valores situados entre 50 e 55 % dos organismos encontrados. Apenas 5 espécies de diatomáceas foram detectadas nas amostragens, o que atesta a baixa diversidade do fitoplâncton.

Os representantes da Divisão Chlorophyta são muito comuns em águas continentais (SCHÄFER, 1984) e engloba desde algas unicelulares, até plantas multicelulares complexas (CHAPMAN & CHAPMAN, 1983). Ambas as divisões ocorrem comumente em lagos de água doce.

O cálculo do índice de diversidade confirma as observações acima. Na verdade, isto é uma decorrência do fato de que na análise das amostras de fitoplâncton não ocorre o registro das abundâncias individuais das espécies. Dentre as possíveis explicações para a pobreza registrada nas populações fitoplanctônicas, três hipóteses são mais prováveis: a) predação pelo zooplâncton que se alimentam do fitoplâncton b) a presença de cor elevada e baixa transparência c) elevada vazão que impede o crescimento das comunidades fitoplanctônicas.

- **Comunidade zooplanctônica**

A análise da comunidade zooplanctônica revelou uma comunidade muito pobre, composta apenas por seis espécies. Chama-nos a atenção a ausência de espécimes de rotíferos, devendo este fato estar associado ao método de coleta. Verifica-se um número reduzido de cladóceros e copépodos calanóide e ciclopóide (Tabela 3.10.), indicando que esta comunidade é bastante pobre. Os cladóceros são animais extremamente oportunista que ocupam habitats desocupados. Sua estratégia de crescimento favorece o crescimento rápido desde que haja recursos disponíveis. Devido ao seu curto ciclo de vida (30 dias), estes organismos se desenvolvem onde outras espécies maiores, filtradoras, não teriam chance, como é o caso dos calanóides. Gêneros como *Daphnia* e *Ceriodaphnia* são reconhecidamente compostos por espécies indicadoras e se encontram distribuídos por rios e lagos de todos os continentes. Entre os gêneros mais importantes de Calanóide encontrados estão *Hidrocarina*.

Outro fator refere-se à cadeia alimentar que é muito curta, indicando a baixa disponibilidade alimentar, e implicando na baixa densidade de predadores zooplânctônicos, como é o caso de *Cylopops* e *Thermocyclops*.

- **Comunidade bentônica**

A análise da comunidade bentônica revelou uma comunidade muito pobre, composta apenas por quatro taxa, sendo composta por duas famílias e duas classes. Chama-nos especial atenção a presença de oligoquetas a montante e a jusante da futura usina de Carioba. Este grupo caracteriza-se por sobreviver em condições de baixos teores de oxigênio dissolvido.

A ausência de artrópodes a jusante e maior concentração de oligoquetas nesta estação de amostragem pode também indicar uma menor concentração de oxigênio dissolvido.

3.2.3.4

Ictiofauna

- **Introdução**

A bacia do rio Piracicaba tem como principais cursos d'água os rios Jaguari, Atibaia e o próprio Piracicaba. Esses rios possuem uma fauna bem conhecida, como ocorre com alguns de seus tributários. A ictiofauna desta região é bastante diversificada. No entanto, nas últimas décadas estes rios têm recebido elevadas concentrações de efluentes domésticos e industriais, o que pode ter modificado a composição da ictiofauna relacionada em trabalhos mais antigos. Segundo Northcote et al. (1985), a ictiofauna na região do reservatório de Americana sofreu redução de cerca de 80 (registradas na década de cinquenta) para cerca de 30 espécies.

Nesta bacia podem ser encontrados gêneros de peixes que apresentam muitas espécies, como é o caso de *Leporinus* (família *Anostomidae*), *Astyanax* (família *Tetragonopterianae*), *Rhamdia* (família *Pimelodidae*) e *Hypostomus* (família *Loricariidae*).

Na bacia do rio Piracicaba podem ocorrer espécies migradoras, como *Prochilodus lineatus* e *Prochilodus vimboides* (curimbatá), que são espécies de elevado interesse comercial capazes de migrarem por centenas de quilômetros, buscando "lares de alimentação e reprodução".

Nesta bacia não se encontra uma grande diversidade de espécies predadoras; as mais comuns são *Hoplias malabaricus*, *Pimelodus maculatus* (mandi) e *Serrasalmus spilopleura* (piranbeba ou piranha). No reservatório de Americana, porém, Romanini (1989) verificou a presença de *Astronotus ocellatus* (apaiari). Esta espécie da família *Cichlidae* é predadora e se adapta facilmente a ambientes de águas paradas.

No que se refere à presença de *Serrasalmus spilopleura*, na bacia do rio Piracicaba constatou-se que esta espécie se adapta muito bem a ambientes lênticos. Isto significa que uma vez que populações desta espécie atinjam reservatórios, elas poderão ter altíssimas taxas de crescimento, causando impactos sobre as populações de peixes forrageiros dos reservatórios e, também, sobre as populações de peixes situadas a jusante do reservatório.

Nos rios tributários do rio Jaguari e Piracicaba, constata-se a presença de espécies de peixes não migratórias. Entre as espécies mais comuns estão *Astyanax fasciatus*, *Astyanax eigenmanniorum*, *Bryconamericus* sp.(pirapitinga), *Hyphessobrycon anisitsi*, *Hoplias malabaricus*, *Holosthetes heterodon*, *Rhamdia hilarii*, *Rhamdella minuta*, *Gymnotus carapo*, *Hypostomus ancitroides*, *Cichlasoma facetum* (joaninha) e *Tilapia rendalli* (Uieda, 1983).

Tonn e Magnuson (1982), estudando os padrões na comunidade de peixes, observaram que baixas concentrações de oxigênio em ambientes lênticos podem interferir decisivamente na composição da comunidade de peixes. Segundo estes autores estes fenômenos são devidos à incapacidade fisiológica de determinadas espécies de tolerar estas concentrações. Em outros casos, respostas a condições ambientais deterioradas possibilitam a algumas espécies manterem permanente ou temporariamente populações, como é o caso da *Tilapia spp.*

Segundo Wynes e Wissing (1981), o decréscimo na concentração de oxigênio é, provavelmente, mais importante do que a estabilidade do suprimento de alimento na distribuição de peixes. Segundo estes autores, o decréscimo no suprimento de alimentos pode resultar no aumento de competitividade e no desaparecimento de algumas espécies de peixes, mas níveis inadequados de oxigênio podem resultar em abandono total de uma área ou mesmo a morte dos exemplares que permanecerem.

Muitas das espécies encontradas na região já foram citadas como tendo mecanismos respiratórios adicionais ou mesmo sem mecanismos aparentes, vivendo em concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 2,0 mg/L, como é o caso de *Hoplias malabaricus* (Junk, 1983), *Poecilia reticulata* (Kramer e Mahagan, 1981) *Astyanax fasciatus* (Bussing e Lopez, 1977), e *Tilapia rendalli* (Matheus, 1986).

De acordo com Lewis (1970), os *Ciprinodontiformes*, como *Poecilia vivipara*, *Poecilia reticulata* e *Phalloceros caudimaculatus* possuem adaptações que lhes permitem retirar o oxigênio no filme de tensão superficial.

- **Ictiofauna da Bacia do Rio Piracicaba**

A ictiofauna da bacia do rio Piracicaba é apresentada no Anexo 5.

- **Espécies Encontradas a Montante da Área do Empreendimento**

As espécies da ictiofauna possíveis de ser encontradas no rio Piracicaba a montante da área prevista para a implantação do empreendimento encontram-se no Anexo 6.

- **Biologia das Principais Espécies da Bacia Hidrográfica**

Bryconamericus sp. (piquira)

Godoy (1975) registrou para *B. stramineus* do rio Mogi- Guaçu, São Paulo, uma grande quantidade de algas no conteúdo estomacal, além de larvas aquáticas e fragmentos de vegetais superiores.

Piabina argentea

Godoy (1975) constatou que, como outros *Tetragonopterianae*, a espécie preda a fase aquática de vários insetos que são responsáveis pela transmissão de parasitoses ao homem.

Caramaschi (1986) capturou exemplares na bacia do Tietê e do Paranapanema e constatou que a temperatura da água onde a *P. argentea* foi coletada variou entre 15 e 25°C.

Oligosarcus sp. (peixe-cadela).

Espécie que tem hábito alimentar predominantemente piscívoro. Alimenta-se de pequenos peixes como os da subfamília *Tetragonopterianae* (*Deuterodon iguape*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus*, *Hyphessobrycon* sp., etc.).

Serrasalmus spilopleura (piranha)

A exemplo de outras espécies do gênero, são conhecidas como predadoras mutilantes, alimentando-se de nadadeiras e outras porções do corpo de suas presas.

Romanini (1989) observou que no reservatório de Americana *S. spilopleura* predava entre outros, *Geophagos brasiliensis*, *Tilapia rendalli* e *Astyanax fasciatus*.

Hoplias malabaricus (traíra)

Segundo Paiva (1974) *H. malabaricus* prefere viver em ambientes lênticos ou de pouca correnteza, nas margens ou em pequenas profundidades. O mesmo autor verifica que a capacidade migratória dos alevinos é muito grande, o que justifica a ampla distribuição da espécie.

H. malabaricus é uma espécie essencialmente ictiófaga. A fase larval é planctófoga, sendo os alevinos fundamentalmente insetívoros e muito vorazes. Quando estes atingem o comprimento total de 100 mm, o que ocorre entre quatro e cinco meses de idade, começam a se alimentar de pequenos peixes. A partir de 16,0 cm, quando atingem a fase adulta, estes animais se alimentam essencialmente de peixes, camarões e, eventualmente, de insetos.

Cyphocharax sp (sagüiru)

Segundo Britski (1972) os *Curimatidae* são peixes iliófagos, isto é, alimentam-se do lodo que se acumula no fundo dos lagos ou poças de rios onde a água corre vagarosamente; são portanto espécies de ambientes lênticos. Para Bonetto e Castello (1985) os ovos de *C. elegans* são flutuantes e as larvas possuem um órgão adesivo que lhes permitem fixar-se às plantas submersas ou flutuantes.

Prochilodus lineatus (curimbatá)

Para Romanini (1989) esta espécie apresenta hábito alimentar caracteristicamente iliófago, consumindo principalmente detritos e areia. Foram assinalados também, entre outros, os itens insetos, rotíferos e vegetais superiores.

Leporinus copelandii (piava)

L. copelandii é uma espécie migradora (Godoy, 1975). O autor verificou que exemplares do rio Mogi-Guaçu e do rio Pardo são capazes de realizar migrações de até 30 km a jusante. *Leporinus copelandii* é uma espécie que chega à maturidade sexual após 2 anos de idade.

Leporinus fridericii (piava)

Esta espécie possui ampla distribuição no Estado de São Paulo e na América do Sul, podendo ser encontrada no rio Maroni (Guiana Francesa). Caramaschi (1986) observou a espécie em rios de 4ª e 5ª ordem na bacia do Tietê. Os rios apresentavam 9 a 11 metros de largura e profundidade média de 0,40 a 0,60 metro. Como *L. striatus*, *L. fridricii* foi observado por Caramaschi (op. cit.) exclusivamente em rios de fundo arenoso.

Leporinus obtusidens (piarapa)

Para a COMAM (1978), estes organismos se alimentam de larvas de Trichoptera, peixes, larvas de Chironomidae, gastrópodos, plantas aquáticas, restos de vegetais superiores, insetos alóctones, crustáceos e bivalves.

Leporinus octofasciatus (ferreirinha)

A fase juvenil de *Leporinus octofasciatus*, como a de várias espécies de peixes, ocorre preferencialmente na região marginal de rios e reservatórios. Romanini (1989) verificou a presença de espécies apenas em locais onde a concentração de nitrogênio amoniacal foi inferior a 1,0 mg/l.

Schizodon nasutus (ximborê)

Segundo Godoy (1975) trata-se de uma espécie herbívora. O autor verificou que esta espécie se alimenta de restos de gramíneas, outros vegetais aquáticos e algas. Godoy (op. cit.) registrou também a presença de insetos no tubo digestivo destas animais.

