UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

CAROLINE DE ANDRADE GOMES DA CUNHA

A sub-bacia do rio Jacupiranga: análise dos aspectos
sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo
sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo

Orientadora: Prof^a. Tit. Maria do Carmo Calijuri

São Carlos
2010

CAROLINE DE ANDRADE GOMES DA CUNHA

A sub-bacia do rio Jacupiranga: análise dos aspectos
sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo
sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo

Tese apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São
Paulo como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor em Hidráulica
e Saneamento.

Orientadora: Prof^a. Tit. Maria do Carmo Calijuri

São Carlos – SP

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C972s	<p>Cunha, Caroline de Andrade Gomes da</p> <p>A sub-bacia do rio Jacupiranga : análise dos aspectos sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape / Caroline de Andrade Gomes da Cunha ; orientadora Maria do Carmo Calijuri. -- São Carlos, 2010.</p> <p>Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.</p> <p>1. Recursos hídricos - qualidade. 2. Uso do solo. 3. Sub-bacia do rio Jacupiranga - aspectos sociais e econômicos. 4. Vale do Ribeira de Iguape. I. Título.</p>
-------	--

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Licenciado **CAROLINE DE ANDRADE GOMES DA CUNHA**.

Tese defendida e julgada em 05/08/2010 perante a Comissão Julgadora:

Prof.^a. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI** – (Orientadora)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) Aprovada

Dr.^a. **PATRÍCIA BORTOLETTO DE FALCO**
(Secretaria de Saneamento, Água e Esgoto/Descalvado) APROVADA

Prof.^a. Dr.^a. **ALAÍDE APARECIDA FONSECA GESSNER**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar) Aprovada

Prof. Dr. **MÁRIO DONIZETI DOMINGOS**
(Universidade de Santo Amaro/UNISA) Aprovada

Prof. Dr. **ANDRÉ CORDEIRO ALVES DOS SANTOS**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar) Aprovada

Prof. Associado **MARCELO ZAIAT**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Hidráulica e Saneamento

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

*Aos meus pais que nunca mediram
esforços para que eu pudesse
realizar meus sonhos*

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu força, saúde e perseverança para a realização deste trabalho.

À Professora Maria do Carmo Calijuri pela oportunidade de trabalhar em seu grupo de pesquisa, pelos ensinamentos tanto na vida profissional quanto pessoal, e principalmente pela paciência e compreensão.

Ao Prof. Dr. Colin Neal por aceitar me receber no Centro de Ecologia e Hidrologia, por toda paciência, atenção e contribuições à tese.

Ao Mike Hutchins pela atenção, pelo apoio, pelo companheirismo no centro de pesquisa e pelos conhecimentos transmitidos.

A Profa. Dra. Alaíde Aparecida Fonseca-Gessner pelas sugestões e auxílio na parte relacionada aos macroinvertebrados bentônicos.

Aos Professores André Cordeiro e Mario Donizeti Domingos, pelas correções e sugestões que muito colaboraram para finalização desta tese.

A Patrícia Bortoletto de Falco pelo carinho e pelas minuciosas correções da tese.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos e à FAPESP, processo 02/13449-1, pelo auxílio financeiro aos trabalhos de campo.

Ao Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS) pela oportunidade de realização desta pesquisa. Aos funcionários do SHS, em especial a Sá, Pavi, Rose, Flavia, Fernanda e André por toda paciência e ajuda nestes anos.

Aos técnicos José Roberto Maramarque (Betão) e Waldomiro Antônio Filho (Miro) e ao motorista Benedito Patracon (Benê), pela descontração e dedicação nos trabalhos de campo.

Aos eternos amigos do BIOTACE, Adriana Miwa, Patrícia Bortoletto, Davi Cunha, Ive Ciola, Natália Narlan, Paulo Santos, Rachel Rossi, Roseli Benassi, Simone Casali e a técnica do laboratório Luci pelos momentos de descontração nas coletas de campo, pela ajuda nas análises, por todo apoio e principalmente pela amizade.

À Flavia Bottino, sempre disposta a me ouvir e ajudar, pelas palavras de conforto e pela grande contribuição nos momentos finais do doutorado.

À Juliana Moccellin, por todos os momentos de descontração nas coletas de campo, análises e na vida de doutoranda, e em especial por me ajudar e muito na finalização desta tese.

Às minhas companheiras de república Ana Lúcia, Patrícia, Roberta e Denise, pela amizade, pelo incentivo e pelos preciosos conselhos tanto para elaboração da tese como para vida.

Ao Fausto Moraes pelo amor, companheirismo, carinho e incentivo durante a realização desta pesquisa. Por estar sempre disposto a me ouvir e incentivar nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e irmãos que sempre acreditaram em mim, me incentivando com muito amor e carinho a continuar nessa caminhada em busca do conhecimento.

Enfim, a todos que de certa forma contribuíram para que eu pudesse finalizar mais esta etapa.

“Se nos deixarmos levar pela compaixão e pelo amor, podemos ver com clareza que o desejo dos demais seres humanos – por paz e felicidade, evitando o sofrimento – é exatamente igual ao nosso. Por isso o crescimento da compaixão... nos auxiliará a compartilhar de forma mais justa os recursos naturais do mundo e nos ensinará a cuidar do meio ambiente.”

Dalai-Lama

RESUMO

CUNHA, C.A.G. **A sub-bacia do Rio Jacupiranga: análise dos aspectos sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo.** 2010. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010

A região do Vale do Ribeira, rica por suas características minerais e remanescentes expressivos de Mata Atlântica permaneceu parte de sua história às margens do desenvolvimento paulista, e hoje é tradicionalmente considerada uma das regiões mais pobres do estado de São Paulo. Razões históricas, dificuldade de acesso e condições naturais adversas às atividades econômicas são apontadas como responsáveis por seu isolamento econômico. Visando contribuir para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, esta pesquisa teve como objetivo analisar e avaliar os aspectos sócio-econômicos e ambientais da sub-bacia do rio Jacupiranga, e os impactos decorrentes de sua ocupação na qualidade das águas do rio e na condição de vida dos moradores. Neste estudo foram estudadas variáveis limnológicas em 11 estações amostrais nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2007, e a comunidade bentônica em 3 estações no mês de outubro. Para caracterização da sub-bacia foram realizadas pesquisas com relação ao histórico de ocupação da região, analisados os aspectos sociais e econômicos dos municípios e realizadas entrevistas com a população. Como resultado, observou-se que o rio Jacupiranga vem passando por processo de degradação, com margens desmatadas e presença de bancos de areia, e alteração da qualidade de suas águas. A poluição difusa é decorrente do escoamento superficial das áreas agrícolas marginais e a poluição pontual, do lançamento de efluente industrial e de esgoto doméstico bruto e tratado. Os valores encontrados para sólidos suspensos, turbidez, formas fosfatadas, condutividade elétrica e coliformes estão em desacordo com os limites estipulados pela legislação para rios de classe 2, e comprometem o uso das águas do rio Jacupiranga pela população. Os municípios pertencentes a sub-bacia do rio Jacupiranga estão inseridos na Região Administrativa de Registro que tem uma economia baseada principalmente na agropecuária, extrativismo vegetal e mineral. Os parâmetros sócio-econômicos e demográficos tais como mortalidade infantil, nível de escolaridade, geração de emprego e níveis de renda são indicativos de uma situação contrastante com o resto do Estado de São Paulo. Se já não bastasse a estagnação econômica e social, a região depara-se constantemente com os problemas das cheias de seus rios. As inundações são episódios naturais na área de estudo, no entanto, a ausência das matas ciliares e o assoreamento dos rios estão aumentando a dimensão dos estragos. Nestas situações, as pessoas perdem seus pertences e a produção agrícola é prejudicada. Com os resultados, percebe-se a necessidade de investimentos federais, estaduais e privados para implantação de políticas que visem à inclusão social e a promoção integral do ser humano, que proporcionem oportunidade de emprego e renda, e preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: recursos hídricos – qualidade; uso do solo; sub-bacia do rio Jacupiranga – aspectos sociais e econômicos; Vale do Ribeira de Iguape.

ABSTRACT

CUNHA, C.A.G. **Jacupiranga river sub-basin: an assessment of socioeconomic and environmental aspects as support for sustainable management of Ribeira de Iguape Valley, São Paulo.** 2010. Thesis (Doctoral). Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2010.

The Ribeira Valley region, rich in minerals and expressive Atlantic Forest remaining, remained part of its development history marginalized, and today is considered one of the poorest regions of São Paulo State. Historical reasons, difficult access, natural conditions and environmental policy adverse to economic activities are identified as responsible for economic isolation. To contribute to the sustainable management of the Ribeira de Iguape Valley, this research aims to analyze and evaluate the socio-economic and environmental aspects of Jacupiranga river, and the impacts due its occupation process on Jacupiranga river water quality and residents living conditions. The limnological variables were assessed through 11 sampling sites in January, April, July and October 2007, and macroinvertebrates, in 3 sampling sites in October. To characterize the sub-basin, historical occupation of the region and social and economic aspects of municipalities were investigated and interviews with population were done. As a result, it was possible to verify that Jacupiranga river is being degraded: with deforested margins, presence of sand banks and changes on river water quality. Diffuse pollution is caused by agricultural superficial runoff and point source pollution by the release of *in natura* and treated sewage and industrial effluent. The results found for suspended solids, turbidity, phosphate forms, electrical conductivity and coliforms are not in accordance with the limits set by Brazilian rivers law, and affect the use of the waters of Jacupiranga river by population. The municipalities belonging to Jacupiranga river sub-basin are inserted in Registro Administrative Region that has an economy based mainly on farming, vegetable and mineral extraction. The parameters for socioeconomic and demographic factors, such as infant mortality, education, employment generation and income levels have a contrasting picture with the rest of São Paulo State. Besides this social and economic stagnation, the region has problems of flooding from rivers. Floods are natural events in study area, however, the absence of riparian vegetation and river aggradation are increasing the damage. In these situations, people lose their belongings and agricultural production is impaired. The results present that its necessary federal, state and private resources to implement policies aimed at social inclusion and promotion of integral human being, providing opportunities for employment and income, and environmental preservation.

Keywords: water resources – quality; land-use, Jacupiranga river sub-basin – social and economic aspects; Ribeira de Iguape Valley.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Localização da área de estudo: sub-bacia do rio Jacupiranga, Baixo Ribeira de Iguape, São Paulo.....	9
Figura 2.2: Foto aérea do rio Jacupiranga e de suas lagoas marginais.	9
Figura 2.3: Hidrografia da sub-bacia do rio Jacupiranga.	10
Figura 2.4: (A) cidade de Jacupiranga; (B) lançamento clandestino de esgoto no rio Jacupiranga; (C) efluente da estação de tratamento de esgoto; (D) extensas áreas para plantação de banana e ausência de matas ciliares.	11
Figura 2.5: (A) balsa para extração de areia no rio Jacupiranga; (B) porto de areia	12
Figura 2.6: Mapa geológico da sub-bacia do rio Jacupiranga.	14
Figura 2.7: Mapa pedológico da sub-bacia do rio Jacupiranga.	17
Figura 2.8: Mapa da Cobertura Vegetal do Vale do Ribeira de Iguape – destaque para os municípios de estudo: Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro	19
Figura 2.9: Unidades de Conservação da sub-bacia do rio Jacupiranga:	20
Figura 2.10: Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu em 1984.	36
Figura 2.11: Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu em 1990.	37
Figura 2.12: Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu em 2006.	38
Figura 3.1: Mapa com as 11 estações amostrais.	55
Figura 3.2: Variação dos valores médios semanais da temperaturas do ar no município de Jacupiranga nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2007.....	64
Figura 3.3: Valores de precipitação pluviométrica acumulada anual e média histórica (1953-2007) no Posto Jacupiranga (F4-017) e Barra do Capinzal (F4-018).....	65
Figura 3.4: Médias pluviométricas mensais históricas (1953-2002) e de 2007 (Posto F4-017 e F4-018).....	65
Figura 3.5: Precipitação pluviométrica diária (mm) registrada no Posto Jacupiranga (F4-017) e Barra do Capinzal (F4-018) durante o ano de 2007..	66
Figura 3.6: Dados de vazão máxima, média e mínima mensal histórica do rio Jacupiranga no período de janeiro de 1963 a dezembro de 2004, e dados médios mensais de vazão do ano de 2007 (Prefixo 4F-016).	67
Figura 3.7: Valores médios da vazão diária ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) medida na estação 7 do rio Jacupiranga nos meses de amostragem de 2007.....	68

Figura 3.8: Variação dos valores de temperatura da água do rio Jacupiranga durante os períodos de estudo em 2007.....	69
Figura 3.9: (A) plantação de banana e solo erodido; (B) gado nas margens do rio Jacupiranga.	70
Figura 3.10: Variação dos valores de turbidez da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	71
Figura 3.11: Encontro das águas do rio Canha (A) com o rio Jacupiranga (B) antes da estação amostral 6 em janeiro de 2007.....	72
Figura 3.12: Variação da concentração de sólidos suspensos inorgânicos do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.	73
Figura 3.13: Variação da concentração de sólidos suspensos orgânicos da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	74
Figura 3.14: Variação dos valores de pH da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	76
Figura 3.15: Variação dos valores de alcalinidade da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	77
Figura 3.16: Variação das condutividades elétricas da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007. Os valores encontrados para a estação 4 e 5 de janeiro foram descartados por contaminação da amostra.....	78
Figura 3.17: Variação das concentrações de oxigênio dissolvido na água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	81
Figura 3.18: Variação dos valores de DBO ₅ da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.....	82
Figura 3.19: Variação das concentrações de fósforo total da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	84
Figura 3.20: Variação das concentrações de ortofosfato da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	85
Figura 3.21: (A) foto da Indústria de Fertilizantes Bunge em Cajati; (B) lagoa de contenção do efluente industrial.....	85
Figura 3.22: Variação das concentrações de nitrogênio total Kjeldahl da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	89
Figura 3.23: Variação da concentração de nitrogênio amoniacal da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.....	89
Figura 3.24: Variação das concentrações de nitrito da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.....	91

Figura 3.25: Variação da concentração de nitrato da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.	92
Figura 3.26: Variação da quantidade de coliformes totais da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.	94
Figura 3.27: Variação da quantidade de coliformes termotolerantes da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.	95
Figura 3.28: Variação da concentração de clorofila da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.	97
Figura 3.29: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em janeiro de 2007.	99
Figura 3.30: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em janeiro de 2007.	100
Figura 3.31: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em abril de 2007.	101
Figura 3.32: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em abril de 2007.	102
Figura 3.33: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em julho de 2007.	103
Figura 3.34: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em julho de 2007.	104
Figura 3.35: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em outubro de 2007.	105
Figura 3.36: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em outubro de 2007.	106
Figura 3.37: Porcentagem das frações granulométricas do sedimento nas estações amostrais do rio Jacupiranga em janeiro, abril, julho e outubro de 2007.	107
Figura 3.38: Variação da porcentagem de matéria orgânica no sedimento do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.	109
Figura 3.39: Variação das concentrações de fósforo total do sedimento do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.	112
Figura 3.40: Variação das concentrações de nitrogênio total do sedimento durante o período de coleta em 2007 no rio Jacupiranga.	115
Figura 3.41: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados do sedimento nas estações amostrais de 2007.	117
Figura 3.42: Valores dos índices de diversidade de Shannon e de Riqueza de <i>taxa</i> nas estações amostrais 1, 3 e 5 no rio Jacupiranga em outubro de 2007.	122

Figura 4.1: Mapa do Estado de São Paulo, com destaque para as cidades que compõem a Região Administrativa de Registro.	148
Figura 4.2: Taxa geométrica de crescimento da população nas regiões do Estado de São Paulo entre os anos de 2000 e 2010.....	150
Figura 4.3: Taxa geométrica de crescimento da população de Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro entre os anos de 2000 e 2010.....	151
Figura 4.4: Taxa de natalidade nas cidades de Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro, na RA de Registro e Estado de São Paulo.	151
Figura 4.5: Participação dos municípios no PIB da RA de Registro em 2007.....	153
Figura 4.6: Participação dos setores da economia no total do valor adicionado em Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro no ano 2007.....	153
Figura 4.7: Taxa de desemprego no Estado de São Paulo no ano de 2006. (RMBS: Região Metropolitana da Baixada Santista; RMC: Região Metropolitana de Campinas)..	155
Figura 4.8: Participação dos vínculos empregatícios nos setores da economia em 2008..	155
Figura 4.9: Rendimento médio dos vínculos empregatícios nos setores da economia em 2008.....	160
Figura 4.10: Taxa de analfabetismo nas regiões administrativas do Estado de São Paulo.	163
Figura 4.11: Taxa de analfabetismo da população de 15 anos e mais no ano de 2000.	164
Figura 4.12: Nível de atendimento da coleta de esgoto em 2006.	168
Figura 4.13: Nível de atendimento da coleta de lixo em 2000.....	170
Figura 4.14: A: Lixo deixado dentro de uma propriedade marginal ao rio Pariquera-Açu (zona urbana); B: Lixo preso na vegetação marginal do rio Jacupiranguinha em Cajati (zona urbana).	171
Figura 4.15: Distribuição dos indivíduos segundo condição de posse de plano de saúde nas regiões do Estado de São Paulo em 2006.	175
Figura 4.16: (A) Água de escape da represa da Bunge; (B) represinha utilizada pela população local para banho mesmo sendo avisada por placas de que é imprópria.	179
Figura 4.17: Medidas adotadas pela população: (A) guarda-roupa colocado em cima de uma mesa; (B) construção do segundo andar da casa; (C) porta de ferro parafusada para conter a entrada da água; (D) comporta de ferro; (E) casa quase vazia somente com os móveis que conseguiram recuperar na última enchente.	184
Figura 4.18: Marca da água nas paredes das casas atingidas pelas enchentes (A e B) residências na cidade de Cajati; (C) residência na cidade de Jacupiranga.	185

Figura 4.20: Hidrogramas simulados para os períodos de retorno (TR) 10, 25, 50 e 100 anos	192
Figura 4.21: Classificação dos municípios da Região Administrativa de Registro segundo o Índice de Responsabilidade Paulista de 2006.	194
Figura 4.22: Pontuação das dimensões riqueza, longevidade e escolaridade nos 4 municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga e a média do Estado de São Paulo.	195
Figura 5.1: Foto de alguns pontos turísticos da região. Caverna Capelinha e Barra do Azeite em Cajati; Pedra do Lençol em Jacupiranga e Casa de Pedra em Pariquera-Açu.	213

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Unidades geológicas da sub-bacia do rio Jacupiranga.	15
Tabela 2.2: Descrição da Associação dos solos da sub-bacia do rio Jacupiranga	16
Tabela 2.3: Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária da sub-bacia do rio Jacupiranga.	30
Tabela 2.4: Reservas Minerais da sub-bacia do rio Jacupiranga, ano base 2004.	31
Tabela 2.5: Uso do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu para os anos de 1984, 1990 e 2006.	33
Tabela 3.1: Variáveis analisadas no sedimento do rio Jacupiranga.	61
Tabela 3.2: Variação da concentração de dióxido de carbono total (CO_2 total), íons bicarbonato (HCO_3^-) e íons carbonato (CO_3^{2-}) na água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.	78
Tabela 3.3: Variação das condutividades elétricas.	79
Tabela 3.4: Variação das concentrações de fósforo total e ortofosfato.	85
Tabela 3.5: Porcentagens de matéria orgânica do sedimento nas três amostragens (A, B e C) realizadas nos pontos de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.	109
Tabela 3.6: Concentrações de fósforo total do sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas três amostragens (A, B e C) realizadas nos pontos de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.	112
Tabela 3.7: Concentrações de nitrogênio total do sedimento (mg.g^{-1}) nas três amostragens (A, B, C) realizadas nas estações de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.	115
Tabela 3.8: <i>Taxa</i> identificados no sedimento do rio Jacupiranga na coleta realizada em outubro de 2007.	118
Tabela 3.9: Total de organismos e riqueza por estação amostral (1, 3 e 5) no rio Jacupiranga em outubro de 2007.	121
Tabela 3.10: Abundância relativa (%) por unidade taxonômica da coleta de outubro de 2007.	122
Tabela 3.11: Resumo sistemático dos valores das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento nas estações amostrais 1, 3 e 5.	123
Tabela 4.1: Municípios paulistas da região do Vale do Ribeira.	147
Tabela 4.2: Dados geográficos e demográficos da Região Administrativa de Registro – ano de 2009.	149

Tabela 4.3: Principais ocupações femininas e masculinas na RA de Registro nos anos de 2006 e 2007.	158
Tabela 4.4: Rendimento médio dos vínculos empregatícios nos setores da economia para as Regiões Administrativas do Estado de São Paulo no ano de 2008.	159
Tabela 4.5: Renda per capita das regiões administrativas de São Paulo e dos municípios da RA de Registro em 2000.	162
Tabela 4.6: Sistema de abastecimento de água dos municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga em 2010.	166
Tabela 4.7: Sistema de saúde das Regiões Administrativas do Estado de São Paulo.	172
Tabela 4.8: Sistema de saúde nas cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga em 2007.	173
Tabela 4.9: Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos).	176
Tabela 4.10: Dados de uso e ocupação do solo de 1984, 1990, 2006 e cenário futuro.	191
Tabela 4.11: Síntese das Variáveis Seleccionadas e Estrutura de Pesos Adotada, segundo Dimensões do IPRS.	193

LISTA DE ABREVIATURAS

APA – Área de Proteção Ambiental
APECVAR - Associação dos Pecuaristas do Vale do Ribeira
APHA – American Public Health Association
ANA – Agência Nacional de Águas
CBH-RB - Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
CETEC – Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EPTC – Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Coleoptera
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FUNDESPA - Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas
GPS – *Global Positioning System*
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social
IQA – Índice de Qualidade de Água
ISA – Instituto SocioAmbiental
IVA - Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática
K.K.K.K. - Kaigai Kogyo Kabushiki Kaisha
PCA – Análise de Componentes Principais
SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados
SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
RA de Registro – Região Administrativa de Registro
RESEX – Reserva Extrativista
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Nacional
UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Estrutura da tese	4
Referências Bibliográficas	4
2. ÁREA DE ESTUDO: A SUB-BACIA DO RIO JACUPIRANGA	6
2.1. Bacia hidrográfica como unidade de estudo	7
2.2. Vale do Ribeira de Iguape	7
2.2.1. A sub-bacia do rio Jacupiranga – Características Gerais	8
2.2.1.1. Hidrografia	9
2.2.1.2. Clima	12
2.2.1.3. Geologia	13
2.2.1.4. Pedologia	15
2.2.1.5. Cobertura vegetal	18
2.2.2. Histórico de desenvolvimento da região e atividades econômicas desenvolvidas	20
2.2.3. Uso e ocupação do solo	33
Referências Bibliográficas	39
3. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO JACUPIRANGA	44
RESUMO	45
3.1. Introdução	46
3.2. Revisão da Literatura	47
3.2.1. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água	49
3.2.1.1. Agropecuária	50
3.2.1.2. Urbanização	51
3.2.1.3. Mineração	52
3.2.1.4. Desmatamento e assoreamento	53
3.3. Material e Métodos	54
3.3.1. Processo de amostragem e estações amostrais	54
3.3.2. Variáveis climatológicas	59
3.3.3. Variáveis hidrológicas	60
3.3.4. Variáveis físicas, químicas e biológicas da água	60
3.3.5. Variáveis físicas e químicas do sedimento	60
3.3.6. Variáveis biológicas do sedimento	61
3.3.6.1. Comunidade Bentônica	61
3.3.7. Tratamento estatístico dos dados	63

3.4.	Resultados e Discussão	64
3.4.1.	Variáveis climatológicas.....	64
3.4.1.1.	Temperatura do ar.....	64
3.4.1.2.	Precipitação pluviométrica	64
3.4.2.	Variáveis hidrológicas	67
3.4.2.1.	Vazão	67
3.4.3.	Variáveis físicas, químicas e biológicas da água	68
3.4.3.1.	Temperatura da água.....	69
3.4.3.2.	Turbidez e Sólidos Suspensos Totais	69
3.4.3.3.	Potencial hidrogeniônico	75
3.4.3.4.	Alcalinidade	76
3.4.3.5.	Condutividade elétrica.....	78
3.4.3.6.	Oxigênio dissolvido	80
3.4.3.7.	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	82
3.4.3.8.	Nutrientes	83
3.4.3.9.	Coliformes totais e termotolerantes.....	93
3.4.3.10.	Clorofila	97
3.4.3.11.	Análise de Componentes Principais e Agrupamento	98
3.4.4.	Variáveis físicas, químicas e biológicas do sedimento	107
3.4.4.1.	Granulometria.....	107
3.4.4.2.	Matéria orgânica.....	108
3.4.4.3.	Nutrientes	111
3.4.4.4.	Análise de Componentes Principais.....	116
3.4.4.5.	Macroinvertebrados bentônicos	118
3.5.	Considerações finais.....	126
	Referências Bibliográficas	128
4.	ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS DA SUB-BACIA DO RIO JACUPIRANGA	142
	RESUMO	143
4.1.	Introdução	144
4.2.	Material e Métodos	145
4.3.	Resultados e discussão	147
4.3.1.	Território e População.....	148
4.3.2.	Panorama Econômico.....	152
4.3.3.	Emprego e Rendimento	154
4.3.4.	Educação	163
4.3.5.	Saneamento Básico – Infra - estrutura urbana e rural	166

4.3.6.	Saúde	172
4.3.7.	Lazer.....	177
4.3.8.	Enchentes.....	180
4.3.8.1.	Estudo Hidrológico.....	190
4.3.9.	Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS	193
4.3.10.	Necessidades da população	196
4.4.	Considerações finais	197
Referências Bibliográficas.....		200
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA SUSTENTABILIDADE DA REGIÃO	205
5.1.	Considerações Finais.....	206
5.2.	Propostas para sustentabilidade da região	211
Referências Bibliográficas.....		215
6.	APÊNDICE 1	217
7.	APÊNDICE 2.....	221

Capítulo

1

INTRODUÇÃO

O Vale do Ribeira de Iguape é uma região brasileira que merece especial atenção, seja por seus remanescentes expressivos de Mata Atlântica, características minerais e disponibilidade hídrica, seja pelo seu baixo desenvolvimento econômico e social.

A região cresceu às margens do desenvolvimento promovido pelo café e pela industrialização paulista, permanecendo assim como uma área periférica subdesenvolvida. Ela é tradicionalmente considerada a região mais pobre do Estado de São Paulo, e no último censo, realizado em 2000, foram observadas as menores taxas de desenvolvimento, incluindo alto índice de mortalidade infantil e taxa de analfabetismo (CETEC, 2000; FUNDESPA, 2007; SEADE, 2010).

Características da região como grande porção de solos com baixa fertilidade e relevo acentuado, o baixo valor agregado das atividades econômicas desenvolvidas e as restrições impostas pela legislação ambiental são indicados, dentre outros fatores, como responsáveis por sua atual situação econômica, social e ambiental.

Diante disso, surge a necessidade da implantação de um novo conceito de desenvolvimento que busque conciliar a geração de recursos financeiros à população com conservação desta grande extensão de vegetação nativa e de sua riqueza hídrica, de modo que as modificações econômicas se aproximem de um modelo que garanta a sustentabilidade da região.

Para Schneider (2000), três objetivos principais estão relacionados ao desenvolvimento sustentável: a) social que compreende a moradia, educação, lazer e saúde; b) econômico, que compreende a produção, acesso aos bens de consumo e o emprego; c) ecológico com a preservação do meio ambiente.

A proposta do desenvolvimento sustentável é de atender às necessidades e aspirações das gerações presentes sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro. Todavia, esse conceito de desenvolvimento é considerado por muitos estudiosos como utópico, uma vez uma vez que sempre há o risco de que o crescimento econômico prejudique o meio ambiente já que ele aumenta a pressão sobre os recursos naturais. No entanto, para Schneider (2000), a essência deste tipo de desenvolvimento é de grande importância, uma vez que fornece estrutura para a integração de políticas ambientais e estratégias de desenvolvimento que busquem contribuir para a passagem da situação de contínua degradação para condições ambientais e de qualidade de vida mais favoráveis.

Inserido neste contexto, Prado (1999) ressalta que diversidade espacial e temporal da quantidade e qualidade das águas, bem como a sua degradação em decorrência de atividades antrópicas ainda sem os cuidados ambientais necessários são fatores determinantes para que se coloque o gerenciamento integrado dos recursos hídricos como ferramenta essencial à sustentabilidade do país.

A tendência em se adotar as bacias hidrográficas como unidade de estudo, nas propostas de desenvolvimento sustentável, está no fato do sistema hídrico manter estreita relação com os demais componentes do ambiente e com as atividades antrópicas que ocorrem em sua bacia, caracterizando-se como um recurso cuja existência e qualidade dependem de como os outros componentes são manejados.

Para se propor alternativas mais sustentáveis que possam promover melhoria da qualidade de vida da população e maior cuidado com os recursos naturais, estudos devem ser baseados na avaliação dos mais variados tipos de dados, sejam de qualidade dos recursos hídricos e do tipo de uso e ocupação do solo, sejam das condições sócio-econômicas da população e suas aspirações.

Segundo Becker e Wittmann (2003), o conhecimento dos processos de desenvolvimento de uma região e sua situação sócio-econômica atual é de grande importância, uma vez que permite que sejam destacadas suas realidades e potencialidades. Apesar do Vale do Ribeira ser quase sempre visualizado como região homogênea, para Chabaribery et al. (2004), isso não reflete a realidade de sua diferenciação interna, a qual precisa ser levada em consideração para melhor conhecimento das condições locais, e também para subsidiar a formulação de políticas públicas diferenciadas e compensatórias.

Esta pesquisa está vinculada ao Projeto Temático intitulado “*Estudo dos Sistemas Naturais e Artificiais Redutores de Cargas Poluidoras para a Sustentabilidade dos Recursos Hídricos do Baixo Ribeira do Iguape - SP*” financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa no estado de São Paulo (FAPESP - Processo n.º 02/13449-1) e coordenado pela Profª Tit. Maria do Carmo Calijuri. Vários estudos foram desenvolvidos no período de 2003 a 2007 por diferentes pesquisadores de forma que as informações se completassem e pudessem gerar subsídios para o desenvolvimento da região.

Visando, portanto, contribuir para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, esta pesquisa teve como objetivo analisar e avaliar os aspectos sócio-econômicos e ambientais da sub-bacia do rio Jacupiranga, e os impactos decorrentes de sua ocupação na qualidade das águas do rio e na condição de vida dos moradores.

Para isso foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- avaliar as variáveis limnológicas do rio Jacupiranga em quatro períodos de amostragem (janeiro, abril, julho e outubro) e associá-las às atividades antrópicas na sub-bacia;
- avaliar os aspectos sociais e econômicos, e a garantia da sustentabilidade da região;

1.1. Estrutura da tese

Esta pesquisa foi organizada em 5 capítulos.

O capítulo 1 refere-se à introdução da tese, que tem por finalidade apresentar o escopo da pesquisa, contextualizar a situação da região e apresentar os objetivos.

O capítulo 2 apresenta a área de estudo da pesquisa: a sub-bacia do rio Jacupiranga localizada no Vale do Ribeira de Iguape. Neste capítulo, foram abordadas as características gerais da bacia, a dinâmica histórica de ocupação, as atividades econômicas desenvolvidas e a evolução do uso e ocupação do solo.

O capítulo 3 refere-se à caracterização limnológica do rio Jacupiranga, principal rio da área de estudo. Neste capítulo buscou-se verificar os impactos decorrentes do uso do solo na qualidade da água do rio. Para isto, foram estudadas as variáveis físicas, químicas e biológicas da água e do sedimento e suas relações com os diferentes usos do solo.

No capítulo 4, foram analisados os impactos do uso do solo na qualidade de vida da população dos municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga. Para isto foi realizada análise das condições sociais e econômicas da população através de levantamentos bibliográficos e entrevistas semi-estruturadas com os moradores.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões da pesquisa e algumas recomendações. De acordo com os dados adquiridos por pesquisa de campo e bibliográfica, optou-se por ressaltar algumas propostas para o desenvolvimento sustentável da região.