Pimelodus maculatus (mandi-guaçu)

Caramaschi (1986) verificou a presença desta espécie na bacia do Tietê. Os indivíduos foram capturados em rios de 4ª ordem com largura média variando de 3 a 11 metros. A profundidade média dos rios onde estes organismos foram coletados situou-se entre 0,40 e 0,80 m e a velocidade registrada destes corpos d'água foi de 0,50 a 0,70 m/s.

Astronotus ocellatus (apaiari)

Para Castello e Bonetto (1985) esta é uma espécie amazônica que foi difundida primeiramente em açudes da região Nordeste e posteriormente em todo o país.

Segundo Romanini (1989) este ciclideo foi introduzido no reservatório de Americana com a finalidade de controlar gastrópodes hospedeiros de *Schistosoma* sp.

Geophagus brasiliensis (acará)

Segundo Britski (1972) esta é uma espécie que se encontra difundida em todo o Estado de São Paulo. É encontrada em cursos de rios de 2ª a 5ª ordem. Como quase toda espécie de ciclideo, tem preferência por ambientes lânticos.

São organismos onívoros alimentando-se preferencialmente de detritos que encontram no substrato, adaptando-se facilmente a condições de baixos teores de oxigênio dissolvido. Em coleta realizada no Parque Ecológico do Tietê, indivíduos desta espécie chegaram a ser capturados em lagos onde o oxigênio dissolvido na água era de aproximadamente 3,0 mg/l (Damato, 1991).

Sarotherodon niloticus (tilapia-do-nilo)

Segundo Bonetto e Castello (1985) esta é uma espécie muito difundida em toda a África, podendo alcançar até 10 kg. Os mesmos autores observam que esta espécie é resistente a infecção por ectoparasitas, suporta baixos teores de oxigênio dissolvido na água e é euritérmica (suporta grandes variações de temperatura).

Tilapia rendalli (tilapia)

As tilapia, representadas por dezenas de espécies, todas de origem africana, estão hoje entre os peixes mais utilizados na criação intensiva em regiões tropicais (Goldstein, 1973).

T. rendalli, também chamada de tilapia do Congo ou tilapia comum, é uma espécie onívora. Na fase adulta apresenta preferência por vegetação flutuante e macrófitas aquáticas. Esta espécie também suporta baixos teores de oxigênio dissolvido na água (2,3 mg/l) e possui capacidade de suportar temperaturas de 15 a 35°C.

3.2.3.5

Conclusões

A análise dos resultados das análises hidrobiológicas baseou-se na aplicação de testes de correlação de *spearman-karber*, que correlacionam as variáveis independentes (fatores limitantes) com as dependentes (densidade das comunidades biológicas).

A análise dos resultados do teste estatístico, não paramétrico, revela uma elevada correlação entre a densidade de organismos fito e zooplanctônicos como seria de se esperar. Este fato demonstra que a cadeia alimentar de pastejo desempenha papel fundamental na manutenção deste ecossistema.

Verifica-se também que a densidade de organismos fitoplanctônicos está associada a presença de sais de manganês, turbidez, sólidos em suspensão totais, sólidos dissolvidos, fósforo total, óleos e graxas, nitrato, ferro, dureza, DQO, DBO, cor e alcalinidade. Por sua vez a densidade de organismos zooplanctônicos também ficou restrita a elevadas concentrações de manganês, turbidez, sólidos em suspensão totais, sólidos dissolvidos, fósforo total, nitrato, dureza, DQO, DBO, Cor, alcalinidade, concentração de oxigênio dissolvidos, temperatura e pH.

Portanto podemos constatar que os indicadores da redução da densidade das comunidades fito e zooplanctônica estão associados principalmente a presença de carga orgânica, baixos teores de oxigênio dissolvido, presença de nutrientes e a presença de sólidos particulados.

A referência para a ictiofauna da área, baseada em dados secundários da literatura, permite inferir que o reservatório de Americana, a montante do ponto de lançamento da futura Usina de Carioba apresenta uma diversidade faunística bastante expressiva. Várias dessas espécies já foram recomendadas como indicadoras da qualidade de água, como é o caso de *Hyphessobrycon callistus*, *Cheirodon notomelas* e *Poecilia vivipara*.

Outras espécies bastante sensíveis a variações ambientais encontradas na área são *Astyanax scabripinnis* e *Astyanax bimaculatus*. Estas espécies são sensíveis a redução de oxigênio dissolvido da água, devido ao processo de autodepuração de efluentes doméstico e industriais.

Verifica-se também a presença de espécies que poderão ser capturadas na pesca recreacional, e neste sentido, seria importante uma avaliação atual do seu nível de contaminação e da possível passagem de certos contaminantes em diversos níveis tróficos.

Podemos também constatar que, de modo geral, a maioria das espécies é bastante generalista quanto aos seus hábitos alimentares, fato esse que é bastante comum na região Neotropical.

Verifica-se uma pequena incidência de espécies especialistas, como é o caso do Curimatá. Esta espécie iliófaga pode ser facilmente contaminada devido ao seu hábito alimentar. Outras espécies bastante interessantes no uso como bio-indicadores são *Serrasalmus spilopleura* e *Hoplias malabaricus*. Apesar de não serem espécies reconhecidamente sensíveis a alterações da qualidade da água, sua presença no topo da cadeia alimentar as recomenda como indicadores de poluentes que possam sofrer biogmnificação, isto é são organismos capazes de acumular poluentes pouco solúveis na sua musculatura, vísceras e brânquias. Estas espécies podem ser muito úteis, quando empregadas no monitoramento da qualidade e do passivo ambiental.

4.0 MEIO SÓCIO ECONÔMICO

4.1 INTRODUÇÃO

Este item aborda os aspectos relacionados à sócio economia das Áreas de Influência Direta e Indireta. Para cada área analisada e escala de abordagem, foram levantados dados e analisados os aspectos correspondentes, entre eles o uso e ocupação do solo, infra-estrutura urbana, dinâmica populacional, principais atividades econômicas, oferta de emprego, educação, saúde e finanças públicas.

A seguir é apresentada a metodologia para a elaboração do diagnóstico sócio econômico, e a definição das áreas de estudo e potenciais áreas de influência direta e indireta.

4.2 METODOLOGIA E DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA

O diagnóstico da Área de Estudo foi realizado a partir do levantamento de dados secundários existentes em diferentes fontes disponíveis. Para os aspectos referentes à população, emprego, atividades econômicas, infra-estrutura, educação, saúde e finanças públicas, foram efetuadas consultas e seleção de informações nos bancos de dados oficiais, complementadas por meio de entrevistas e solicitações em Prefeituras e concessionárias de serviços públicos.

Para os aspectos referentes à infra-estrutura urbana e uso do solo, as informações cartográficas oficiais – em grande parte desatualizadas – foram complementadas com análise de aerofotos, visitas de campo e entrevistas nas Prefeituras locais.

Também foram realizados trabalhos de campo que incluíram vistoria detalhada às áreas de maior interesse e entrevistas com a população local.

Os pedidos de informações municipais em Americana e Sta. Bárbara d'Oeste foram centralizados nas secretarias de Planejamento, que se responsabilizaram de obter as informações referentes às demais secretarias municipais. Em ambos os municípios, os dados referentes aos serviços de saneamento foram obtidos junto às respectivas autarquias municipais.

As Áreas de Estudo e potenciais Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento foram definidas para direcionar os estudos sócio econômicos, considerando seus respectivos impactos potenciais e a necessidade de proposição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias. Assim, foram definidas as seguintes áreas:

4.2.1 ***Área de Influência Indireta – AII: Região Metropolitana de Campinas, Município de Limeira***

As atividades do empreendimento com interface com aspectos sócio econômicos (como por exemplo, geração de emprego e renda, compra de produtos e serviços, uso de água, etc.) e conseqüentemente a maior parte de suas áreas de influência, estão inseridas num contexto metropolitano correspondente à Região Metropolitana de Campinas.

Foi realizada uma caracterização do conjunto de municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas, institucionalizada pela Lei Complementar Estadual nº. 870 de 19/06/2000: Americana, Arthur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santo Antônio da Posse, Santa Bárbara d'Oeste, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.

O município de Limeira, por sua proximidade ao empreendimento também foi considerado como parte da AII (Figura 4.1).

4.2.2 ***Áreas de Influência Direta – AID: Municípios de Americana, Santa Bárbara d'Oeste e porção sul do Município de Limeira***

O empreendimento proposto deverá localizar-se no município de Americana, em área urbana, a pouco mais de 01 quilometro da divisa como o município de Sta. Bárbara d'Oeste e a 300 metros da divisa com o município de Limeira (rio Piracicaba). O ramal do gasoduto Brasil-Bolívia, que alimentará o empreendimento, deverá ser implantado em território do município de Limeira.

FIGURA 4.1

**REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS E
MUNICÍPIOS DE LIMEIRA**

As áreas centrais de Americana e Sta. Bárbara d'Oeste situam-se próximas ao empreendimento, 4 km e 8 km, respectivamente. Além disso, não há descontinuidade entre as áreas urbanas dos municípios e a quase totalidade do conglomerado urbano situa-se a dentro de um raio de 10km no seu entorno.

O município de Limeira é mais extenso que Americana e Sta. Bárbara d'Oeste e possui grandes áreas de agricultura extensiva em propriedades de grandes dimensões. Sua sede situa-se a cerca de 16 quilômetros ao norte do empreendimento e, ao sul dela, próximo à área do empreendimento, seu território é ocupado quase que exclusivamente por grandes plantações. As poucas exceções correspondem a alguns pequenos núcleos de chácaras e instalações agrícolas, compondo um quadro de ocupação humana permanente muito baixa. Nesta região será implantado o ramal do gasoduto Brasil-Bolívia, que alimentará o empreendimento.

Prevê-se que dentro do território destes municípios deverão ocorrer a maior parte dos impactos, especialmente no que se refere à geração de empregos diretos e indiretos e incremento das atividades econômicas durante as fases de implantação e de operação da usina, eventuais impactos sobre a saúde pública; e demandas adicionais de serviços, infra-estrutura e abastecimento a serem geradas.

Para algumas áreas onde ocorrerão impactos, seja durante a implantação do empreendimento (adaptação de sistema viário e demais infra-estruturas, aumento de tráfego de veículos pesados, ruídos, interferência direta em infra-estruturas e usos preexistentes, etc.), seja durante sua operação (emissão de ruídos e concentração de poluentes), foi considerado fundamental conhecer detalhadamente o uso do solo, as atividades que porventura existam e a população nelas instalada. Estas áreas são descritas a seguir e representadas em suas respectivas figuras.

- Território contido num raio de 10 km no entorno do empreendimento, contendo a conurbação das cidades de Americana e Santa Bárbara d'Oeste e parte da porção sul do município de Limeira – Figura 4.2;
- Território contido num raio de 03 quilômetros no entorno do empreendimento, mapeada em maior detalhe por ter sido definida como a área onde potencialmente ocorrerá a maior concentração de poluentes, com base no modelo de emissão e dispersão (item 6.1.1. do Volume III deste Estudo – Figura 4.3;
- Território da porção sul do município de Limeira, onde será implantado o tramo do gasoduto – Figura 4.4.

FIGURA 4.2

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DIRETA**

FIGURA 4.3

**USO DO SOLO E EQUIPAMENTOS DE EDUCAÇÃO E
SAÚDE - DETALHE DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
DIRETA**

FIGURA 4.4

**USO DO SOLO NA REGIÃO DO TRAMO DO
GASODUTO**

4.3 **ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA**

4.3.1 **Contexto Regional e Metropolitano - a Região Metropolitana de Campinas (RMC) e o Município de Limeira**

4.3.1.1 **Principais Elementos da Infra-Estrutura Viária (Figura 4.1)**

A principal infra-estrutura rodoviária da AII é o binômio formado pelas rodovias Anhangüera (SP-330) e dos Bandeirantes (SP-348), que corta a área metropolitana e é a principal ligação entre a Capital paulista, a região norte do Estado de São Paulo e o Triângulo Mineiro. A Anhangüera possui duas pistas com duas ou três faixas de rolamento por sentido; a Bandeirantes tem duas pistas com três faixas de rolamento por sentido e encontra-se em obras de prolongamento a partir de Campinas, devendo brevemente estender-se além de Limeira, até o município de Cordeirópolis.

A malha rodoviária principal da RMC é ainda composta pelas seguintes vias: a Rodovia Eng. Ermênio de Oliveira Penteado (SP-75), que conecta a RMC com Sorocaba, na direção sudoeste; a rodovia Luiz de Queiroz (SP-304) que dá acesso a Piracicaba, a oeste; a rodovia D. Pedro I (SP-65) que liga Campinas ao Vale do Paraíba, a sudeste; a rodovia Washington Luiz, que se articula à Anhangüera ao norte da cidade de Limeira e dá acesso à região noroeste do Estado de São Paulo. Todas as rodovias citadas têm duas pistas com duas e três faixas de rolamento.

Complementam a malha rodoviária da AII outras rodovias de caráter local, a saber: rodovia Jorn. Francisco Aguirre Proença (SP-101), que liga Campinas a Monte Mor e Capivari, na direção oeste; a rodovia Gal. Milton Tavares de Souza (SP-332), que liga Campinas a Paulínia e a rodovia Gov. Ademar de Barros (SP-340), que liga Campinas a Mogi-Mirim e Mogi-Guaçu, ambas no sentido norte.

A rede ferroviária, anteriormente pertencente à FEPASA compreende ligações entre Campinas e São Paulo, Itú, e à região norte do Estado.

Sobre esta rede de transportes a ocupação urbana se estabeleceu, conformando uma mancha urbana extensa e com diversas ocorrências de conurbação, destacando-se os seguintes vetores de urbanização.

Vetores de Urbanização

- Vetor sudoeste, articulado principalmente pela SP-75, compreendendo a ocupação urbana entre a região central de Campinas e o aeroporto de Viracopos, na direção de Indaiatuba. Este vetor é marcado por grandes extensões de ocupação residencial de baixa renda e por ocupação industrial recente e dinâmica no município de Indaiatuba;
- Vetor sudeste, articulado pela Anhangüera e pela antiga estrada São Paulo-Campinas, marcado pela conurbação com Valinhos e Vinhedo, com presença significativa de setores residenciais de padrão médio e alto e áreas industriais;
- Vetores norte, articulados pela SP-332, em direção à grande concentração industrial de Paulínia, e pela rodovia D. Pedro I, articuladora de uma ocupação residencial predominantemente de padrão médio e alto (especialmente nos distritos campineiros de Barão Geraldo e Souzas) e grandes equipamentos e instituições (UNICAMP, PUCCamp, *shopping centers*, hipermercados, etc.).

Por sua importância no contexto da análise de inserção regional do empreendimento objeto deste Relatório, o vetor noroeste, especialmente, a inserção regional da cidade de Americana, é objeto de caracterização mais detalhada:

- Vetor noroeste, articulado pelas rodovias Anhangüera e Luiz de Queiroz, marcado por processo avançado de conurbação envolvendo os municípios de Hortolândia, Sumaré, Nova Odessa, Americana e Santa Bárbara d'Oeste, com forte presença industrial e populacional. A cidade de Limeira, situa-se ao norte da conurbação Americana/Sta. Bárbara d'Oeste, e é isolada desta por uma área de ocupação agrícola correspondente ao sul do município de Limeira.

O município de Americana, localizado a aproximadamente 130 km da capital do estado, integra a Região Metropolitana de Campinas (RMC) e forma, com Santa Bárbara d'Oeste, uma mancha urbana contínua com população total de cerca de 330 mil habitantes (Contagem IBGE, 1996). Segundo dados do censo IBGE 1991, a população economicamente ativa (PEA) dos dois municípios era de 131.940 habitantes, correspondentes a 44,39% da população total (297.218 habitantes). Aplicado este percentual sobre a população contabilizada pelo IBGE em 1996, temos uma PEA de aproximadamente 145.809 habitantes em Americana e Sta. Bárbara d'Oeste.

Acrescentando-se a estes municípios Nova Odessa, Hortolândia e Sumaré, também situados no vetor noroeste, e Campinas, tem-se uma unidade territorial com uma população estimada em cerca de 1,56 milhão de habitantes em 1996, ou cerca de 77% da população da RMC.

Dentro deste espaço regional cabem algumas observações de interesse sobre suas características urbanas:

- As cidades de Americana e Santa Bárbara d'Oeste, apresentam-se conurbadas, compondo uma mancha urbana praticamente contínua com uma população de cerca de 340 mil habitantes (projeção SEADE 1998). A avenida Campos Sales, em Americana, estende-se no município de Santa Bárbara d'Oeste permitindo fácil acesso aos principais equipamentos dos dois municípios;
- O município de Nova Odessa está articulado ao município de Americana, na direção norte-sul, através de estrada secundária paralela à estrada de ferro. Embora a ocupação urbana apresente uma certa descontinuidade junto à divisa dos dois municípios, um processo bastante avançado de conurbação pode ser identificado; o mesmo fenômeno ocorre nos municípios de Nova Odessa e Sumaré;
- O prolongamento da rodovia dos Bandeirantes, ligando Campinas a Cordeirópolis (ao norte de Limeira) e atravessando os municípios de Hortolândia, Sumaré, Sta. Bárbara d'Oeste, Limeira e Cordeirópolis (além de Campinas), irá aumentar a acessibilidade entre os municípios desta região, intensificando e consolidando os processos de conurbação já em curso.

Outros elementos, alguns deles em implantação e externos à região acima considerada, são também importantes para caracterizar suas vantagens locais e seu potencial de desenvolvimento:

- O aeroporto internacional de Viracopos, situado no município de Campinas a 45 km de Americana;
- O gasoduto Bolívia-Brasil, recentemente implantado, que atravessa o município de Limeira;

- A hidrovía Tietê-Paraná, que, através do terminal hidroviário de Santa Maria da Serra e a construção de eclusa, permite a navegação até o distrito de Artemis no município de Piracicaba, onde deve ser implantado um grande entroncamento hidro-ferro-rodoviário, com raio de influência até a área em estudo;
- As melhorias operacionais do sistema ferroviário (antiga FEPASA), recentemente privatizado, que deverá ampliar as facilidades de transporte de carga para todo o interior do Estado, a Capital paulista e o porto de Santos;
- a proximidade com centros universitários de excelência - Universidade Estadual de Campinas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas e Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, em Piracicaba.

4.3.1.2 População

Segundo a “Contagem Populacional de 1996 do IBGE” – a RMC contava com uma população total de 2.019.016 habitantes, correspondentes a cerca de 5,91 % da população do Estado de São Paulo.

Com relação à população economicamente ativa (PEA), os últimos dados disponíveis referem-se ao censo IBGE de 1991. Para esta data verificou-se na RMC uma PEA de 784.911 pessoas, correspondentes a 43,81% da população total. Aplicado este percentual sobre a população total levantada pelo IBGE em 1996 teríamos uma PEA estimada para esta data em 884.530 pessoas.

Analisando-se a evolução recente da população, verifica-se que a partir de 1980 a população da RMC cresceu a um ritmo bastante superior ao do Estado como um todo – 45 % contra 26 % entre 1980 e 1991, e 12 % contra 8 % entre 1991 e 1996. A participação da população da RMC no total estadual também vem apresentando ligeiro crescimento, tendo passado de 4,92% em 1980 para 5,67% em 1991, e para 5,91% em 1996.

Coerentemente com sua situação de grande conglomerado urbano, a taxa de urbanização da RMC é superior a 96%.

Segundo os dados da Contagem de 1996 – IBGE, o município de Limeira contava com uma população de 230.348 habitantes e uma taxa de urbanização de aproximadamente 85%, inferior à da RMC.

Dados do Cadastro Central de Empresas (IBGE:1996), revelam que Limeira contava, em 1996, com 5.960 unidades empresariais identificadas pelo CGC e 94% destas empresas tinham sede no município, sendo que seis delas geravam mais de 1000 empregos, cada uma.

Para a mesma época foram identificados 1092 estabelecimentos agropecuários que empregavam apenas 7,8% do PO total.

4.3.1.3

Atividades Econômicas, Serviços e Instituições Públicas na região Metropolitana de Campinas

Dados do Ministério do Trabalho indicam que, em 1995, dos assalariados com carteira assinada da RMC – 430.828 trabalhadores, cerca de 38% eram empregados da indústria, 16% do comércio, 38% dos serviços e 8% de outras atividades. Estes dados demonstram que do ponto de vista do emprego formal, a RMC apresenta um perfil claramente marcado pela indústria e prestação de serviços.

A região apresenta uma grande e diversificada quantidade de plantas industriais, estabelecidas principalmente a partir de 1970, destacando-se o Pólo Petroquímico de Paulínia, no município de mesmo nome, implantado à margem do planejamento estatal, ainda que impulsionado pelo estabelecimento da refinaria Replan.

O parque industrial abarca os setores de mecânica, automóveis e autopeças, de material elétrico, metalúrgicas, material de transporte, borracha, papel e papelão, química, telecomunicações e informática, concentrados principalmente em Campinas, Sumaré, Valinhos, Americana, Santa Bárbara d'Oeste e Indaiatuba; e os pólos têxteis de Americana e Nova Odessa. Estima-se que a RMC concentrava, no início da década de 90, cerca de 10 % da produção industrial do Estado de São Paulo.

O processo de industrialização e metropolização da região de Campinas induziu o desenvolvimento de um amplo setor de serviços. Fisicamente, a concentração dos serviços é especialmente notável na cidade de Campinas, que gradualmente se especializa funcionalmente no setor terciário, enquanto a indústria tende a se implantar nos municípios periféricos da região metropolitana.

Há expressiva atividade terciária e importantes equipamentos comerciais, institucionais e de serviços distribuídos por diversos municípios da RMC. A concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços é uma das maiores do Brasil, superada apenas pelas grandes capitais. Destacam-se novos e grandes equipamentos comerciais varejistas e atacadistas (como os *shopping centers* Iguatemi e Galeria, Carrefour, Uemura, Leroy-Merlin, CEASA, Makro, etc.).

As instituições universitárias, de pesquisa e serviços públicos são diversificadas e numerosas – Unicamp, PUCCamp, UNIP, UNIMEP, Instituto Agrônomo, Embrapa, Sinclotron/CNPq, Hospitais das Clínicas da Unicamp e PUCCamp, Instituto Penido Burnier, etc. A disponibilidade de equipamentos de cultura e lazer é expressiva, com diversos teatros, museus, cinemas, centros esportivos e, recentemente implantados, grandes parques temáticos.

4.3.1.4 Consumo de Energia na AII

As tabelas 4.1 e 4.2, apresentam dados que permitem visualizar a evolução do consumo de energia elétrica na AII, entre 1980 e 1997.

Verifica-se que durante a década de 80 o consumo total praticamente duplicou – com aumento de 96,81% no consumo total. Um grande salto no consumo verificou-se na primeira metade da década, quando o aumento percentual correspondeu a 65,87%.

Entre 1990 e 1997 o aumento do consumo total foi de 37,49 %. Verifica-se, portanto um aumento acumulado de 170, 61% entre 1980 e 1997.

Com relação ao tipo de consumo, verifica-se uma forte predominância do consumo industrial. Ele representava 71,26% do consumo total em 1980, 74,31% em 85, 68,64 % em 90, e 62,31% em 97, apresentando uma participação decrescente.

O consumo residencial, por outro lado, vem apresentando uma participação crescente. Representava 17,69 % em 80, 15,93% em 85, 20,32% em 90, e cresceu para 24,11% em 1997.

Da mesma forma que o consumo residencial, o consumo das atividades de comércio e serviços também vem apresentando participação crescente no consumo total a partir de 1985 –7,79% em 1985, 8,88% em 1990 e 11,31% em 1997.