Referências Bibliográficas

BECKER, D. F.; WITTMANN, M. L. **Desenvolvimento regional: abordagens interdisciplinares**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

CENTRO TECNOLÓGICO DA FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO - CETEC. **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul – Relatório Zero UGRHI 11**. 2000. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/r0/volume/index.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2006.

CHABARIBERY, D et al. Desenvolvimento sustentável da Bacia do Ribeira de Iguape: diagnóstico das condições socioeconômicas e tipificação dos municípios. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 9, p.57- 89, 2004.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS – FUNDESPA. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento nº 11: Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul**. 2007. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/index.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2009.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Sistema de Informações dos Municípios Paulistas**. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em: www.seade.gov.br. Acesso em 10 jan. 2010.

PRADO, R. B. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no médio Rio Pardo-SP (período de 1985 a 1997)**. 1999. 209p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.1999.

SCHNEIDER, E. Gestão Ambiental Municipal: preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 20., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo. Disponível em: <www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/ds_art_05.pdf>. Acesso em 02 mai. 2010.

Capítulo

2

ÁREA DE ESTUDO:
A SUB-BACIA DO RIO JACUPIRANGA

2.1. Bacia hidrográfica como unidade de estudo

A bacia hidrográfica é considerada excelente unidade de estudo, uma vez que é capaz de expressar os processos que ocorrem no ambiente. Ela define a área de captação do escoamento superficial que alimentará o sistema aquático. Desta forma, um curso de água, independente de seu tamanho, é sempre resultado da contribuição de sua bacia (BRIGANTE e ESPINDOLA, 2003; CALIJURI e BUBEL, 2006).

O uso desta unidade possibilita visão sistêmica e integrada devido, principalmente, à clara delimitação e à natural interdependência de processos climatológicos, hidrológicos, geológicos e ecológicos, sobre os quais atuam as forças antropogênicas (AB'SABER, 1987). Para Polette (1997), a aplicação da bacia hidrográfica para estudos ambientais é de fundamental importância, já que esta contém o conjunto de informações físicas, biológicas, sócio-econômicas e culturais das populações que nela se estabelecem.

Na concepção de Lanna (1995), sua importância está no fato desta ser uma unidade biogeofísica bem delimitada na qual as atividades sócio-econômicas (urbanas, industriais ou agrícolas) são as principais causadoras das transformações ambientais que nela se desenvolvem. De acordo com o autor, é possível verificar nesta unidade, as interações entre as pessoas e o meio estudado, através da identificação das causas e efeitos das ações humanas sobre os recursos naturais, que conseqüentemente vão ser refletidos nos cursos de água.

A utilização de bacias hidrográficas está consolidada de tal forma que, além das justificativas técnicas para sua aplicação, também sob o aspecto legal ela é considerada unidade de planejamento. A Lei nº. 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, define a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da PNRH (BRASIL, 1997).

2.2. Vale do Ribeira de Iguape

A sub-bacia do rio Jacupiranga faz parte da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (UGRHI – 11), localizada na região sul do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná. Esta bacia abrange área total de aproximadamente 25.000km², dos quais cerca de 61% pertencem ao estado paulista e 39% ao paranaense (SÃO PAULO, 1995).

A Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul é a única no estado de São Paulo onde a relação disponibilidade *versus* demanda hídrica é extremamente positiva. Ela possui uma situação privilegiada em relação às demais no que diz respeito à qualidade e

quantidade de água, tanto por apresentar a mais elevada disponibilidade hídrica como pela demanda ainda baixa pelos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (MARQUES et al., 2007). De acordo com o Relatório do Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (CBH-RB) de 2009 (CBH-RB, 2009), a relação demanda/disponibilidade para toda a bacia é somente de 3,39%

O Vale do Ribeira possui também a parcela do estado paulista com maior riqueza em recursos naturais, principalmente quanto à biodiversidade dos ecossistemas de Mata Atlântica (68% das florestas de São Paulo e 21% do remanescente do país), com parques, reservas e áreas de proteção ambiental (CETEC, 2000).

A região é detentora de importante potencial mineral, sendo um dos principais pólos do Estado de São Paulo, com grande variedade de substâncias minerais: ferrosos, metálicos não ferrosos e preciosos; minerais industriais diversos e materiais naturais destinados à indústria de construção civil (CETEC, 2000, FUNDESPA, 2007).

Contudo, apesar dessas riquezas e de sua localização privilegiada entre duas grandes metrópoles, São Paulo e Curitiba, a região possui os mais baixos indicadores sociais dos estados de São Paulo e Paraná, incluindo os mais altos índices de mortalidade infantil e analfabetismo de acordo com os dados do último censo do IBGE de 2000 (CETEC, 2000).

2.2.1. A sub-bacia do rio Jacupiranga – Características Gerais

No sistema do Ribeira de Iguape, foi escolhida para a realização deste estudo, a sub-bacia do rio Jacupiranga, que tem área de drenagem de 1.469,93km² e abrange os municípios de Jacupiranga, Cajati, Registro e Pariquera-Açu (CETEC, 2000) (Figura 2.1).

Figura 2.1: Localização da área de estudo: sub-bacia do rio Jacupiranga, Baixo Ribeira de Iguape, São Paulo. Fonte: LOURES, 2008.

2.2.1.1. Hidrografia

O rio Jacupiranga é um dos principais cursos de água da Bacia do Ribeira de Iguape e Litoral Sul e é formado pela confluência das águas dos rios Jacupiranguinha e Guaraú. É um rio meândrico com aproximadamente 52km de extensão, 36km² de planície de inundação (Figura 2.2) e deságua na margem direita do rio Ribeira de Iguape (CETEC, 2000).

Figura 2.2: Foto aérea do rio Jacupiranga e de suas lagoas marginais.

A hidrografia da sub-bacia do rio Jacupiranga pode ser visualizada na Figura 2.3.

Figura 2.3: Hidrografia da sub-bacia do rio Jacupiranga. Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

No entorno do rio Jacupiranga são observados diferentes tipos de uso e ocupação do solo, como propriedades rurais destinadas à agricultura, principalmente o cultivo de banana, e à pecuária de corte e de leite (criação de bovinos e bubalinos); além de casas ribeirinhas da área urbana e rural.

Observa-se que a maioria dessas propriedades rurais e o próprio desenvolvimento urbano não respeitaram o limite de preservação das matas ciliares disposto pela Lei nº 4771 do Código Florestal (BRASIL, 1965). O rio Jacupiranga possui ao longo de sua extensão grandes porções marginais desprovidas de vegetação ciliar, apresentando em certos locais, solo erodível e exposto com barrancos de areia superiores a 2 metros de altura.

Além da influência do escoamento superficial das áreas agrícolas e da cidade, o rio Jacupiranga recebe o efluente da estação de tratamento de esgoto do município de Jacupiranga e lançamentos de esgoto doméstico bruto. De acordo com os dados disponíveis para ano 2006 (SIGRH, 2008), somente 85% das casas da área urbana estão ligadas à rede de coleta de esgoto, e deste total, 10% não são destinados ao tratamento em lagoa de estabilização (Figura 2.4).

Figura 2.4: (A) cidade de Jacupiranga; (B) lançamento clandestino de esgoto no rio Jacupiranga; (C) efluente da estação de tratamento de esgoto; (D) extensas áreas para plantação de banana e ausência de matas ciliares.

Outra atividade econômica realizada na região é a extração de areia. O solo arenoso propicia essa prática que vem impactando não só o canal do rio (alteração da calha original) como as características físicas, químicas e biológicas da água e do sedimento (Figura 2.5).

Figura 2.5: (A) balsa para extração de areia no rio Jacupiranga; (B) porto de areia

A CETESB possui uma estação de monitoramento das águas do rio Jacupiranga (JAPI 02100) localizado sob a ponte que liga o município a Eldorado (Coordenadas 24°41'37"S e 48°00'29"W). Amostras de água são coletadas a cada 2 meses (fev, abr, jun, ago, out e dez) para análises físicas, químicas e biológicas. Esses dados são utilizados para calcular os índices de qualidade das águas (IQA), índice para fins de abastecimento público (IPA) e de proteção a vida aquática (IVA). Segundo o relatório de qualidade das águas interiores da CETESB, as águas do rio Jacupiranga possuem classificação que varia de regular a péssima (CETESB, 2007).

2.2.1.2. Clima

Segundo a classificação de Köppen, na sub-bacia do rio Jacupiranga, tem-se o clima do tipo *Am*, tropical chuvoso com inverno seco, onde o mês menos chuvoso tem precipitação inferior a 60mm e o mês mais frio com temperatura média superior a 18°C; tipo *Af*, tropical chuvoso, sem estação seca com a precipitação média do mês mais seco superior a 60mm; e *Cwa* que é caracterizado por clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (MIRANDA et al., 2007).

De acordo com séries históricas disponibilizadas pelo CIIAGRO (2010), as temperaturas médias diárias na região variam de 18,3 a 26,4°C. A precipitação pluviométrica média é de 1660mm por ano, e o período chuvoso vai de setembro a abril. Janeiro é o mês de maior pluviosidade, seguido por fevereiro e março. No período entre os meses de maio e agosto, a precipitação média é 65mm (considerado período seco), e agosto é o mês de menor pluviosidade (FUNDESPA, 2007).

2.2.1.3. Geologia

O Vale do Ribeira de Iguape está inserido na denominada Faixa Dobrada do Apiaí e caracteriza-se por um conjunto de rochas supracrustais vulcano-sedimentares, de grau metamórfico fraco a médio, denominadas genericamente Grupo Açungui. O embasamento é formado por rochas gnássico-migmatíticas, localmente charnockíticas e com intercalações sedimentares com grau metamórfico médio a alto (CAMPANHA¹ et al., 1987 apud LOURES, 2009).

Na sub-bacia do rio Jacupiranga, são encontradas 15 unidades geológicas, sendo os os compartimentos mais representativos: Complexo Turvo-Cajati com rochas do tipo Xistos e Migmatitos; Complexo Costeiro Migmatitos; Suítes Graníticas Sintectônicas e Sedimentos Aluvionares (Figura 2.6).

O complexo Turvo Cajati é a unidade mais representativa e ocupa cerca de 42,9% da área, sendo formado principalmente por xistos (28,3%) e migmatitos (10%). As rochas do tipo xistos e migmatitos são encontradas desde as cabeceiras do rio Jacupiranguinha, Guaraú e Canha, passando pelo rio Jacupiranga, até encontrar o Grupo Mar Pequeno da Formação Pariquera-Açu (Tabela 2.1).

Na região de Cajati, localiza-se a unidade Corpos Alcalinos Jacupiranga com rochas alcalinas piroxeníticas. Nesse local ocorrem reservas de carbonato de cálcio, fosfatos, óxidos de ferro e titânio (MELCHER, 1962) exploradas pela empresa mineradora da região. Os sedimentos aluvionares ocupam 10,75% da sub-bacia e, geralmente, incluem areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente em depósitos de calha e/ou terraços. Os depósitos de sedimentos argilosos são freqüentemente utilizados para fabricação de tijolos e cerâmicas, enquanto que os depósitos na fração areia fornecem material para a construção civil (CETEC, 2000).

¹ CAMPANHA, G. A. da C.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, M. A. *Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tetônica da Faixa de Dobramentos Apiaí*. In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 3. Curitiba, 1987. Atas... Curitiba, SBG. v.2,p. 725-742. 1987.

Figura 2.6: Mapa geológico da sub-bacia do rio Jacupiranga. Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

Tabela 2.1: Unidades geológicas da sub-bacia do rio Jacupiranga.

Período	Classe	Símbolo	Área (%)
Arqueano	Complexo Costeiro Migmatitos	AcM	15,24
Arqueano	Complexo Costeiro Xistos	AcX	0,01
EO Paleozóico	Suítas Graníticas Postectônicas: Facies Graciosa	EOga	6,35
Mesozóico	Corpos Alcalinos Jacupiranga	Ka1b	4,03
Proterozóico Inferior	Complexo Turvo-Cajati Calcários	PltC	0,07
Proterozóico Inferior	Complexo Turvo-Cajati Gnaisses	PltG	4,26
Proterozóico Inferior	Complexo Turvo-Cajati Migmatitos	PltM	10,00
Proterozóico Inferior	Complexo Turvo-Cajati Quartzitos	PltQ	0,22
Proterozóico Inferior	Complexo Turvo-Cajati Xistos	PltX	28,30
Proterozóico Superior	Suítas Graníticas Sintectônicas: Facies Canareira	PSgc	12,40
Quaternário	Sedimentos Aluvionares	Qa	10,75
Quaternário	Grupo Mar Pequeno - Formação Cananéia	Qc	1,27
Quaternário	Sedimentos Continentais e Indiferenciados	Qi	0,90
Quaternário	Sedimentos Marinhos e Mistos	Qm	2,32
Quaternário	Grupo Mar Pequeno - Formação Pariquera-Açu	Qp	3,88

Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

2.2.1.4. Pedologia

Na sub-bacia do rio Jacupiranga são encontradas nove unidades de mapeamento, sendo a classe dos Cambissolos a mais representativa, seguida por Argissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolo Litólico e Chernossolos. (Figura 2.7)

Os Cambissolos (Cxbd1 e Cxbd2) ocupam 55,2% da sub-bacia, sendo encontrados desde as encostas, ocupando parte das cabeceiras dos rios Guaraú e Jacupiranguinha, até os limites das planícies de inundação do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu (Tabela 2.2).

Segundo Loures (2008), esses solos possuem elevada instabilidade ainda que possuam saprolito proveniente do intemperismo das rochas cristalinas. Esses saprolitos quando associados a granitóides ricos em feldspatos e quartzo possuem alto grau de erosão. São visíveis os processos pontuais de voçoramentos nos Cambissolos na região, sendo a preservação da cobertura vegetal a melhor medida de proteção às encostas destes solos. Em geral, eles não são utilizados para agricultura, pois apresentam fatores limitantes, como o relevo acentuado e o excesso de alumínio.

Os argissolos (PVAd) ocupam 21,8% da sub-bacia e estão localizados na cabeceira do rio Jacupiranguinha e nas regiões de antigos terraços soerguidos formados por sedimentos cenozóicos (LOURES, 2008).

A terceira classe de maior representatividade é formada pelos Gleissolos e representa 11% da área estudada. Esse tipo de solo é encontrado nas planícies de inundação e terraços baixos do rio Jacupiranga.

A classe de Neossolo Litólico (6%) é encontrada nas cristas serranas da cabeceira do rio Jacupiranguinha e sobre o granitóide divisor de águas do rio Guaraú e Jacupiranguinha.

Os Latossolos ocupam 5,1% da sub-bacia e são encontrados na cabeceira do rio Jacupiranguinha e na região do município de Cajati. Os latossolos são caracterizados por sua baixa fertilidade natural (FUNDESPA, 2007).

Os chernossolos foram encontrados na área de afloramento do corpo carbonatito, intrusão de rochas com alto teores de apatita, mineral fosfatado, ocupando cerca de 0,8% da área de estudo. Devido a essas propriedades, encontra-se nesta região o complexo industrial da Bunge, maior empresa da região de estudo.

Ensaios de caracterização geotécnica realizados por Loures (2008), quando estudou as sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu, confirmam que os solos da região são muito pobres: com acidez elevada, alto teor de alumínio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio, e baixo teor de matéria orgânica.

Tabela 2.2: Descrição da Associação dos solos da sub-bacia do rio Jacupiranga

Unidade de mapeamento	Descrição	Área (%)
CXbd1	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Neossolo Litólico Distrófico típico + Latossolo Amarelo Distrófico típico; fase relevo forte ondulado a montanhoso	27,8
CXbd2	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Latossolo Amarelo Distrófico típico + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico; fase relevo ondulado a forte ondulado	27,4
GXbd1	Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico + Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico + Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico; fase relevo plano de várzea	8,5
GXbd2	Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico + Organossolo Háplico Hêmico típico + Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico; fase relevo plano de várzea inundável	2,5
LA _d	Latossolo Amarelo Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico; fase relevo suave ondulado de topo	1,9
LV _{Ad}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico + Nitossolo Bruno Distrófico típico; fase relevo ondulado	3,3
MT _o	Chernossolo Argilúvico Órtico típico + Cambissolo Háplico Aluminico Eutrófico típico + Nitossolo Bruno Distrófico típico; fase relevo ondulado	0,8
PV _{Ad}	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Argissolo Acinzentado Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico; fase suave ondulado e ondulado	21,8
RL _d	Neossolo Litólico Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico; fase relevo montanhoso	6,0

Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

Figura 2.7: Mapa pedológico da sub-bacia do rio Jacupiranga. Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

2.2.1.5. Cobertura vegetal

O Vale do Ribeira possui enorme variedade de formações florestais naturais (CETEC, 2000) e detém a maior área contínua de Mata Atlântica do país.

Esse bioma é considerado um dos mais ricos conjuntos de ecossistemas em termos de diversidade biológica do planeta. Atualmente, a Mata Atlântica está reduzida a 7% de sua área original, ou a aproximadamente 100 mil quilômetros quadrados. Desse total, 23% se situam no Vale do Ribeira com 2,1 milhões de hectares de florestas, 150 mil hectares de restingas, 17 mil hectares de manguezais e 200km de uma costa recortada por um conjunto de praias, estuários e ilhas. Por causa dessa riqueza, a região recebeu da UNESCO, o certificado de Patrimônio de Reserva Natural da Humanidade (SÃO PAULO, 1995).

A classificação do IBGE (2000) emprega em substituição ao termo Floresta ou Mata Atlântica, os seguintes tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual.

Destaca-se na região da sub-bacia do rio Jacupiranga, a Floresta Ombrófila Densa (Figura 2.8) que é caracterizada por fanerófitos (plantas lenhosas de alto e médio porte), e lianas lenhosas e epífitas em abundância, o que a diferencia de outras classes de formação vegetal. Essa floresta possui vegetação com dossel contínuo, interrompido por eventuais irregularidades em função da topografia associada a clareiras, presença de cortes seletivos ou pequenas áreas de cobertura vegetal variável. Sua característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos com temperaturas médias de 25°C e altos índices de precipitação pluviométrica bem distribuída ao longo do ano. Nessas condições, essa formação florestal pode recobrir diferentes associações pedológicas (CETEC, 2000; SÃO PAULO, 1995).

No domínio Floresta Ombrófila Densa, são representativas na área de estudo, a Floresta Ombrófila Densa Montana, principalmente nas encostas do município de Cajati; a Densa Submontana, no município de Jacupiranga na divisa com Cananéia; e Densa das Terras Baixas, encontrada em Parquera-Açu e Registro.

No domínio dos Mangues destacam-se as florestas arbóreas/arbustiva-herbácea em região de várzea localizadas, principalmente, na planície de inundação do rio Jacupiranga e Parquera-Açu próximo à desembocadura no rio Ribeira de Iguape.

Figura 2.8: Mapa da Cobertura Vegetal do Vale do Ribeira de Iguape – destaque para os municípios de estudo: Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro Fonte: ATLAS/BIOTA, 2010.

Para Loures (2008), fator importante que favorece a preservação da Mata Atlântica na região é a existência do Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga, criado em 2008 através da Lei estadual 12.810 (SÃO PAULO, 2008). Essa lei alterou os limites do antigo Parque Estadual do Jacupiranga, criado em 1969. A área total do Mosaico é de 243.885,15 ha e inclui três parques estaduais, cinco Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), quatro áreas de proteção ambiental (APA), duas reservas extrativistas (RESEX) e duas reservas particulares do patrimônio nacional (RPPN).

As unidades de conservação encontradas na sub-bacia do rio Jacupiranga são: Área de Proteção Ambiental de Cajati, Parque Estadual do rio Turvo, parte da Área de Proteção Ambiental Planalto do Turvo e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Lavras (Figura 2.9).

Figura 2.9: Unidades de Conservação da sub-bacia do rio Jacupiranga: Fonte: Adaptado de LOURES, 2008.

2.2.2. Histórico de desenvolvimento da região e atividades econômicas desenvolvidas

Como os ciclos de desenvolvimento, que marcaram a história do território do Vale do Ribeira, estão relacionados aos diferentes processos de colonização, ocupação, distribuição de terras e exploração econômica dos recursos naturais, o levantamento histórico de ocupação da região será apresentado na forma de ciclos de desenvolvimento, assim como proposto pela FUNDESPA (2007).

2.2.2.1. Período pré-colonial

Durante este período, de acordo com pesquisas arqueológicas no território, foram identificadas marcas do processo de ocupação que teve início há mais de 5 mil anos. Estudos sugerem que os sambaquis encontrados na região tenham sido produzidos por povos que viveram na costa brasileira entre 8 mil e 2 mil anos AC.

A ocupação seguinte deu-se pelos povos indígenas. O litoral da Baixada do Ribeira era habitado por índios seminômades que se dedicavam à caça, pesca e agricultura itinerante de mandioca.

Este período se encerra com a chegada do navegador Martim Afonso de Souza ao povoado de Cananéia em 1530 (FUNDESPA, 2007).

2.2.2.2. Primeiro ciclo de exploração dos recursos naturais

Os colonizadores portugueses chegaram ao litoral sul do estado de São Paulo no século XVI e fundaram os povoados de Cananéia e Iguape. No entanto, o povoamento da região nesta fase ficou restrito a essa área litorânea e estava ligado principalmente às funções de defesa, ocupação e expansão do território pelos portugueses. A economia regional limitava-se à pesca e à lavoura de subsistência (BRAGA, 1999; CETEC, 2000).

O primeiro empreendimento econômico em escala comercial que se desenvolveu na região foi a mineração no século XVII. O período que ficou conhecido como o “ciclo do ouro” do Vale do Ribeira começou com a descoberta do metal em Iguape na zona do Médio Ribeira. Neste local foram encontradas as primeiras jazidas de ouro do Brasil, as quais foram responsáveis por um relativo desenvolvimento econômico concentrado na região de Iguape. A vila de Iguape, por sua posição estratégica, tornou-se então a porta de escoamento do ouro (FUNDESPA, 2007).

O povoado, que anteriormente se limitava ao litoral durante o “ciclo do ouro”, avançou para o interior subindo o curso do Ribeira, onde foram formados os primeiros núcleos coloniais dos quais surgiram as cidades Sete Barras, Juquiá, Ribeira e Jacupiranga, entre outras. No entanto, os efeitos desenvolvimentistas trazidos com essa atividade restringiram-se a Iguape (BRAGA, 1999). O transporte fluvial permitiu a movimentação em direção ao interior e possibilitou o início da diversificação das atividades comerciais e agrícolas, estimuladas pelo comércio com os navegantes (FUNDESPA, 2007).

O ciclo minerador do Vale do Ribeira durou por quase todo o século XVII, decaindo no início do século seguinte pelo esgotamento dos filões auríferos e pela emigração dos mineiros para as novas áreas descobertas na região de Minas Gerais. Esse êxodo provocou a estagnação dos povoados do interior que passaram a sobreviver às custas da produção de subsistência. Somente Iguape, graças à acumulação permitida no período do ouro e, ainda, por seu papel estratégico de entreposto comercial portuário com o sul do país, conseguiu manter algum *status* econômico (BRAGA, 1999).

No final do século XVII após o ciclo do ouro, surgiu nova atividade econômica na região, a construção naval, porém de duração ainda menor e restrita apenas à zona litorânea. Neste período instalaram-se, principalmente em Cananéia, inúmeros estaleiros os quais foram responsáveis pela formação de importante indústria de construção naval que teve seu apogeu em 1734 (BRAGA, 1999; FUNDESPA, 2007).

Ainda neste século, ocorreu a retomada da mineração com o ouro de aluvião no Alto Ribeira e o centro de tal atividade passou a ser o município de Apiaí. A mineração relativamente intensa era escoada pelo planalto de Sorocaba via Itapetininga e não mais Iguape (ISA, 1998).

No final do século XVII, a economia de toda a região já estava estagnada: a construção naval do litoral estava em declínio e a mineração no Alto Ribeira entrava em decadência pelo esgotamento dos aluviões e pela concorrência das lavras de Minas Gerais. Essa situação durou até o início do século seguinte quando se iniciou novo ciclo econômico na região, o “ciclo do arroz”, que durou até o final do século XIX (BRAGA, 1999; CETEC, 2000).

2.2.2.3. O primeiro ciclo de produção agrícola comercial

O ciclo do arroz teve seu auge entre os anos de 1836 e 1874 (período de maior prosperidade da região), no entanto limitou-se à zona da baixada do Ribeira, ainda concentrado em dois núcleos principais: Iguape e Cananéia. Nestes locais, a produção de arroz era controlada pelos proprietários dos engenhos de beneficiamento e, principalmente, pelos comerciantes de Iguape. Os pequenos povoados e vilarejos ribeirinhos pouco se beneficiaram dessa riqueza (BRAGA, 1999).

Com a utilização de mão-de-obra escrava, o arroz tornou-se o principal produto agrícola e passou a ser exportado para mercados europeus e latino-americanos. O crescimento da demanda fez com que fosse necessário facilitar o escoamento da produção arrozeira pelo porto de Iguape e baratear os custos com fretes. Por essa razão, em 1825, foi construído o Canal de Valo Grande, interligação entre o rio Ribeira de Iguape e o Mar Pequeno (FUNDESPA, 2007).

Entretanto, essa fase de prosperidade da baixada não durou muito tempo. A partir da segunda metade do século XIX, a rizicultura começou a entrar em decadência prejudicando a economia regional (BRAGA, 1999). De acordo com autor, as exportações pelo porto de Iguape que alcançavam mais de 464 contos de réis em 1866, poucos anos depois caíram para aproximadamente 14 contos de réis (em 1879).

2.2.2.4. Primeiro ciclo de estagnação econômica

Com a decadência da rizicultura, a partir da década de 1870, a região entrou novamente em um período de estagnação econômico-social e a agricultura comercial foi substituída pela lavoura de subsistência (BRAGA, 1999).

De acordo com Braga (1999), o Vale do Ribeira tornou-se o “Sertão do litoral na Amazônia Paulista”, uma ilha de pobreza no mar de prosperidade em que se transformou o Estado de São Paulo com a cafeicultura e posteriormente com a indústria no século XX.

De acordo com o relatório elaborado pela FUNDESPA (2007) e ISA (1998), as principais razões para o declínio da atividade agrícola e da estagnação econômica do Vale do Ribeira foram, entre outras:

- a) dificuldades agrícolas, com o esgotamento das terras e estabelecimento de pragas nas plantações;
- b) não acompanhamento no desenvolvimento do complexo da economia cafeeira em outras regiões devido ao clima inadequado para a implantação da cultura no Vale;
- c) a falta de infra-estrutura de transportes;
- d) falta de apoio técnico aos agricultores;
- e) dependência mercantil dos centros consumidores;
- f) assoreamento do Porto de Iguape;
- g) proibição do tráfico e a venda de escravos para regiões mais dinâmicas.

Vários movimentos e propostas com a finalidade de promover o desenvolvimento regional ocorreram neste período, destacando-se a política de imigração com objetivo de atrair novos colonos para a região. No entanto, os novos colonos sofreram os mesmos problemas da população tradicional, os quais foram agravados, em alguns casos, pela não familiaridade com o clima e solo regionais (FUNDESPA, 2007).

2.2.2.5. A incorporação tardia ao processo de industrialização (1912/1940 a 1958)

A região permaneceu estagnada à margem do desenvolvimento paulista até aproximadamente 1940, quando a agricultura regional começou a ser incorporada à economia estadual com a implantação de novas lavouras comerciais, o chá e a banana, pelos japoneses. A partir de então, a teicultura e a bananicultura se impuseram como as principais atividades econômicas (BRAGA, 1999).

A colonização japonesa e a construção da ferrovia Santos-Juquiá (1913 – 1915) são fundamentais para compreensão do processo econômico dominante neste período (SÃO PAULO, 1992).

A colonização japonesa no Vale do Ribeira teve início em 1912, quatro anos após a chegada em São Paulo do primeiro navio trazendo imigrantes japoneses. Neste ano, o governo paulista firmou contrato com a Companhia Imperial Japonesa de Imigração visando à colonização da região. No acordo foram concedidos 50 mil hectares de terras devolutas, isenção de impostos e mais de 10 contos de réis para cada uma das 50 famílias. A Companhia, por sua vez, assumia o compromisso de instalar 2.000 famílias na região, processo que se iniciou no mesmo ano com as primeiras colônias junto a Registro, que passou a ser o centro da colonização japonesa (FUNDESPA, 2007).

Em 1914, foi construída a Ferrovia Santos-Juquiá que auxiliou no deslocamento do eixo econômico da região para o centro e norte, passando a intercambiar com Santos e São Paulo (SÃO PAULO, 1992).

No ano de 1918, foi criada a K.K.K.K. (Kaigai Kogyo Kabushiki Kaisha) Companhia Ultramarina de Empreendimentos S.A., filial da Companhia Imperial e que se tornou responsável pela colonização do Vale do Ribeira. Iniciou-se, dessa forma, a experiência da colonização nipônica na região, que diferia totalmente das experiências anteriores, uma vez que surgiu com apoio do governo e sob a coordenação de uma importante organização. A Kaigai procurou orientar a colonização trazendo agrônomos do Japão e instalando campos experimentais de cultivo. Redes de estradas vicinais também foram construídas para escoar a produção ligando as colônias aos portos fluviais de Registro e Sete Barras (BRAGA, 1999).

Os japoneses pouco se voltaram para o litoral, seus interesses estavam focados no planalto onde se encontravam os melhores mercados. Desta forma, o eixo econômico do Vale do Ribeira, que desde o século XVI direcionava-se do interior para Iguape pelo rio Ribeira, passou a correr paralelo ao litoral, de Registro para Juquiá e deste local, por via férrea, para Santos. É nesse processo que o município de Registro passa a ser considerado a “capital” do Vale do Ribeira e não mais Iguape (FUNDESPA, 2007).

Quando as colônias contavam com cerca de 4378 pessoas em 1931, o afluxo de imigrantes japoneses teve seu auge. A partir de então, a imigração entrou em refluxo. Com a Segunda Guerra Mundial, a imigração foi cessada e, em 1937, foi rescindido o contrato com a Kaigai. Mais tarde, com a entrada do Brasil na guerra, muitos japoneses foram removidos para outras regiões, já que o governo temia a excessiva concentração de população considerada inimiga. Após a guerra, a vinda dos japoneses para o país foi

retomada, mas os novos colonos tiveram pouco interesse pela região, certamente devido à falta de estrutura (Petrone ², 1966 *apud* Braga, 1999).

A partir da década de 1930, os cultivos de chá e banana, impulsionados pelos colonos japoneses, se desenvolveram na região, reincorporando-a ao mercado capitalista. No entanto, tal reincorporação foi tardia, uma vez que a região já havia perdido a oportunidade histórica de integrar-se ao ritmo de acumulação paulista que nesse momento iniciava uma nova fase, a industrialização.

Dessa forma, o Vale do Ribeira que já havia ficado à margem do desenvolvimento cafeeiro, ficou também à margem da industrialização, permanecendo como uma região periférica subdesenvolvida com índices sociais e econômicos contrastantes em comparação com às demais regiões do estado São Paulo e Paraná (BRAGA, 1999).

O final deste ciclo é marcado entre os anos de 1959-1961 pela forte presença do estado na economia, através de tentativas de ordenamento e planificação do processo de desenvolvimento (FUNDESPA, 2007).

A partir dos anos 1960, a construção de estradas de asfalto facilitou o acesso à região com certa contribuição para o desenvolvimento local. Com a abertura da rodovia Régis Bittencourt (BR-116) no início dos anos 60, a região recebeu novo impulso ao crescimento econômico, passando pela redefinição da ocupação espacial e por um processo de valorização de suas terras (CETEC, 2000; ISA, 1998).