Tabela 4.1- Evolução do Consumo de Energia na AII (RMC e Limeira) – Número de Consumidores e Quantidade Consumida, por tipo de Consumidor

Consumidor	1980		1985		1990		1997	
	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)
Residencial	249.561	462.817	349.066	691.379	447.785	1.045.968	631551	1706716
Rural	5.119	65.475	5.906	84.709	6.620	110.430	7075	159046
Industrial	5.751	1.863.580	6.608	3.223.675	10.343	3.533.230	16688	4410101
Com., Serv., Outras Ativ.	21.662	223.229	29.391	338.156	38.351	457.361	58339	800991
TOTAL	282.093	2.615.101	390.971	4.337.919	503.099	5.146.989	713653	7076854

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, Perfil Municipal do Estado de São Paulo, 2000

Tabela 4.2 - Evolução do Consumo de Energia na AII (RMC e Limeira) – Percentuais de Crescimento de Consumidores e Quantidade Consumida, por tipo de Consumidor

Consumidor	1980-85		1985-90		1990-97	
	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)
Residencial	39,87	49,38	28,28	51,28	41,03	63,17
Rural	15,37	29,37	12,08	30,36	6,87	44,02
Industrial	14,90	72,98	56,52	9,60	61,34	24,81
Com., Serv., Outras Ativ.	35,67	51,48	30,48	35,25	52,11	75,13
TOTAL	38,59	65,87	28,67	18,65	41,85	37,49

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, Perfil Municipal do Estado de São Paulo, 2000.

4.4 **ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA**

4.4.1 **Americana, Santa Barbara d'Oeste e porção sul do Município de Limeira**

No que esse refere aos dados sócio econômicos e urbanísticos, optou-se por uma apresentação agrupada dos dados referentes aos municípios de Americana e Santa Bárbara d'Oeste. Essa opção justifica-se pelo intenso processo de conurbação entre os dois municípios, fato que tornaria a análise dos dados repetitiva. Não foram levantados dados urbanísticos referentes à cidade de Limeira, tendo em vista o fato de esta cidade estar situada a mais de 10 quilômetros de distância do empreendimento, não sendo previsto nenhum impacto do empreendimento sobre esta cidade.

Os levantamentos de uso do solo abrangem um raio de 10 quilômetros no entorno do empreendimento e incluem, além da conurbação Americana/Sta. Bárbara d'Oeste, a região sul do município de Limeira.

Os aspectos referentes a finanças municipais foram levantados exclusivamente para Americana, município onde localiza-se o empreendimento e o único que poderá sofrer impactos com relação a este aspecto.

O mapeamento e descrição do uso e ocupação do solo das áreas referentes ao raio de 3 quilômetros no entorno do empreendimento e o entorno do tramo do gasoduto, conforme referido no item 4.2, foram apresentados em separado, para facilitar a leitura e a compreensão do espaço nestas áreas.

4.4.1.1 Histórico da Urbanização – Americana e Santa Bárbara d'Oeste

A cidade de Americana originou-se de um núcleo rural do município de Sta. Bárbara d'Oeste, situado a oeste do ribeirão do Quilombo, afluente do rio Piracicaba, que corre no sentido sul-norte. Ao ser construída a ferrovia, que corre paralela ao ribeirão, a oeste deste, o bairro passou a se desenvolver dando origem à cidade de Americana, sede do município de mesmo nome, desmembrado de Sta. Bárbara d'Oeste.

Durante muito tempo a ferrovia e o ribeirão foram obstáculos para a expansão de Americana para leste e seu crescimento ocorreu para oeste, em direção ao espigão que estabelece a divisa municipal com Sta. Bárbara d'Oeste. Os eixos viários estruturadores desta expansão foram a rodovia Luiz de Queiroz e a Av. Campos Salles, paralela à rodovia, ao norte do córrego Americana.

Na década de 50, a expansão para oeste atingiu e começou a ultrapassar a fronteira com o município de Sta. Bárbara d'Oeste, configurando, nas décadas seguintes, um processo de conurbação entre os dois municípios.

Também a partir da década de 50, com a implantação da rodovia Anhangüera, verificou-se a expansão a leste da ferrovia e do rio Quilombo, bem como no espaço situado entre a Anhangüera e a represa da usina de Salto Grande.

O crescimento da cidade de Sta. Bárbara d'Oeste, até a década de 40, não ultrapassava o rio dos Toledos, afluente do rio Piracicaba, que estabelecia o limite leste da cidade. Na década de 50, surgiram os primeiros bairros isolados nos limites leste do município, contíguos à cidade de Americana. Este fato relaciona-se ao grande crescimento de Americana verificado neste período, e marcou o início do “extravasamento” da urbanização desta cidade para dentro dos limites territoriais de Sta. Bárbara d'Oeste. A expansão do núcleo original de Sta. Bárbara d'Oeste nesta década apresentou as seguintes características: houve pequeno crescimento da mancha urbana para oeste, e um crescimento mais significativo para sudeste, a leste da ferrovia e ao longo da rodovia Luiz de Queiroz.

A partir de 1970 ocorreu uma grande expansão da cidade no sentido leste. Ao mesmo tempo, a ocupação contígua à fronteira com Americana expandiu-se no sentido oeste, e configurou-se a conurbação entre Americana e Sta. Bárbara d'Oeste.

Atualmente as duas cidades compõem uma mancha urbana contínua que, apesar da existência de alguns grandes vazios urbanos, estende-se por cerca de 15 km a oeste da rodovia Anhangüera e ao norte da rodovia Luiz de Queiroz.

Os principais eixos viários que articularam esta conurbação são a rodovia Luiz de Queiroz, ao sul, e a Av. Santa Bárbara, paralela àquela rodovia, ao norte. Para oeste o crescimento do núcleo central não ultrapassou a rodovia SP306 (que liga Sta. Bárbara d'Oeste a Iracemópolis), mas surgiram os bairros isolados – Vale das Cigarras, Cruzeiro do Sul, Pinheirinho - nos limites noroeste do município.

4.4.1.2

Estrutura Urbana e Uso do Solo - (Figura 4.2)

- ***Americana e Santa Bárbara d'Oeste***

O fato das cidades de Americana e Sta. Bárbara d'Oeste constituírem uma mancha urbana praticamente contínua, e serem funcionalmente complementares, torna de maior interesse uma avaliação conjunta da estrutura urbana e uso do solo.

A conformação do uso do solo atual e seus principais elementos estruturais estão representados na figura 4.2. Os limites da área urbana em análise podem ser assim descritos: limita-se ao norte pelo Rio Piracicaba, a leste pela represa da Usina de Salto Grande, ao sul pela linha de estrada de ferro.

Os principais elementos estruturais da ocupação urbana em Americana e Sta. Bárbara d'Oeste são:

- **Rios**

- Rio Piracicaba, que corre no sentido leste-oeste e define os limites norte dos dois municípios e de sua mancha urbana;
- Ribeirão Quilombo, afluente do rio Piracicaba, atravessa a região central de Americana;
- Ribeirão dos Toledos, afluente do Piracicaba, atravessa o centro de Sta. Bárbara d'Oeste.

- **Rodovias**

- A rodovia Anhangüera (SP330), de orientação norte-sul;
- A rodovia Luiz de Queiroz (SP348), de orientação leste-oeste.

- **Ferrovias**

- A linha férrea Campinas-Americana-Limeira, de orientação norte sul;
- O ramal Nova Odessa-Sta. Bárbara d'Oeste –Piracicaba, de orientação sudeste-noroeste.

- **Avenidas e vias estruturais urbanas de orientação norte sul**

- Av. Nossa Senhora de Fátima/estrada Velha de Limeira, em Americana;
- Av. Bandeirantes (marginal ao ribeirão do Quilombo), em Americana;

- Av. São Jerônimo, em Americana, que parte da região central e estende-se para o norte até as proximidades do empreendimento em análise;
 - Av. Tupis e Rua XV de Novembro e Av. Francisco Priori, em Sta. Bárbara d'Oeste, que conectam a rodovia Luiz de Queiroz ao centro da cidade; a última define o limite da mancha urbana contínua, a oeste;
- ***Avenidas e vias estruturais urbanas de orientação leste-oeste***
- Av. Antonio Pinto Duarte / Av. da Saudade, em Americana, ligam o centro da cidade à rodovia Anhangüera;
 - Av. Campos Salles, em Americana, e seu prolongamento em Sta. Bárbara d'Oeste, Av. Sta. Bárbara; o eixo formado pelas duas avenidas liga os centros das duas cidades;
 - Av. Antonio Pedroso / Av. Brig. Eduardo Gomes / Av. Bandeirantes, em Sta. Bárbara d'Oeste, eixo paralelo à Av. Sta. Bárbara, ao norte desta.

As áreas centrais das cidades correspondem aos núcleos de origem dos dois municípios e apresentam diversidade de usos tradicionalmente encontradas nos centros urbanos – habitação, comércio, serviços, administração pública, terminais de transporte, verificando-se processo de verticalização em andamento, ainda que pouco intenso. Os dois centros tem em comum o fato de estarem situados em fundos de vale, à margem esquerda de cursos d'água – ribeirão Quilombo em Americana e ribeirão dos Toledos em Sta. Bárbara d'Oeste – e de linhas férreas.

A ocupação industrial, especialmente a mais recente e de maior porte (pós-1960) ocorre principalmente ao longo das rodovias: em Americana ao longo da Anhangüera (especialmente em sua margem oeste) e da rodovia Luiz de Queiroz, e em Sta. Bárbara d'Oeste ao longo da rodovia Luiz de Queiroz. Mais afastado das rodovias, destaca-se, em Americana, um setor industrial ao norte do centro, nas proximidades do rio Piracicaba e, em Sta. Bárbara d'Oeste, uma concentração de pequenas indústrias ao longo da Av. Sta. Bárbara.

Algumas indústrias grandes e mais antigas subsistem em localizações mais centrais – é o caso da indústria Nardini em Americana, e a unidade matriz da Romi, em Sta. Bárbara d'Oeste.

Ainda no que se refere à ocupação industrial, cabe mencionar a fábrica de papel e celulose Ripasa, situada na margem direita do rio Piracicaba. Ainda que localizada no em território do município de Limeira, esta grande indústria tem como principal acesso o sistema viário de Americana, ao qual se articula através de uma ponte sobre o rio Piracicaba.

As áreas comerciais localizam-se no centro e espraiam-se ao longo das principais vias estruturais, com maior concentração e diversificação nas regiões mais centrais. Os equipamentos comerciais e de serviços mais modernos – como os hipermercados e centros de compras – estão situados em vias de implantação mais recente. É o caso do shopping Tivoli e hipermercado Sé, situados na Av. Sta. Bárbara. Outro elementos de destaque é o campus da Unimep, nos limites oeste da cidade de Sta. Bárbara d'Oeste.

A ocupação residencial caracteriza-se pela predominância de bairros de classe média, com bom padrão construtivo e de urbanização. As áreas residenciais de alto padrão econômico ocupam as áreas centrais de ambos os municípios, bem como loteamentos mais recentes, próximos à rodovia Luiz de Queiroz.

As áreas residenciais de baixa renda concentram-se, principalmente na porção média da mancha urbana, ao norte do eixo Av. Campos Salles / Av. Sta. Bárbara. Este setor habitacional abrange áreas dos dois municípios, sendo mais extenso em Sta. Bárbara d'Oeste. Nessa região, o padrão das construções é significativamente mais baixo – em grande parte das casas falta acabamento externo, predominando a auto-construção. Há uma grande quantidade de ocupações irregulares dos fundos de vales que permeiam estes bairros populares, especialmente em Sta. Bárbara d'Oeste. Nesta região há também presença significativa de conjuntos habitacionais de implantação recente, bem como novos empreendimentos desta natureza em andamento.

A mancha urbana Americana/Sta. Bárbara d'Oeste apresenta algumas descontinuidades em seu interior. Destaca-se uma grande gleba vazia em Sta. Bárbara d'Oeste, ao norte da Av. Sta. Bárbara.

A leste da rodovia Anhangüera, em Americana, há uma ocupação que se estende até as margens da represa da usina de Salto Grande. Predominam ali loteamentos residenciais de padrão médio e baixo.

Ao sul da rodovia Luiz de Queiroz, em ambos os municípios, também verifica-se a presença de bairros com ocupação predominantemente residencial e popular, sendo exceção um loteamento industrial – Parque Industrial Cillos – em Sta. Bárbara d'Oeste. Ainda neste município, existem alguns bairros isolados a oeste da cidade – Glebas Califórnia, Vale das Cigarras e Chácaras Cruzeiro do Sul.

- **Limeira**

O município de Limeira situa-se imediatamente ao norte da região metropolitana de Campinas. Administrativamente, é parte da região de governo de Campinas. Ainda que a agricultura seja uma atividade bastante importante, o município tem um perfil nitidamente industrial.

Sua principal articulação viária é a rodovia Anhanguera, através da qual conecta-se, ao sul com as regiões metropolitanas de Campinas e da Grande São Paulo. Ao norte interliga-se com as regiões norte e noroeste do Estado, através da rodovia Washington Luís, cujo entroncamento com a Anhanguera situa-se a apenas 5 km da sede municipal.

O prolongamento da rodovia dos Bandeirantes, que deverá atender o município e conectar-se com a Anhanguera em Cordeirópolis, imediatamente ao norte de Limeira, já se encontra em obras.

A sede municipal situa-se, em sua maior parte, a oeste da rodovia Anhanguera, cerca de 25 km ao norte do entroncamento desta com a rodovia Luiz de Queiroz. Ao sul da sede municipal, até o rio Piracicaba que estabelece a divisa do município com Americana e Santa Bárbara d'Oeste, predomina o uso agrícola, principalmente na forma de plantações extensivas de cana-de-acúcar. Não há núcleos urbanos mas existe, junto à divisa com Americana a planta industrial da indústria de papel e celulose Ripasa.

Num raio de 10 quilômetros no entorno do empreendimento, a única via de destaque em território limeirense é a antiga estrada Americana/Limeira, não pavimentada, que tem início no bairro da Carioba, em Americana, cruza o rio Piracicaba e alcança a rodovia Anhanguera, após cruzar o gasoduto Brasil-Bolívia. Esta rodovia é o principal acesso à fábrica da Ripasa a partir da rodovia Anhanguera.

4.4.1.3 Tendências de Urbanização - Americana e Santa Bárbara d'Oeste

A partir da configuração atual da conurbação Americana / Sta. Bárbara d'Oeste e de tendências já observáveis, é possível projetar as perspectivas de sua expansão urbana. No município de Americana verifica-se pouca disponibilidade de território para expansão horizontal da cidade, o que indica tendência ao adensamento pela verticalização do uso residencial.

Em Sta. Bárbara d'Oeste há disponibilidade de espaço para expansão, tanto na forma de grandes glebas vazias no interior da mancha urbana, quanto na área rural, especialmente a oeste dos limites atuais da cidade.

O prolongamento da rodovia dos Bandeirantes, ao norte de Campinas, até Limeira, já em obras, cortará a porção oeste de Sta. Bárbara d'Oeste, com um trevo de interseção com a rodovia Luiz de Queiroz, conforme pode ser observado na figura 4.2. Este novo acesso rodoviário deverá dar impulso à expansão urbana de Sta. Bárbara d'Oeste, no sentido oeste, especialmente para empreendimentos de alto padrão, atraídos pelo aumento de acessibilidade. Neste sentido, encontra-se em planejamento um grande empreendimento residencial, comercial e industrial, no terreno da Usina Sta. Bárbara, situado entre o novo trecho da rodovia dos Bandeirantes e a Av. Francisco Priori.

No que se refere à expansão de assentamentos populares, verifica-se uma tendência de que venham a ocorrer ao norte do conglomerado, entre a mancha urbana atual e o rio Piracicaba, e especialmente no município de Sta. Bárbara d'Oeste, onde há maior disponibilidade de terrenos. Neste sentido, diversos empreendimentos de habitação popular vem sendo implantados nesta região, em ambos os municípios.

4.4.1.4 População

- **Americana e Santa Bárbara d'Oeste**

As populações totais dos dois municípios – Americana e Sta. Bárbara d'Oeste – são similares. A contagem de população realizada pelo IBGE em 1996 apontou uma população total de 167.695 habitantes em Americana e de 160.778 em Sta. Bárbara d'Oeste, perfazendo um total de 328.473 habitantes. Os dois municípios apresentam altas taxas de urbanização, 99,91% em Americana e 98,18% em Sta. Bárbara d'Oeste. A participação do conjunto dos dois municípios na população total da RMC é de cerca de 16,27% (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 População Total em 1980, 1991 e 1996 e Taxas de Crescimento Anual

	População Censitária			Percentual de Crescimento	
	1980	01/09/91 (1)	01/08/96 (2)	80/ 91	91/96
Americana	121.552	153.273	167.695	26,07	9,41
Sta. Bárbara d'Oeste	75.866	143.945	160.778	89,74	11,69
Americana + S.B.d'O	197.418	297.218	328.473	50,55	10,52
Total da RMC	1.228.182	1.791.577	2.019.016	45,87	12,69
Estado de São Paulo	24.953.238	31.588.925	34.120.886	26,59	8,02

Fonte: Fundação IBGE – Censos Demográficos 1980, 1991 e Contagem Populacional 1996

Conforme pode ser observado nesta Tabela, a população total conjunta dos dois municípios cresceu 50,55% entre 1980 e 1991, e 10,52% entre 1991 e 1996. Este crescimento, especialmente na década de 80, é bastante superior àquele verificado para o Estado de São Paulo, onde a população cresceu 26,59% entre 1980 e 1991 e 8,02% entre 1991 e 1996. A dinâmica de crescimento dos dois municípios é, entretanto, muito semelhante àquele verificado na RMC – que cresceu sua população total em 45,87% entre 1980 e 1991 e 12,69% entre 1991 e 1996.

Apesar de Americana e Sta. Bárbara d'Oeste terem chegado a 1996 com populações totais bastante semelhantes, verifica-se que o crescimento ao longo das duas últimas décadas ocorreu de forma muito diferenciada em cada um dos municípios. Sta Bárbara d'Oeste, que tinha em 1980 uma população muito menor que Americana, apresentou durante a década de 80 um excepcional crescimento populacional - de mais de 80% -, muito superior ao do estado de São Paulo e da RMC. No mesmo período, Americana cresceu sua população em cerca de 26% - uma taxa muito próxima à do Estado e significativamente menor à da RMC. Esta desigualdade de crescimento pode ser explicada pelo processo de extravasamento do crescimento de Americana para fora de seus limites a oeste, avançando sobre o território de Sta. Bárbara d'Oeste, e consolidando a integração espacial – conurbação – entre os dois municípios.

- **Limeira**

A população total de Limeira, segundo a contagem de população realizada pelo IBGE em 1996, é de 229.946 habitantes.

Na tabela 4.4, os dados populacionais disponíveis a partir de 1980 são comparados aos dados conglomerado Americana/Sta. Bárbara d'Oeste, com a RMC e o Estado de São Paulo. Verifica-se em primeiro lugar que na década de 80 o crescimento populacional de Limeira, ainda que significativamente superior ao do Estado de São Paulo, foi bastante inferior ao verificado em Americana/Sta. Bárbara d'Oeste e na RMC. Entre 1991 e 1996, entretanto, o percentual de crescimento de Limeira sofre grande aumento, aproxima-se daquele verificado na RMC e até suplanta o de Americana/Sta. Bárbara d'Oeste.

Tabela 4.4 Limeira - População Total em 1980, 91 e 96, e Percentual de Crescimento

	População Censitária			Percentual de Crescimento	
	1980	01/09/91 (1)	01/08/96 (2)	80/ 91	91/96
Limeira	149.798	206.456	229.946	37,82	11,37
Americana + S.B.d'O	197.418	297.218	328.473	50,55	10,52
Total da RMC	1.228.182	1.791.577	2.019.016	45,87	12,69
Estado de São Paulo	24.953.238	31.588.925	34.120.886	26,59	8,02

Fonte: Fundação IBGE – Censos Demográficos 1980, 1991 e Contagem Populacional 1996

4.4.1.5 População Economicamente Ativa e Emprego

- **Americana e Santa Bárbara d'Oeste**

Os últimos disponíveis dados referentes a PEA aos municípios de Americana e Sta. Bárbara d'Oeste referem-se ao Censo IBGE de 1991. Segundo esta referência, a população economicamente ativa (PEA) dos dois municípios era de 131.940 habitantes, correspondentes a 44,39% da população total (297.218 habitantes). Aplicado este percentual sobre a população contabilizada pelo IBGE em 1996, temos para esta data uma PEA estimada em aproximadamente 145.809 habitantes em Americana e Sta. Bárbara d'Oeste.

Segundo dados do Ministério do Trabalho, Americana contava em 1995 com um total de 46.564 trabalhadores com carteira assinada, e Sta. Bárbara d'Oeste com 17.937, perfazendo um total de 64.501, correspondentes a quase 15% do total da RMC. Deste total, cerca de 53% eram empregados de indústrias, 15% do comércio e 29% dos serviços. Estes dados explicitam um perfil nitidamente industrial destes municípios.

Há forte preponderância de Americana na oferta de empregos do mercado formal, pois é ali que localizam-se cerca de 72% dos empregos formais totais dos dois municípios.

Como os índices de emprego dos dois municípios são semelhantes, pode-se inferir que boa parte dos habitantes de Sta. Bárbara d'Oeste trabalham em Americana. Desta forma, Americana apresenta-se como o principal polo de atividades econômicas, enquanto Sta. Bárbara d'Oeste assume uma função mais residencial.

- **Limeira**

Os últimos dados disponíveis referentes à PEA são de 1991, segundo os quais, a população economicamente ativa (PEA) de Limeira era de 88.038 habitantes, correspondentes a 42,64% da população total (206.456 habitantes). Aplicado este percentual sobre a população contabilizada pelo IBGE em 1996 em Limeira, temos para esta data uma PEA estimada em aproximadamente 98.048 habitantes.

Segundo dados do Ministério do Trabalho, Limeira contava em 1995 com um total de 42.442 trabalhadores com carteira assinada. Deste total, cerca de 49 % eram empregados de indústrias, 15% do comércio e 29% dos serviços. Estes dados indicam um perfil nitidamente industrial no município.

4.4.1.6 Atividades Econômicas (indústria, comércio e serviços) – Americana e Sta. Bárbar d'Oeste

- **Americana**

Segundo o Cadastro Central de Empresas do IBGE, 1996, operavam no município de Americana 6.710 empresas, das quais 6.507 nele tinham sua sede.

Dados da Prefeitura Municipal de Americana/ SEPLAMA, indicam que em 1998 estavam estabelecidas no Município 1.317 unidades industriais. Apesar do parque industrial ser bastante diversificado (indústrias do setor mecânico, metalúrgico, mobiliário, químico, gráfico, etc.) os grandes destaques são o setor têxtil com 579 unidades correspondentes a 44% do total e setor de confecções com 317 unidades ou 24% do total. Ainda segundo dados da Prefeitura entre 1994 e 1998 houve um aumento de 98 unidades industriais no Município e, apesar da crise causada pela abertura das importações e a valorização cambial do real, o setor têxtil apresentou, em 1997 e 1998, um significativo número de licenças de instalação - 106 licenças - e de funcionamento - 140 licenças.

Outra fonte de dados consultada para o estabelecimento das condições sócio-econômicas da AID é apresentada na Tabela 4.5, baseada no levantamento realizado pela Fundação SEADE. Verifica-se que estes dados não são coincidentes com os anteriormente referidos, mas são da mesma magnitude e complementam as conclusões expostas.

Tabela 4.5 Perfil da Economia Municipal - Município de Americana

	1991	1996	1997	1998
Comércio				
Número de estabelecimentos do comércio		1.450	1.529	1.553
Indústria				
Número de estabelecimentos da indústria		938	1.004	970
Serviços				
Número de estabelecimentos de serviços		1.150	1.225	1.288
Valor Adicionado				
(em Reais de 1996)		1.395.887.613	1.285.631.430	1.330.317.541
(Participação no Total do Estado) (%)	0,84414	0,76655	0,69611	0,73076
Trabalho				
Empregos ocupados				
TOTAL	50.567	47.297	44.224	44.478
Indústria	29.102	24.711	21.461	22.168
Comércio	5.942	7.650	7.535	7.225
Serviços	12.657	14.819	15.073	14.955
Demais	2.866	117	155	130

Fonte: SEADE Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados,

- **Santa Bárbara d'Oeste**

Segundo o Cadastro Central de Empresas do IBGE, 1996, operavam em Sta. Bárbara d'Oeste 3.373 empresas, das quais 3.286 com sede no município.