Ainda na década de 1960, a importância ecológica da Bacia do Rio Ribeira de Iguape passou a ser reconhecida e foram criadas diversas áreas de reserva e proteção ambiental, fundamentais na preservação da biodiversidade do local. Essas áreas de proteção, entretanto, acabaram por afetar a população nativa que ficou privada do uso da terra e daquilo que garantia seu trabalho e subsistência (FUNDESPA, 2007).

Apesar de possuir em sua área de abrangência dois municípios considerados originários no processo de ocupação do território paulista, Iguape e Cananéia, a região do Vale do Ribeira permaneceu com baixo grau de ocupação e não participou dos principais movimentos da economia paulista. Não foi destravada no período da cafeicultura, não integrou a área de cultivo do algodão, nem participou do processo de interiorização da indústria paulista (FUNDESPA, 2007).

² PETRONE, P. (1966). A baixada do Ribeira, estudo de geografia humana. São Paulo:FFLCH/USP, 366p.

2.2.2.6. Cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga

- Jacupiranga

O município foi criado no território de Iguape, tendo sua origem nos fins do século XVIII quando alguns dos habitantes da antiga Vila de Nossa Senhora das Neves, subindo o Rio Ribeira, passaram a conhecer seus afluentes, dentre os quais, o rio Jacupiranga. Esses habitantes, navegando o rio Jacupiranga, descobriram em suas margens pequenos veios de ouro que passaram a ser explorados (SEADE, 2010).

Essa descoberta fez com que novos aventureiros resolvessem se transferir para a região, aumentando o número de moradores. Em 1870, o povoado passou a categoria de Vila, recebendo o nome de Jacupiranga (palavra de origem indígena com significado de jacu-vermelho). A lei estadual n.º 2253 de 29 de dezembro de 1927, criou o Município como território desmembrado de Iguape e em 1963, o município foi elevado a Comarca (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUPIRANGA, 2010a). Embora contasse com terras férteis, o desenvolvimento da região foi bastante lento pela dificuldade de comunicação e transporte, na época, exclusivamente fluvial. Sua atividade econômica esteve sempre baseada na agricultura com destaque para a cultura da banana (SEADE, 2010).

- Cajati

Cajati foi o último município a ser emancipado no local de estudo, deixando de ser distrito industrial de Jacupiranga em 1991. A história de Cajati tem sua origem na segunda década do século XIX, com a chegada de alguns jovens portugueses no porto de Cananeia. Dentre eles estava Matias de Pontes, que na busca por ouro, juntamente com um índio chamado *Botujuru*, foram desbravando, explorando e se apossando das terras (SEADE, 2010).

Já no século XX, na década de 30, a comprovação de existência de calcário e apatita nas rochas de um vulcão extinto na região – Morro da Mina – feita pelo Dr. Theodoro Knecht, somada à necessidade de cimento e fertilizantes no Brasil (supridos por importação) fez com que o Grupo Moinho Santista, que na naquela época fabricava apenas tecidos, pedisse autorização ao Governo brasileiro para explorar o calcário das jazidas locais. Em 1938, foi-lhe concedido o direito de lavra de calcário e apatita no Morro da Mina, iniciando suas atividades no ano seguinte. Em 1939, período em que foram iniciadas as atividades de lavras de apatita, a Serrana S/A de Mineração construiu uma vila de

operários no local onde havia apenas casebres de trabalhadores dos bananais (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJATI, 2010).

Cajati foi elevado a categoria de Distrito de Jacupiranga em 13 de junho 1944. Em 19 de maio de 1991, foi realizado Plebiscito para Emancipação Político-Administrativa, e no dia 31 de dezembro de 1991, o Diário Oficial do Estado publicou a Lei Estadual 7664, criando o Município de Cajati. A cidade possui hoje o maior parque industrial do Vale do Ribeira, responsável pela produção de cimento, argamassa, ácido sulfúrico e fosfórico e ração animal (SEADE, 2010).

A separação do Distrito levou ao empobrecimento de Jacupiranga devido à queda na arrecadação de tributos e perda dos repasses governamentais.

- Pariquera-Açu

Desde o século XVI, exploradores vindos de Cananéia e Iguape abriam trilhas na mata para atingir a região de Xiririca (atual município de Eldorado) em busca do ouro do Vale do Ribeira. Vários pousos foram surgindo ao longo dos caminhos, como a Pousada de Guaricana construída nas margens do Rio Pariquera-Açu (do tupi guarani - “cercado dos peixes grandes”), de onde se formou o povoado. Por volta de 1860, um projeto do governo provincial, que previa a doação de terras para colonos, atraiu para a região imigrantes poloneses, italianos, húngaros, suíços e alemães, os quais deram origem à Colônia Pariquera-Açu. Em 11 de fevereiro de 1935 foi criado o distrito de Pariquera-Açu no município de Jacupiranga. O distrito adquiriu autonomia política em 30 de dezembro de 1953, com território desmembrado dos municípios de Jacupiranga, Iguape e Registro (SEADE, 2010).

- Registro

O nome Registro está vinculado à origem da cidade. No século XVIII, as embarcações com ouro que desciam o Rio Ribeira em direção a Iguape tinham sua carga “registrada” por um agente da metrópole instalado no local, com o propósito de cobrar o imposto devido à Coroa Portuguesa. O desenvolvimento do povoado e de toda a região só ocorreu a partir de 1920 com a chegada dos imigrantes japoneses, destinados ao trabalho nas lavouras de café e no beneficiamento de arroz. Em 17 de setembro de 1934, Registro foi elevada à categoria de distrito de Iguape e, em 30 de novembro de 1944, à condição de município autônomo, com terras desmembradas dos municípios de Iguape, Xiririca e Miracatu (SEADE, 2010).

O município de Registro é o principal centro comercial regional, com filiais de redes de comércio, revendedoras do setor automotivo, além de shopping centers. Registro possui, ainda, uma unidade da UNESP (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita) com curso de graduação em agronomia, duas faculdades privadas e dois hospitais.

2.2.2.7. A economia atual na sub-bacia do rio Jacupiranga

A economia do Vale do Ribeira está baseada na agropecuária e extração vegetal. A agricultura utiliza-se, em sua maioria, de tecnologia pouco desenvolvida com baixo rendimento, ressentindo-se das limitações do solo (baixa fertilidade), topografia e inundações periódicas.

As cidades pertencentes a sub-bacia do rio Jacupiranga apresentam também economia basicamente agrícola e de extrativismo vegetal, mas observa-se ainda que parte da produção está associada à agroindústria regional e à mineração.

- Agropecuária

A agricultura é uma das principais atividades econômicas e fonte de renda da população. Na sub-bacia do rio Jacupiranga, as culturas mais presentes nas lavouras são o chá e a banana, que ocupam áreas extensas e tem maior relevância do ponto de vista comercial. A banana, além de ser o produto mais importante da região, responde pela maior parte da produção desta cultura em todo o Estado.

Percebeu-se, ao longo dos anos, a introdução de novas culturas, propiciando assim maior diversificação agrícola e incremento na produção. Além das plantações de banana e chá, destacam-se também: maracujá, tangerina, acerola, arroz, feijão, milho, goiaba, mandioca, cana-de-açúcar e cultivo da pupunheira e plantas ornamentais.

Após a situação predatória para produção do palmito que quase levou a extinção da palmeira juçara (a mais explorada economicamente) nas áreas remanescentes de Mata Atlântica, iniciou-se em 1970, o cultivo da pupunheira e a redução significativa do produto extraído das palmeiras nativas (ANEFALOS et al., 2007).

Dados do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA, 2008) mostram que juntamente com a pupunheira, as culturas de café, milho e as plantas ornamentais também aumentaram em número ao longo dos anos, ampliando significativamente sua participação na agricultura.

A pecuária é outra importante atividade econômica da região, destacando-se as criações de bovinos para corte e leite, e bubalinos, com mais de 14 mil cabeças de gado (LUPA, 2008). Há também a criação de cavalos, aves para corte e porcos.

A produção de gado totalmente a pasto, inclusive sem suplementação mineral no inverno, tradicional época de seca, é a aposta dos criadores que compõem a Associação de Pecuaristas do Vale do Ribeira (APECVAR) para exportar carne bovina para Europa. O *marketing* “boi totalmente verde” será utilizado para comercializar o produto. A Associação pretende criar um selo “Vale do Ribeira” para diferenciar o produto no mercado, além de permitir sua rastreabilidade. Segundo a APECVAR, um dos atrativos da região para os importadores europeus é o fato dela estar cercada pela área de preservação ambiental (DBO SUL, 2010). Espera-se que o contrato para comercialização da carne do “boi verde” seja firmado com a importadora holandesa QMM (Quality Meal Marketing) ainda no ano de 2010.

Outra atividade que vem despertando interesse na região é a piscicultura. Segundo Castellani e Barrella (2005), a piscicultura é uma atividade antiga no Vale do Ribeira, sendo realizada desde a década de 30 quando representantes da colônia japonesa iniciaram a criação de carpas em lagos e açudes. Após esse período inicial, houve crescimento desta atividade na região por meio de ações da extinta SUDELPA (Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista), que desenvolveu um projeto de fomento da piscicultura em conjunto com a associação de proprietários rurais. No entanto, para Boeger (1998), foi na década de 90 que piscicultura viveu momento de grande expansão como resultado dos esforços dos produtores locais. De acordo com os dados do LUPA (2008), existem 53 unidades de piscicultura na sub-bacia do rio Jacupiranga, com destaque para o município de Registro com 26 unidades e Jacupiranga com 18.

Vários seminários e debates estão ocorrendo no Vale do Ribeira para o desenvolvimento da piscicultura. O grande interesse está relacionado às características da região, sua grande disponibilidade hídrica e localização próxima a grandes centros consumidores como São Paulo e Curitiba. A atividade já é uma alternativa de renda para os agricultores familiares e recebe incentivo estatal e federal. No entanto, ainda se busca acesso melhor ao mercado, a aposta dos produtores está no potencial fornecimento de carne de peixe para escolas, restaurantes e hospitais (SÃO PAULO, 2008).

Algumas informações sobre a atividade agropecuária nos municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga podem ser visualizadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária da sub-bacia do rio Jacupiranga.

	unidade	Jacupiranga	Cajati	Pariquera-açu	Registro
Área	hectare	44.938	32.277,2	24.131,3	55.360,9
no. de propriedades	hectare	763	612	637	917
Área com pastagem	hectare	12.700,0	9.898,9	6.136,0	19.770,9
Área com reflorestamento	hectare	2.638,2	1.393,7	151,1	203,3
Área com vegetação natural	hectare	18.783,6	13.317,8	10.556,0	14.702,0
Bovinocultura corte	cabeças	6.201,0	3.410,0	1.830,0	2.234,0
Bovinocultura leite	cabeças	794,0	317,0	486,0	836,0
Bovinocultura mista	cabeças	2.128,0	4.006,0	1.903,0	6.023,0
Bubalinocultura	cabeças	103,0	50,0	1.121,0	3.464,0
Equinocultura	cabeças	157,0	254,0	140,0	200,0
Avicultura de corte	cab./ano	8.655,0	480,0	866,0	180,0
Psicultura	m ²	198.311,0	55.530,0	105.200,0	446.906,0
Suinocultura	cabeças	384,0	183,0	366,0	345,0
Palmito	hectare	111,1	168,6	37,3	432,8
Pupunha	hectare	119,6	82,7	97,2	380,9
Banana	hectare	3.678,3	5.042,0	1.020,8	3.178,9
Chá	hectare	*	*	848,0	1.422,5
Maracujá	hectare	30,8	34,8	*	50,7
Arroz	hectare	149,5	*	*	272,8
Feijão	hectare	22,4	3,9	10,6	12,9
Milho	hectare	29,9	6,3	9,6	24,0
Seringueira	hectare	90,6	*	*	344,4
Viveiro de flores e ornamentais	hectare	*	*	15,6	92,5

FONTE: LUPA, 2008

- Agroindústria

A agroindústria regional tem peso importante na região e é constituída de pequenos e médios estabelecimentos de processamento de chá, banana e outros produtos artesanais. Como produtos têm-se os derivados de banana e mandioca, licores, banana chips, geléias e trufas (SÃO PAULO, 2007).

No artesanato destacam-se os produtos com fibra de banana, móveis de bambu, bijuterias feitas de sementes, potes de barro e cerâmica (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUPIRANGA, 2010a).

Para Anefalos et al. (2007), a base já consolidada da agroindústria do Vale do Ribeira (infra-estrutura) tem grande importância no processamento e comercialização do palmito, facilitando o escoamento da produção de pupunha. Os autores ressaltam que como a pupunha é um produto proveniente de cultivo legal, a sua inserção no mercado

poderá contribuir para que as empresas tenham boa reputação junto a seus clientes, propiciando inclusive aumento do emprego e da renda nessa região.

De acordo com a prefeitura de Jacupiranga, acredita-se que até 2011 seja reaberta a empresa de processamento de pescado do município. A intenção do atual prefeito é desenvolver a piscicultura e fazer com que o local se torne um entreposto de beneficiamento de peixe e processamento de pescado, além de melhorar as condições de comercialização e produção do mesmo (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUPIRANGA, 2010b).

- Extrativismo mineral

A região do Vale do Ribeira é detentora de importante potencial mineral, apresentando grande variedade de substâncias minerais: ferrosos, metálicos não ferrosos e preciosos; minerais industriais diversos e materiais naturais destinados à indústria de construção civil (CETEC, 2000, FUNDESPA, 2007).

De acordo com dados do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (2005), as reservas minerais registradas na região da sub-bacia, ou seja, reservas oficialmente aprovadas podem ser visualizadas na Tabela 2.4

Tabela 2.4: Reservas Minerais da sub-bacia do rio Jacupiranga, ano base 2004.

Município	Substância
Cajati	Argilas comuns
	Calcário (rochas)
	Dolomito
	Ferro
	Fosfato
Jacupiranga	Argilas comuns
	Argilas plásticas
	Argilas refratárias
	Calcário (rochas)
	Rochas (britadas) e cascalho
Pariquera-açu	Talco
	Calcário (rochas)
Registro	Rochas (britadas) e cascalho
	Barita
	Caulim
	Ferro
	Fosfato

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – DNPM³ (2005) apud FUNDESPA, 2007. Os dados não incluem as reservas minerais lavradas sob o regime de licença, extração e permissão de lavra garimpeira.

³ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM (2005). Anuário Mineral Brasileiro.

Os principais pólos de indústria extrativista mineral na sub-bacia do rio Jacupiranga compreendem (FUNDESPA, 2007):

a) as jazidas de apatita e carbonatito do Complexo Alcalino de Jacupiranga,

Em 1938 a Bunge, através da empresa Serrana S/A de Mineração, iniciou a extração de apatita e carbonatito do Complexo Alcalino de Jacupiranga. A exploração da jazida tem como produtos, os concentrados fosfáticos utilizados como fertilizantes para alimentação humana, na produção de rações para animais e na indústria cimenteira. A rocha carbonatítica também é usada de forma crescente na produção de brita para a construção civil.

b) calcário

O município de Jacupiranga juntamente com Apiaí são os maiores produtores de calcário na região do Vale do Ribeira. O calcário é empregado na indústria cimenteira e também como insumo para agricultura (FUNDESPA, 2007).

c) sedimentos do rio Jacupiranga lavrados para areia de construção.

A técnica utilizada na região é a de portos de areia. A extração da areia é realizada diretamente do leito dos rios por meio de dragas flutuantes e o material estocado nas margens (SILVA et al., 2006). A areia retirada pelas dragas é bombeada para um silo, onde são separados os pedriscos, areia grossa, média e fina para a construção civil. A região atende o mercado local, Baixada Santista e Região Metropolitana de São Paulo.

Para França (2005) essa atividade não contempla, econômica nem socialmente, os ribeirinhos dos municípios e sim, agentes formadores de cartéis de exploração de areia do estado de São Paulo.

Segundo o relatório da FUNDESPA (2007), o potencial mineral da região do Vale do Ribeira tem sido apresentado de maneira excessivamente positiva, considerando qualquer ocorrência de mina como grande produtora de riqueza. E por isso, ressalta a necessidade de uma avaliação integrada de todo território. É importante que antes que se prejudique o equilíbrio do ambiente com a exploração de minérios, haja um estudo para que a atividade de exploração seja estritamente rentável (altas reservas quando comparadas com reservas de outras regiões do estado ou país) e promova o desenvolvimento regional.

2.2.3. Uso e ocupação do solo

Os mapas de uso e ocupação do solo na região foram desenvolvidos por Loures (2008). O autor, em sua pesquisa, trabalhou com dados de duas sub-bacias: Jacupiranga e Pariquera-Açu. Os mapas (escala 1:100.000) foram obtidos por meio do tratamento das imagens do sensor orbital LANDSAT 5 TM referentes aos anos de 1984 (04/06/1984); 1990 (09/09/1990) e 2006 (05/09/2006), das quais foram extraídas informações para o reconhecimento de padrões e de objetos homogêneos. Apenas as bandas 3B, 4G e 5R foram selecionadas para o processamento das imagens.

Mapas do sistema viário e da hidrografia foram utilizados como referências para o georreferenciamento da imagem. O sistema de referência utilizado foi o de coordenadas planas do Datum SAD 69, e projeção TM com deslocamento do Meridiano Central em 3° negativos com relação ao Sistema UTM23S, devido à localização da área de estudo interceptar a mudança do fuso 22 para o fuso 23.

Foram identificadas 11 classes de uso: floresta, capoeira, campo de várzea, outras culturas, cultura de banana, cultura de chá, pastagem, recursos hídricos, área urbanizada, mineração e afloramento rochoso.

A área ocupada por cada classe de uso do solo nos anos de 1984, 1990 e 2006 pode ser visualizada na Tabela 2.5

Tabela 2.5: Uso do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu para os anos de 1984, 1990 e 2006.

Classes	Área em 1984		Área em 1990		Área em 2006	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Formações Florestais	1008,9	54,8	787,7	42,8	704,7	38,30
Capoeira	316,5	17,2	234,6	12,8	267,4	14,50
Campo de Várzea	245,6	13,3	175,3	9,5	170,1	9,2
Outras culturas	100,6	5,5	303,9	16,5	255,6	13,9
Cultura de banana	61,3	3,3	88,2	4,8	68,3	3,7
Cultura de chá	17,5	0,9	20,1	1,1	38,0	2,1
Pastagens	30,4	1,7	171,8	9,3	256,9	14,0
Recursos hídricos	13,4	0,7	19,1	1,0	26,1	1,4
Área urbanizada	24,0	1,3	23,3	1,3	38,4	2,1
Mineração	3,3	0,2	4,0	0,2	4,9	0,3
Afloramento rochoso	9,0	0,5	10,9	0,5	9,3	0,5
Sombras e nuvens	10,2	0,6	1,7	0,1	1,2	0,1

Fonte: LOURES, 2008.

A classe Formações Florestais representa as florestas primárias integrantes do bioma Mata Atlântica. Essa classe constitui a maior parte da cobertura do solo da sub-bacia e ocupava 38,3% do território em 2006. No entanto, na análise dos períodos de 1984 – 1990 e 1990 – 2006, mais de 16% da floresta foi desmatada, cedendo lugar

principalmente para áreas de pastagem e agricultura. A existência do Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga e topografia da região são fatores de grande importância para preservação da Mata Atlântica, uma vez que limitam, de uma certa forma, sua ocupação para práticas agrícolas e moradia.

A bananicultura, uma das principais atividades econômicas da região, é praticada principalmente nos municípios de Registro, Jacupiranga e Cajati. O cultivo de banana apresentou crescimento na área plantada no primeiro período (1984-1990) e redução no segundo (1990-2006). De acordo com Loures (2008), a capoeira foi a principal classe que aumentou com a redução da área ocupada por banana. A classe capoeira representa vegetação em estágio de sucessão, representando as matas em processo de recuperação natural. Possivelmente o aumento dessa classe seja decorrente do abandono das propriedades de cultivo de banana.

A cultura do chá, desenvolvida principalmente em Registro e Pariquera-Açu, mostrou-se em evolução nos dois períodos. Maior aumento foi observado entre os anos de 1990 e 2006, passando de 20 para 38km². A classe “outras culturas” representa as plantações de acerola, arroz, feijão, milho, tangerina, plantas ornamentais, dentre outras. Ela apresentou grande crescimento no primeiro ciclo passando de 100 para 304km², e pequena redução no segundo.

As áreas utilizadas para pastagem aumentaram em 12% nos 22 anos de análise. No primeiro ciclo, esse aumento se deu principalmente pela remoção da cobertura vegetal (Formações Florestais, Capoeira e outras culturas). No segundo ciclo, foram as áreas utilizadas para agricultura (banana e outras culturas), principalmente, que cederam espaço para o avanço dos pastos (LOURES, 2008).

Em regiões de solos com baixa fertilidade (como é o caso da área de estudo), os insumos agrícolas e o manejo correto são essenciais para manutenção das áreas agricultáveis, e quando o cenário se apresenta desfavorável, as áreas são abandonadas ou utilizadas para pastagem.

Na região do Baixo Jacupiranga e Pariquera-Açu, os campos de várzea são também utilizados para pastagem. Os alagamentos periódicos nos campos são conhecidos por dificultarem o uso da terra para moradia e agricultura, no entanto, nesta região, as áreas que não fazem parte de unidades de conservação são utilizadas para criação de bovinos e bubalinos. Na época da cheia dos rios, o gado é levado para os morros e lá permanece até que as águas dos rios comecem a baixar.

As áreas mapeadas como mineração, segundo Loures (2008), foram aquelas em que se observou degradação ou atividade mineradora, cava da mina e rejeitos. A mineração na região de Cajati é uma importante atividade econômica que vem crescendo

ao longo dos anos, como consequência, maior os rejeitos e o tamanho da cava da mina. O crescimento da área de mineração foi contínuo, partindo de 3,3km² para 4,9km².

A classe “recursos hídricos” dobrou em área nos 22 anos de estudo. Esse aumento possivelmente está relacionado às pequenas barragens construídas para contenção de água (abastecimento e irrigação de pequenas lavouras), à lagoa de decantação da Indústria Bunge, e à construção das lagoas para tratamento de esgoto das cidades.

A área urbanizada das sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu corresponde às cidades de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu. Apesar do município de Registro fazer parte da sub-bacia do rio Jacupiranga, sua área urbanizada está localizada fora dos limites da sub-bacia. Segundo o relatório do SEADE (2010), a população residente nos municípios das sub-bacias de estudo (exceto Registro) em 1984 era de 43.926 habitantes com 41% vivendo em zona rural. No ano de 1990, a população passou para 50.849, e manteve média de 42% na zona rural. No ano de 2006, o número de habitantes passou para 71.200, com crescimento de 40%. Esse crescimento da população também foi acompanhado pela migração de alguns habitantes da zona rural para a zona urbana, aumentando a taxa de urbanização.

Os afloramentos rochosos da região ocorrem principalmente nas áreas de contato entre o corpo Granítico, Complexo Gnáissico Turvo-Cajati e o Complexo Turvo Cajati (LOURES, 2008).

Os mapas de uso do solo e cobertura vegetal, referentes aos anos de 1984, 1990 e 2006, podem ser visualizados nas Figuras 2.10, 2.11 e 2.12.

Figura 2.11: Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Parquera-Açu em 1990. Fonte: LOURES, 2008.

Figura 2.12: Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu em 2006. Fonte: LOURES, 2008.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. **Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia: questões de escala e métodos**. Seminar on Technology for Human Settlements in the Humid Tropics. CEPAL/IPEA (Economic Commission for Latin América/Caribbean Institute of Economic and Social Planning), 1987. 25 p.

ANEFALOS, L.C; MONDOLO, V.A.; TICCI, M.L.S. Expansão do cultivo da pupunheira no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, 2002-2006. **Informações Econômicas**, v.37, n.10 p.37-43, 2007.

ATLAS-BIOTA. **Mapa de vegetação remanescente do Estado de São Paulo**. Programa Biota/FAPESP, Instituto Florestal SMA, Centro de Referência em Informação Ambiental, 2004. Disponível em:<<http://sinbiota.cria.org.br/atlas/>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

BOEGER, W. A. **Cadeia produtiva da aquicultura do Vale do Ribeira-SP**. 1998. 23 p. Relatório Técnico. Curitiba: UFPR.

BRAGA, R. Raízes da questão regional do Estado de São Paulo: considerações sobre o Vale do Ribeira. **Geografia**, v. 24, n.3, p. 43-68, 1999. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/publicacoes/TextosPDF/Rbraga03.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2007.

BRASIL. **Lei N° 4771 Institui o Código Florestal. Diário oficial da República Federativa do Brasil**.1965. Brasília. Disponível em:<http://www.enge.com.br/lei4771_65.pdf>. Acesso em 15 dez. 2009.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei N° 9.433/1997 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei N°. 8.001/1990, que modificou a Lei N°. 7.990/1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/politica/legislacao/lei9433.html>>. Acesso em: 26 out. 2007.

BRASIL. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento. **Plano de Informação de Vegetal Potencial, 2010**. Disponível em: http://www.seplan.to.gov.br/seplan/br/download/20090219151330plano_informacao_vegetacao_potencial.pdf. Acesso em: 12 mar. 2010.

BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G. A Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G (Eds). **Limnologia Fluvial: um estudo do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RIMA, Cap. 1, 2003, p.1-13.

CALIJURI, M. C; BUBEL, A. P. M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B (eds). **Manejo Ambiental de Florestas Plantadas: Operacionalizando o Conceito de Microbacia como Unidade de Planejamento**. São Carlos: RIMA, Cap. 4, p.45-60, 2006.

CASTELLANI, D.; BARRELLA, W. Caracterização da Piscicultura na Região do Vale do Ribeira – SP. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 168-176, 2005

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS – CIIAGRO. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). **Monitoramento Climático**. 2010. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em: 27 jan. 2010.

CENTRO TECNOLÓGICO DA FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO - CETEC. **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul – Relatório Zero UGRHI 11**. 2000. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/r0/volume/index.htm>. Acesso em: 27 nov. 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. 2007. Série de Relatórios. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>. Acesso em 5 fev 2008.

DBO SUL. **Boi Ecologicamente Correto. Revista Neloire**. 2010. Disponível em: http://www.dbosul.com.br/revistas/revista_Neloire/pdbos_materia.asp. Acesso em: 10 abr. 2010.

FRANÇA, A. M. **Vale do Ribeira (SP): proposições econômicas, sociais, políticas e ambientais para o crescimento e desenvolvimento sustentável dos municípios da região administrativa de Registro**. 2005. 323p. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas), Universidade Pontifícia Católica, São Paulo. 2005.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento nº 11: Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul**. 2007. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/index.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2009.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil Municipal**. 2010. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em: www.seade.gov.br. Acesso em 15 jan. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov/website/vegetação>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL - ISA. **Diagnóstico Socioambiental do Vale do Ribeira: documento síntese**. São Paulo. 1998. 54p.

LANNA, A. E. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LOURES, S. S. P. **Ambientes, uso e ocupação do solo e zoneamento estratégico para as sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, SP**. 2008. 200p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MARQUES, M. N. et al. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1171-1178, 2007.

MELCHER, G. C. **Carbonatito de Jacupiranga, estado de São Paulo**. 1962. 52p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1962.

MIRANDA, M.J. et al. **Clima dos municípios Paulistas**. 2007. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 05 mai. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJATI. **Dados do município**. 2010. Disponível em: <<http://www.cajati.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUPIRANGA. **Dados do município**. 2010a. Disponível em: <<http://www.jacupiranga.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JACUPIRANGA. **Empresa de processamento de pescado será reativada**. 2010b. Disponível em: <<http://www.jacupiranga.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

POLETTE, M. **Gerenciamento costeiro integrado: proposta metodológica para paisagem litorânea da microbacia de Mariscal município de Bombinhas - SC - Brasil**. 1997. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

SÃO PAULO. Lei nº 12.810, de 21 de fevereiro de 2008. Altera os limites do Parque Estadual de Jacupiranga, criado pelo Decreto-lei nº 145, de 8 de agosto de 1969, e atribui novas denominações por subdivisão, reclassifica, exclui e inclui áreas que especifica, institui o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga e dá outras providências, 2008. Disponível em: <<http://www.legislacao.sp.gov.br/>> Acesso em: 26 out. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria da Educação. **Programa de Educação Ambiental do Vale do Ribeira**. São Paulo, 1992. 344p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Relatório de Apresentação do Projeto "Preservação da Floresta Tropical (Mata Atlântica) no Estado de São Paulo"**. DPRN/CPRN, SMA/IF/CINP, 1995.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Economia e Planejamento. **Região Administrativa de Registro**. 2007. Disponível em: [http://www.ppa.sp.gov.br/perfis/ PerfilRARRegistro.pdf](http://www.ppa.sp.gov.br/perfis/PerfilRARRegistro.pdf). Acesso em 12 dez. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Piscicultura: seminário discute tecnologias e comercialização. 2008. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias>>. Acesso em: 24 abr. 2010.

SILVA, L.A.T; THOMAS, P.T; POCCIOTTI, P.C. A gestão integrada entre a mineração e os recursos hídricos: estudo de caso. In: DOMINGUES, F.; BOSON, P.H.G.; ALÍPAZ, S. (orgs). **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**, Cap.5. Brasília: ANA, 2006, p.123-138.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SIGRH. CBH – RB. Documentos – Relatório de situação 2008. Disponível em:<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_home_colegiado.exe?TEMA=RELATORIO&COLEGIADO=CRH/CBH-RB&lwgactw=167441> Acesso em: 20 jan. 2010.

Capítulo

3

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO JACUPIRANGA

RESUMO

A qualidade do recurso hídrico tem estreita relação com as atividades desenvolvidas em na bacia e com a forma que os recursos naturais são manejados. As águas do rio Jacupiranga são utilizadas pela população local tanto para atender suas necessidades básicas, dessedentação e alimentação, como para objetivos menos nobres, corpo receptor de efluente doméstico. Este estudo teve como objetivo analisar os impactos decorrentes do uso e ocupação do solo na qualidade das águas do rio Jacupiranga. Para isso, foram estudadas as variáveis limnológicas, em 9 estações de amostragem nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2007, e a comunidade bentônica em 3 estações de amostragem no mês de outubro. Observou-se que o rio Jacupiranga apresenta, em grande parte de sua extensão, áreas desprovidas de vegetação ciliar com o solo ocupado por plantações de banana e criação de gado. Além disso, recebe esgotos domésticos brutos e o efluente da estação de tratamento de esgoto da cidade. Durante as chuvas, devido ao escoamento superficial de áreas agrícolas e urbanas, verificou-se o aumento da turbidez, concentração de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos, nitrato e a diminuição do pH. As concentrações das formas fosfatadas na água foram maiores no período seco, indicando maior contribuição da poluição pontual. Como elevadas concentrações das formas fosfatadas foram observadas já na primeira estação amostral do rio Jacupiranga e na estação do rio Jacupiranguinha, acredita-se que o efluente industrial da Bunge, que é lançado no rio Jacupiranguinha, seja o principal responsável pelos valores encontrados. Na maioria dos meses de coleta, foi possível perceber aumento dos valores de DBO₅, nitrogênio total, amoniacal, nitrito e coliformes na água; e sedimentos finos, matéria orgânica e nutrientes no sedimento nas estações amostrais localizadas após lançamentos de esgoto doméstico e próximas aos pastos. O sedimento fluvial foi classificado como arenoso e mineral, e possivelmente por essas características e pela ausência de matas ciliares, tenham sido encontradas baixas concentrações de nutrientes. O sedimento arenoso pode também ter influenciado na estrutura da comunidade de macroinvertebrados encontrada no rio Jacupiranga, uma vez que este tipo de sedimento tem como característica ser um habitat relativamente pobre de indivíduos e diversidade. No entanto, a retirada da vegetação ciliar para práticas agrícolas e urbanização, e os lançamentos de esgoto alteraram a composição de macroinvertebrados. A família Chironomidae (Insecta – Díptera) e a Classe Oligochaeta foram as que apresentaram maior densidade absoluta de organismos, representando, respectivamente, 51,6 e 37,4% dos organismos coletados, enquanto que o grupo formado por organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Coleoptera, 9,1%. Os resultados obtidos para as características físicas, químicas e biológicas da água, associados à estrutura da comunidade bentônica indicaram que o rio Jacupiranga está passando por processos de degradação ambiental e demonstram a necessidade de melhor gerenciamento da sub-bacia por meio da recuperação das matas ciliares, aumento da coleta e tratamento de esgoto e maior fiscalização em relação aos lançamentos industriais e às práticas agrícolas marginais.