Localiza-se em Sta. Bárbara d'Oeste um grande e diversificado parque industrial, com indústrias têxteis, de máquinas e equipamentos, autopeças, borracha, açúcar e álcool, etc. As indústrias concentram-se principalmente em distritos industriais na região sul da cidade, com acesso rodoviário facilitado pela rodovia Luiz de Queiroz.

Assim como o levantamento de dados do município de Americana, utilizaram-se para o município de Santa Bárbara d'Oeste os dados econômicos da Fundação SEADE, conforme apresentado na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 Perfil da Economia Municipal - Município de Santa Bárbara do Oeste

	1991	1996	1997	1998
Comércio				
Número de estabelecimentos do comércio		674	724	820
Indústria				
Número de estabelecimentos da indústria		448	474	505
Serviços				
Número de estabelecimentos de serviços		339	370	404
Valor Adicionado				
(em Reais de 1996)		463.531.327	490.984.877	477.854.399
(Participação no Total do Estado) (%)	0,26793	0,25455	0,26585	0,26249
Trabalho				
Empregos ocupados				
TOTAL	21.370	17.661	19.092	18.538
Indústria	13.253	9.972	10.135	9.537
Comércio	1.781	2.784	3.183	3.529
Serviços	5.124	4.583	5.409	5.221
Demais	1.212	322	365	251

Fonte: SEADE Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

4.4.1.7 Consumo de Energia - Americana, Santa Bárbara e Limeira

As tabelas 4.7 e 4.8 apresentadas a seguir permitem a observação da evolução do consumo de energia elétrica nos três municípios da AID entre 1980 e 1997.

Verifica-se que os aumentos percentuais do consumo total acumulado no período – 1980-1997 são os seguintes: 139% em Americana, 248% em Santa Bárbara D'Oeste e 182, 40% em Limeira.

Em Americana e Limeira verificou-se um grande aumento do consumo na primeira metade da década de 80 – 50,93% em Americana e 146,66% em Limeira. Ambos os municípios apresentaram uma redução nas taxas de crescimento do consumo no período posterior. Em Santa Bárbara d'Oeste, entretanto, verifica-se um aumento nas taxas de crescimento posteriormente a 1985, sendo este o município onde o consumo mais cresceu entre 1990 e 1997 – 62,94%, contra 26,20% em Americana e 10,29 em Limeira.

No que se refere à distribuição do consumo entre os diferentes tipos de consumidor, verifica-se para os três municípios uma forte predominância do consumo industrial – em 1997 a indústria consumiu 82,23% da energia em Americana, 57,81% em Santa Bárbara D'Oeste e 76,48% em Limeira.

Analisando-se o tipo de consumo ao longo do período analisado, entretanto, verifica-se que, a partir de 1985, nos três municípios, a participação do consumo industrial vem decrescendo, enquanto aumenta a do consumo residencial e das atividades de comércio e serviços.

Tabela 4.7 - Evolução do Consumo de Energia nos Municípios da AID (Americana, Sta. Bárbara d'Oeste e Limeira) – Número de Consumidores e Quantidade Consumida, por tipo de Consumidor

Consumidor	1980		1985		1990		1997	
	Nº	Consumo (MWh)						
Americana								
Residencial	22.792	42.954	29.900	60.794	35.378	86.997	50.030	134.739
Rural	43	446	64	442	78	760	132	807
Industrial	1.003	398.592	1.090	607.794	1.480	750.340	1.773	903.211
Com., Serv., Outras Ativ.	2.143	16.131	3.063	22.416	3.977	32.177	6.156	59.573
TOTAL	25.981	458.123	34.117	691.446	40.913	870.274	58.091	1.098.330
Sta. Bárbara d'Oeste								
Residencial	13.342	19.244	20.131	34.642	29.294	59.961	42.739	98.314
Rural	165	947	244	3.689	255	4.711	289	4.673
Industrial	349	61.841	393	76.769	669	110.957	1.184	176.500
Com., Serv., Outras Ativ.	822	5.526	1.273	7.611	1.829	11.727	3.133	25.793
TOTAL	14.678	87.558	22.041	122.711	32.047	187.356	47.345	305.280
Limeira								
Residencial	25.470	44.510	35.620	64.735	45.247	94.743	60.389	148.975
Rural	1.059	6.639	1.278	9.036	1.338	11.881	1.381	14.690
Industrial	687	274.656	697	748.802	1.162	733.117	1.978	744.398
Com., Serv., Outras Ativ.	2.448	18.817	3.150	27.481	3.990	42.639	5.677	65.166
TOTAL	29.664	344.622	40.745	850.054	51.737	882.380	69.425	973.229

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, Perfil Municipal do Estado de São Paulo, 2000

Tabela 4.8 - Evolução do Consumo de Energia nos Municípios da AID (Americana, Sta. Bárbara d'Oeste e Limeira) – Percentuais de Crescimento de Consumidores e Quantidade Consumida, por tipo de Consumidor

Consumidor	1980-85		1985-90		1990-97	
	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)	Nº	Consumo (MWh)
Americana						
Residencial	31,18	41,43	18,32	43,10	41,41	54,87
Rural	48,83	- 0,89	21,87	71,94	69,23	6,18
Industrial	8,67	52,48	35,77	23,45	19,79	20,37
Com., Serv., Outras Ativ.	42,93	38,96	29,84	43,54	54,79	85,14
TOTAL	31,31	50,93	19,91	25,86	41,98	26,20
Sta. Bárbara d'Oeste						
Residencial	50,88	80,01	45,51	73,08	45,89	63,96
Rural	47,87	289,54	4,50	27,70	13,33	- 0,80
Industrial	12,60	24,13	70,22	44,53	76,98	59,07
Com., Serv., Outras Ativ.	54,86	37,73	43,67	54,07	71,29	119,94
TOTAL	50,16	40,14	45,39	52,68	47,73	62,94
Limeira						
Residencial	39,85	45,43	27,02	46,35	33,46	57,24
Rural	20,67	36,10	4,69	31,48	3,21	23,64
Industrial	1,45	172,63	66,71	- 2,09	70,22	1,53
Com., Serv., Outras Ativ.	20,67	46,04	26,66	55,15	42,28	52,83
TOTAL	37,35	146,66	26,97	3,80	34,18	10,29

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, Perfil Municipal do Estado de São Paulo, 2000.

4.4.1.8

Infra-Estrutura em Americana e Santa Bárbara d'Oeste• **Americana**

As principais rodovias existentes em Americana são a rodovia Anhangüera – SP-330, que atravessa a porção leste do Município no sentido norte-sul, e a rodovia Luiz de Queiroz – SP-304, que atravessa a sua porção sul no sentido leste-oeste, a partir da Anhangüera. No sentido norte-sul, atravessando a cidade, existe uma linha férrea da FERROBAN, antiga FEPASA.

O abastecimento de água e a coleta e tratamento de esgotos em Americana é de competência do DAE, autarquia municipal. As mais de 50 mil ligações de água existentes em 1998 configuravam um atendimento de 99% no Município. O sistema inclui uma estação central de tratamento – ETA – situada no bairro de Vila Cordenonsi, na região central da cidade, que processa e distribui água captada no rio Piracicaba.

A ETA de Americana tratou em 1998 uma média de mais de 65 mil m³/dia. A qualidade da água captada para tratamento é considerada ruim e há estudos para que a captação passe a ser feita no rio Jaguari, onde a qualidade da água é significativamente melhor.

O sistema de coleta e tratamento de esgotos atende 87% do Município. É composto por uma rede de coleta com cerca de 600 km de extensão (1998) e uma estação de tratamento – ETE. A ETE situa-se junto ao rio Piracicaba, imediatamente a jusante da foz do rio Quilombo. O sistema de tratamento é de nível secundário, utiliza filtros biológicos e processa a totalidade dos esgotos da bacia do rio Quilombo, correspondente à maior parte da cidade, inclusive sua região central, além de parte do esgoto captado na bacia inferior da represa de Salto Grande.

Uma segunda estação de tratamento – ETE Praia Azul – está em construção e deverá tratar os esgotos da porção superior da bacia de contribuição à represa de Salto Grande.

A prefeitura de Americana dispõe de um único aterro sanitário, cuja vida útil é estimada em apenas um ano e de um bota-fora para entulho, autorizado pela polícia florestal. Não há aterros públicos para resíduos industriais e tampouco novos aterros em projeto, licenciamento ou implantação.

O atendimento do consumo de energia elétrica é feito pela CPFL. Do consumo total do Município em 1998 – cerca de 1,2 bilhão de Kw/h - , 78 % correspondem ao setor industrial e cerca de 12% ao consumo residencial, segundo dados da Prefeitura Municipal de Americana/SEPLAMA. Segundo a mesma fonte, a evolução de consumo entre 1995 e 1998 indica um crescimento de cerca de 12 % no consumo total, 10% no consumo industrial (que apresentou ligeira queda entre 1995 e 96) e 12% no consumo residencial.

A CPFL opera duas unidades produtoras de energia no município de Americana – a Usina Hidrelétrica de Salto Grande, situada junto à barragem da represa de mesmo nome, na porção leste do Município; e a Usina Termelétrica Carioba, situada às margens do rio Piracicaba, junto ao sítio onde está prevista a implantação do empreendimento em análise.

- ***Santa Bárbara D' Oeste***

A principal rodovia existente em Santa Bárbara d'Oeste é a rodovia Luiz de Queiroz – SP-304, que atravessa a porção sul do Município no sentido leste-oeste, e através da qual são estabelecidas as conexões com a malha rodoviária paulista. Duas rodovias secundárias estabelecem ligações entre Santa Bárbara d'Oeste e Capivari, ao sul (SP306) e Iracemópolis, ao norte (SP308). O município será em breve atravessado no sentido norte-sul, a oeste da sede municipal, pelo prolongamento da rodovia dos Bandeirantes (SP348), trecho este que se encontra em obras.

Atravessa a cidade um ramal ferroviário que, partindo de Nova Odessa, alcança Piracicaba – FERROBAN, antiga FEPASA.

O abastecimento de água e a coleta e tratamento de esgotos são de competência do DAE, autarquia municipal. Segundo informações desta autarquia, existe um atendimento de praticamente 100% em 1999. A quase totalidade da água distribuída é captada no manancial do ribeirão dos Toledos, a montante da cidade sede municipal. A bacia do manancial é quase integralmente contida no Município, e constituída por áreas rurais, o que garante boa qualidade da água captada. Hoje, o tratamento é feito por estações, que processam 650 l/s; até o final deste ano deverá estar concluída uma nova estação de tratamento, que ampliará em 420 l/s o volume de água tratada. Atualmente alguns poços complementam a captação, atendendo a regiões periféricas a nordeste e sul da cidade. Com a entrada em operação da quinta estação de tratamento, estes poços deverão ser desativados.

O sistema de coleta de esgotos atende cerca de 90% do Município. O tratamento, entretanto, atende apenas a um pequeno loteamento – Recanto das Andorinhas – situado na região sul da cidade, através de uma pequena estação com capacidade para apenas 53 m³/dia. Encontram-se em implantação um plano diretor de saneamento que deverá ampliar significativamente o sistema no final de 2000, quando está prevista a entrada em operação da ETE Toledos 1.

Esta estação deverá tratar o esgoto de toda a porção da cidade situada na margem esquerda do ribeirão Toledos, correspondente a quase 50% do esgoto domiciliar gerado em Santa Bárbara d'Oeste.

Segundo o plano diretor, o sistema será gradualmente ampliado, com a implantação de mais 3 estações de tratamento, chegando a uma taxa de 100% de esgoto tratado até 2012.