Palavras-chave: rio Jacupiranga, impactos ambientais, qualidade da água, sedimento, comunidade bentônica.

3.1. Introdução

Uma das grandes questões que envolvem a problemática ambiental mundial diz respeito às reservas de água doce, em quantidade e qualidade capazes de suprir o consumo humano atual e futuro. Para Lima e Zakia (2006), dentre os desafios que a humanidade enfrenta, a recuperação, a conservação e o manejo sustentável dos recursos hídricos são os mais críticos.

Com aumento da demanda causada pelo crescimento demográfico e a redução da oferta propiciada pelos efeitos de degradação ambiental, além de determinadas regiões sofrerem com a escassez de água natural, outras, servidas por grandes rios, também sofrem porque a qualidade dos mesmos está comprometida.

A água doce, além de insumo básico e essencial à vida, representa bem de consumo para quase todas as atividades humanas. E, em decorrência de sua importância, tanto em relação a seus usos diversos quanto à manutenção de sua qualidade e quantidade, é um bem comum que deve ser gerido de forma integrada (CALIJURI e BUBEL, 2006). Diante disso, as autoras ressaltam que a pressão sobre os recursos hídricos torna essencial a pesquisa, a implantação de ações de monitoramento e de gerenciamento, possibilitando, assim, a transferência contínua da base científica para a aplicação.

O rio Jacupiranga está exposto aos impactos decorrentes de uma ocupação não planejada de sua bacia. Ao longo de sua extensão observa-se o lançamento de efluentes domésticos brutos e extensas plantações de banana e áreas de pecuária marginais, em detrimento das matas ciliares. Apesar das alterações provocadas no próprio ecossistema aquático, a problemática ambiental agrava-se quando são analisadas as atividades dependentes deste recurso hídrico. A população local utiliza as águas do rio Jacupiranga para recreação, pesca, irrigação das culturas e navegação, principalmente. Em algumas áreas, as águas são também utilizadas para consumo humano.

Com o histórico de ocupação e as atuais atividades antrópicas desenvolvidas na sub-bacia do rio Jacupiranga, acredita-se que as mudanças ambientais estejam sendo refletidas nos recursos hídricos, de forma que algumas características da água do rio Jacupiranga não atendem a condição de qualidade atribuída pela Resolução CONAMA 357 de 2005 (BRASIL, 2005) para rios de classe II.

Este capítulo teve como objetivo analisar os impactos decorrentes do uso e ocupação do solo na qualidade das águas do rio Jacupiranga.

Para alcançar o objetivo central, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- estudar as variáveis físicas, químicas e biológicas da água e do sedimento ao longo do rio em quatro épocas de amostragem;
- caracterizar a comunidade bentônica do sedimento;
- associar as características limnológicas com o uso e ocupação do solo da sub-bacia.

3.2. Revisão da Literatura

Os rios são coletores naturais das paisagens e estão em constante interação com o sistema terrestre e a atmosfera circundante, sendo capazes de refletir os tipos de uso e ocupação do solo de sua bacia de drenagem (HYNES, 1970). De acordo com Margalef (1983), através da qualidade da água dos rios é possível estimar a integridade da bacia hidrográfica.

Do ponto de vista qualitativo, a influência das atividades antrópicas nos recursos hídricos é freqüentemente determinada através de medições de algumas variáveis de qualidade da água: variáveis biológicas (análises bacteriológicas); físicas (turbidez, sólidos em suspensão, temperatura) e químicas (oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, concentração de nutrientes, entre outras).

Além das variáveis de qualidade da água, a análise do sedimento do leito dos rios também é de grande relevância nos estudos ambientais. A capacidade de acumular compostos faz deste compartimento um dos mais importantes na avaliação do nível de contaminação de ecossistemas aquáticos continentais.

O sedimento funciona não somente como estocador, mas também como fonte potencial de poluentes para o ambiente aquático, e deste modo, representa um compartimento fundamentalmente envolvido nos mecanismos reguladores da geoquímica das águas fluviais. O seu comportamento como estocador ou fonte de poluentes é dependente de suas propriedades físicas e químicas, da composição da água de interface água-sedimento e da hidrodinâmica local, a qual ocorre em função da intensidade e freqüência de chuvas (CANTWELL et al, 2002; PALMER-FELGATE et al., 2009).

Outra importante ferramenta bastante difundida na avaliação da qualidade das águas é o monitoramento biológico. O uso de bioindicadores se baseia nas respostas dos organismos ao ambiente onde vivem. O monitoramento geralmente é realizado pela análise das alterações estruturais e funcionais das comunidades nos sistemas ecológicos, através de sua diversidade e abundância (SILVEIRA, 2004; CAMARA e FONSECA-GESSNER, 2006).

Metcalf (1989) ressalta a utilização de bioindicadores, uma vez que são organismos capazes de integrar as condições ambientais por longos períodos de tempo,

enquanto que os dados físicos e químicos da água são pontuais, representando fotografias instantâneas da natureza.

A comunidade bentônica é particularmente importante como indicadora de alterações nos ecossistemas aquáticos, devido a sua maior permanência nos sistemas e ao fato de estar ligada ao sedimento (ROSENBERG e RESH, 1993). Além disso, outras características justificam a sua utilização como bioindicadores: a) são sensíveis a poluentes de vários tipos, com rápidas reações; b) são ubíquos, abundantes e relativamente fáceis de coletar; c) sua identificação é relativamente simples; d) são relativamente sedentários, e, portanto representativos das condições locais; e) possuem vida longa o suficiente para testemunhar a qualidade ambiental; f) apresentam grande diversidade biológica e abundância (ROSENBERG e RESH, 1993; HEATHERLY et al., 2007).

Os macroinvertebrados bentônicos diferem entre si em relação à poluição orgânica, podendo ser encontrados desde organismos típicos de ambientes limpos ou de boa qualidade das águas, passando por organismos tolerantes a determinados graus de poluição, até organismos resistentes a altas concentrações de poluentes (GOULART e CALLISTO, 2003).

As condições que caracterizam o habitat dos macroinvertebrados aquáticos são resultantes da interação entre a velocidade da correnteza, tipo de substrato (pedra, madeira), sedimento (orgânico, arenoso, argiloso) e condições físicas e químicas da água (CALLISTO et al., 2005; MERRIT e CUMMINS, 1984; ROSENBERG e RESH, 1993).

Dentre as principais variáveis físicas e químicas da água, de grande importância para a biota aquática, pode-se destacar: luz, temperatura, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, íons dissolvidos e outros materiais. Para Hynes (1970), esses fatores desempenham papéis críticos na determinação de área adequada para ocorrência dos organismos aquáticos. O aumento da carga de sólidos suspensos na coluna de água, por exemplo, pode comprometer a eficiência respiratória de algumas espécies, (Ephemeroptera e Plecoptera), enquanto que a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido pode selecionar organismos que possuem adaptações respiratórias para suprir essa baixa concentração, como é o caso de muitos oligoquetas (CUMMINS, 1975).

O substrato, por sua vez, é o meio físico sobre o qual os macroinvertebrados aquáticos se locomovem, descansam, procuram alimentos, encontram abrigo (para se protegerem dos predadores, da correnteza ou de alterações ambientais) e depositam seus ovos (ROSENBERG e RESH, 1993). Em geral, pedras grandes constituem substrato mais complexo, com fauna de invertebrados mais diversa. A agregação de folhas no fundo de riachos geralmente sustenta grande diversidade e abundância, enquanto que o substrato

arenoso é um hábitat relativamente pobre com poucos espécimes de poucas espécies (GALDEAN et al., 2001; KIKUCHI e UIEDA, 2005; SILVEIRA et al., 2006).

A mata ciliar é outro importante fator que contribui para o equilíbrio do funcionamento do rio. Além de preservar a morfologia do canal, contendo os processos erosivos e os poluentes provenientes do escoamento superficial, ela fornece alimento e abrigo para os organismos aquáticos (CAMARA e FONSECA-GESSNER, 2006).

As comunidades aquáticas também são influenciadas pela variação temporal ao longo do ano. No caso das regiões de clima tropical, o regime anual de chuvas representa o principal fator temporal de influência na distribuição da macrofauna bentônica (BISPO et al., 2001), através do aumento da turbidez das águas e correnteza (deslocamento das pedras dos rios) e alteração da composição do substrato, dentre outros fatores. As fortes correntezas podem levar a perturbações naturais que retiram a biota de seu microhabitat (SILVEIRA, 2004).

3.2.1. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada por fatores naturais como clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, bem como por atividades antrópicas (ARCOVA e CICCIO, 1999).

De acordo com Branco (1983), a poluição das águas origina-se de várias fontes, podendo ser proveniente de fonte pontual ou difusa. A poluição pontual tem origem de fonte específica e identificável com os poluentes atingindo o corpo de água de forma contínua. Em sua maioria, os poluentes encontram-se em altas concentrações, como exemplo pode-se citar os efluentes domésticos que possuem elevadas concentrações de nutrientes e matéria orgânica. Na poluição difusa, a fonte de poluentes não se origina de um local específico e os poluentes geralmente têm seu transporte dependente dos eventos hidrológicos. As concentrações de sólidos suspensos e nutrientes tendem a ser mais diluídas (VON SPERLING, 1996; EDWARDS e WITHERS, 2008). Como exemplo de poluição difusa, pode-se citar o escoamento superficial de áreas agrícolas com carreamento dos fertilizantes para dentro do corpo hídrico.

Segundo Venturieri et al. (2005), dentre as atividades antrópicas que provocam alteração na estabilidade e no equilíbrio dinâmico do sistema formado pela bacia hidrográfica e que são capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas dos cursos de água, pode-se citar os desmatamentos, queimadas, atividades

agropecuárias, mineração, indústrias e seus poluentes, urbanização e as demais formas de ocupação do solo sem planejamento ambiental.

3.2.1.1. Agropecuária

A agricultura e a pecuária são reconhecidas como um dos principais vetores de transformação do ambiente, alterando sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Estas alterações ocorridas na bacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água. Por meio do ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio superficial que irá carrear sedimentos e poluentes para a rede de drenagem (MERTEN e MINELLA, 2002).

A poluição difusa na área rural, como consequência da drenagem de solos agrícolas é associada às partículas de solo, nutrientes e defensivos agrícolas. Às partículas do solo podem estar adsorvidos nutrientes, compostos orgânicos tóxicos e metais pesados (CARPENTER et al., 1998; HOWDEN et al., 2009; MANSOR et al., 2006; NEAL et al., 2008a).

À drenagem em áreas de pecuária estão ainda associados os resíduos da criação animal: nutrientes, matéria orgânica e coliformes (MANSOR et al., 2006; JARVIE et al., 2008). O gado é atraído às áreas ribeirinhas e pode permanecer grande parte do tempo nas margens ou dentro dos rios (MCKERGOW et al., 2003). Essa atração se dá por conta das sombras, topografia mais suave, dessedentação e alimentação por vegetais mais palatáveis. Sua presença pode impactar negativamente a qualidade da água, a morfologia do canal, hidrologia e a própria vegetação ripária. As causas negativas incluem urina e deposição de estrume nos rios, aumento da erosão da margem devido à redução da vegetação, e compactação do solo (KAUFMANN e KRUEGER, 1984; NASH et al., 2009).

Para as condições brasileiras, não se tem quantificada a contribuição dos poluentes provenientes da pecuária para degradação dos recursos hídricos (MERTEN e MINELLA, 2002). De acordo com Mansor et al. (2006), enquanto os efluentes domésticos e industriais pontuais têm características conhecidas no Brasil, os estudos relacionados aos agrícolas difusos são ainda incipientes. Nos Estados Unidos, de acordo com Gburek e Sharpley (1997), admite-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são oriundos da agricultura. Na Europa, a contribuição de fontes difusas de origem agrícola varia de 29 a 60% da carga total observada nas águas superficiais (MACLEOD e HAYGARTH, 2003).

Segundo Gentry e demais pesquisadores (2007), a U.S. EPA identificou a prática da agricultura como a principal fonte de fósforo nas águas superficiais e o maior obstáculo

para se alcançar os objetivos de qualidade da água propostos pela legislação americana (*Clean Water Act*).

Desta forma, existe um consenso geral de que a atividade agropecuária rege importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador e modificador da qualidade da água (MERTEN e MINELLA, 2002).

3.2.1.2. Urbanização

O crescimento da população e a urbanização também são considerados importantes agentes poluidores dos recursos hídricos. O fato das cidades não conseguirem absorver o crescimento de sua própria população e o influxo de pessoas provenientes de outras localidades (rurais e/ou urbanas) leva ao aumento da devastação de áreas para construção de casas ou favelas, que sem esgotamento sanitário criam alto nível de poluição difusa (NOVOTNY, 1999).

Grande parte do ambiente urbano é pavimentado com asfalto, concreto ou coberto por grandes construções. Estas superfícies geralmente são impermeabilizadas, o que significa que a água escoar sem ser absorvida pelo solo. Conseqüentemente, durante o período das chuvas, tem-se maior volume de escoamento superficial e os poluentes tendem a ser transportados para as regiões mais baixas como rios e lagos. A quantidade de poluentes que o escoamento vai lavar dos solos depende do que foi acumulado durante o período sem chuvas (NOVOTNY et al., 1985).

Em áreas urbanas, a poluição difusa tem composição complexa - metais, óleos, sólidos, rejeitos de construção, plásticos e madeira - e depende da taxa de atendimento da rede de esgoto, tipo e frequência de coleta de lixo, limpeza pública e rede de águas pluviais (MANSOR et al., 2006; OWENS e WALLING, 2002).

Com relação às áreas urbanas, no entanto, o maior fator de deterioração está associado aos esgotos domésticos. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas, além de patógenos. De acordo com Von Sperling (1996), a contribuição de nutrientes através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana.

A contaminação dos recursos hídricos por efluentes industriais, por sua vez, é decorrente das matérias-primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa devido à natureza, concentração e volume dos resíduos produzidos (MERTEN e MINELLA, 2002). Como exemplo pode-se citar o caso do rio Jacupiranguinha que recebe o efluente industrial da empresa de mineração Bunge, em Cajati no Vale do Ribeira.

O efluente resultante dos processos químicos para produção de ácido sulfúrico, ácido fosfórico e fosfato bicálcio pelo complexo da Bunge é rico em formas fosfatadas e, após permanecer em uma lagoa de contenção, é lançado no rio Jacupiranguinha. Segundo Moccellini et al. (2009), o lançamento deste efluente industrial eleva as concentrações de fósforo no rio Jacupiranguinha em mais de 100 vezes e a condutividade, em mais de 5 vezes.

Para Owens e Walling (2002), a concentração de nutrientes na água tende a aumentar ainda mais com o crescimento do nível de urbanização e industrialização.

3.2.1.3. Mineração

Uma das atividades de grande importância para o desenvolvimento econômico do país, mas capaz causar grandes impactos ambientais é a mineração.

A atividade mineradora é um dos setores básicos da economia brasileira responsável por cerca de 9% do PIB e gerando aproximadamente 500 mil empregos diretos. Em 2007, a Indústria Extrativista Mineral manteve posição de destaque na geração de valor adicionado, com crescimento de 5%, se comparado à igual período do ano anterior (ANA, 2006; IBRAM, 2007).

No entanto, tal atividade é conhecida por ser responsável pela degradação do meio ambiente, não obstante aos avanços, especialmente nos últimos dez anos, e iniciativas para implementação de ações que visam a mitigação destes impactos (ANA, 2006).

Em mineração a céu aberto ou abaixo da superfície, o processo de extração de minerais valiosos ou outros materiais geológicos da terra enfrenta questões ambientais como desmatamento, erosão do solo, perda da biodiversidade, além da formação de sumidouros e contaminação do lençol freático e de águas superficiais. Essa contaminação pode ocorrer por parte dos produtos químicos ou até mesmo de impurezas das rochas, que chegam aos canais de drenagem e aos rios após eventos de precipitação (ANA, 2006; FRITZSONS et al., 2003; 2009).

Os principais locais de produção de areia são várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos. No Brasil, 70% da areia é produzida em leito de rios e 30% nas várzeas. No Estado de São Paulo, a relação é diferente, sendo 45% proveniente de várzeas, 35% de leitos de rios e o restante de outras fontes. Destacam-se como os principais pólos de produção de areia: as regiões do Vale do Rio Paraíba do Sul, principalmente; a região de Sorocaba e Piracicaba; e o Vale do Rio Ribeira de Iguape, dentre outras (DNPM, 2006).

Portos de areia é o nome dado para o processo em que a extração da areia é realizada diretamente do leito dos rios por meio de dragas flutuantes. O material extraído é

estocado junto às margens dos rios, portanto é necessária uma área limpa, nesse caso desmatada, e disponível na margem do rio ou a utilização do expediente de barcaças para efetuar diretamente o transporte fluvial para outro local (SILVA et al., 2006).

Lelles et al. (2005), ao realizarem levantamento dos pontos positivos e negativos da extração de areia em leito de rios, verificaram que apesar dela ser uma atividade rentável para alguns seguimentos da população, o número de impactos negativos desta prática é maior que o de positivos.

Do ponto de vista ambiental, os impactos estão associados ao desmatamento junto às margens; revolvimento do material do fundo dos rios, com possíveis prejuízos à biota fluvial; aumento da turbidez das águas; e modificações da dinâmica de sedimentação, com movimentação dos sedimentos finos e deposição dos mesmos em outros locais. Na dinâmica fluvial pode ocorrer a alteração da calha original, em virtude dos equipamentos para extração, e alteração da vazão do rio. Pode-se citar também, a contaminação da água causada pelos resíduos (óleos, graxas e lubrificantes) utilizados nos diferentes tipos de maquinaria (LELLES et al., 2005; SILVA et al., 2005).

3.2.1.4. Desmatamento e assoreamento

O desmatamento das regiões para se atender o crescimento da população, das plantações e da criação de animais, em muitos casos, desrespeita a faixa de mata ciliar exigida pela lei do Código Florestal (BRASIL, 1965). A presença dessa faixa é considerada importante barreira para contenção dos impactos decorrentes das atividades antrópicas na qualidade dos recursos hídricos e na preservação do ecossistema aquático.

A substituição da cobertura natural da área de uma bacia hidrográfica por cultivos agrícolas pode aumentar, em cerca de uma ordem de grandeza ou mais, as taxas de remoção de solo e deposição de sedimentos nos rios, o que é conhecido como assoreamento. As partículas de sedimento originam-se tanto do transporte superficial do solo pela água das chuvas, quanto pela erosão das margens, que com a retirada da vegetação marginal, transformam-se em barrancos instáveis, sendo facilmente mobilizados pela hidrodinâmica dos rios (WALLING, 1990).

Durante o período de plantio, o solo fica exposto e assim, mais suscetível à ação da chuva, tendo seus componentes químicos lixiviados. Esse sedimento, que é carregado das terras agrícolas, acaba por atingir os rios provocando o assoreamento, diminuindo a qualidade da água e a navegabilidade, e aumentando o risco de inundações (DUDA, 1993).

Além de ser um dos responsáveis pela degradação dos corpos hídricos e assoreamento, o processo erosivo pode causar problemas ao solo, de natureza:

- física: destruição da estrutura do solo, dificultando a movimentação do complexo ar-água-nutriente e prejudicando o crescimento de raízes e a vida no solo.

- química: provoca a perda da fertilidade natural, a diminuição do teor de matéria orgânica e a falta de nutrientes.

- econômica: provoca a perda do solo, arrastando calcário, adubo e semente, aumentando o custo de produção e diminuindo os rendimentos do produtor.

- social: é fator favorável ao êxodo rural, pois diante dos baixos rendimentos, o agricultor busca nas cidades a realização do sonho de uma vida melhor (EMBRAPA, 2003).

Dentre as várias funções da vegetação ripária pode-se citar: a) estabilizar o canal do rio através de suas raízes que funcionam como redes no solo, protegendo às margens dos rios da erosão e, conseqüentemente, o assoreamento; b) proteger os rios das fontes poluidoras provenientes de áreas mais elevadas através da filtragem e retenção de sedimentos, nutrientes, pesticidas e outros produtos químicos; c) manter a quantidade de águas, permitindo a infiltração das águas da chuva no solo, evitando inundações e contribuindo para o reabastecimento dos lençóis freáticos; d) proteger a biodiversidade, fornecendo alimento e refúgio para a fauna, além de local para reprodução (LIMA e ZÁKIA, 2000; MCKERGOW et al, 2003).

As matas ciliares são capazes de remover mais de 50% dos nutrientes e pesticidas, 60% de certos patógenos e mais de 75% de sólidos suspensos das águas do escoamento superficial de áreas agropecuárias (CESTII et al., 2003).

3.3. Material e Métodos

3.3.1. Processo de amostragem e estações amostrais

Para escolha das estações amostrais foram levados em consideração alguns critérios como: a formação do rio pela junção dos rios Guaraú e Jacupiranguinha, a cidade de Jacupiranga, o lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto, as plantações de banana e a pecuária, além da facilidade de acesso.

As amostragens de água de água e de sedimento foram realizadas em um dia de coleta em 11 estações amostrais, sendo 9 estações amostrais ao longo do rio Jacupiranga, 1 estação no rio Guaraú e 1 estação no rio Jacupiranguinha (Figura 3.1). As coletas ocorreram nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2007. Os organismos bentônicos foram coletados nas estações 1, 3 e 5 no mês de outubro.

Figura 3.1: Mapa com as 11 estações amostrais. A: estação localizada no rio Guaraú; B: estação localizada no rio Jacupiranguinha.

A seguir uma breve descrição das estações amostrais, realizada através de observações em campo. A localização geográfica foi obtida pelo GPS (Global Positioning System) Trimble Scout.

Estação A	
<p>Localização geográfica - 24°43'06,2" S 48°02'53,2"W</p> <p>Estação amostral localizada no rio Guaraú, antes da junção com o rio Jacupiranguinha. Nas duas margens observou-se faixa de capim alto seguida por plantação de banana. Destaque para o banco de areia na margem esquerda.</p>
Estação B	
<p>Localização geográfica - 24°43'05,5"S 48°02'54,3"S</p> <p>Estação amostral localizada no rio Jacupiranguinha antes da junção com o rio Guaraú. Na margem direita e esquerda do rio, observou-se presença de faixa de capim alto e plantação de banana.</p>
Estação 1	
<p>Localização geográfica - 24°42'56,9" S 48°02'32,6" W</p> <p>Primeira estação amostral localizada no rio Jacupiranga, cerca de 1,5km após a junção dos rios Guaraú e Jacupiranguinha. Nas duas margens do rio foram observados bancos de areia (período de menor precipitação), pequena faixa de capim alto seguida por plantação de banana.</p>

Estação 2	
<p>Localização geográfica - 24°41'38,1" S 48°00'49,7"W.</p> <p>Estação amostral localizada antes da cidade de Jacupiranga. Na margem direita situa-se um areeiro e como consequência observou-se que essa região é totalmente desmatada devido aos equipamentos de funcionamento. Ainda nessa margem verificou-se uma faixa de capim mais baixo. Na margem esquerda, observou-se capim alto entre algumas árvores frondosas.</p>
Estação 3	
<p>Localização geográfica - 24°41'23,31"S 48°00'04,65"W</p> <p>Estação amostral localizada na cidade de Jacupiranga após a ponte que liga o município a Eldorado. Na margem esquerda, observou-se pastos com grama baixa e, em alguns locais, resquícios de mata ciliar e capins mais altos. Na margem direita, há predomínio de vegetação rasteira e árvores espaçadas seguidas por casas. Na coleta de abril e de outubro, com o nível da água do rio mais baixo, foi possível verificar despejo clandestino de esgoto.</p>
Estação 4	
<p>Localização geográfica - 24°41'11,8"S 47°59'49,1"W</p> <p>Estação localizada após a confluência com o rio Canha e antes do despejo do efluente da estação de tratamento de esgoto de Jacupiranga. Na margem esquerda verificou-se faixa de mata ciliar. Já na margem direita, faixa de mata ciliar seguida pela estação de tratamento de esgoto.</p>

Estação 5	
<p>Localização geográfica - 24°41'11,5"S 47°59'47,7" W</p> <p>Estação amostral localizada após o despejo do efluente da estação de tratamento de esgoto, cerca de 150 metros após a estação 4. Em ambas as margens foram verificadas presença de faixa de mata ciliar com árvores de médio porte. Na margem direita, foram observados solos erodidos em determinados trechos.</p>
Estação 6	
<p>Localização geográfica - 24°37'45,7"S 47°55'47,3"W</p> <p>Estação amostral localizada dentro de extensa propriedade rural de rizicultura. Na margem esquerda foram observados pastos, enquanto que na margem direita, vegetação rasteira com algumas árvores.</p>
Estação 7	
<p>Localização geográfica - 24°35'36,8"S 47°52'42,1"W</p> <p>Estação amostral localizada sob a ponte da rodovia Régis Bittencourt (BR-116). Na margem direita e esquerda observou-se solo bastante inclinado com faixa de mata ciliar de aproximadamente 10 metros de extensão. Neste local, encontra-se o posto de medição Ingatuba (Prefixo DAEE 4F-016)</p>

Estação 8	
<p>Localização geográfica - 24°36'27,8"S 47°44'56,79"W</p> <p>Estação amostral localizada entre propriedades de criação de búfalos. Na margem direita foi observada faixa estreita, aproximadamente 5m, com poucas árvores e capim baixo. Após essa faixa tem-se a estrada de terra e casas de ribeirinhos com criação de porcos, algumas galinhas, cachorros e o pasto. Na margem esquerda verificou-se vegetação rasteira – pastos.</p>
Estação 9	
<p>Localização geográfica - 24°37'15,0"S 47°44'27,4"W</p> <p>Estação amostral localizada próxima à desembocadura do rio Jacupiranga no rio Ribeira de Iguape. Na margem esquerda, observou-se faixa de capim seguida por mata ciliar, enquanto que na direita, vegetação rasteira com algumas árvores de médio porte (10 metros de extensão) seguida por estrada de terra. Cerca de 600 metros antes do local de coleta foram verificadas lagoas marginais visitadas por búfalos para banho e dessedentação.</p>

3.3.2. Variáveis climatológicas

Os dados de temperatura do ar foram obtidos junto ao CIIAGRO (2008) - Posto de medição Jacupiranga (Coordenadas: 24°41'S 48°00'W; altitude: 59m).

A precipitação pluviométrica do ano de 2007 e série a histórica foram obtidas através dos registros das duas estações meteorológicas localizadas na sub-bacia do Jacupiranga, disponibilizadas pelo Sistema de Informação para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH).

A utilização destas duas estações deveu-se a localização das mesmas e a grande extensão do rio Jacupiranga. A primeira estação meteorológica está localizada no

município de Jacupiranga (nome: Posto Jacupiranga, prefixo DAEE F4-017, coordenadas: 24°43'S e 48°01'W) a uma distância de 3,5Km da junção dos rios Guaraú e Jacupiranguinha. A segunda estação está localizada no município de Pariquera-Açu (nome: Posto Barra do Capinzal, prefixo DAEE F4-018, coordenadas 24°36'S e 47°53'W), cerca de 760 metros da estação amostral 7.

3.3.3. Variáveis hidrológicas

As séries de dados fluviométricos e os dados de 2007 para o rio Jacupiranga são referentes ao posto Ingatuba (Prefixo DAEE 4F-016, coordenadas 24°35'S e 47°52'W) localizado sob a ponte (BR-116) que liga Jacupiranga à Registro (estação amostral 7) (SIGRH, 2009).

3.3.4. Variáveis físicas, químicas e biológicas da água

A temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (%) e pH foram medidos *in situ* com sonda multiparamétrica (Yellow Springer, 556 MPS).

A condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$) e a turbidez (UNT) foram medidas em laboratório de campo com auxílio de condutivímetro (Modelo CA-150) e turbidímetro (Modelo MATB - 1000) respectivamente.

De acordo com metodologia descrita no *American Public Health Association* (APHA, 1999) foram determinados: Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO_5 (Método 4500-C/Modificação pela Azida), Nitrogênio Total Kjeldahl (método 4.500 B), Nitrogênio Amoniacal (método 4.500 C), Nitrato (método 4.500 D), Nitrito (método 4.500 B), Fósforo Total (item 5 do método 4.500 B), Ortofosfato (método do ácido ascórbico 4.500 C), Sólidos Suspensos (método gravimétrico, 2.540 D e 2.540 E), Coliformes totais e termotolerantes (método das membranas filtrantes).

Para a determinação da alcalinidade utilizou-se o método descrito por Golterman et al. (1978). Os dados de alcalinidade, associados com os de pH, condutividade elétrica e temperatura da água foram utilizados para calcular a concentração de CO_2 total, HCO_3^- e CO_3^{2-} ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$) segundo Mackereth et al. (1978).

A análise da concentração de clorofila foi realizada segundo a metodologia descrita por Nush (1980) modificado por NEN (1981).

3.3.5. Variáveis físicas e químicas do sedimento

As amostras de sedimento foram coletadas com draga do tipo Van Veen ($0,525\text{m}^2$) e armazenadas em potes plásticos. Em laboratório, as amostras secaram em temperatura

ambiente. No mês de outubro, período em que também foram amostrados os macroinvertebrados bentônicos, o sedimento foi coletado em tréplica nas estações 1, 3 e 5.

Para análise do compartimento sedimento foram determinadas as variáveis: nitrogênio kjeldahl total, fósforo total, matéria orgânica e granulometria (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Variáveis analisadas no sedimento do rio Jacupiranga.

Variável	Unidade	Método	Referência
Fósforo total	$\mu\text{g.g}^{-1}$	Incineração	ANDERSEN (1976)
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg.g^{-1}	Titulometria	APHA (1999)
Matéria orgânica	%	Incineração	WETZEL E LINKENS (2000)
Granulometria	%	Peneiramento e densidade	NOGUEIRA (2005)

O método descrito em Nogueira (2005) para granulometria é utilizado para sedimentos com grande parcela de fração grossa (menos de 5% do material ultrapassa a peneira de malha mais fina – peneira 200 com malha de 0,075mm).

O peneiramento foi realizado em uma seqüência de 18 peneiras de diferentes números (polegadas: in) e malhas (mm) posicionadas em ordem decrescente. O material retido em cada peneira foi pesado e posteriormente analisado em programa específico – ANASED (LIMA, 2000) – no qual foram quantificadas as porções pedregulho, areia e sedimentos finos (que compreende as frações de silte e argila) do sedimento do rio Jacupiranga.

3.3.6. Variáveis biológicas do sedimento

3.3.6.1. Comunidade Bentônica

A amostragem de macroinvertebrados bentônicos ocorreu no mês de outubro de 2007, período de menor precipitação dentre os meses de amostragem. Segundo a orientação de uma especialista na área (Informação verbal⁴), prioriza-se a coleta em períodos secos, uma vez que desta forma tenta-se diminuir o erro amostral proveniente do arraste dos organismos no período das cheias dos rios.

Os organismos bentônicos foram coletados nas estações 1, 3 e 5 com amostrador Surber de área de 625cm² e 300 μm de abertura de malha. Em cada uma das estações de coleta foram realizadas três amostragens aleatórias em regiões de remanso na margem direita do rio. O material retido na peneira foi acondicionado em potes de plástico e fixado

⁴ Informação fornecida pela Profa. Dra. Alaíde Fonseca-Gessner da UFSCar em 2007.

com formol 4%. Essas estações foram escolhidas de forma que se pudesse verificar a influência do uso do solo (lançamento de esgoto doméstico, área urbana e agrícola) na comunidade bentônica e que o mesmo tipo de amostrador pudesse ser utilizado.