A coleta e disposição de resíduos urbanos é feita pela Prefeitura, através da Secretaria de Serviços Urbanos. Os resíduos coletados – cerca de 130 ton/dia – são encaminhados para o único aterro em operação no município. Este aterro, situado na rodovia Sta. Bárbara d'Oeste/Iracemópolis, a cerca de 6 km do centro da cidade, está em operação há cerca de 10 anos e estima-se sua vida útil em mais 8/10 anos. O aterro está em processo de regularização junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente/SM - já foi obtida a Licença de Instalação e a Licença de Operação encontra-se em vias de emissão. Não há aterros para resíduos industriais no Município. A Prefeitura vem aceitando o descarregamento de entulho no aterro sanitário por ela operado, o qual é utilizado para a cobertura dos resíduos.

Situa-se no município, em sua porção Noroeste, uma grande subestação da CTEEP (anteriormente operada pela CESP).

4.4.1.9

Equipamentos de Educação, Cultura e Saúde – Americana e Sta. Bárbara d'Oeste

- **Americana**

Segundo dados da Prefeitura de Americana, a rede de equipamentos educacionais do Município era composta em 1998 por um total de 127 escolas, atendendo uma população escolar de 57.375 alunos. A rede municipal era composta por 38 escolas, a maior parte das quais direcionadas para o atendimento pré-escolar. O ensino fundamental e de 2º grau – inclusive técnico – era suprido em sua maior parte pela rede estadual, composta por 36 escolas. A rede particular é composta por 53 escolas, a maior parte das quais oferecem apenas educação pré-escolar. No ensino técnico e supletivo destaca-se uma unidade do SENAI, que atendeu um total de 3344 alunos em 1996.

A rede de equipamentos culturais do Município de Americana inclui também uma biblioteca municipal – com mais de 160 mil atendimentos em 1998 -, um museu de arte contemporânea, um museu histórico pedagógico, um teatro municipal, um observatório e um parque ecológico.

Segundo informações do Ministério da Saúde (SUS, DATASUS), em 1997 Americana contava com 4 hospitais, com um total de 592 leitos, tendo sido registradas 12.357 internações. A rede de atendimento à saúde contava também com 34 unidades ambulatoriais. Informações da Prefeitura apontam uma media mensal de cerca de 27 mil atendimentos em 1998.

- **Santa Bárbara d'Oeste**

Segundo informações da Prefeitura de Sta. Bárbara d'Oeste a rede escolar básica do Município é composta por 43 unidades estaduais, 42 municipais e 13 particulares.

No ensino técnico destaca-se o Centro de Formação SENAI/Fundação Romi, que mantém cursos em áreas técnicas de ponta, como informática e robótica, atuando também na formação de professores na área técnica. A cidade conta também com um campus da Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP, que oferece cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de engenharia, arquitetura e urbanismo, e direito.

Conforme dados do Ministério da Saúde (SUS, DATASUS), em 1997 Sta. Bárbara d'Oeste contava com 1 hospital com 160 leitos, tendo sido registradas neste ano 5.634 internações. Segundo a mesma fonte, a rede de atendimento à saúde era complementada por 18 unidades ambulatoriais.

4.4.1.10 Finanças Públicas em Americana

Os dados sobre finanças públicas foram levantados apenas para o município de Americana, onde deverão ser sentidos efeitos da implantação do empreendimento sobre a arrecadação municipal.

Foram levantados junto à Coordenadoria de Orçamento e Contabilidade da Prefeitura de Americana, os valores referentes à arrecadação de ICMS e ISS nos três últimos exercícios, bem como sobre a relação percentual da arrecadação de ICMS sobre o total da receita municipal, e que são apresentados na tabela 4.9 a seguir.

Tabela 4.9 Arrecadação de ICMS e ISS em Americana, SP e Relação Percentual entre ICMS e Receita

Arrecadação de ICMS e ISS em Americana, SP, e Relação Percentual entre ICMS e Receita			
	1997	1998	1999
ICMS (R\$)	41.182.773,78	39.107.036,70	39.900.069,18
ISS (R\$)	6.821.754,13	6.420.487,66	7.227.897,26
ICMS/Receita (%)	55,61	46,60	43,15

Fonte: Prefeitura de Americana – Coordenadoria de Orçamento e Contabilidade

Verifica-se que, no período analisado, a arrecadação do ICMS apresentou uma pequena flutuação no valor total arrecadado, mas sua participação no total da receita mostrou uma trajetória claramente descendente, variando de 55,61% em 1997 para 43,15% em 1999.

Dados apresentados no trabalho “Evolução do Índice de Participação dos Municípios no ICMS 1992-1998”, da Fundação Prefeito Faria Lima/Cepam, demonstram uma evolução negativa do Índice de Participação do Município de Americana no ICMS para o período estudado – o índice era de 0,80301886 em 1992 e foi decrescendo até atingir 0,67076988 em 1998, acumulando uma perda de 16,47 no período. Por conta deste comportamento Americana caiu da 20ª para a 22ª posição no Estado, no que se refere ao índice de participação no ICMS.

No que se refere à Região Administrativa de Campinas, na qual se insere Americana, o Município manteve a 5ª posição, apesar de sua participação percentual na Região Ter decrescido de 5,4% em 1992 para 4,0% em 1998. Cabe lembrar que no mesmo período a Região Administrativa de Campinas, na qual se insere Americana, viu sua participação no Estado crescer de 14,86% para 16,49%.

4.5***ESTRUTURA URBANA E USO DO SOLO NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO***

O uso do solo num raio de 3 km do empreendimento abrange parte dos territórios dos três municípios que compõe a AID e está indicado na Figura 4.3.

O sítio onde será implantado o empreendimento em análise está situado no bairro de São Jerônimo, região que abriga indústrias de grande porte e residências de média e baixa renda. Situada junto à margem esquerda do rio Piracicaba, a área tem acesso pela Av. São Jerônimo, avenida com pavimentação asfáltica, de duas pistas, que se desenvolve paralelamente ao rio, sendo que nos seus limites sul-sudeste está a indústria têxtil Toyobo e ao norte/nordeste as instalações da Fibra – Fiação Brasileira de Rayon, também do ramo têxtil.

A área reservada para o empreendimento é parte de uma gleba da CPFL, onde está localizada e em funcionamento a Usina Termoelétrica de Carioba, inaugurada em 1.954, operando através da combustão de óleo. A área tem conformação alongada, é paralela ao rio Piracicaba e atravessada longitudinalmente pelos trilhos da ferrovia atualmente operada pela FERROBAN (e anteriormente pela FEPASA).

Ainda no terreno da CPFL, contíguas à área destinada ao empreendimento, estão localizadas algumas edificações, anteriormente utilizadas para moradia de funcionários mas que hoje são utilizadas pela empresa para outras finalidades. Duas subestações, o pátio de descarga de combustíveis, a usina antiga e o sistema viário local que interliga todos esses usos também estão implantados nesses terrenos.

O bairro residencial mais próximo situa-se a oeste da Av. São Jerônimo. Trata-se do Morada do Sol, bairro de implantação recente, com muitas moradias ainda em construção. Imediatamente ao sul do Morada do Sol situa-se o bairro Parque das Nações. Em diversos lotes situados ao longo da Av. São Jerônimo vários pequenos estabelecimentos comerciais e de serviços estão também em implantação ou foram abertos recentemente, indicando um processo de transformação desta via em corredor comercial.

De maneira geral, predominam nestes bairros edificações de padrão tipicamente de classe média-baixa sendo que a infra-estrutura do loteamento está totalmente implantada incluindo-se a pavimentação asfáltica.

Mais ao sul, em direção à área central de Americana, a ocupação mantém-se predominantemente residencial, verificando-se, entretanto, a presença de uma população de padrão econômico superior, tipicamente de classe média/média alta. Esta ocupação corresponde aos bairros de Jardim Paulistano (ao norte da linha de transmissão), Jardim São Domingos, Vila Santa Maria, Jardim Progresso e Jardim Guanabara (ao sul da linha de transmissão) e caracteriza-se por residências de maiores dimensões e melhor padrão construtivo. A presença de usos não residenciais é pequena e concentra-se nas vias de maior tráfego como a Av. 9 de Julho e Av. São Jerônimo.

A oeste, separados do bairro Morada do Sol por um fundo de vale desocupado, situa-se um extenso conjunto de bairros residenciais de padrão popular. Trata-se de uma região de ocupação recente, porém bastante densa, com predomínio de pequenas edificações residenciais. Parte destes bairros situa-se em território de Americana e parte em Sta. Bárbara d'Oeste, sendo a Av. da Amizade a divisa entre os dois municípios. Ao longo desta avenida, que articula a região com as demais localidades do conglomerado Americana/Sta. Bárbara d'Oeste e onde circula o transporte coletivo que serve a região, usos não residenciais misturam-se às residências, configurando um corredor de comércio e serviços. A leste da Av. da Amizade, em Americana, estão situados o Parque da Liberdade, Jardim da Paz, Parque Gramado, Sítio da Gruta e Jardim São Roque. Entre o Parque Gramado e o Sítio da Gruta situa-se o loteamento Jardim Bazanelli, no qual predomina usos industriais, instalados em galpões.

A oeste da Av. da Amizade, em território de Sta. Bárbara d'Oeste, a ocupação é composta por uma sequência de loteamentos populares – Parque Planalto, Sta Rosa, Frezarin I, Jardim Europa I, Ferrarezi, Jardim das Palmeiras.

A norte e nordeste do empreendimento, na margem direita do rio Piracicaba, no município de Limeira, a ocupação do solo é em sua maior parte constituída por extensas plantações de cana-de-açúcar, com algumas áreas sem ocupação definida ou com vegetação arbórea. Na direção leste, localiza-se a RIPASA, indústria de grande porte do ramo de celulose e papel.

A população que habita as áreas no entorno imediato da ETE é basicamente constituída por moradores dos loteamentos acima descritos e mapeados na figura 4.3. As características populares dos loteamentos permitem caracterizar esta população como sendo majoritariamente de padrão econômico médio/baixo e baixo.

Cabe também citar a população empregada nas grandes indústrias existentes no entorno imediato: Toyobo com cerca de 850 funcionários, Fibra com cerca de 1.500, e Ripasa, com cerca de 1.400. Ainda que não necessariamente moradora da região, este contingente populacional tem ali permanência cotidiana e prolongada.

Conforme assinalado na figura 4.3, existem, no entorno imediato do empreendimento, diversas escolas públicas e postos de saúde, listados na Tabela 4.10, a seguir. Não existem escolas particulares nem hospitais particulares, fato coerente com as características populares dos bairros da região.

Tabela 4.10 Equipamentos Sociais Existentes no Entorno Imediato ao Empreendimento (raio de 03 quilômetros)

Escolas/Creches		Nº de alunos/crianças status
1.	E.E.P.G. Governador Muller	desativada
2.	E.M.E.I. Sabiá	140
3.	E.E.P.G. Prof. Alcindo Soares Do Nascimento	400
4.	E.E.P.S.G. Prof. Risoleta Lopes Aranha	956
5.	E.E.P.G. Prof. Wilson Camargo	1.100
6.	E.M.E.I. Baeti	268
7.	CRECHE B.T.U.	75
8.	E.E.P.G. Marcelino Tombi	530
9.	CRECHE Juriti	85
10.	E.M.E.I. Ibatinga	145
11.	E.E.P.G. Parque Da Liberdade	472
12.	ESCOLA MUNICIPAL Darcy Ribeiro	851
13.	C.I.E.P. Anísio Spinola	997
14.	E.M.E.I. Aracy	216
15.	C.A.I.C. Silvino Chinelato	435
16.	E.E.P.G. Prof. Niomar Gurgel	1.580
17.	CASA DA CRIANÇA Máira (antiga Creche Assai)	90
18.	E.M.E.I. Máira	219
	Total de alunos	8.559
Postos de Saúde		
1.	Posto Médico Dr. Afonso Lutz	
2.	Posto Médico Dr. Walter J. Paulo	
3.	Posto Médico (Av. Serra do Mar)	
4.	Posto Médico (R. da Aliança)	

Obs: A numeração dos equipamentos indica sua localização apresentada Figura 4.3.