No laboratório, os organismos foram triados em bandeja transiluminada e os espécimes armazenados em frascos de 30 ml com álcool 70%. A identificação em nível de família foi realizada com auxílio de lupa e chaves de identificação de McCafferty (1981).

A caracterização da estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada sob o aspecto do número total de indivíduos, da abundância relativa, da diversidade taxonômica e do índice EPTC. Para isso, os organismos identificados nas réplicas de sedimento foram agrupados por estação amostral.

A **abundância relativa** dos organismos foi calculada a partir da contagem total dos organismos na estação amostral de acordo com a equação:

$$\text{Abundância relativa} = \left[\frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos}}{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos total}} \right] \times 100$$

Para análise dos *taxa* abundantes e dominantes, foi utilizado o critério descrito por Lôbo e Leighton (1986). São consideradas abundantes, as unidades cuja ocorrência numérica for maior que o valor médio do número total de organismos de todos os *taxa* presentes na amostra. Dominantes são aquelas cuja ocorrência for maior que 50% do número total de organismos.

A abundância e a riqueza foram utilizadas para calcular o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), pela equação (ODUM, 1988):

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \times (\log_2 p_i)$$

$$p_i = n_i/N$$

Onde:

n_i = valor de importância de cada *táxon*;

N = total de valores de importância, número total de *táxons* ($\sum n_i$)

S = número de *táxons* da amostra.

O índice EPTC foi calculado a partir da contagem total dos organismos pertencentes às ordens Ephemeroptera (E), Plecoptera (P), Trichoptera (T) e Coleoptera (C) na estação amostral, de acordo com a equação:

$$\text{EPTC (\%)} = \left[\frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos das ordens EPTC}}{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos total}} \right] \times 100$$

3.3.7. Tratamento estatístico dos dados

Neste estudo buscou-se verificar diferenças entre as quatro coletas de amostragem e diferenças temporais (entre as estações de maior e menor pluviosidade), sob condição de nível de significância de 5%. Para isso, os dados obtidos para as variáveis da água e do sedimento do rio Jacupiranga foram inicialmente submetidos à análise de variância multivariada (MANOVA). Cada variável foi testada para variação entre os meses de amostragem e para variação temporal (estações de maior e menor precipitação) pela análise de variância univariada (ANOVA) no programa SYSTAT 10. Quando esta diferença foi significativa para os pontos amostrais, aplicou-se o teste de Tuckey para verificar que estação se diferenciava das demais.

A correlação entre as variáveis limnológicas foi estabelecida por meio da correlação de Pearson através do Programa XLSTAT (ADINSOFT, 2009) com nível de significância de 5%.

Análise de ordenação denominada Análise de Componentes Principais foi realizada para determinação das variáveis de maior significância (Programa SYSTAT 10). Foram consideradas significativas as variáveis que apresentaram cargas (valores) maiores que 0,7 em qualquer um dos eixos (1 e 2) e porcentagem de variância de superior a 70%.

As variáveis selecionadas pela PCA foram utilizadas para análises de agrupamentos (*Cluster*), nas quais foram obtidos dendogramas de similaridade entre as estações de coleta de cada mês de amostragem.

Como o objetivo do estudo foi verificar as possíveis alterações na qualidade das águas do rio Jacupiranga, as estações amostrais A (localizada no rio Guaraú) e B (localizada no rio Jacupiraguinha) não foram consideradas nas análises estatísticas.

3.4. Resultados e Discussão

3.4.1. Variáveis climatológicas

3.4.1.1. Temperatura do ar

As maiores temperaturas médias do ar foram encontradas na coleta de janeiro (verão) com média superior a 25,3°C, enquanto que em julho (inverno) ocorreram as temperaturas mais baixas. Em julho, durante a semana de coleta registrou-se valores de temperatura média de 14,5 °C (Figura 3.2).

Figura 3.2: Variação dos valores médios semanais da temperaturas do ar no município de Jacupiranga nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2007. As barras hachuradas correspondem às semanas em que foram realizadas as coletas. Fonte: CIIAGRO, 2007.

3.4.1.2. Precipitação pluviométrica

Na sub-bacia do rio Jacupiranga existem dois postos de medição pluviométrica, F4-017 (município de Jacupiranga) e F4-018 (município de Pariquera-Açu). De acordo com os dados disponibilizados pelo SIGRH (2009), a precipitação média histórica (1953 a 2007) medida no Posto F4-017, foi de 1530mm, enquanto que no posto F4-018, 1152mm.

O ano de 1983 foi o que apresentou a maior precipitação, mais de 2000mm de chuva registrados pelos postos. Segundo o diretor do DAEE, Ney Ikeda, as chuvas neste ano começaram em março, e cheias sucessivas nos rios da região foram observadas até julho (CAMPANILI, 2009). No ano de 2007, a precipitação média acumulada da sub-bacia bacia do rio Jacupiranga, foi de 1313 mm (Figura 3.3).

Figura 3.3: Valores de precipitação pluviométrica acumulada anual e média histórica (1953-2007) no Posto Jacupiranga (F4-017) e Barra do Capinzal (F4-018) . As barras hachuradas correspondem ao ano de coleta de 2007. Fonte: SIGRH, 2009

O período chuvoso, de acordo com o Posto Jacupiranga e Barra do Capinzal, vai de setembro a abril, sendo os meses de maior precipitação: janeiro, seguido por fevereiro e março. Os meses mais secos são julho e agosto, com média histórica de 69,5 e 55,5mm, respectivamente (Figura 3.4).

Figura 3.4: Médias pluviométricas mensais históricas (1953-2002) e de 2007 (Posto F4-017 e F4-018). As barras hachuradas correspondem aos meses de amostragem no ano de 2007. Fonte SIGRH, 2009.

Observa-se que no ano de 2007 registraram-se, em sua maioria, precipitações mensais menores do que a média histórica, com exceção dos meses de janeiro, julho, novembro (Posto Barra do Capinzal, F4-018) e dezembro.

De acordo com os dados pluviométricos de 2007, foi possível verificar que nos meses de coleta, a maior precipitação ocorreu em janeiro, seguida por julho. Os meses de abril e de outubro apresentaram as menores precipitações com valores inferiores a 62,2mm. Segundo a série histórica, julho é considerado um mês de baixa pluviosidade (<68,5mm), no entanto, choveu cerca de 2 vezes o valor médio (1953-2002) esperado em 2007. Nos meses de abril e outubro, por outro lado, apenas metade do esperado de chuva foi registrado. Nesta pesquisa, foi possível verificar dois períodos distintos, com os meses de janeiro e julho (mês atípico) sendo meses com maior pluviosidade, enquanto abril e outubro, com menor.

Os dados de precipitação pluviométrica diária podem ser visualizados na Figura 3.5.

Figura 3.5: Precipitação pluviométrica diária (mm) registrada no Posto Jacupiranga (F4-017) e Barra do Capinzal (F4-018) durante o ano de 2007. Fonte: SIGRH, 2009.

3.4.2. Variáveis hidrológicas

3.4.2.1. Vazão

Os dados fluviométricos do rio Jacupiranga foram medidos no Posto de Ingatuba (Prefixo 4F-016) localizado embaixo da ponte que liga os municípios de Registro e Jacupiranga (estação amostral 7). O SIGRH possui uma série histórica de dados que datam desde janeiro de 1963.

As vazões médias, máximas e mínimas mensais de 1963 a 2004 e às referentes ao período de estudo (2007) podem ser visualizadas na Figura 3.6.

Figura 3.6: Dados de vazão máxima, média e mínima mensal histórica do rio Jacupiranga no período de janeiro de 1963 a dezembro de 2004, e dados médios mensais de vazão do ano de 2007 (Prefixo 4F-016). Fonte: SIGRH, 2009.

Como já era esperado, foi possível observar a relação vazão *versus* regime climático da região. Os meses de maior pluviosidade da sub-bacia do rio Jacupiranga (janeiro, fevereiro e março) correspondem aos períodos com maiores vazões médias, enquanto que o mês de agosto (menor média de precipitação pluviométrica histórica) apresentou as menores vazões.

Segundo dados históricos (1963-2004), a vazão do rio Jacupiranga no mês de janeiro variou de $19 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ a $171,5 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Durante o ano de 2007, a vazão média observada foi $41,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, menor do que média histórica ($56 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$).

Dentre os meses de amostragem de 2007, abril e outubro foram considerados atípicos, uma vez que apresentaram pluviosidades inferiores à média histórica. Esta menor

precipitação foi refletida na vazão média mensal de 2007, que apresentou valores inferiores a mínima histórica mensal.

O mês de julho de 2007, também considerado um mês atípico devido ao grande volume de chuvas ocorrido, apresentou vazão média mensal de $17,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Este valor encontra-se entre as mínimas e médias históricas.

Durante os dias de amostragem, os meses de janeiro ($30,3 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e julho ($12 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) foram os que apresentaram maiores vazões médias diárias. Nos meses de abril ($9 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e outubro ($4,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), foram verificados os menores valores (Figura 3.7).

Figura 3.7: Valores médios da vazão diária ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) medida na estação 7 do rio Jacupiranga nos meses de amostragem de 2007. As barras pontilhadas correspondem aos dias de coleta.

3.4.3. Variáveis físicas, químicas e biológicas da água

Na análise de variância multivariada (MANOVA) realizada sobre a matriz composta por dados dos 4 meses de coleta: 18 variáveis da água e 9 estações amostrais do rio Jacupiranga, testou-se a variabilidade entre os meses de amostragem. Como resultado, verificou-se diferença estatística entre os 4 meses de amostragem com um nível de significância de 5% ($p = 0,000$). Devido a essa diferença estatística observada, outra análise foi realizada para se tentar verificar a formação de agrupamentos entre as coletas.

Quando comparadas entre si, as coletas realizadas nos meses de janeiro e julho, com maiores precipitações ($p=0,111$); e abril e outubro, com as menores ($p=0,438$), não apresentaram diferença estatística significativa. Desta forma, os meses de janeiro e julho foram agrupados no grupo considerado período chuvoso, e abril e outubro, no considerado período seco.

3.4.3.1. Temperatura da água

A temperatura da água apresentou variação entre os meses de coleta e entre as estações amostrais. Em relação à variação entre os meses de amostragem, as maiores temperaturas foram registradas nos meses mais quentes, janeiro e abril (Figura 3.8).

Figura 3.8: Variação dos valores de temperatura da água do rio Jacupiranga durante os períodos de estudo em 2007.

As variações no eixo longitudinal do rio podem ser atribuídas ao horário da amostragem em cada estação. Nos meses de abril, julho e outubro, a coleta das amostras iniciou-se na estação 9 sentido à junção do rio Guaraú (A) com o Jacupiranguinha (B). Desta forma, as primeiras estações de coleta (A, B, 1, 2) foram sempre amostradas no período da tarde, o que pode ter permitido maior ganho de calor pelo sistema hídrico, resultando em maiores temperaturas da água.

No mês de janeiro, devido às fortes chuvas e trovoadas no dia da coleta, optou-se por amostrar as estações mais distantes da base de apoio (8 e 9) por último. As estações 8 e 9 foram amostradas após as 16 horas. Esse efeito do horário de coleta na temperatura da água também foi observado por Domingos (2002) ao estudar o rio Betari, localizado no Alto Ribeira de Iguape.

3.4.3.2. Turbidez e Sólidos Suspensos Totais

Os valores de turbidez e de sólidos suspensos observados nesta pesquisa apresentaram variação temporal ($p=0,000$), sendo os maiores valores encontrados nos meses de maior pluviosidade (janeiro e julho).

O desmatamento que ocorreu na sub-bacia do Jacupiranga para o desenvolvimento das cidades, agricultura, pecuária e mineração não poupou a vegetação das áreas ripárias.

O rio Jacupiranga apresenta, em grande parte de sua extensão, margens desprovidas de mata ciliar, e em certos trechos, é possível encontrar solo exposto ou grandes barrancos de areia. As plantações de banana, os pastos e as casas (zona urbana e rural) chegam até as margens do rio (Figura 3.9).

Figura 3.9: (A) plantação de banana e solo erodido; (B) gado nas margens do rio Jacupiranga.

Como consequência, nos períodos de chuva, grande quantidade de material alóctone proveniente das práticas de agropecuária e da área urbana, e partículas do solo exposto são carregadas para dentro do rio.

A retirada dessa importante barreira natural traz consequências não só à qualidade da água, mas a todo ecossistema. Como já é de conhecimento comum, a vegetação ciliar desempenha controle significativo nos processos que mantêm a saúde da microbacia. Dentre suas várias características, tem a capacidade de filtrar as águas do escoamento superficial, evitando ou reduzindo o carregamento de partículas do solo, herbicidas, fertilizantes e outros materiais alóctones para dentro do corpo hídrico. Além disso, são capazes de manter a estabilidade do canal do rio, evitando a erosão das margens.

A presença em excesso de sólidos suspensos em um corpo d'água afeta direta e indiretamente a biodiversidade no ambiente hídrico. Um rio com altos valores de turbidez tem sua qualidade afetada, reduzindo a transparência e diminuindo a capacidade das plantas aquáticas e das algas em realizar a fotossíntese. Além disso, os sólidos em suspensão podem provocar a obstrução das guelras dos peixes, danificar os ovos e afetar a população de macroinvertebrados.

A variação dos valores de turbidez da água em cada estação amostral, durante o período de estudo, está representada na Figura 3.10.

Figura 3.10: Variação dos valores de turbidez da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Os valores encontrados foram maiores na coleta de janeiro seguidos pelos de julho. O valor mínimo observado foi 4,1 UNT (1/out) e o máximo, 166,2 UNT (3/jan).

Os valores de turbidez observados no mês de janeiro (maior precipitação) variaram de 100 a 166,2 UNT nas seis primeiras estações do rio Jacupiranga, que têm seu entorno ocupado principalmente por plantações de banana marginais e solos expostos.

Nas estações seguintes (7, 8 e 9), os valores oscilaram entre 49,4 e 65,4 UNT, o que provavelmente está relacionado ao uso e ocupação do solo. Entre as estações amostrais (6) e (7), apesar de algumas áreas com plantações de banana e pastos, foi possível encontrar locais com mata ciliar preservada. O próprio local de amostragem, na estação 7, possuía considerável faixa de mata ciliar na margem esquerda (mais de 10 metros) e capim com árvores espaçadas na margem direita. No Baixo Jacupiranga, onde estão localizadas as estações 8 e 9, as margens direita e esquerda são ocupadas principalmente por pastos, com resquícios de matas ciliares na margem esquerda.

As raízes das gramíneas do pasto, mesmo que superficiais, previnem o desgaste do solo e erosão, impedindo que parte do mesmo seja carregado para dentro do corpo hídrico por escoamento superficial.

Nos meses de menor pluviosidade (abril e outubro), os valores encontrados não ultrapassaram 12,8 UNT nas seis primeiras estações do rio Jacupiranga. Por sua vez, as estações localizadas nas regiões de pastos apresentaram valores entre 12 e 24,2 UNT. Possivelmente isto esteja relacionado ao uso das águas do rio para dessedentação e banho dos búfalos, que pisoteiam o sedimento e promovem ressuspensão das partículas. Para Schneider et al. (1978), o próprio pisoteio do solo das áreas marginais pelo gado é

considerado importante contribuinte para o aumento da concentração de sólidos suspensos na água.

A resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece para rios de classe 2, de ambientes lóticos e tributários intermediários, como é o caso do rio Jacupiranga, valor máximo de turbidez de 100 UNT. O rio Jacupiranguinha (B) e a maioria das estações do rio Jacupiranga, em janeiro (1, 2, 3, 5 e 6), não atenderam o limite estabelecido por esta resolução.

Estudos desenvolvidos por Arcova e Cicco (1999), comparando a qualidade de água em diferentes microbacias, mostraram que variáveis como turbidez e cor aparente são afetadas pela ausência de mata ciliar e pelo uso do solo para práticas de agricultura e pecuária. Os autores ressaltam que a diferença entre as microbacias, com relação à turbidez da água, foi mais significativa no período das chuvas. Segundo os pesquisadores, isso foi observado devido à ausência dos filtros naturais – mata ciliar – que contém o deflúvio superficial agrícola e também as partículas de solo.

Bottino (2008), ao estudar o rio Canha (afluente do rio Jacupiranga), também observou variação temporal com maiores valores de turbidez nos períodos de maior precipitação. No entanto, estes valores variaram de 9,3 a 26.8 UNT em janeiro (chuvoso) e de 7,0 a 9,3 em abril de 2007 (seco). Essa menor amplitude de variação dos valores de turbidez observada no rio Canha, quando comparado ao rio Jacupiranga, possivelmente está relacionada à preservação da mata ciliar (Figura 3.11). O rio Canha, dentre os rios localizados na região do Baixo Ribeira de Iguape, é o que apresenta as matas ciliares mais preservadas.

Figura 3.11: Encontro das águas do rio Canha (A) com o rio Jacupiranga (B) antes da estação amostral 6 em janeiro de 2007.

Em estudo desenvolvido no Ribeirão do Canchim (São Carlos, SP), Primavesi et al.(2000) observaram forte correlação positiva turbidez *versus* chuva, sendo possível

diferenciar as áreas de coleta em relação aos diferentes tipos de manejo e preservação da mata ciliar. Áreas menos preservadas apresentaram maiores valores de turbidez no período chuvoso.

A concentração de material em suspensão no rio Jacupiranga também apresentou variação temporal ($p=0,000$) e relação direta com a pluviosidade. A concentração de sólidos suspensos totais variou de $2,9 \text{ mg.L}^{-1}$ a de 151 mg.L^{-1} .

A maior contribuição dos sólidos suspensos totais em todos os pontos de coleta e nos quatro meses de amostragem ocorreu por parte dos sólidos inorgânicos (Figura 3.12).

A concentração de sólidos inorgânicos variou de $2,1 \text{ mg.L}^{-1}$ (1/out) a $130,3 \text{ mg.L}^{-1}$ (4/jan). Na coleta de janeiro e julho, a fração de sólidos inorgânicos representou, em média, 83% dos sólidos suspensos totais. No período de menor pluviosidade, essa contribuição foi de 74%.

Figura 3.12: Variação da concentração de sólidos suspensos inorgânicos do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Acredita-se que a maior contribuição dos sólidos inorgânicos neste estudo tenha relação direta com a retirada da mata ciliar (solo exposto) e com os barrancos erodidos que têm suas partículas carregadas para dentro do rio, principalmente em épocas de chuva. Na ausência das chuvas, as partículas de solo dos barrancos instáveis também são mobilizadas pela hidrodinâmica dos rios (WALLING, 1990).

Após a cidade de Jacupiranga (estação 4) encontraram-se plantações de banana marginais e barrancos erodíveis com mais de três metros de altura. Provavelmente esta deva ser a causa das concentrações mais elevadas encontradas em janeiro, apesar da confluência das águas do rio Canha. De acordo com o estudo desenvolvido por Ferraz

(2008) no rio Canha também janeiro de 2007, as concentrações de sólidos suspensos inorgânicos variaram de 3,1 a 13mg.L⁻¹. Em julho, a maior concentração foi medida no rio Jacupiranguinha (B), que também apresentou margens degradadas e solo exposto (MOCCELLIN et al., 2009).

Com relação aos sólidos suspensos orgânicos (Figura 3.13), também foi observado o mesmo padrão de variação temporal ($p=0,000$) com maiores concentrações nos períodos de maior pluviosidade (janeiro e julho). O valor mínimo encontrado no rio Jacupiranga foi de 0,8mg.L⁻¹ (1) em outubro e o máximo, 28mg.L⁻¹ (5) em janeiro.

Figura 3.13: Variação da concentração de sólidos suspensos orgânicos da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Essas concentrações mais altas observadas no período chuvoso já eram esperadas devido ao deflúvio superficial. No entanto, no rio Jacupiranga, os efeitos são ainda maiores por causa da ausência da mata ciliar.

Segundo McKergow et al. (2003), alguns estudos têm documentado grandes reduções na quantidade de sólidos suspensos em rios após a recuperação das matas ciliares. Na Austrália, o rio de uma bacia hidrográfica agrícola de 6km² foi monitorado durante 10 anos. Após 6 anos, foram plantados eucaliptos nas margens do rio, em uma extensão de 1,7km a qual foi manejada independentemente das áreas adjacentes. Dados referentes à vazão, concentração de nutrientes e sedimento do rio foram comparados antes e após o manejo da região ripária. Segundo os autores, a concentração média de sólidos suspensos na água diminuiu drasticamente (93%) após o manejo das margens florestadas, de 147 para menos de 9.9mg.L⁻¹, e a exportação de sedimento da bacia diminuiu de 100 para menos de 10kg.ha⁻¹.ano⁻¹. A redução da erosão das margens e o

aumento da estabilidade dos canais são os fatores citados para estas mudanças (MCKERGOW et al., 2003).

Para o rio Jacupiranga, procurou-se verificar a relação de determinadas variáveis com os períodos de maior e menor pluviosidade, e desta forma, tentar inferir sobre o tipo de poluição contribuinte (pontual ou difusa). No entanto, os dados de vazão disponibilizados são referentes a apenas uma estação fluviométrica (estação 7), o que impossibilitaria realizar o tratamento estatístico de correlação (coeficiente de correlação de Pearson) das variáveis com o fluxo de vazão.

Por isso, optou-se por utilizar a variável turbidez da água como um marcador desta variação temporal. Esta variável foi escolhida depois de verificada a direta relação turbidez *versus* precipitação pluviométrica e vazão. Primavesi et al. (2000), Fritzsons et al. (2003), Peters (2009) em seus estudos no Ribeirão do Canchim, rio Capivari e alguns rios da cidade da Geórgia (EUA), respectivamente, citam essa forte correlação positiva entre os dados de turbidez e vazão.

No rio Jacupiranga, foi possível utilizar a turbidez nesta relação devido à ausência de mata ciliar e a presença de solos expostos. No período das chuvas, os valores de turbidez são maiores e por isso podem refletir o aumento da vazão.

As análises de correlação de Pearson entre os dados de turbidez e sólidos suspensos orgânicos ($r = 0,765$) e inorgânicos ($r = 0,810$) apresentaram forte correlação positiva, o que permite inferir que a maior contribuição destas variáveis ocorre por parte de fontes difusas (escoamento superficial das cidades, da área agrícola e do carreamento de partículas do solo). Dados semelhantes foram encontrados por Bainbridge et al. (2009), Edwards e Whithers (2008), Novotny et al. (1985) e Peters (2009) que observaram correlação positiva entre concentração de sólidos suspensos e vazão.

3.4.3.3. Potencial hidrogeniônico

O valores de pH variaram temporalmente ($p=0,000$) com maiores valores sendo encontrados nos meses de menor precipitação (abril e outubro) e os menores, nos meses de maior precipitação (janeiro e julho). O pH do rio Jacupiranga variou de 6,0 (6/jan) a 7,1 (8/out). Em janeiro, registraram-se valores de pH abaixo de 6,4 (Figura 3.14) em todas as estações amostrais.

Figura 3.14: Variação dos valores de pH da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Resultados similares, com redução do pH da água no período das chuvas, foram encontrados em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro (OLIVEIRA et al., 2008), no rio Capivari, no Alto Ribeira de Iguape (FRITZSONS, 2003) e no rio Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010).

Silva e Sacomani (2000), ao estudarem o rio Pardo em Botucatu (SP), afirmaram que a entrada de alguns tributários como fontes de esgoto, por exemplo, podem alterar significativamente os valores de pH. As autoras encontraram maiores valores de pH a partir da entrada do efluente da ETE do município de Pardinho (o pH variou de 7 para 11). No rio Jacupiranga essa influência foi discreta e a maior oscilação ocorreu na coleta de julho na estação 5, quando a amostragem foi realizada, possivelmente, na zona de mistura do efluente da ETE com as águas do rio (variação de 6,1 para 7). A análise estatística não revelou diferenças significativas para o pH entre as estações amostrais do rio Jacupiranga.

Os valores encontrados para o pH em todos os pontos de coleta atendem à Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 (BRASIL, 2005) que devem estar entre 6 e 9.

3.4.3.4. Alcalinidade

A alcalinidade no rio Jacupiranga apresentou variação temporal ($p=0,000$) com maiores valores sendo observados nas coletas de outubro e abril (meses de menor precipitação). A alcalinidade variou de $20,3\text{mg.L}^{-1}$ (7/jan) a $59,2\text{mg.L}^{-1}$ (5/jul) (Figura 3.15). Possivelmente, os menores valores encontrados em janeiro e julho estão relacionados à diluição promovida pelas águas da chuva.

Moccellin (2006), ao estudar o rio Jacupiranguinha, também observou essa variação sazonal com maiores valores de alcalinidade na estação seca e menores na estação chuvosa. No estudo desenvolvido no rio Capivari (Alto Ribeira de Iguape), que possui elevados valores de pH (média de 8,2) devido às características cársticas de sua bacia, Fritzsons et al. (2003) observaram correlação negativa entre a vazão do rio e os dados de alcalinidade. De acordo com Fritzsons et al. (2003) e Moccellin (2006), o decréscimo observado no período da chuvas pode estar relacionado ao efeito de diluição.

Figura 3.15: Variação dos valores de alcalinidade da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

A distribuição entre as formas de carbonato, bicarbonato e hidróxido depende do pH da água. Segundo Hynes (1970), as águas possuem complexa relação entre pH e as principais formas de carbono. No rio Jacupiranga, percebeu-se a predominância dos íons bicarbonato sobre o carbonato, o que já era esperado devido à variação do pH da água que foi de 6,4 a 7,1 (Tabela 3.2). De acordo com Von Sperling (1996), em pH entre 4,4 e 8,3 são encontrados apenas bicarbonatos.

Tabela 3.2: Variação da concentração de dióxido de carbono total (CO₂ total), íons bicarbonato (HCO₃⁻) e íons carbonato (CO₃²⁻) na água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.

		A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CO ₂ total (mg.L ⁻¹)	Jan	21,73	43,46	24,84	25,62	24,86	23,71	26,61	20,97	21,72	27,24	23,22
	Abr	14,90	46,47	27,61	25,74	25,39	27,45	26,17	29,63	28,40	28,39	27,97
	Jul	27,28	40,64	28,53	31,20	31,39	28,28	55,62	27,37	28,62	24,96	25,56
	Out	16,24	34,53	25,84	31,87	28,16	28,30	31,29	34,10	33,23	32,56	32,47
HCO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	Jan	14,91	26,26	26,11	26,49	26,36	26,73	28,65	22,92	22,54	24,46	23,69
	Abr	18,84	49,73	31,79	30,81	30,20	31,67	31,05	34,71	33,73	33,73	33,84
	Jul	30,84	43,40	29,99	30,48	31,09	29,75	65,55	29,87	31,69	24,75	28,04
	Out	21,84	43,56	33,19	40,03	35,52	36,00	40,59	44,46	43,70	42,73	42,61
CO ₃ ²⁻ (mg.L ⁻¹)	Jan	0,002	0,002	0,010	0,010	0,011	0,015	0,013	0,011	0,009	0,006	0,009
	Abr	0,023	0,020	0,018	0,023	0,022	0,019	0,022	0,023	0,024	0,024	0,028
	Jul	0,015	0,016	0,010	0,008	0,008	0,010	0,041	0,012	0,014	0,007	0,012
	Out	0,092	0,050	0,048	0,044	0,041	0,046	0,069	0,082	0,096	0,090	0,090

3.4.3.5. Condutividade elétrica

Em sua maioria, os valores mais altos foram observados na coleta do mês de outubro, seguidas por abril, julho e janeiro (Figura 3.16). As maiores condutividades elétricas foram verificadas na estação B com 440,1 μS.cm⁻¹ (abril) e 321,6 μS.cm⁻¹ (outubro). No rio Jacupiranga, os valores de condutividade variaram de 77,1 μS.cm⁻¹ (2/jan) a 302,1 μS.cm⁻¹ (2/out).

Figura 3.16: Variação das condutividades elétricas da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007. Os valores encontrados para a estação 4 e 5 de janeiro foram descartados por contaminação da amostra.

A análise de variância (ANOVA) revelou variação sazonal significativa ($p=0,000$) e a análise de correlação de Pearson demonstrou forte correlação negativa entre os valores de condutividade elétrica e turbidez da água ($r=-0,70$).

As menores condutividades elétricas observadas no mês de janeiro e julho possivelmente estão relacionadas à maior precipitação pluviométrica e ao efeito de diluição dos íons. Além disso, pode-se citar a adsorção dos íons da água às partículas de sólidos carregadas por escoamento superficial.

Estudos desenvolvidos em outros rios mais preservados da região: rio Canha (FERRAZ, 2008; BOTTINO, 2008) e Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010) também mostraram maiores condutividades elétricas nos períodos de menor precipitação.

No entanto, quando comparados com o rio Jacupiranga, verificou-se que o rio Canha e Pariquera-Açu apresentaram valores bem inferiores. A faixa de variação da condutividade elétrica encontrada nestes rios e em outros rios paulistas e mineiros pode ser visualizada na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Variação das condutividades elétricas.

Recurso hídrico	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Localização	Referência
rio Canha	52 - 79	Vale do Ribeira - SP	BOTTINO (2008)
rio Pariquera-Açu	40 - 250	Vale do Ribeira - SP	MOCCELLIN (2010)
rio Monjolinho	8 - 179	São Carlos - SP	CAMPAGNA (2005)
rio Mogi-Guaçu	12 - 101	Minas Gerais e São Paulo	BRIGANTE et al. (2003)
Ribeirão São Bartolomeu	12 - 144	Minas Gerais	JORDÃO et al. (2007)
rio Doce	54 - 107	Minas Gerais	PETRUCIO et al. (2005)
rio Jacupiranguinha	45 - 1823	Vale do Ribeira - SP	MOCCELLIN (2006)

Todos os rios acima mencionados apresentaram menores valores de condutividade elétrica quando comparados aos rios Jacupiranga e Jacupiranguinha. Com exceção do rio Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010), que apresentou elevadas condutividades elétricas nas estações amostrais localizadas após lançamentos de esgoto doméstico *in natura* no período de menor precipitação.

No rio Jacupiranga, as condutividades mais altas encontradas estão relacionadas tanto com ausência das matas ciliares e lixiviação do solo exposto, quanto com a formação geológica da bacia e o lançamento do efluente industrial da Bunge no rio Jacupiranguinha.

Venturieri et al. (2005), em um estudo desenvolvido na microbacia de Paragominas, observaram que a substituição da vegetação primária, principalmente as matas ciliares, por sistemas de produção agropecuária alteraram a qualidade das águas, com aumento dos valores médios de condutividade.

A formação geológica da região também é capaz de contribuir para o aumento da condutividade a partir do desgaste natural das rochas. Os principais compartimentos geológicos da sub-bacia do Jacupiranga são os grupos de rochas sedimentares dos tipos

Qa (sedimentos aluvionares) e Qp (sedimentos da Formação Pariquera-Açu) e o complexo Turvo-Cajati com rochas do tipo xistos e migmatitos. De acordo com Magalhães (2006), as águas localizadas em formações de rochas sedimentares metamórficas e de xistos apresentam condutividades mais elevadas quando comparadas às encontradas em outros tipos de rochas, indicando maior conteúdo de partículas as quais podem ter elevada capacidade de transportar compostos químicos a elas adsorvidas e de realizar trocas iônicas com o meio aquático.

No entanto, de acordo com os dados obtidos para o rio Jacupiranga e por Moccellini (2006), para o rio Jacupiranguinha, pode-se inferir que a maior contribuição para as altas condutividades elétricas ocorra por parte do lançamento do efluente industrial da Bunge no rio Jacupiranguinha (estação B).

Durante o período de menor precipitação pluviométrica, Moccellini (2006) verificou valores de condutividade elétrica de até $1823 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ na estação amostral localizada cerca de 20 metros a jusante do lançamento do efluente industrial. Em janeiro (período chuvoso), a condutividade elétrica média obtida nas estações localizadas a montante do lançamento do efluente foi de $52 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ e a jusante, $1132 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Devido à capacidade de autodepuração do rio e à própria diluição dos íons pela entrada de outros afluentes, a condutividade elétrica diminuiu para $173 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (MOCCELLIN, 2006).