4.6 **ESTRUTURA URBANA E USO DO SOLO NO ENTORNO DO TRAMO DO GASODUTO**

Na análise de aerofotos e vistorias de campo constatou-se que até alcançar o local do empreendimento, o tramo do gasoduto de alimentação do empreendimento atravessa, ao norte do rio Piracicaba, áreas de uso agrícola, com predomínio de cultura de cana-de-açúcar, pertencente a uma única propriedade, a Fazenda Moinho Azul. Considerando-se que uma faixa de aproximadamente 200 metros ao longo da diretriz poderá ser potencialmente afetada pelas obras de implantação do tramo, verifica-se que nela não existem edificações com ocupação permanente, conforme apresentado na figura 4.4.

Pode-se considerar que as obras de implantação do tramo do gasoduto poderão ter impactos – obras de terraplenagem, tráfego de veículos pesados, geração de ruídos, etc. – que não deverão manifestar-se além de uma faixa de aproximadamente 200 metros ao longo da diretriz do tramo. Na operação normal do tramo as interferências se resumirão a eventuais serviços de vistoria e manutenção, os quais tampouco resultarão em impactos externos ao entorno imediato do tramo.

Analisando-se o uso do solo ao longo da diretriz, conforme apresentado na figura 4.4, verifica-se que não existem edificações com ocupação permanente. Em seu trecho inicial, a partir do local de recebimento do gás no gasoduto Brasil-Bolívia, o tramo segue em paralelo a uma estrada de uso local, não pavimentada, ao longo de cerca de 450 m. Em sua quase totalidade, o tramo segue em paralelo a linhas de transmissão da Elektro – trecho inicial, próximo a partir do gasoduto, com cerca de 1.400 m – e da CPFL – trecho final, próximo ao rio Piracicaba, com cerca de 550 m.

Não há população estabelecida no interior da faixa de 200 m analisada, verificando-se apenas tráfego eventual de pessoas e veículos na estrada que segue em paralelo aos primeiros 450 metros do tramo, e na estrada que cruza o tramo a cerca de 800 m de seu início.

4.7 **ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA POPULAÇÃO**

Este item trata das formas de organização social da população na área de estudo. O objetivo principal dessa análise é a caracterização dos interlocutores que estão sendo envolvidos no processo de consulta pública relacionados ao empreendimento.

No processo de licenciamento ambiental, destaca-se, pela dinâmica que lhe é característica, a participação direta da sociedade, tanto pela obrigatoriedade de ser informada, quanto pelo direito de manifestar-se no processo, que culmina na fase das audiências públicas.

Com isso, procura-se superar um dos entraves assinalados, por exemplo, pelo Professor Luiz Roberto Tommasi, quando afirma que:

"Infelizmente, no Brasil, a participação comunitária no desenvolvimento de projetos ocorre em estágios muito avançados, se não finais, dos projetos. A participação pública nas decisões de Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, ainda que vigorosa, muitas vezes têm sido inócua, pelo predomínio de representantes governamentais, o que acaba por fazer prevalecer interesses políticos e econômico, sobre os dos ambientalistas."
Tommasi (1994: 66)"

O levantamento das partes interessadas ao projeto propiciou condições para a formação de um Conselho Consultivo do Empreendimento, desde a elaboração dos estudos preliminares. No conselho consultivo foi realizada a apresentação do RAP e a discussão do Plano de Trabalho do EIA/Rima,. O levantamento visou também caracterizar o universo de entidades que poderão ser incluídas em um cadastro do Consórcio CPFL/Intergen/Shell do Brasil, voltado para programas de participação comunitária, comunicação social ou educação ambiental, que possa levar ao estabelecimento de parcerias futuras em projetos associados ao empreendimento.

A região em que se pretende instalar o empreendimento caracteriza-se por ser pioneira na discussão e na proposição de instâncias como as agências ou os comitês de bacias hidrográficas, sendo que desde 1989 formou-se o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, que depois originou o primeiro comitê de bacias brasileiro, o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ), fundado em 1983.

Estas duas entidades consideradas "mistas" (ou seja, incluem representantes de governos municipais e/ou estaduais e da sociedade civil), possuem as seguintes composições:

- O Consórcio possui um Conselho de Municípios composto por um Presidente, 6 Vice-Presidentes e 6 outros prefeitos dos municípios que o compõem, além de representantes de empresas, um Conselho Fiscal (com 6 componentes, hoje constituído por 6 vereadores de diferentes municípios), e uma Câmara Técnica, composta também de 20 vereadores de vários municípios. No total, participam do Consórcio 40 municípios, 23 empresas, além de 8 entidades da sociedade civil, estas últimas formando a Plenária de Entidades, que também constitui uma outra instância do Consórcio. O atual presidente do Consórcio é o Prefeito de Piracicaba, sendo que a sede da entidade encontra-se em Americana;
- O Comitê possui uma composição tripartite, sendo constituído por 15 representantes do Estado (titulares, com seus respectivos suplentes); 16 representantes da Sociedade Civil (também titulares, cada qual com seu suplente), além de representantes dos 58 municípios abrangidos pelas suas bacias hidrográficas.

Isto indica a importância da questão dos recursos hídricos em toda a região, mobilizando entidades ambientalistas, setores acadêmicos, sindicais e governamentais nos níveis municipal, estadual e também federal, com a constituição da Agência Nacional da Água-ANA, viabilizada com o apoio dos vários comitês de bacias, articulados principalmente a partir dos vários agentes desta bacia.

Localmente, no município de Americana, existem algumas entidades da sociedade civil com maior atuação sobre as questões ambientais. Além do Consórcio, existem entidades ambientalistas como o GRUDE-Grupo de Defesa Ecológica da Bacia do Piracicaba de Americana, com uma atuação junto à comunidade do entorno do empreendimento proposto, e o GADENA-Grupo Americanense de Defesa da Natureza; associações profissionais como a Associação de Engenheiros e Arquitetos de Americana ou a ACIA-Associação Comercial e Industrial de Americana; entidades patronais como o SESI, o SEBRAE e a CIESP; grupos como o Rotary e os Lions Clube de Americana, que também têm acompanhado o debate em torno da possível implantação do empreendimento no município.

Outras entidades e instituições contatadas pela equipe de comunicação do projeto Carioba II incluem associações como a de Moradores do Parque das Nações e Morada do Sol (bairros vizinhos ao empreendimento), igrejas católicas (Paróquia de São Domingos, entre outras), e evangélicas (Assembléias de Deus, situadas no entorno do projeto), as quais têm promovido reuniões e debates sobre questões relacionadas com o empreendimento.

Outras instâncias da sociedade e de governo (legislativo, executivo e judiciário), que também vêm acompanhando esse debate, incluem a Diretoria Regional de Ensino de Americana e algumas escolas da região, a Câmara Municipal, Secretarias Municipais (como a de Planejamento, Controle e Meio Ambiente, e de Desenvolvimento Econômico), o DAE- Departamento de Águas e Esgoto de Americana, e a Promotoria Pública de Americana.

No âmbito regional, os municípios de Piracicaba e Campinas congregam instituições acadêmicas e entidades ambientalistas da região, e formam pólos de atração e de discussão sobre temáticas relacionadas com o desenvolvimento sustentável na região do empreendimento.

- **Piracicaba**

Em Piracicaba encontra-se um grande pólo de resistência à instalação de empreendimentos termelétricos em Americana, provocado pelo receio de que mais um empreendimento que utilize recursos hídricos, e possa eventualmente provocar danos adicionais aos mesmos.

Além de entidades atuantes como a SODEMAP-Sociedade de Defesa do Meio Ambiente de Piracicaba e a SOLIDEMA ou o Fórum de Entidades da Bacia do Piracicaba, novos grupos como o Centro de Estudos e Pesquisas do Vale do Piracicaba, congregando lideranças acadêmicas e políticas da região, procuram enfocar essas questões não mais sob a ótica da pura reação aos possíveis empreendimentos, mas do debate em torno de um modelo de desenvolvimento regional, que propicie maiores condições de sustentabilidade para toda a região. Uma das alegações da comunidade piracicabana é a de que Piracicaba sempre é a maior vítima do descaso dos demais municípios com a questão ambiental (notadamente no que se refere aos problemas decorrentes da poluição ou da perda de quantidade e de qualidade da água) por ser o último município da bacia. Para alguns setores, se o empreendimento viesse a se instalar a jusante de Piracicaba, a maior parte dos problemas estaria resolvida.

Além do segmento das entidades ambientalistas, outros dois setores da sociedade civil atuantes são o acadêmico e o das associações profissionais, principalmente, a dos Engenheiros e Arquitetos de Piracicaba. No setor acadêmico, além dos grupos tradicionais que discutem questões sócio-ambientais desde o final da década de 80 e início da de 90, como um grupo de professores da ESALQ/USP, mais recentemente outros grupos como o de professores e alunos de graduação e de pós-graduação da UNIMEP-Universidade Metodista de Piracicaba, com campi espalhados em outros municípios da região, também vêm participando ativamente do debate sobre empreendimentos termelétricos. A Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Piracicaba deu origem a boa parte dos quadros de entidades ambientalistas, e órgãos de governo que historicamente vem atuando sobre a questão dos recursos hídricos.

Portanto, no setor governamental não apenas de Piracicaba, mas de toda a região (que hoje conta com a participação de técnicos ligados a associações nos órgãos municipais e estaduais), encontra-se a maior diversidade de opiniões favoráveis ou resistentes à implantação de empreendimentos termelétricos, mas que, por sua vez, acabam por propor soluções mais abrangentes para o equacionamento de questões sócio-ambientais da região.

- ***Campinas***

Neste município e em municípios vizinhos como Paulínia, encontra-se uma outra grande parcela de atores críticos a empreendimentos como as usinas termelétricas, movidas a gás natural ou outros combustíveis.

Na região de Campinas vêm surgindo outros segmentos, que procuram dialogar com os empreendedores deste projeto, para entender e propor alternativas que possam minimizar ou mesmo compensar possíveis impactos negativos do mesmo. Com este diálogo, procura-se aumentar as condições de sustentabilidade do projeto, e também das demais indústrias já instaladas em toda a Região Metropolitana de Campinas, que engloba uma boa parte dos municípios das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, elevando o patamar das discussões para um debate sobre a capacidade de suporte sócio-ambiental da região, e sobre um planejamento regional que se dê de maneira integrada e sistêmica.

Considerando-se esse histórico, tanto no setor sindical e acadêmico, como no governamental e das entidades ambientalistas, o debate sobre as usinas termelétricas a gás natural projetadas para o município de Americana, Paulínia ou qualquer outra localidade da região, vêm sendo ampliado e aprofundado de uma forma jamais vista anteriormente.

Em Campinas concentram-se universidades como a UNICAMP e a PUCCAMP, um fórum de entidades ambientalistas congregando 38 ONGs de 8 municípios (entre os quais Campinas, Americana, Limeira, Piracicaba, Santa Bárbara, Sumaré e Rio Claro), além de vários sindicatos que vêm debatendo questões relacionadas com os possíveis impactos ambientais desses e outros empreendimentos na região. Uma parcela significativa desses atores e de outras instâncias de governo tem procurado manter um diálogo com os empreendedores (notadamente quando estes se abrem para sua participação) a fim de propor medidas que possam melhorar a qualidade de vida de toda a região.

- **Outros**

Entre esses dois pólos, encontram-se outras entidades ou representações de municípios como o grupo Preservação-Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Limeira, entidades ou universidades como os de Santa Bárbara d'Oeste (Associação Pró-Ambiente de Santa Bárbara, UNIMEP-Campus de Santa Bárbara, entre outras entidades de classe) ou de Rio Claro (UNESP-Rio Claro, de onde provém o prefeito do município, que também é o atual presidente do CBH-PCJ).

A partir da caracterização geral dos movimentos e entidades existentes na região, procurou-se identificar e fomentar a participação das várias partes interessadas no empreendimento nas discussões acerca das alternativas tecnológicas, locais e de implantação de medidas mitigadoras ou compensatórias relacionadas com o mesmo. Alguns dos resultados desse esforço são apresentados a seguir, no entanto, o processo ainda está em andamento. Esses resultados dependerão dos níveis e da qualidade de participação de todas as partes efetivamente interessadas em discutir as alternativas locais, tecnológicas e de minimização ou compensação de impactos, e se o empreendimento é de interesse para a população, os municípios diretamente afetados, a região e o país .