O valor esperado para águas naturais é de $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (CETESB, 2009), no entanto, somente o rio Guaraú (A) e três estações amostrais no rio Jacupiranga (2, 3 e 6) na coleta de janeiro (maior precipitação pluviométrica) apresentaram condutividades dentro deste limite.

3.4.3.6. Oxigênio dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre os meses de coleta ($p < 0,000$). As concentrações máximas por estação amostral foram observadas no mês de julho ($> 7,75 \text{mg}.\text{L}^{-1}$), seguidas por outubro, abril e janeiro (Figura 3.17).

No rio Jacupiranga, as menores concentrações foram encontradas em janeiro, possivelmente devido às temperaturas mais elevadas da água. Em julho, com temperatura da água abaixo de 19°C , as concentrações de oxigênio dissolvido foram maiores.

Além das altas temperaturas no verão, acredita-se que as menores concentrações obtidas na coleta de janeiro também estejam relacionadas ao consumo de oxigênio pelos microrganismos para degradação da matéria orgânica carregada por escoamento superficial, uma vez que as maiores concentrações de sólidos suspensos orgânicos foram verificadas em janeiro. Segundo Calijuri (1999), é comum encontrar, no período chuvoso, maiores concentrações de matéria orgânica e menor oxigenação na coluna de água.

Figura 3.17: Variação das concentrações de oxigênio dissolvido na água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

A correlação de Pearson para oxigênio dissolvido e turbidez foi negativa moderada ($r = -0,487$), no entanto, com temperatura da água, o oxigênio apresentou correlação negativa forte ($r = -0,70$). Ou seja, a temperatura da água do rio Jacupiranga foi capaz de explicar melhor as concentrações de OD nos meses de coleta, do que as chuvas e conseqüente decomposição dos materiais carreados.

A menor concentração de oxigênio dissolvido nas águas do rio Jacupiranga ($5,5\text{mg.L}^{-1}$) foi encontrada na estação amostral localizada após a entrada do efluente da ETE (5/jan), rico em matéria orgânica. Essa diminuição foi observada em todos os meses de coleta, assim como encontrado por Moccellini (2010) no rio Pariquera-Açu.

Apesar de não ter sido verificada diferença estatística significativa entre as estações amostrais, o rio Jacupiranga apresentou tendência de redução da concentração de oxigênio dissolvido no sentido montante-jusante. As concentrações diminuíram com a passagem do rio pela área rural de plantação de banana, perímetro urbano, estação de tratamento de esgoto e criação de animais.

Marinelli et al. (2000), estudando o rio Monjolinho, também observaram pequeno decréscimo das concentrações de OD no sentido montante-jusante, o que foi atribuído ao aumento da matéria orgânica decorrente da entrada de efluentes domésticos e industriais.

Mesmo assim, as concentrações observadas no rio Jacupiranga atendem à Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para águas doces de classe 2, que estabelece mínimo de 5mg.L^{-1} .

3.4.3.7. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Todas as estações amostrais apresentaram valores inferiores a 4mg.L⁻¹, exceto a estação 5 em julho (6,4 mg.L⁻¹) e outubro (6,8mg.L⁻¹). A menor DBO₅, 0,2 mg.L⁻¹, foi encontrada na última estação (9), no mês de outubro (Figura 3.18).

A DBO₅ apresentou variação temporal (p=0,004), com maiores valores encontrados nos meses de maior precipitação (janeiro e julho). Fritzons et al. (2003) também observaram essa relação positiva entre a quantidade de chuvas (determinada no estudo pelos dados de vazão) e DBO₅ no rio Capivari (r = 0,68).

A análise de correlação de Pearson para os dados de turbidez e DBO₅ apresentou moderada correlação positiva (r = 0,340), podendo-se inferir que há aumento dos valores no período das chuvas, mas que a contribuição do escoamento superficial (poluição difusa) é capaz de explicar apenas uma parte, sendo as fontes pontuais de poluição (efluente doméstico tratado e lançamentos domésticos brutos) também de grande importância para os valores encontrados no rio Jacupiranga.

Figura 3.18: Variação dos valores de DBO₅ da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007. (As amostras para DBO₅ das estações 6, 8 e 9 de abril foram perdidas).

Espacialmente foi observada diferença significativa entre as estações amostrais (p=0,026), com a estação localizada após a entrada do efluente da ETE se diferenciando das demais, principalmente devido aos valores encontrados em julho e outubro (zona de mistura).

O aumento observado após o efluente da ETE (estação 5) já era esperado, pois apesar das lagoas de estabilização serem projetadas para funcionarem com eficiência de

80% de remoção, a quantidade de matéria orgânica que sai no efluente final ainda é considerada alta.

Salami (1996), ao estudar o rio Monjolinho, observou aumento da demanda bioquímica de oxigênio após a passagem pela área urbana de São Carlos, o que considerou como sendo consequência da drenagem da bacia e a entrada de esgoto doméstico. Estes mesmos fatores também influenciaram a qualidade das águas do rio Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010).

Notou-se também, em alguns períodos, aumento das demandas bioquímicas de oxigênio em outras estações amostrais. Na estação 7, localizada embaixo da ponte da Régis Bittencourt, o aumento observado pode estar relacionado ao escoamento da rodovia, ao lançamento clandestino de esgoto das propriedades rurais adjacentes e própria contribuição alóctone das matas ciliares.

Nas estações 8 e 9, os fatores que podem ter contribuído para o aumento da DBO₅ foram a presença de ribeirinhos, com lançamento de efluente doméstico *in natura* no rio e o carreamento de material alóctone, principalmente no período chuvoso, proveniente das pastagens localizadas nas margens do rio.

Segundo a série histórica de dados do posto JAPI 02100 (1997-2006), localizado antes da estação amostral 3 do rio Jacupiranga, o valor médio de DBO₅ é de 3,3mg.L⁻¹. No entanto, nos últimos 8 anos (2001 a 2008), somente as amostragens de 2001, 2004 e 2005 apresentaram os seis meses de coleta com valores permitidos pela legislação. No ano de 2007, os valores variaram de 5 a 18mg.L⁻¹.

No seu relatório anual, a CETESB (2008) atribuiu esses aumentos verificados na DBO₅ à menor ocorrência de chuvas, e conseqüente diminuição do efeito de diluição da carga orgânica, sem considerar as entradas de esgoto doméstico bruto.

No rio Jacupiranga, apesar dos lançamentos de esgoto doméstico bruto e da passagem por áreas de pecuária, somente a estação amostral 5 em julho e outubro (quando as amostras de água foram coletadas na zona de mistura do efluente da ETE com o rio), não atendeu o limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) de 5 mg.L⁻¹ de DBO₅ para águas doces classe 2.

3.4.3.8. Nutrientes

As formas fosfatadas e nitrogenadas são elementos de grande importância para o metabolismo do ecossistema aquático, no entanto, estes devem estar presentes em baixas concentrações nas águas superficiais para evitar a eutrofização. As fontes naturais incluem deposição atmosférica, intemperismo das rochas, decomposição da matéria orgânica, e no caso do nitrogênio, fixação pelos microrganismos. A entrada dos nutrientes se dá pela

água das chuvas, escoamento superficial e descarga de água subterrânea. Fontes antropogênicas estão relacionadas à drenagem de solos agrícolas, lançamento de esgoto doméstico e efluente industriais.

- Formas fosfatadas

No rio Jacupiranga, as concentrações de fósforo total variaram de 2,4 (jan) a 14,8mg.L⁻¹(jul). O maior valor foi encontrado no rio Jacupiranguinha (B) em outubro (17,2 mg.L⁻¹), como consequência do lançamento do efluente do complexo industrial da Bunge (Figura 3.19).

Figura 3.19: Variação das concentrações de fósforo total da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007. Estação amostral (A), concentrações variaram de 0,02 (jan) a 0,04 (abr e jul)

A maior concentração de ortofosfato também foi observada no rio Jacupiranguinha (13 mg.L⁻¹) em outubro (Figura 3.20). As concentrações no rio Jacupiranga variaram de 1,78 (4/jan) a 12,5mg.L⁻¹ (2/out).

As concentrações de ortofosfato variaram temporalmente ($p=0,03$), com menores concentrações encontradas nos meses de maior pluviosidade. A análise de correlação de Pearson entre os dados de turbidez e ortofosfato apresentou correlação negativa moderada ($r = -0,40$), o que pode indicar que as concentrações encontradas foram provenientes principalmente de fontes pontuais. No período chuvoso, é esperado que haja diminuição dos poluentes de fontes pontuais devido ao efeito de diluição pelas águas da chuva.

Porém, para o rio Jacupiranga, o efeito de diluição pode ter sido reduzido em consequência do uso intensivo de fertilizantes NPK nas plantações de banana, e do material fecal e urina das pastagens que, durante o período das chuvas, são carregados por escoamento superficial para dentro do corpo hídrico.

Figura 3.20: Variação das concentrações de ortofosfato da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007. Estação amostral (A), concentrações variaram de 0,001 (abr) a 0,02 (jan, jul e out).

As concentrações das formas fosfatadas no rio Jacupiranga foram mais elevadas quando comparados a outros rios de São Paulo e Minas Gerais com intensa atividade antrópica (Tabela 3.4), mostrando o impacto do efluente industrial da Bunge (Figura 3.21) nas águas do rio Jacupiranguinha e Jacupiranga.

Figura 3.21: (A) foto da Indústria de Fertilizantes Bunge em Cajati; (B) lagoa de contenção do efluente industrial.

Tabela 3.4: Variação das concentrações de fósforo total e ortofosfato.

Corpo Hídrico	Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	Referência
rio Mogi-Guaçu (MG e SP)	0,05 - 0,25	0,018 - 0,078	BRIGANTE et al. (2003)
rio Monjolinho (SP)	0,05 - 0,35	0,02 - 0,8	CAMPAGNA (2005)
rio Pardo (SP)	0,01 - 0,15	-	PRADO (1999)
rio Turvo Sujo (MG)	0,1 - 1,2	-	JORDÃO et al. (2007)
ribeirão São Bartolomeu (MG)	0,01 - 3,0	-	JORDÃO et al. (2007)
rio Doce (MG)	0,05 - 0,3	0,005 - 0,03	PETRUCIO et al. (2005)
Rio Jacupiranguinha (SP)	0,04 - 161	0,01 - 142	MOCCELLIN (2006)

Lamparelli (2004), ao estudar a concentração de ortofosfato, em 13 rios e de fósforo total em 35 rios do estado de São Paulo (exceto da UGRHI – 11), utilizando dados dos postos de monitoramento da CETESB, verificou concentrações que variaram de 0,005 a 2,55 mg.L⁻¹ e de 0,004 a 2,65mg.L⁻¹, respectivamente.

Com os resultados obtidos para as concentrações das formas fosfatadas no rio Jacupiranga, fica comprovado que o efluente industrial da Bunge foi a maior fonte de fósforo para o sistema, corroborando com a pesquisa desenvolvida por Moccellini (2006).

Segundo essa autora, a análise das águas deste efluente detectou concentração de fósforo total de 541mg.L⁻¹. Estações amostrais do rio Jacupiranguinha, localizados a montante do lançamento do efluente da Bunge, apresentaram concentrações de fósforo total inferiores a 0,6mg.L⁻¹, no entanto, após a entrada do efluente (cerca de 20 metros a jusante), esse valor aumentou (faixa de variação de 20,9 a 161mg.L⁻¹).

Devido à capacidade de autodepuração do rio e à própria diluição das formas fosfatadas com a entrada de outros afluentes, a concentração de fósforo total diminuiu ao longo do rio. Na última estação amostral (antes da junção com o rio Guaraú), cerca de 9km após o lançamento do efluente industrial, os valores variaram de 5,73 a 41,20mg.L⁻¹. Após a junção dos rios, as concentrações observadas no rio Jacupiranga variaram de 3 a 28,31mg.L⁻¹(MOCCELLIN, 2006).

Nas coletas do presente estudo, dois anos após a pesquisa realizada por Moccellini (2006), as águas do rio Jacupiranga continuam com altas concentrações de fósforo total, não apresentando valores inferiores a 1,7mg.L⁻¹ em nenhuma estação amostral.

A resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece para rios de classe 2 de ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários, como é o caso do rio Jacupiranga, valor máximo de fósforo total de 0,10 mg.L⁻¹. Neste estudo, as concentrações encontradas superam o valor máximo estabelecido em mais de 10 vezes.

Segundo o relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo do ano de 2007(CETESB, 2008):

Devido à constatação de efluente líquido com concentração alta de fósforo que altera a qualidade do Rio Jacupiranga, a empresa Bunge de Cajati foi autuada pela CETESB para implantar Sistema de Tratamento de Efluente líquido do Complexo Químico. Este sistema está contemplado no plano de melhoria ambiental da empresa, que foi entregue à CETESB durante o processo de renovação da licença de operação, além de constar no Termo de Compromisso de ajustamento de Conduta a ser firmado entre a empresa e o ministério público do Estado de São Paulo (CETESB, 2008).

O Projeto Temático da FAPESP intitulado “Estudo dos sistemas naturais e artificiais redutores de cargas poluidoras para sustentabilidade dos recursos hídricos do Baixo Ribeira de Iguape – SP (CALIJURI et al., 2009) ressaltou as elevadas concentrações de

fósforo que alteram a qualidade da água desde o Jacupiranguinha, passando pelo rio Jacupiranga até o Valo Grande. Tendo conhecimento desses dados, a CETESB, no ano de 2008, instalou uma estação permanente de monitoramento (JAIN02800) no rio Jacupiranguinha, cerca de 3,5km a jusante do efluente da Bunge.

No entanto, dados da água coletada no ponto de monitoramento da CETESB (JAPI 02100), em 2008, apresentaram concentrações de fósforo total que variaram de 0,01 – 1,7mg.L⁻¹, ainda em desacordo com o permitido pela legislação.

Segundo a CETESB (2009), ao se analisar as concentrações médias anuais de fósforo total no rio Jacupiranga (2003-2008), é possível perceber redução significativa da concentração. Tal fato é atribuído à implantação do Sistema de Tratamento de Efluente Líquido da Bunge em seu Complexo Químico, conforme previsto no plano de melhoria ambiental da empresa durante o processo de renovação da licença de operação.

Apesar da grande contribuição do efluente industrial da Bunge, foram observados outros picos de concentração ao longo do rio Jacupiranga que podem estar relacionados ao escoamento superficial de áreas agrícolas e urbanas, e ao lançamento de esgoto doméstico bruto e tratado.

Como já citado anteriormente, a sub-bacia do rio Jacupiranga possui, em detrimento das matas ciliares, extensas plantações de banana e pastos em suas margens. Durante o período das chuvas (janeiro e julho) ocorre o carreamento dos fertilizantes utilizados na agricultura e dos dejetos dos animais das áreas de pecuária para dentro do rio.

Estudos desenvolvidos em outras bacias agrícolas têm demonstrado a grande contribuição do carreamento de fertilizantes da agricultura (JARVIE et al., 2008; HOWDEN et al., 2009; MCKERGOW et al., 2003; NEAL et al., 2008a;) e de matéria orgânica das áreas de pecuária (KAUFMANN e KRUEGER, 1984; MANSOR et al., 2006) na concentração de nutrientes nos recursos hídricos durante os períodos chuvosos.

Mansor et al. (2006), ao avaliarem preliminarmente as cargas difusas de origem rural na sub-bacia do rio Jaguari (70% da bacia localizada no estado de São Paulo, 94% de suas terras utilizadas para agricultura), observaram que 55,1% das cargas anuais de fósforo total transportadas pela região são provenientes das atividades agrícolas. No rio Ore e Blythe na Inglaterra, estima-se que a poluição difusa (agricultura) seja responsável por 60 a 70% de toda a carga de fósforo lançada, sendo as maiores concentrações correlacionadas com as maiores vazões (HOWDEN et al., 2009).

Para Novotny et al. (1985), a drenagem urbana também pode ser considerada uma importante fonte difusa de poluição. Essa fonte difusa tem composição complexa e depende de certos fatores como: taxa de atendimento da rede de esgoto, tipo e frequência de coleta de lixo, limpeza pública e rede de águas pluviais (OWENS e WALLING, 2002;

MANSOR et al., 2006). Segundo Metcalf e Eddy (2003), as faixas de concentração de fósforo total para águas de escoamento superficial urbano variam da de 0,67 a 1,66mg.L⁻¹. No entanto, nas áreas urbanas, a maior contribuição está relacionada aos esgotos domésticos que contêm o fósforo das fezes e urina, dos restos de alimentos, dos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas.

Hoeppner (2008), ao estudar as variáveis físicas e químicas do efluente final da ETE de Jacupiranga (sistema combinado de lagoa aerada e facultativa convencional) nos anos de 2005 e 2006, observou concentrações de fósforo no efluente final que variaram de 1,8 a 3,0mg.L⁻¹. No entanto, como foram registradas elevadas concentrações das formas fosfatadas no rio Jacupiranga nas primeiras estações amostrais após a sua formação e lançamento de efluentes domésticos brutos no perímetro urbano, a entrada do efluente da ETE promoveu aumento das concentrações somente em alguns meses de coleta.

Outros fatores que podem estar relacionados às variações espaciais e temporais nas concentrações de fósforo ao longo do rio são: diluição pela água das chuvas, absorção desse nutriente pelas algas e macrófitas aquáticas e precipitação química com outros compostos como o hidróxido de ferro e alumínio (NEAL et al., 2008ab; HOWDEN et al., 2009).

- Formas nitrogenadas

As concentrações de nitrogênio total Kjeldahl da água durante o período de estudo podem ser visualizadas na Figura 3.22. A concentração variou de 0,28 mg.L⁻¹(6/jul) a 9,24mg.L⁻¹ (5/jul). Os valores encontrados apresentaram variação entre os meses de coleta ($p=0,001$), mas não houve variação significativa entre o período de maior e menor pluviosidade ($p>0,05$).

Pode-se observar certa tendência de aumento dos valores no sentido montante-jusante (exceto outubro), assim como observou Ferraz (2008) no rio Canha. A autora ressaltou a passagem do rio por áreas agrícolas e pelo perímetro urbano como fatores contribuintes a este aumento. No rio Jacupiranga, este aumento foi resultante da somatória dos processos que ocorrem ao longo do rio, com plantações de banana e pecuária marginais, escoamento superficial da área urbana e lançamento de esgoto.

Figura 3.22: Variação das concentrações de nitrogênio total Kjeldahl da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

As concentrações de nitrogênio amoniacal no rio Jacupiranga também não apresentaram variação temporal. Os valores variaram de $0,03\text{mg.L}^{-1}$ (8/jul) a $4,84\text{mg.L}^{-1}$ (5/jul) e podem ser visualizados na Figura 3.23.

Figura 3.23: Variação da concentração de nitrogênio amoniacal da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.

Como não foi verificada variação sazonal das concentrações de nitrogênio total Kjeldahl e amoniacal, pode-se inferir que a contribuição destas variáveis ocorre tanto por poluição difusa (escoamento de áreas agrícolas e urbana) quanto pontual (lançamento de esgoto *in natura* e do efluente da ETE).

A importância da poluição difusa, proveniente do escoamento superficial de áreas agrícolas, na concentração de nitrogênio total e amoniacal foi verificada por Moccellini (2006) no rio Jacupiranguinha. Maiores concentrações foram observadas no período chuvoso.

A contribuição do lançamento de efluente das estações de tratamento de esgoto na concentração das variáveis pode ser verificada por Silva e Sacomani (2000) no rio Pardo; por Moccellini (2010) no rio Pariquera-Açu, e por Jordão et al (2007) no rio Turvo Limpo.

Segundo Hoeppner (2008), ao estudar a ETE de Jacupiranga de setembro/2005 a julho/2006, a concentração de nitrogênio amoniacal do efluente variou de 10 a 20mg.L⁻¹. Como a coleta de julho e outubro de 2007 ocorreu na zona de mistura do efluente com as águas do rio Jacupiranga, valores mais altos foram encontrados nesta estação. O fato de não ter havido aumento da concentração de nitrogênio total Kjeldahl após a entrada do efluente da ETE em janeiro pode estar relacionado às chuvas nos dias anteriores e no dia da coleta com conseqüente diluição da concentração deste nutriente na estação de tratamento.

De acordo com a série histórica de dados do posto JAPI 02100 (1997-2006), a concentração média de nitrogênio amoniacal no rio Jacupiranga é de 0,10mg.L⁻¹, menor do que a encontrada neste estudo. No entanto, esse valor histórico corresponde às medidas realizadas no ponto de monitoramento localizado embaixo da ponte que liga Jacupiranga a Eldorado (antes da estação amostral 3). Logo, pode-se dizer que as águas coletadas no ponto de monitoramento da CETESB não são capazes de refletir a influência do uso e ocupação de toda a bacia do rio Jacupiranga.

Os dados observados para nitrogênio amoniacal, em todas as estações de coleta (exceto estação 5/jul) atendem à Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para águas doces de classe 2, cuja concentração máxima permitida é de 3,7mg.L⁻¹.

Como resultado da decomposição biológica do nitrogênio amoniacal, tem-se a formação do nitrito. O nitrito, por sua vez, é rapidamente convertido a nitrato em ambientes oxigenados. Como é uma forma transitória, a persistência do nitrito nas águas indica despejo contínuo de matéria orgânica.

A variação das concentrações de nitrito da água durante o período de estudo pode ser visualizada na Figura 3.24.

Figura 3.24: Variação das concentrações de nitrito da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Com relação às concentrações de nitrito, foi possível observar diferença significativa entre os meses de coleta ($p=0,003$), com maiores valores sendo encontrados na coleta do mês de julho ($p<0,05$). As concentrações variaram de $0,93$ (2/out) a $27,5\mu\text{g.L}^{-1}$ (5/jul).

Acredita-se que as maiores concentrações de nitrito em julho sejam decorrentes da precipitação pluviométrica que ocorreu no dia da coleta e na noite anterior, com carreamento do material alóctone e sua conseqüente decomposição.

Apesar das concentrações mais elevadas em julho, esta variável está em conformidade com o limite máximo, de $1,0\text{mg.L}^{-1}$, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 (BRASIL, 2005).

A maior concentração de nitrato (Figura 3.25) no rio Jacupiranga foi observada na estação 9 em janeiro ($1,92\text{mg.L}^{-1}$) e a menor, na estação 1 em abril ($0,4\text{mg.L}^{-1}$).

A análise estatística demonstrou diferença significativa entre os meses de maior e menor pluviosidade ($p=0,000$), com concentrações mais elevadas encontradas nos meses de janeiro e julho. A análise de correlação de Pearson entre os dados de turbidez e nitrato apresentou correlação positiva forte ($r = 0,710$), podendo-se inferir que a maior contribuição do nitrato nas águas do rio Jacupiranga se dá por poluição difusa, através da lixiviação do solo e carreamento de parte dos fertilizantes utilizados na plantação de banana para dentro do rio, e da matéria orgânica proveniente da pecuária. O rio Jacupiranga apresentou

elevadas concentrações de oxigênio dissolvido que favorecem, portanto, a degradação da matéria orgânica e a oxidação biológica da amônia e do nitrito.

Figura 3.25: Variação da concentração de nitrato da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.

Moccellin (2006), ao estudar o rio Jacupiranguinha que também possui extensas plantações de banana e pastagens em suas margens, e recebe o efluente doméstico da ETE de Cajati, obteve o mesmo padrão de variação sazonal observado no rio Jacupiranga.

Essa maior concentração de nitratos nos recursos hídricos de bacias predominantemente agrícolas, durante o período das chuvas, também foi observada por pesquisadores ao estudarem a contribuição da poluição difusa da agricultura na Inglaterra (HOWDEN et al., 2009; NEAL, et al., 2006a; NEAL et al, 2008a), no Chile (RIBBE et al., 2008), na Austrália (BAINBRIDGE et al., 2009), na Bélgica (VAN HERPE e TROCH, 2000) e na pecuária na Inglaterra (JARVIE et al., 2008).

Nas sub-bacias de Zwalm, na Bélgica, Van Herpe e Troch (2000) observaram alta correlação positiva entre os dados de vazão e nitrato, com a vazão explicando de 50 a 96% da variação da concentração de nitrato observada nos rios. Nos rios ingleses estimou-se que 70% da concentração de nitrato é proveniente da áreas agrícolas (DEFRA, 2004).

Segundo Neal et al. (2006a), o aumento de nitrato observado no período das chuvas representa uma situação em que o volume de precipitação pluviométrica é insuficiente para diluir as fontes de nitrato, uma vez que a água da chuva geralmente possui menor concentração de nitrato quando comparada ao fluxo de escoamento. Em estudos de longo prazo no rio Tâmsa e seus tributários, o que os pesquisadores perceberam foi um “bloom” inicial da concentração de nitrato na mudança do baixo fluxo

para o fluxo intermediário como consequência do escoamento superficial. O nivelamento da concentração de nitrato foi observado no período de alta vazão.

De acordo com a série histórica de dados do posto JAPI 02100 (1997-2006), o valor médio de nitrato no rio Jacupiranga é de $0,73\text{mg.L}^{-1}$ (CETESB, 2008), média semelhante a encontrada neste estudo. Apesar das maiores concentrações observadas no período das chuvas, os valores ficaram abaixo do limite máximo de 10mg.L^{-1} estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios de classe 2.

Assim como encontrado nos rios Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006), Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010) e Betari (DOMINGOS, 2002) localizados na Bacia do Ribeira de Iguape - SP, no rio Kennet (NEAL et al., 2008b) na Inglaterra, e no rio Pocochay (RIBBE et al., 2008) no Chile, a forma nitrogenada inorgânica predominante no rio Jacupiranga foi o nitrato.

Segundo Edwards e Withers (2008), em bacias agrícolas, a carga de nitrogênio que chega aos rios por escoamento superficial é composta principalmente por nitrato. Para Herpe e Troch (2000), o nitrato pode ser considerado o poluente mais difundido do ecossistema aquático, sendo típico de fontes difusas de poluição da agricultura.

3.4.3.9. Coliformes totais e termotolerantes

Segundo Von Sperling (1996), um dos principais aspectos de poluição das águas é aquele relacionado ao fator higiênico, associado às doenças de veiculação hídrica. O grupo coliforme é formado por grande número de bactérias que não são patogênicas, mas que dão satisfatória indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais, e, por conseguinte, a sua potencialidade para transmitir doenças.

A contaminação dos recursos hídricos por lançamento de efluentes de ETE, além de contribuir para o aumento da matéria orgânica e de nutrientes, também pode ser considerada um risco devido ao seu grande potencial em lançar organismos patogênicos no corpo hídrico. A poluição difusa proveniente das bacias de drenagem de pecuária também é capaz de deteriorar a qualidade da água sendo responsável pela emissão de níveis significantes de bactérias fecais (MUDGE et al., 1999).

Os valores obtidos para coliformes totais na água durante o período de estudo podem ser visualizados na Figura 3.26. As maiores quantidades de coliformes totais foram encontradas nas coletas de janeiro e abril. Segundo análise estatística, não houve diferença significativa para esta variável nos dois meses de coleta ($p=0,531$), no entanto, quando estas foram comparadas com julho, a diferença foi significativa ($p<0,05$).

Não foi possível observar variação entre as estações amostrais. O maior valor foi encontrado na estação 6 em abril (105×10^3 UFC/100mL), e o menor na estação 6 e 7 em julho ($2,1 \times 10^3$ UFC/100mL).

Figura 3.26: Variação da quantidade de coliformes totais da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Os dados obtidos para coliformes totais estão em desacordo com o limite máximo de 5×10^3 UFC/100mL estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 2. Somente na coleta de julho foram observadas estações amostrais que atenderam a legislação (1, 6, 7, 8 e 9).

No rio Mogi-Guaçu (BRIGANTE et al., 2003), os valores obtidos para coliformes totais variaram de 1000 a 155×10^3 NMP/100ml, chegando a superar cerca de 30 vezes o limite estabelecido pela legislação na estação localizada dentro da cidade de Mogi-Guaçu. Segundo os autores, o rio está sofrendo contaminação por coliformes, e esgotos domésticos são a maior fonte dessa contaminação.

Nos rios Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006) e Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010), a quantidade de coliformes totais também se apresentou acima do limite permitido pela legislação na maioria dos pontos de coleta. No rio Jacupiranguinha, a presença de pequenas propriedades com animais na margem do rio explicou os valores encontrados, enquanto que no rio Pariquera-Açu, foram ressaltados a proximidade com o perímetro urbano e o lançamento do efluente da ETE.

No rio Jacupiranga, altas concentrações foram observadas tanto nas zonas próximas ao perímetro urbano e da ETE, quanto em áreas rurais, mostrando a influência da poluição pontual e difusa na quantidade de coliformes totais encontrada.

O uso das bactérias “coliformes termotolerantes” para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativa que o uso da variável coliforme total, segundo a CETESB, (2006), uma vez que as bactérias termotolerantes estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A presença deste grupo de bactérias na água indica risco adicional da mesma possuir organismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera (BRIGANTE et al., 2003).

Os valores obtidos para coliformes termotolerantes na água durante o período de estudo podem ser visualizados na Figura 3.27. O menor valor foi observado na estação 1 em julho ($0,45 \times 10^3$ UFC/100mL) e o maior, na estação 5 em janeiro ($14,4 \times 10^3$ UFC/100mL).

Figura 3.27: Variação da quantidade de coliformes termotolerantes da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

Não foi observada variação da quantidade de coliformes termotolerantes entre os meses de coleta nem entre os períodos de maior e menor precipitação ($p > 0,05$). Elevadas quantidades foram observadas tanto no período das chuvas (janeiro e julho) quanto na seca (abril).

Maiores concentrações foram verificadas nas estações amostrais 2, 3, 4 e 5 que estão localizadas próximas à cidade de Jacupiranga. Acredita-se que entrada de efluentes domésticos brutos e da ETE, e o carreamento de material alóctone, como fezes de animais da área de pastos na margem oposta da cidade, tenham contribuído para que se encontrassem esses valores.

O resultado encontrado para o rio Jacupiranga corrobora o estudo de Bubel (1998) no rio Peixe. A autora ressalta que altas concentrações de coliformes refletem as atividades de criação de animais desenvolvidas na bacia e a ocupação urbana.

O aumento da quantidade de coliformes termotolerantes em áreas urbanas também foi observado por Brigante et al. (2003) no rio Mogi-Guaçu. Segundo os autores, de acordo com os dados observados para coliformes termotolerantes, o rio não apresentou condições sanitárias satisfatórias.

A relação entre os diferentes tipos de uso do solo em uma bacia e a quantidade de coliformes termotolerantes encontrada na água foi demonstrada por Shah et al. (2007). Estes pesquisadores estudaram 12 bacias de drenagem na Austrália com solo utilizado como aterro sanitário, estação de tratamento de esgoto e pastagem. Esse tipo de ocupação foi comparado com áreas naturais de florestas. Como resultado, eles observaram a influência das estações de tratamento, aterros sanitários e pastagens na qualidade da água. As concentrações de coliformes termotolerantes nas bacias de drenagem ocupadas por estações de tratamento de esgoto foram de 1395 ± 574 UFC/100mL; e as de aterros sanitário, 1243 ± 494 UFC/100mL. Esses dois tipos de ocupação, em conjunto com as áreas de pastagem (534 ± 112 UFC/100mL), apresentaram contagens mais altas quando comparados com áreas florestadas (373 ± 87 UFC/100mL).

A legislação brasileira estipula que a concentração máxima permitida para rios de classe 2 é de 1×10^3 UFC/100mL para coliformes termotolerantes (BRASIL, 2005). Os dados obtidos para o rio Jacupiranga apresentaram valores acima do permitido em todas as estações amostrais, com exceção para estação 1, 8 e 9 em julho.

Segundo a série histórica de dados do posto JAPI 02100 (1997-2006), o valor médio de coliformes termotolerantes é de $4,7 \times 10^3$, variando de 0,5 a 50×10^3 UFC/100mL. Todos os meses de coleta (fev, abr, jun, ago, out, dez) referentes aos de 2001 a 2004 apresentaram valores acima de $1,3 \times 10^3$ UFC/100mL. No ano de 2007, os valores variaram de 0,8 a $4,9 \times 10^3$ UFC/100mL.

De acordo com os dados do último levantamento censitário do IBGE em 2000 (SEADE, 2010), na cidade de Jacupiranga, 84% das casas são atendidas pela rede coletora de esgoto, sendo 90% do coletado destinado à estação de tratamento. A maioria das casas da área urbana, localizadas nas margens do rio Jacupiranga, não estão ligadas a rede coletora, lançando seu esgoto diretamente no rio. No Baixo Jacupiranga, na zona rural, algumas casas ribeirinhas possuem fossas enquanto outras lançam seu esgoto diretamente no rio.

A rede coletora de esgoto deficiente, a baixa utilização de fossas sépticas na zona rural e criação de animais nas áreas marginais com a retirada das matas ciliares são os principais fatores responsáveis pelas altas quantidades de coliformes encontradas no rio Jacupiranga.

3.4.3.10. Clorofila

A concentração de clorofila no rio Jacupiranga (Figura 3.28) variou de 0,59 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3/out) a 73,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (5/out). O teste estatístico mostrou variabilidade espacial ($p=0,036$), com a estação 5 se diferenciando dos demais pontos de coleta. Essas maiores concentrações observadas no ponto 5, em julho e outubro, estão relacionadas ao local de coleta, uma vez que a amostragem foi realizada na zona de mistura do efluente da ETE com as águas do rio Jacupiranga.

Figura 3.28: Variação da concentração de clorofila da água do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.

Os rios Jacupiranguinha e Pariquera-Açu também apresentaram concentrações mais altas de clorofila nas estações de coleta localizadas após o lançamento da ETE de Cajati (3,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e Pariquera-Açu (12,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$), respectivamente (CALIJURI et al., 2008).

Os valores encontrados no rio Jacupiranga apresentaram variação sazonal significativa ($p=0,006$). Na maioria das estações amostrais, concentrações mais altas foram observadas em janeiro e julho (período de maior precipitação), e as menores, em abril e outubro (período de menor precipitação). Resultado similar foi encontrado por Lamparelli (2004) ao estudar 35 rios de diferentes regiões do Estado de São Paulo.

A partir dos resultados observados para o rio Jacupiranga, com relação a concentração de nitrogênio total Kjeldahl (0,28 a 9 mg.L^{-1}), ortofosfato (1,78 a 12,5 mg.L^{-1}), e nitrato (0,4 a 1,92 mg.L^{-1}), percebe-se que este apresentou, em toda sua extensão, condições para o aumento da biomassa algal. No entanto, acredita-se que a alta

turbulência e a elevada quantidade de material em suspensão registrada em suas águas, principalmente durante o período de maior precipitação, limitem as florações algais.

Segundo Lamparelli (2004), somente 6% dos rios estudados apresentaram concentrações de clorofila-a superiores a $10 \mu\text{g.L}^{-1}$. Na avaliação dos 527 dados provenientes desses rios, as concentrações variaram de 0,05 a $169,07 \mu\text{g.L}^{-1}$ (grandes florações de algas), com média de $3,62 \mu\text{g.L}^{-1}$.

As concentrações de sólidos suspensos mais elevadas, encontradas nos meses de janeiro e julho, podem impedir a passagem da radiação solar necessária para a sobrevivência da maioria das algas. Diante disso, acredita-se que a clorofila medida no rio Jacupiranga nestes períodos chuvosos não esteja relacionada somente à comunidade de algas, mas também ao material vegetal proveniente do escoamento superficial, com exceção à estação 5 que recebe o efluente da estação de tratamento de esgoto (a estação tem maior tempo de retenção hidráulica e altas concentrações de nutrientes).

3.4.3.11. Análise de Componentes Principais e Agrupamento

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada separadamente para cada mês de coleta. Para esta análise foram utilizados os dados de água: temperatura (TEMP), pH, alcalinidade (ALK), condutividade (COND), oxigênio dissolvido (OD), DBO5, nitrogênio total Kjeldahl (NT), nitrogênio amoniacal (NH_4), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), fósforo total (PT), ortofosfato (ORTO), turbidez (TURB), sólidos suspensos orgânicos (SSO) e inorgânicos (SSI), clorofila (CLORO), coliformes totais (COLITOTAL) e termotolerantes (COLITERMO) das 9 estações amostrais do rio Jacupiranga.

As variáveis selecionadas pela PCA foram utilizadas para análises de agrupamentos (*Cluster*), nas quais foram obtidos dendogramas de similaridade entre as estações amostrais de cada mês de amostragem.

Para a coleta de janeiro, a análise de componentes principais (PCA) apresentou até o segundo eixo 73,14% de explicação na variação do conjunto de dados. Os escores, das estações amostrais e das variáveis da PCA realizada para janeiro, estão plotados com relação ao eixo 1 (abscissas) e 2 (ordenadas) na Figura 3.29.

Figura 3.29: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em janeiro de 2007.

O eixo 1 apresentou explicação de 38,54%. Pode-se notar que pH, turbidez e coliformes termotolerantes posicionaram-se positivamente, enquanto temperatura, nitrato, nitrogênio total kjeldahl, nitrogênio amoniacal e as estações 7 (ponte) e do baixo Jacupiranga 8 e 9, negativamente. No eixo 2, que explicou 34,06% da variação, foram posicionados positivamente a alcalinidade, DBO₅, nitrito, sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e as estações 4 e 5; negativamente foram posicionados oxigênio dissolvido, ortofosfato, fósforo total e as estações 1, 2, 3, 6. A variável condutividade elétrica relacionou-se positivamente ao eixo 3.

A análise de agrupamento realizada para a coleta de janeiro distribuiu as estações amostrais em 5 grandes grupos na distância euclidiana de 0.29. (Figura 3.30).

Figura 3.30: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em janeiro de 2007.

O primeiro grupo foi formado pelas estações 7, 8 e 9, dispostas em dois grupamentos. Destaque para o grupamento formado pelas estações do Baixo Jacupiranga 8 e 9, que apresentaram menores concentrações de sólidos suspensos e turbidez, altas temperaturas (últimas estações a serem amostradas em janeiro), concentrações mais elevadas de nitrogênio amoniacal, proveniente do escoamento superficial das áreas de pastagem, e nitrato (somatória de todo escoamento da bacia mais os processos de decomposição da matéria orgânica). A estação 7, com valores próximos destas duas, apresentou o valor mais elevado de temperatura da água e a menor concentração de nitrato do grupo.

Outro grupo foi formado somente pela estação 6, localizada após a área urbana e plantações de banana, e dentro de uma propriedade rural de plantação de arroz e criação de gado. Essa estação sofre interferência da maioria das atividades antrópicas da sub-bacia. No mês de janeiro, nesta estação foram registrados a menor concentração de nitrito, alta concentração de oxigênio dissolvido e valores intermediários de nitrato, turbidez e coliformes totais (entre as estações de áreas de agricultura e urbana, e locais de pastagem).

As estações 1, 2 e 3 formam o terceiro grupo. As estações possuem altas concentrações de coliformes termotolerantes, e os valores mais elevados de formas fosfatadas e turbidez.

Os outros dois grupos foram formados apenas por uma estação: 4 e 5. Essas duas estações amostrais se correlacionam por possuírem as maiores concentrações de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos, nitrito e valores mais elevados de DBO₅ e coliformes termotolerantes. No entanto, a estação 5 apresentou concentrações mais elevadas destas variáveis, exceto a concentração de sólidos inorgânicos e por isso elas se separam. É importante lembrar o lançamento do efluente da ETE na estação 5, com altas concentrações de matéria orgânica, enquanto que a estação 4 sofre também a influência dos esgotos clandestinos lançados no perímetro urbano.

Em abril, a análise de componentes principais (PCA) apresentou até o segundo eixo 75,91% de explicação na variação do conjunto de dados. Os escores, das estações amostrais e das variáveis da PCA realizada para abril, estão plotados Figura 3.31.

Figura 3.31: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em abril de 2007.

Pode-se notar que alcalinidade, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl e amoniacal, turbidez, clorofila e as estações 7, 8 e 9 posicionaram-se positivamente ao eixo 1, enquanto que temperatura, oxigênio dissolvido e as estações 1, 2 e 3, negativamente. O eixo 1 apresentou explicação de 47,53%. No eixo 2, que explicou 28,38% da variação,

foram posicionados positivamente: pH, condutividade, formas fosfatadas, sólidos suspensos orgânicos e a estação 6, e negativamente: coliformes termotolerantes e as estações 4 e 5. A variável coliformes termotolerantes relacionou-se positivamente ao eixo 3.

A análise de agrupamento realizada para a coleta de abril distribuiu as estações amostrais em 5 grandes grupos na distância euclidiana de 0.23. (Figura 3.32).

Figura 3.32: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em abril de 2007.

Duas estações formaram grupos sozinhas, 1 e 6. A estação 1 foi a que mais se distanciou das demais, apresentando as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, sólidos suspensos orgânicos e a maior temperatura de todo o estudo em abril (último ponto a ser amostrado na coleta). Muito parecida com ela, em relação às maiores condutividades e formas fosfatadas, encontra-se a estação 6, no entanto, esta apresentou grande diferença da primeira, com a maior quantidade de coliformes termotolerantes registrada.

Ao mesmo tempo, a estação 1 se aproxima do grupo formado pelas estações 2 e 3 pelas baixas concentrações de nitrato, turbidez, clorofila e alta concentração de oxigênio dissolvido e temperaturas. Entretanto, o grupo das estações 2 e 3, possui os valores mais baixos de nitrato e turbidez encontrados neste estudo, enquanto a estação 1 apresenta a menor quantidade de coliformes termotolerantes em abril.

As estações 4 e 5 formam outro grupo, que está relacionado principalmente pelas altas concentrações de coliformes termotolerantes (maior do que em todas estações exceto a 6). Outras características são: concentrações intermediárias de sólidos suspensos

orgânicos, oxigênio dissolvido, nitrogênio total Kjeldahl e amoniacal, e menor condutividade elétrica.

O grupo formado pelas estações 7, 8 e 9 tem como característica: maiores valores de turbidez, nitrato, clorofila, nitrogênio total Kjeldahl e amoniacal. No entanto, há a separação interna porque as estações 8 e 9 possuem os valores mais altos de nitrato, turbidez e clorofila do estudo, enquanto a estação 7 possui a maior concentração de nitrogênio amoniacal.

Para a coleta de julho, a análise de componentes principais (PCA) apresentou até o segundo eixo 74,26% de explicação na variação do conjunto de dados. Os escores, das estações amostrais e das variáveis da PCA realizada para julho, estão plotados na Figura 3.33.

Figura 3.33: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em julho de 2007.

O eixo 1 apresentou explicação de 50,81% e pode-se notar que a DBO₅, nitrito, nitrogênio amoniacal, turbidez, sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e as estações 1, 2 e 4 posicionaram-se positivamente, enquanto que o ortofosfato e as estações 3, 6, 7, 8, e 9, negativamente. No eixo 2, que explicou 23,56% da variação, foram posicionados

positivamente o pH, alcalinidade, condutividade elétrica, nitrato e a estação 5 (depois do efluente da ETE). A variável temperatura relacionou-se positivamente ao eixo 3.

A análise de agrupamento realizada para a coleta de julho distribuiu as estações amostrais em 3 grandes grupos na distância euclidiana de 0.35. (Figura 3.34).

Figura 3.34: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em julho de 2007.

O primeiro grupo foi formado por 5 estações (3, 6, 7, 8 e 9) dispostas em dois grupamentos internos. Esse grupo tem como característica valores de DBO_5 e turbidez mais baixos, menores concentrações de nitrito, nitrato, sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e as mais altas concentrações de ortofosfato. No entanto, as estações do baixo Jacupiranga (8 e 9) possuem as concentrações mais baixas de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e alcalinidade da coleta de julho, e por isso se separam das outras três estações, que possuem as concentrações mais altas de oxigênio dissolvido.

O segundo grupo foi formado pelas estações 1, 2 e 4. Esse grupo tem como características valores mais altos de DBO_5 , nitrato (mas menores que da estação 5), turbidez, nitrito; valores intermediários de sólidos suspensos orgânicos; e baixa condutividade elétrica. No entanto, a estação 4 se separou das demais por possuir a maior turbidez, concentração de sólidos inorgânicos e nitrato do grupo, e a menor condutividade elétrica.

A estação 5, que recebe o lançamento do efluente da ETE, formou sozinha o terceiro grupo, possivelmente devido ao local de coleta (na zona de mistura). Apesar da DBO_5 , nitrogênio amoniacal e nitrito não terem sido selecionados pela PCA no mês de

julho, este ponto se separou dos demais (cluster) por apresentar as menores concentrações de oxigênio dissolvido e nitrato; e as maiores de sólidos suspensos orgânicos, condutividade elétrica, alcalinidade e pH.

Em outubro, a análise de componentes principais (PCA) apresentou até o segundo eixo 70,63% de explicação na variação do conjunto de dados. Os escores, das estações amostrais e das variáveis da PCA realizada para outubro, estão plotados Figura 3.35.

Figura 3.35: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados nas estações amostrais em outubro de 2007.

As variáveis oxigênio dissolvido, fósforo e nitrogênio total Kjeldahl, ortofosfato, e as estações 1, 2, 3 e 4 posicionaram-se positivamente ao eixo 1, enquanto que alcalinidade, nitrato, turbidez, sólidos suspensos inorgânicos, clorofila e as estações 5, 7, 8 e 9, negativamente. O eixo 1 apresentou explicação de 51,19%. No eixo 2, que explicou 19,44% da variação, foram posicionados positivamente: pH, condutividade, DBO₅ e a estação 6. As variáveis nitrogênio amoniacal e sólidos suspensos orgânicos relacionaram-se positivamente ao eixo 3.

A análise de agrupamento realizada para a coleta de outubro distribuiu as estações amostrais em 5 grandes grupos na distância euclidiana de 0.27. (Figura 3.36).

Figura 3.36: Análise de agrupamento das diferentes estações amostrais para as variáveis selecionadas na PCA em outubro de 2007.

A estação 5, com sua maior concentração de sólidos suspensos orgânicos, nitrogênio amoniacal e nitrito, e baixos valores de alcalinidade e oxigênio dissolvido, novamente formou um grupo isolado.

As estações 1, 3 e 4, separaram-se das demais por apresentarem os menores valores de turbidez, as menores concentrações de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos, e elevadas concentrações das formas fosfatadas. No entanto, por possuir concentrações mais altas das formas fosfatadas e nitrogênio total Kjeldahl do grupo, a estação 3 acabou sendo separada internamente.

Outros dois grupos foram formados por apenas uma estação cada. A estação 2 e 6 apresentam baixas concentrações de turbidez, sólidos suspensos inorgânicos e altas concentrações de sólidos orgânicos e condutividade elétrica. No entanto, foi registrado na estação 2, a maior concentração de ortofosfato e condutividade elétrica da coleta de outubro, enquanto a estação 6 apresentou valor bem maior de DBO_5 , formando assim dois grupos distintos.

O último grupo foi formado novamente pelas estações 7, 8 e 9 que, durante o período de estiagem, apresentaram os maiores valores de turbidez, sólidos suspensos orgânicos (mas menor que a estação da ETE) e inorgânicos, e nitrato. No mês de outubro, especificamente, essas estações também apresentaram baixas concentrações de oxigênio dissolvido e maiores concentrações de clorofila. A estação 9, por possuir a maior concentração de nitrato e clorofila da coleta de outubro acabou se separando internamente das outras duas.

3.4.4. Variáveis físicas, químicas e biológicas do sedimento

Na análise de variância multivariada (MANOVA) realizada sobre a matriz composta por dados dos 4 meses de coleta, 6 variáveis do sedimento (nitrogênio total Kjeldahl, fósforo total, matéria orgânica, pedregulho, areia e sedimentos finos) e 9 estações amostrais do rio Jacupiranga, testou-se a variabilidade entre os meses de amostragem.

Os dados obtidos para a composição do sedimento não apresentaram variação entre os meses de amostragem ($p > 0,05$). No entanto, para algumas variáveis foi possível observar diferença significativa entre as estações amostrais ($p < 0,05$). Para estas variáveis foi realizado um pós-teste, o teste de Tukey, para se verificar diferenças significativas entre as estações amostrais.

3.4.4.1. Granulometria

Os dados de granulometria do sedimento do rio Jacupiranga dos meses de amostragem estão representados na Figura 3.37. As frações do sedimento foram divididas em pedregulho ($> 2,00\text{mm}$), areia ($0,06 - 2,00\text{mm}$) e sedimentos finos ($< 0,060\text{mm}$).

Figura 3.37: Porcentagem das frações granulométricas do sedimento nas estações amostrais do rio Jacupiranga em janeiro, abril, julho e outubro de 2007. Não foi possível coletar o sedimento na estação 9 em janeiro (profundidade maior que 4m).

De acordo com os dados de granulometria, foi possível observar que o sedimento do rio Jacupiranga é composto principalmente por areia. A fração arenosa foi predominante em quase todas as estações amostrais nas quatro coletas, exceto no ponto 4 em abril, julho e outubro, em que a maior porcentagem foi de pedregulho.

O sedimento das estações amostrais 2, 7, 8 e 9 apresentaram porcentagem de pedregulho inferior a 1% em todos os meses de coleta. Com relação aos sedimentos finos (silte e argila), a porcentagem não ultrapassou 13%.

O teste estatístico realizado para cada fração granulométrica indicou diferença significativa entre as estações para pedregulho e areia ($p < 0,05$). As estações 1 e 4 se diferenciam estatisticamente das demais devido a sua maior fração de pedregulho, em média 30% e 60% respectivamente.

A estação amostral 7, localizada embaixo da ponte que liga Jacupiranga a Registro, foi a única a apresentar frações de sedimento finos em todas as coletas. As porcentagens variaram de 7 a 12%, e esta estação diferenciou-se significativamente das estações amostrais 1, 2, 4 e 6, que apresentaram as menores porcentagens para esta fração (<5%).

Nos rios Canha (FERRAZ, 2008) e Pariquera-Açu (2010), observou-se predominância da fração grossa (pedregulho e cascalho) nas estações mais próximas à nascente e sedimentos mais finos a jusante. O sedimento desses dois rios apresentou variação temporal, com maior porcentagem de sedimentos finos no período de menor vazão.

Não foi possível perceber variação temporal nas frações granulométricas do sedimento do rio Jacupiranga, assim como não foi encontrado no rio Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006). No rio Jacupiranga, deve-se ressaltar a presença da draga de extração de areia que altera a estrutura do sedimento e promove ressuspensão dos sedimentos finos.

As maiores porcentagens de sedimentos finos, de uma forma geral, foram observadas nas estações de coleta localizadas dentro da cidade (3), depois do efluente da ETE (5), e debaixo da ponte (7) e no baixo Jacupiranga (8).

3.4.4.2. Matéria orgânica

A porcentagem de matéria orgânica do sedimento durante o período de estudo pode ser visualizada na Figura 3.38.

Figura 3.38: Variação da porcentagem de matéria orgânica no sedimento do rio Jacupiranga durante o período de estudo de 2007.

Os dados de porcentagem de matéria orgânica no sedimento do rio Jacupiranga não apresentaram variação entre os meses de coleta ($p < 0,00$). Os valores encontrados variaram de 0,4 (4/jan) a 5,7% (8/jan).

De acordo com análise estatística ANOVA, as porcentagens de matéria orgânica encontradas foram significativamente diferentes entre as estações amostrais. Quando o teste de Tukey foi realizado, os pontos de coleta 3, 7 e 8 não apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,00$) entre si. No entanto, foram diferentes quando comparados com as outras estações.

Para a representação gráfica dos pontos 1, 3 e 5 de outubro de 2007, foi utilizada a concentração média das 3 amostragens (Tabela 3.5).

Tabela 3.5: Porcentagens de matéria orgânica do sedimento nas três amostragens (A, B e C) realizadas nos pontos de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.

Estações	A	B	C	Média	Desvio Padrão
1	1,425	1,080	1,173	1,226	0,179
3	3,018	1,001	0,972	1,664	1,173
5	1,469	1,309	0,981	1,253	0,249

De acordo com o teor de matéria orgânica que o sedimento contém, ele pode ser considerado como orgânico ou inorgânico/mineral. Durante o período de estudo, o sedimento apresentou porcentagem de matéria orgânica inferior a 10% (entre 0,3 e 5,7%) em todas as coletas, sendo caracterizado assim como mineral. Os rios Canha, Pariquera-Açu e Jacupiranguinha, localizados no Vale do Ribeira (CUNHA et al., 2009), e os rios da

região do PETAR, no Alto Ribeira de Iguape (COTTA, 2003), também apresentam sedimentos minerais.

A porcentagem de matéria orgânica encontrada no sedimento do rio Jacupiranga possivelmente está relacionada à baixa contribuição do material vegetal das áreas marginais, uma vez que grandes porções do rio apresentam ausência de mata ciliar; e às próprias características físicas da área de estudo, por exemplo velocidade das águas, que não permitem o acúmulo de matéria orgânica ao longo do leito do rio.

As altas concentrações de oxigênio dissolvido nas águas do rio Jacupiranga também podem ser responsáveis pelos valores encontrados. Para Margalef (1983), a fração de matéria orgânica no sedimento depende da rapidez de sua decomposição, que por sua vez está associada a vários fatores, principalmente à disponibilidade de oxigênio.

Assim como já citado para os dados de granulometria, outro fator que deve ser levado em consideração são as barcas para extração de areia que sobem e descem o rio Jacupiranga, modificando a estrutura do sedimento e promovendo ressuspensão do material sedimentado.

Resultado semelhante foi encontrado por Bubel (1998) ao estudar o rio Peixe. A autora ressaltou a influência da ausência de matas ciliares, das características geomorfológicas da região e do constante trabalho dos portos de areia nas baixas porcentagens de matéria orgânica encontrada ($< 3,1\%$).

As maiores porcentagens de matéria orgânica foram encontradas nas estações 3, 5, 7 e 8, assim como observou-se para a fração de sedimentos finos.

A estação amostral 3 está localizada dentro do município de Jacupiranga e sofre influência direta dos lançamentos clandestinos de esgoto da área urbana e da poluição difusa proveniente do escoamento superficial de áreas de pastos a montante, contribuintes ricos em matéria orgânica e nutrientes. A estação amostral 5 recebe o efluente da ETE e possui resquícios de vegetação ciliar na margem direita, e mata ciliar preservada na margem esquerda.

A contribuição da vegetação ciliar foi verificada por Cunha et al. (2009) nos rios Pariquera-Açu e Canha. Teores mais altos de matéria orgânica foram encontrados nas estações localizadas em áreas de nascentes. Os autores associaram os valores à presença de mata ciliar (decomposição de folhas e galhos), já que essa região dos rios é bastante preservada.

No rio Mogi-Guaçu, os valores de matéria orgânica variaram de 0,9% a 48%. (BRIGANTE et al., 2003). Segundo os autores, porcentagens mais altas foram observadas em regiões com presença de gramíneas e macrófitas.

Cotta (2003), ao estudar os rios da região do PETAR (Alto Ribeira de Iguape), verificou a influência dos efluentes domésticos brutos na porcentagem de matéria orgânica, obtendo valores mais altos nos rios que recebem esgoto doméstico.

Os valores encontrados na estação 7 devem estar relacionados tanto com a vegetação ciliar quanto com o material dos pastos e da estrada (BR-116) carregados pelas águas pluviais. Além disso, é importante ressaltar o lançamento de esgoto bruto a montante desta estação.

A estação amostral 8 apresentou as maiores porcentagens de matéria orgânica nas coletas de janeiro, abril e julho (4,7 a 5,7%). Pode-se dizer que o aporte de material orgânico dos pastos e a entrada de efluentes clandestinos da população ribeirinha foram responsáveis pelos valores encontrados.

3.4.4.3. Nutrientes

Na maioria dos ecossistemas aquáticos continentais, o compartimento sedimento é o que apresenta maior concentração de nutrientes, funcionando como reservatório para os demais compartimentos. A dinâmica dos nutrientes acumulados ocorre em função de fatores relacionados ao sedimento, dentre os quais se pode citar o tamanho das partículas, quantidade de sítios disponíveis para adsorção e presença de metais, as características da água intersticial e hidrodinâmica do local (PALMER-FELGATE et al., 2009; WETZEL, 2001).

- Fósforo Total

A concentração de fósforo total do sedimento do rio Jacupiranga (Figura 3.39) não apresentou padrão de variação entre os meses de coleta nem entre as estações amostrais ($p > 0,05$). No entanto, apesar não ter sido observada diferença estatística entre as estações amostrais, as concentrações encontradas apresentaram tendência de aumento nas estações amostrais localizadas dentro cidade (3), após o efluente da ETE (5), embaixo da ponte da Régis Bittencourt (7) e no meio de propriedades marginais (8). Esses locais de coleta também foram os que apresentaram maiores porcentagens de sedimentos finos e matéria orgânica.

Figura 3.39: Variação das concentrações de fósforo total do sedimento do rio Jacupiranga durante o período de estudo em 2007.

As concentrações de fósforo total no sedimento do rio Jacupiranga variaram de 0,49 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (2 e 4/abr) a 1,25 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (8/jul). Para a representação gráfica dos pontos 1, 3 e 5 de outubro de 2007 foi utilizada a concentração média das 3 amostragens (Tabela 3.6).

Tabela 3.6: Concentrações de fósforo total do sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas três amostragens (A, B e C) realizadas nos pontos de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.

Estações	A	B	C	Média	Desvio Padrão
1	0,46	0,37	0,52	0,45	0,08
3	0,83	0,55	0,31	0,56	0,26
5	0,93	0,61	0,47	0,67	0,24

As menores concentrações de fósforo total foram verificadas no rio Guaraú (A) exceto em janeiro. Valores mais baixos desta variável na água também foram observados nesta estação, que não sofre os impactos do efluente da Bunge.

Além da influência contínua do efluente industrial da Bunge, o tipo de uso e ocupação da sub-bacia influenciou nas concentrações de fósforo total do sedimento: a) presença da cidade – escoamento superficial e lançamento de esgoto *in natura*; b) estação de tratamento de esgoto com efluente rico em nutrientes; c) zona rural - escoamento superficial com carreamento de fertilizantes das plantações e material fecal da criação de bovinos e bufalinos, e lançamentos de esgoto *in natura*; d) presença/ausência de matas ciliares. A influência dessas atividades também pôde ser constatada nas variáveis da água, conforme mencionado anteriormente.

A importância da contribuição de efluentes de estação de tratamento de esgoto e do escoamento superficial de áreas urbanas na concentração de fósforo total no sedimento foi observada por Owens e Walling (2002) ao estudarem os rios ingleses Swale, Aire e Calder. Já a contribuição do escoamento superficial em áreas de agricultura e pastagem foi verificada por Palmer-Felgate et al. (2009) nas bacias de Welland, Avon e Wye na Inglaterra. Estes autores analisaram o sedimento de diferentes estações amostrais ao longo dos rios e perceberam que maiores concentrações foram encontradas após práticas agrícolas intensivas (denominadas estações impactadas). As concentrações variaram de $155 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação controle) a $2678 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação impactada).

O rio Jacupiranga, assim como observado para a concentração das formas fosfatadas na água, também apresentou maiores concentrações de fósforo total do sedimento quando comparado aos rios Canha - $0,01$ a $0,36 \mu\text{g.g}^{-1}$ (BOTTINO, 2008) e Pariquera-Açu - $0,01$ a $0,35 \mu\text{g.g}^{-1}$ (MOCCELLIN, 2010). Nestes dois rios, concentrações mais altas foram observadas nas estações localizadas próximas ao perímetro urbano.

O rio Jacupiranguinha, que recebe diretamente o efluente da Bunge e da ETE de Cajati, quando estudado por Moccellini (2006), apresentou concentrações maiores de fósforo total no sedimento. Os valores variaram de $0,10$ (nascente) a $10,5 \mu\text{g.g}^{-1}$ (após o lançamento do efluente industrial).

No entanto, os rios do Baixo Ribeira apresentaram concentrações bem menores que Bubel (1998) encontrou no rio Peixe ($0,68$ a $25,5 \mu\text{g.g}^{-1}$); Brigante et al. (2003) no rio Mogi-Guaçu (90 a $960 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Novelli (2005) no rio Monjolinho ($58,8$ a $998,7 \mu\text{g.g}^{-1}$).

No estudo desenvolvido na Nova Zelândia em uma bacia de pastoreio de gado leiteiro, as concentrações variaram de 921 a $2738 \mu\text{g.g}^{-1}$ (MCDOWELL e WILCOCK, 2007). Nos rios do estado de Illinois, os valores variaram de 120 a $2340 \mu\text{g.g}^{-1}$, com maiores concentrações sendo encontrados nos pontos de coleta próximos aos grandes centros urbanos, com grande presença de indústrias e lançamento de esgotos (MCDANIEL e DAVID, 2009).

Apesar das sub-bacias do Vale do Ribeira terem como uso do solo práticas agrícolas, cidades e algumas indústrias, assim como as bacias supracitadas, as atividades e os conseqüentes impactos acontecem em menor escala, devido à baixa densidade demográfica, industrialização e atividades agrícolas intensivas.

Outro fator que deve ser levado em consideração é a composição do sedimento. Os rios estudados do Baixo Ribeira possuem sedimento mineral, com porcentagem de matéria orgânica inferior a $6,8\%$ (FERRAZ, 2008; MOCCELLIN 2006; 2010). O tamanho das partículas do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica estão diretamente relacionados à capacidade de adsorver poluentes e nutrientes. As frações mais finas (silte

e argila) possuem maior superfície de contato e, portanto, maior capacidade de ligação (BURTON, 2002). O estudo desenvolvido por McDaniel e David (2007) exemplifica essa relação, com maiores concentrações de fósforo total nos locais com maiores concentrações de matéria orgânica e sedimentos finos.

O rio Jacupiranga apresentou sedimento arenoso, com baixíssimas porcentagens de sedimentos finos (<12%) e matéria orgânica (<5,7%). Apesar das altas concentrações de fósforo total nas águas, o sedimento que é mineral, arenoso e com baixas porcentagens de sedimentos finos tem menor superfície de contato para adsorção de fosfato, e conseqüentemente apresenta concentrações menores.

O fósforo total do sedimento apresentou correlação positiva com a matéria orgânica ($r = 0,724$) e com os sedimentos finos ($r = 0,642$), mostrando que a variação de fósforo total no sedimento, neste estudo, pode ser explicada pela porcentagem de matéria orgânica e sedimentos finos.

A presença de metais no sedimento também pode estar relacionada aos valores encontrados. Os metais podem ter reagido com o fósforo formando complexos e tornando-os insolúveis. Cunha et al (2009), ao estudar a concentração de metais pesados no rio Jacupiranga em janeiro de 2007, verificaram valores elevados de manganês (39 a 290mg.kg⁻¹) e cobre (0,4 a 10mg.kg⁻¹), mas dentro dos limites estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME (1995). Neste estudo, as estações de coleta com maior concentração de cobre e manganês, em geral, também apresentaram menores concentrações de fósforo no sedimento.

- Nitrogênio Total

As concentrações de nitrogênio total do sedimento do rio Jacupiranga (Figura 3.41) variaram de 0,02 mg.g⁻¹ (4/jul) a 0,64 mg.g⁻¹ (8/jul).

Figura 3.40: Variação das concentrações de nitrogênio total do sedimento durante o período de coleta em 2007 no rio Jacupiranga.

Para a representação gráfica dos pontos 1, 3 e 5 de outubro de 2007, foi utilizada a concentração média das 3 amostragens (Tabela 3.7).

Tabela 3.7: Concentrações de nitrogênio total do sedimento (mg.g^{-1}) nas três amostragens (A, B, C) realizadas nas estações de coleta 1, 3 e 5 em outubro de 2007 e suas respectivas médias e desvios padrões.

Estações	A	B	C	Média	Desvio Padrão
1	0,13	0,06	0,08	0,09	0,04
3	0,36	0,10	0,06	0,17	0,17
5	0,27	0,12	0,08	0,15	0,10

As concentrações encontradas não apresentaram diferença estatística entre os meses de coleta ($p > 0,05$) e nem entre as estações amostrais. No entanto, pôde se perceber, em alguns meses de coleta, aumento das concentrações nas estações localizadas dentro da cidade (3), após o efluente da ETE (5), embaixo da ponte de Régis-Bittencourt (7) e entre propriedades marginais (8), assim como observado para a variável fósforo total e matéria orgânica no sedimento.

Apesar dos picos de concentração de nitrogênio total Kjeldahl observados na água e no sedimento, quando as concentrações do rio Jacupiranga são comparadas às dos outros rios da região, o intervalo de valores observado é semelhante.

No rio Pariquera-Açu e Jacupiranguinha, assim como observado para o rio Jacupiranga, houve aumento da concentração de nitrogênio total do sedimento após a entrada do efluente da ETE. No caso do rio Pariquera-Açu também merecem destaque as maiores concentrações observadas nas estações situadas próximas às áreas rurais de

plantação de banana e criação de bovinos, mostrando a contribuição do escoamento superficial para os valores encontrados (CUNHA et al, 2009).

Assim como já citado para o fósforo total, o tamanho das partículas do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica devem estar relacionados com as concentrações de nitrogênio encontradas no sedimento do rio Jacupiranga (capacidade de adsorver poluentes). A análise de Pearson mostrou que a concentração de nitrogênio total do sedimento possui correlação positiva com a matéria orgânica ($r = 0,70$) e com a fração de sedimentos finos ($r=0,685$).

Sendo assim, acredita-se que as menores concentrações de nutrientes encontradas no sedimento do rio Jacupiranga possam estar relacionadas à sua composição granulométrica com predominância de areia (baixa capacidade de adsorção) e baixa porcentagem de matéria orgânica. Em geral, as estações com maior porcentagem de matéria orgânica no sedimento (3, 5, 7 e 8) também apresentaram maiores concentrações de fósforo total e nitrogênio total. Nestas estações foram observadas, em sua maioria, porcentagens mais elevadas de sedimentos finos.

Campagna (2005), ao estudar o rio Monjolinho (São Carlos), também observou essa correlação negativa da fração arenosa do sedimento com as concentrações de matéria orgânica (<10%) e nutrientes.

Quando a análise de correlação de Pearson foi realizada para as variáveis da água e do sedimento, observou-se correlação positiva significativa entre os dados de condutividade elétrica e nitrogênio do sedimento ($r = 0,335$); nitrogênio total da água e matéria orgânica do sedimento ($r = 0,516$) e nitrogênio total da água e sedimentos finos ($r=0,422$).

3.4.4.4. Análise de Componentes Principais

Como não foi possível verificar diferença significativa entre os períodos de amostragem, a análise de componentes principais do sedimento foi realizada utilizando todo o conjunto de dados, ou seja, todas as variáveis do sedimento do rio Jacupiranga em todas as coletas: nitrogênio e fósforo total do sedimento, matéria orgânica e frações granulométricas (pedregulho, areia e sedimentos finos).

A análise de componentes principais (PCA) apresentou até o segundo eixo, 84,78% de explicação na variação do conjunto de dados. Os escores, das estações amostrais e das variáveis da PCA, estão plotados com relação ao eixo 1 (abscissas) e 2 (ordenadas) na Figura 3.41.

Figura 3.41: Representação fatorial dos eixos 1 e 2 da análise de componentes principais aplicada ao conjunto de dados do sedimento nas estações amostrais de 2007.

O eixo 1 apresentou explicação de 59,17%. Pode-se notar que nitrogênio total, fósforo total, matéria orgânica, sedimentos finos e principalmente as estações 3 (dentro da cidade, com lançamento clandestino), 5 (depois do efluente da ETE), 7 (matas ciliares com decomposição de galhos e folhas) e 8 (no meio de pastos com búfalos que pisoteiam a área além dos dejetos) posicionaram-se positivamente.

A fração pedregulho do sedimento e as estações 1 e 4, por sua vez, posicionaram-se negativamente. Como já discutido, essas estações apresentaram em todas as coletas, porcentagens de pedregulho superior a 30%. No ponto 4, esse valor chegou a 65%.

O eixo 2 explicou 25,65% da variação, com a fração areia e, principalmente, as estações 2, 6 e 9 sendo posicionadas positivamente. As estações 1, 3 e 4 apresentaram porcentagens de pedregulho em algum ou todos os períodos de coleta, já as estações 2, 6 e 9 apresentaram porcentagens de areia em todos ou na maioria dos períodos de coletas. As estações 7 e 8 também apresentaram altas porcentagens de fração arenosa, no entanto, estiveram mais separadas devido à contribuição dos sedimentos finos, matéria orgânica, nitrogênio e fósforo total.

3.4.4.5. Macroinvertebrados bentônicos

Como já foi mencionado anteriormente, a coleta de macroinvertebrados bentônicos ocorreu no mês de outubro nas estações amostrais 1 (após a junção do rio Guaraú e Jacupiranguinha), 3 (dentro do perímetro urbano de Jacupiranga) e 5 (após o lançamento do efluente da ETE).

A comunidade de macroinvertebrados no rio Jacupiranga foi representada pelos filos Annelida, Arthropoda, Mollusca, Nematoda e Platyhelminthes, grupos taxonômicos que, segundo Ribeiro e Uieda (2005), são comumente citados como representantes da comunidade lótica bentônica.

Durante o estudo foram identificados 6.144 espécimes distribuídos em 20 *taxa*. A classe Insecta foi a que apresentou o maior número de *taxa* com representantes das ordens Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera. A ordem Diptera foi a que apresentou maior diversidade com 5 famílias (Tabela 3.8).

Tabela 3.8: *Taxa* identificados no sedimento do rio Jacupiranga na coleta realizada em outubro de 2007.

FILO	SUBFILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA
ANNELIDA		HIRUDINEA		Glossiphoniidae
		OLIGOCHAETA		Tubificidae
ARTHROPODA		INSECTA	Coleoptera	Elmidae Hydrophilidae
			Diptera	Chironomidae Ceratopogonidae Tipulidae Psychodidae Culicidae
			Ephemeroptera	Baetidae Tricorythidae
			Odonata	Dictyodidae Gomphidae
			Trichoptera	Hydropsychidae Hydrobiosidae
	CRUSTACEA	MALACOSTRACA	Decapoda	Palaemonidae
MOLLUSCA		BIVALVIA	Veneroida	Corbiculidae
		GASTROPODA	Pulmonata	Physidae
NEMATHELMINTHES		NEMATODA		
PLATYHELMINTHES		TURBELLARIA	Tricladia	Planariidae

Os organismos bentônicos foram dominados no rio Jacupiranga pelos insetos que representaram 55,3% do total. A classe Oligochaeta contribuiu com 37,4%, enquanto que Bivalvia e Gastropoda com 3,6% e 3,5%, respectivamente. As demais classes juntas contribuíram com menos de 0,21% do total. Segundo Hynes (1970), em ambientes lóticos, os insetos constituem a maior parte dos macroinvertebrados bentônicos, assim como observado no rio Jacupiranga.

Dentre a classe Insecta, a maior contribuição ocorreu por parte da Ordem Diptera, mais especificamente da família Chironomidae com 93,2% dos insetos coletados. Já as classes Oligochaeta, Bivalvia e Gastropoda foram representadas por somente uma família cada: Tubificidae, Corbiculidae e Physidae, respectivamente.

Callisto et al. (2001), Carvalho e Uieda (2004), ao estudarem ambientes lóticos em Minas Gerais e São Paulo respectivamente, também observaram a elevada representatividade dos insetos nas águas dos rios, sendo Chironomidae a família mais representativa. Segundo Trivinho-Strixino e Strixino (2005), essa família é considerada uma das mais abundantes em água doce, podendo colonizar regiões tanto preservadas como poluídas, devido à diversidade de espécies com diferentes exigências ambientais.

Os oligoquetas, por sua vez, principalmente os da família Tubificidae, são considerados organismos tolerantes ou resistentes. Eles possuem hemoglobina como pigmento respiratório para captação de oxigênio, o que permite que suportem baixas concentrações de oxigênio, podendo ser encontrados em ambientes poluídos (CUMMINS, 1975). De acordo com Brinkhurst e Marchese (1991), estes organismos geralmente são encontrados em grandes densidades em sedimentos organicamente enriquecidos de ambientes lóticos e lênticos. A abundância de diferentes espécies desse grupo pode ser uma boa indicação da existência de poluição na água (MORENO e CALLISTO, 2005).

Da mesma forma que os quironomídeos e os oligoquetas são conhecidos por conseguirem sobreviver em ambientes poluídos, todos os Plecoptera, alguns Ephemeroptera, Trichoptera e Coleoptera (EPTC) são conhecidos por habitarem ambientes com altas concentrações de oxigênio e de correnteza (BUSS et al., 2002; ROSENBERG e RESH, 1993).

De acordo com Callisto et al. (2001), em um estudo deve-se observar não somente a presença de indivíduos pertencentes às ordens EPT, mas principalmente sua abundância na estrutura da comunidade macrobentônica. Estas três ordens citadas e a Ordem Coleoptera são utilizadas para calcular o índice EPTC (%), o qual apresenta como resposta, diminuição de seu valor na presença de distúrbios antrópicos. No rio Jacupiranga o valor encontrado para este índice foi de 9,1%.

Buss et al. (2002), Moreno e Callisto (2005) e Heatherly et al. (2007), ao estudarem os impactos do uso e ocupação do solo na comunidade bentônica, observaram predomínio de Chironomidae e Oligochaeta em ambientes mais urbanizados ou degradados por efluente doméstico/industrial e com ausência de matas ciliares. Por outro lado, Heatherly et al. (2007) observaram maiores porcentagens de organismos EPTC nos rios de bacias mais preservadas.

Ao se considerar o número total de espécimes coletados por estação amostral, o maior valor encontrado foi na estação 5 com 57,5% do total de organismos, seguida pela estação 1 (28,5%) e estação 3 (14%). O número de organismos coletados e a riqueza por estação amostral estão representados na Tabela 3.9.

Na estação amostral 1 foram encontrados 1752 organismos distribuídos em 10 *taxa* sendo a Família Chironomidae (Insecta - Diptera) considerada abundante e dominante, contribuindo com 84,1% do número total coletado. As famílias Corbiculidae (8,2%), Hydrobiosidae (3,4%) e Baetidae (2,7%) também foram representativas enquanto que as demais contribuíram com menos de 1% cada.

A estação 3 apresentou 861 organismos distribuídos em 14 *taxa*. As famílias Tubificidae (35,5%), Physidae (25,1%), Chironomidae (23,8%) e Corbiculidae (9,2%) foram abundantes. A família Tipulidae contribuiu com 2,9% do total de organismos e as outras com menos de 1% do total.

A densidade de organismos amostrados na estação 5 foi mais elevada, 3531 organismos distribuídos em 7 *taxa*. A família Tubificidae (56,3%) foi considerada abundante e dominante, e a família Chironomidae (42,1%), abundante. A família Ceratopogonidae contribuiu com 1,4%, enquanto as demais famílias foram representadas por menos de 4 indivíduos, com contribuição inferior a 0,11% do total.

Tabela 3.9: Total de organismos e riqueza por estação amostral (1, 3 e 5) no rio Jacupiranga em outubro de 2007.

CLASSE	ORDEM	FAMILIA	Estação 1	Estação 3	Estação 5	TOTAL
HIRUDINEA		Glossiphoniidae			1	1
OLIGOCHAETA		Tubificidae	3	306	1987	2296
INSECTA	COLEOPTERA	Hydrophilidae	17			17
		Elmidae	2	1		3
	DIPTERA	Chironomidae	1474	205	1487	3166
		Ceratopogonidae		1	50	51
		Tipulidae		25		25
		Psychodidae		7	1	8
		Culicidae	1			1
	EPHEMEROPTERA	Baetidae	47	4	1	52
		Tricorythidae	4			4
	ODONATA	Dicteriadidae		3		3
		Gomphidae	1			1
	TRICHOPTERA	Hydropsychidae		1		1
		Hydrobiosidae	60	8		68
MALACOSTRACA	DECAPODA	Palaemonidae		2		2
BIVALVIA	VENEROIDA	Corbiculidae	143	79		222
GASTROPODA	PULMONATA	Physidae		216		216
NEMATODA					4	4
TURBELLARIA	TRICLADIA	Planariidae		3		3
Densidade total			1752	861	3531	6144
Riqueza			10	14	7	20

A abundância relativa de cada táxon nas estações amostrais pode ser verificada na Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Abundância relativa (%) por unidade taxonômica da coleta de outubro de 2007.

	Estação 1	Estação 3	Estação 5	TOTAL
Glossiphoniidae			0,03	0,02
Tubificidae	0,17	35,54	56,27	37,37
Hydrophilidae	0,97			0,28
Elmidae	0,11	0,12		0,05
Chironomidae	84,13	23,81	42,11	51,53
Ceratopogonidae		0,12	1,42	0,83
Tipulidae		2,90		0,41
Psychodidae		0,81	0,03	0,13
Culicidae	0,06			0,02
Baetidae	2,68	0,46	0,03	0,85
Tricorythidae	0,23			0,07
Dicteriadidae		0,35		0,05
Gomphidae	0,06			0,02
Hydropsychidae		0,12		0,02
Hydrobiosidae	3,42	0,93		1,11
Palaemonidae		0,23		0,03
Corbiculidae	8,16	9,18		3,61
Physidae		25,09		3,52
Nematoda			0,11	0,07
Planariidae		0,35		0,05

Os Índices diversidade de Shannon e de Riqueza de *taxa* referentes à coleta de outubro de 2007 podem ser visualizados na Figura 3.42. No rio Jacupiranga, a maior diversidade e riqueza de *taxa* foram observados na estação amostral 3. O índice de diversidade foi de 2.25 bits.org⁻¹ e foram encontrados indivíduos pertencentes a 14 *taxa*. O menor índice foi registrado na estação amostral 1 (0,92 bits.org⁻¹) e a menor riqueza, na estação 5 (7 *taxa*).

Figura 3.42: Valores dos índices de diversidade de Shannon e de Riqueza de *taxa* nas estações amostrais 1, 3 e 5 no rio Jacupiranga em outubro de 2007.

Os parâmetros físicos e químicos da água e do sedimento nas estações amostrais 1, 3 e 5 de outubro de 2007 estão representados na Tabela 3.11. Nesta coleta, a altura da coluna de água nessas estações foi inferior a 1 metro.

Tabela 3.11: Resumo sistemático dos valores das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento nas estações amostrais 1, 3 e 5.

Variáveis	Unidades	estação 1	estação 3	estação 5
ÁGUA				
Temperatura da água	° C	24,7	24,4	23,9
pH		6,7	7,0	7,1
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	8,2	7,8	7,3
DBO ₅	mg.L ⁻¹	0,7	0,55	6,85
Turbidez	UTN	4,1	5,8	12,8
Condutividade	µS.cm ⁻¹	188	252,9	217,7
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	7,7	11,0	8,8
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	6,4	11,7	5,8
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg.L ⁻¹	1,3	1,6	1,2
Nitrogênio Amoniacal	mg.L ⁻¹	0,7	0,67	1,12
Nitrato	mg.L ⁻¹	0,41	0,45	0,46
Nitrito	µg.L ⁻¹	5,3	1,3	6,2
Clorofila	µg.L ⁻¹	1,2	0,3	73,1
Sólidos Susp. Inorgânicos	mg.L ⁻¹	2,1	2,4	12,1
Sólidos Susp. Orgânicos	mg.L ⁻¹	2,9	3,4	18,7
SEDIMENTO				
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg.g ⁻¹	0,09	0,17	0,15
Fósforo Total	µg.g ⁻¹	0,45	0,56	0,67
Matéria orgânica	%	1,2	1,7	1,3
Pedregulho	%	36,6	43,4	3,2
Areia	%	62,5	56,1	94,4
Sedimentos finos	%	0,9	0,5	1,9

As maiores diversidade e riqueza observadas na estação amostral 3 podem estar relacionadas à composição do sedimento com maior porcentagem de pedregulho. De acordo com Kikuchi e Uieda (2005), dentre os substratos comumente colonizados por macroinvertebrados, as pedras constituem o substrato com maior diversidade de organismos.

Segundo Cook (1976), a resposta de uma comunidade ao aumento da poluição nem sempre é linear, de forma que existem evidências que poluições moderadas podem aumentar a abundância sem excluir as espécies, e tem como resultado aumento do valor do índice de diversidade. Com relação ao índice EPTC, a estação 3 apresentou baixa porcentagem, 1,6%, evidenciando a pequena participação desses organismos indicadores de águas limpas.

Na estação amostral 5, onde foram registrados maiores valores de DBO₅, turbidez, concentração de sólidos suspensos, nitrogênio amoniacal, nitrito e porcentagem de areia e

sedimentos finos, foi observada a menor riqueza de *taxa*. Nesta estação, as famílias Tubificidae e Chironomidae foram dominantes e representaram 98,4% dos espécimes coletados. Os organismos EPTC contribuíram com 0,03% do total, o menor valor dentre as três estações amostrais.

A predominância de organismos das famílias Tubificidae e Chironomidae também foi observada por Fonseca-Gessner e Guerreschi (2000), e Brigante et al., (2003), ao estudarem a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em 3 córregos da Estação Ecológica de Jataí (SP) e no rio Mogi-Guaçu (SP), respectivamente. Segundo Fonseca-Gessner e Guerreschi (2000), a elevada participação desses grupos indica que pode estar ocorrendo no local elevado aporte de matéria orgânica, seja da decomposição de macrófitas aquáticas, seja do despejo de esgotos domésticos sem tratamento prévio. No caso do rio Mogi-Guaçu, os autores relacionaram os resultados ao despejo de efluentes domésticos sem tratamento.

No rio Jacupiranga, as maiores concentrações de matéria orgânica estiveram relacionadas à entrada do efluente da ETE, principalmente, e à decomposição do material alóctone proveniente da vegetação ciliar. O reduzido valor do índice EPTC e as elevadas densidades de Oligochaeta e Chironomidae, especialmente *Chironomus*, refletem a influência de distúrbios antrópicos, particularmente a entrada de efluente da ETE, indicando que o tratamento do esgoto é insuficiente para a retirada de poluentes orgânicos.

Moreno e Callisto (2006) também registraram a predominância de Oligochaeta e Chironomidae nos rios impactados por efluentes domésticos na bacia de Ibireté em Minas Gerais.

De acordo com Brinkhurst e Marchese (1991), os tubificídeos são geralmente encontrados, em grandes densidades, nos sedimentos organicamente enriquecidos e utilizados como indicadores de poluição. Por outro lado, somente a presença de Chironomidae não é suficiente para indicar se um ambiente é poluído ou não, uma vez que os organismos desta família podem, assim como já mencionado, colonizar diferentes tipos de ambientes. A sua utilização como indicador de qualidade torna-se mais eficaz quanto maior for o refinamento taxonômico.

Neste estudo, apesar da identificação dos espécimes ter sido até família, análise mais detalhada dos quironomídeos foi realizada por uma especialista da área, a Dra. Alaíde Fonseca-Gessner. Na amostra coletada na estação 5, foi possível verificar predominância da tribo Chironomini com grande abundância de *Chironomus* e baixa representatividade da tribo Tanytarsini, que é representada por organismos mais sensíveis à poluição. O gênero *Chironomus*, em especial, é particularmente abundante em ambientes

degradados e com baixos valores de oxigênio dissolvido, sendo indicador de ambiente poluído (MARQUES; BARBOSA e CALLISTO, 1999).

Apesar do lançamento do efluente da ETE, é importante ressaltar que a composição do sedimento (94,4% de areia) também contribuiu para a menor riqueza encontrada na estação 5. O substrato arenoso é reconhecido como habitat relativamente pobre em diversidade (SILVEIRA et al., 2006). Segundo Hynes (1970), enquanto as pedras e cascalhos propiciam diversidade de microhabitats, sedimentos mais finos promovem maior homogeneidade no substrato.

O valor do índice de diversidade encontrado na estação amostral 1 foi inferior ao da estação 5, que recebe o efluente da ETE, e ao da estação 3. No entanto, quando se observa a composição da comunidade bentônica, verifica-se que essa a estação foi a que apresentou maior porcentagem de organismos do grupo EPTC (7,4%). Alguns fatores podem ser citados para explicar essa menor diversidade encontrada.

Primeiramente, é possível inferir que esse menor valor no índice de diversidade ocorreu, em parte, devido ao elevado número de espécimes encontrados da família Chironomidae, que representaram 84,1% do total coletado. No refinamento taxonômico realizado para Chironomidae, foi possível verificar um conjunto formado por várias espécies, dentre o qual foram encontrados representantes da tribo Tanytarsini e Chironomini. Diferentemente da estação 5, observou-se elevada abundância dos organismos pertencentes à tribo Tanytarsini e poucos exemplares de *Chironomus*.

A ausência de matas ciliares e a presença de barrancos com solo exposto também podem ter contribuído para os valores encontrados. Segundo Cummins (1975), as matas ciliares são de grande importância para o estabelecimento da comunidade bentônica porque além de fornecerem alimento e abrigo para os organismos, preservam a morfologia do canal dos rios contendo os processos erosivos. Para Câmara e Fonseca-Gessner (2006), o aporte excessivo de sólidos para dentro dos rios pode provocar destruição dos habitats, soterramento dos organismos e alterar as condições necessárias para fixação dos mesmos. Como consequência, ocorre a substituição dos grupos originalmente presentes por outros mais adaptados às novas situações. A elevada porcentagem de Chironomidae pode estar relacionada à colonização destes novos habitats, uma vez que, de acordo com Carvalho e Uieda (2005), em muitos casos, eles são os primeiros colonizadores.

Outro fator que pode ser levado em consideração é a composição do sedimento com maior porcentagem de areia (62,5%) e a atividade de extração da mesma. Segundo Lelles et al. (2005) e Silva et al. (2005), essa atividade econômica causa prejuízos à biota aquática tanto pela retirada do substrato quanto pelo revolvimento do fundo, com aumento dos sólidos suspensos e soterramento dos organismos.

Estudos realizados no rio Ribeira de Iguape (TRIVINHO-STRIXINO e STRIXINO, 2005) e Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006), que apresentam características semelhantes ao rio Jacupiranga (solo arenoso, porções de margens desmatadas para práticas agrícolas e urbanização, lançamento de efluentes domésticos), também apresentaram maior porcentagem de Chironomidae e Oligochaeta dentre os espécimes coletados. No rio Jacupiranguinha, estes dois grupos representaram 82,9% dos organismos coletados, enquanto que o grupo EPTC, 10,8%. Tais resultados foram relacionados à ausência de mata ciliar e lançamento de esgoto doméstico (MOCCELLIN, 2006).

Apesar de possuir solo arenoso, reconhecido como habitat relativamente pobre com poucos espécimes de poucas espécies (GALDEAN et al., 2001; SILVEIRA et al., 2006), os resultados obtidos para cada estação amostral demonstram que a comunidade bentônica do rio Jacupiranga está sendo afetada pelas atividades antrópicas de sua bacia com a retirada das matas ciliares para práticas agrícolas e urbanização, lançamentos de esgoto e extração de areia.

3.5. Considerações finais

De acordo com a análise dos dados, foi possível perceber a influência do uso e ocupação do solo da região na qualidade da água do rio Jacupiranga, tanto por fontes pontuais (lançamento clandestino de esgoto, efluente da ETE, efluente industrial da Bunge quanto difusas (escoamento superficial de áreas agrícola e urbana).

Durante as chuvas, devido ao escoamento superficial e conseqüente carreamento de parte do solo exposto, fertilizantes da agricultura, dejetos e demais materiais alóctones, observou-se aumento da concentração de sólidos suspensos, nitrato e turbidez, e diminuição do pH.

Já a concentração das formas fosfatadas foi maior no período seco, indicando maior contribuição da poluição pontual. Como as concentrações encontradas no rio Jacupiranga foram elevadas desde a sua formação, acredita-se que o efluente industrial da Bunge, lançado no rio Jacupiranguinha, seja o principal responsável pelos valores encontrados.

Os valores registrados para condutividade elétrica também apresentaram variação temporal com maiores concentrações iônicas encontradas no período de menor precipitação. Esse resultado foi atribuído às fontes pontuais de poluição que tem sua carga diluída no período das chuvas, e aos processos de adsorção dos íons às partículas de sólidos suspensos.

Nas estações amostrais localizadas próximas a pastos (estação 3, 8 e 9), após lançamento de esgoto bruto (3, 7, 8 e 9) e efluente da ETE (5) foi possível observar: aumento dos valores de DBO₅, nitrogênio total Kjeldahl e amoniacal, nitrito e coliformes no compartimento água; e de sedimentos finos, matéria orgânica e nutrientes no compartimento sedimento na maioria dos meses de amostragem.

Outra diferença foi observada entre as áreas com dominância da bananicultura e áreas com pastos. Durante o período chuvoso, maiores concentrações de sólidos suspensos totais e turbidez foram encontradas nas estações localizadas próximas às plantações marginais de banana, devido à presença de barrancos e solos expostos. Nas áreas de pastagem, apesar da substituição da mata ciliar por grama, essa vegetação rasteira foi capaz de evitar a erosão do solo marginal e conter parte do escoamento superficial.

Com relação aos coliformes totais e termotolerantes, as altas quantidades refletem as atividades de criação de animais desenvolvidas nas margens do rio e a ocupação urbana.

O sedimento do rio Jacupiranga apresentou baixa porcentagem de matéria orgânica (<10%) e predominância da fração areia na maioria das estações amostrais. Em alguns locais, a contribuição foi maior que 95%. A ausência da vegetação ciliar, em várias porções do rio, possivelmente colaborou para essa porcentagem de matéria orgânica observada.

A composição granulométrica do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica contribuíram para menor concentração de nutrientes no sedimento. Dentre as estações amostrais, as maiores concentrações foram verificadas nos locais que recebem o aporte de nutrientes proveniente de esgoto doméstico tratado ou bruto e que possuem matas ciliares ou pastos marginais.

O sedimento arenoso pode também ter influenciado à estrutura da comunidade de macroinvertebrados encontrada no rio Jacupiranga, uma vez que este tipo de substrato tem como característica ser um habitat relativamente pobre em diversidade e em número de organismos. No entanto, foi possível verificar que as atividades antrópicas estão alterando a sua composição. Foi constatado abundância de *Chironomus* na estação 5, localizada após a ETE, e baixa diversidade de macroinvertebrados na estação amostral 1, que apresenta sedimento composto por pedregulho. No rio Jacupiranga, a família Chironomidae (Insecta – Díptera) e a Classe Oligochaeta foram as que apresentaram maior densidade absoluta de organismos, enquanto que os organismos EPTC apresentaram baixa contribuição.

De acordo com os resultados obtidos para turbidez, fósforo total, coliformes totais e termotolerantes (não atendimento a Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2),

condutividade elétrica e composição da comunidade bentônica no sedimento, pode-se inferir que o rio Jacupiranga está sofrendo os impactos do desenvolvimento não planejado de sua bacia. A retirada das matas ciliares, com plantações de banana e pastos que chegam até as margens do rio, o lançamento de esgoto industrial (Jacupiranguinha), doméstico não tratado e efluente da ETE, e a prática de extração de areia estão alterando a qualidade das águas do rio Jacupiranga, comprometendo o ecossistema aquático e o tipo de uso da água pela população.

As águas do rio Jacupiranga são utilizadas pela população para recreação e pesca em alguns casos, para cozinhar alimentos, irrigar plantas e dessedentação. A quantidade elevada de coliformes termotolerantes e a alta concentração de fósforo nas águas devem ser motivos de preocupação, uma vez que comprometem o seu uso.

O excesso de fósforo no organismo pode causar o aparecimento de mancha no esmalte dos dentes, osteoporose, raquitismo, confusão mental, hipertensão, além de cristais de fosfato (EMEDIX, 2010). Os coliformes termotolerantes, por sua vez, indicam a potencialidade de haver microrganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

Espera-se que os resultados obtidos com o estudo do rio Jacupiranga em 2007 possam ser capazes de mostrar aos tomadores de decisão, a importância do planejamento do uso e ocupação do solo, da preservação das matas ciliares, do monitoramento e manutenção das redes coletoras de esgoto sanitário e de efluentes industriais na preservação da qualidade dos corpos de água e, conseqüentemente, de todos os seres vivos que se relacionam com esse ecossistema, incluindo o homem.

Referências Bibliográficas

ADDINSOFT, 2009. ***XLSTAT- 2009 11.4***. Disponível em: <www.xlstat.com>. Acesso em 21 de jan. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. In: DOMINGUES, F.; BOSON, P. H. G.; ALÍPAZ, S. (Orgs). Brasília: ANA, 2006, 334p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: Byrd Press Springfield, 1999, 1134p.

ANDERSEN, J. M. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water Resources**, v.10, p. 329-31, 1976.

ARCOVA, F. C. S; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia florestalis**, n.56, p.125-134, 1999.

BAINBRIDGE, Z. T. et al. Identifying the land-based sources of suspended sediments, nutrients and pesticides discharged to the Great Barrier Reef from the Tully-Murray Basin, Queensland, Australia. **Marine and Freshwater Research**, v.60, p.1081-1090, 2009.

BISPO, P. C. et al. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) em córregos do Planalto Central, **Acta Limnologia Brasiliensis**, v. 13, n.2, p.1-9, 2001.

BOTTINO, F. **Estudo Experimental e matemático de qualidade da água com base na ecohidrologia fluvial de pequenas bacias: estudo de caso do rio Canha, Baixo Ribeira de Iguape, SP**. 2008. 208p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

BRANCO, S. M. **Elementos de ciência do ambiente**. 2 Ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

BRASIL. **Lei N° 4771 Institui o Código Florestal**. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**. 1965. Brasília. Disponível em:<http://www.enge.com.br/lei4771_65.pdf>. Acesso em 15 dez. 2009.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. **Diário Oficial de República Federativa do Brasil**. Brasília. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em 30 mai. 2006.

BRIGANTE, J. et al. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G (Eds). **Limnologia Fluvial: um estudo do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RIMA, Cap. 4, 2003, p.55-76.

BRIGANTE, J. et al. Caracterização física e química do sedimento do Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L. G (Eds). **Limnologia Fluvial: um estudo do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RIMA, Cap. 5, 2003, p.77-84.

BRIGANTE, J. et al. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G (Eds). **Limnologia Fluvial: um estudo do rio Mogi-Guaçu**. Cap. 10, 2003, p.181-187.

BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Santo Tome: Asociación Ciencias Naturales del Litoral, 1991.

BUBEL, A. P. M. **Caracterização Limnológica do rio Tietê e rio do Peixe (microrregião geográfica de Botucatu – SP, em duas épocas do ano (períodos de seca e chuva)**. 1998, 217p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

BURTON, G. A. Sediment quality criteria in use around the world. **Limnology**, v.3, p.65-75, 2002.

BUSS, D. F. et al. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in South-east Brazil. **Hydrobiologia**, v.481, p.125-136, 2002.

CALIJURI, M. C. **A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical (Barra Bonita, SP)**. 1999. 211 p. (Tese de Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

CALIJURI, M. C; BUBEL, A. P. M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B (Eds). **Manejo Ambiental de Florestas Plantadas: Operacionalizando o Conceito de Microbacia como Unidade de Planejamento**. São Carlos: RIMA, Cap. 4, 2006, p.45-60.

CALIJURI, M. C; et al. Nutrients and chlorophyll-a concentrations in tropical Rivers of Ribeira de Iguape Basin, SP, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 2, p.131-138, 2008.

CALIJURI, M. C; MIWA, A. C. P.; FALCO, P. B. **Subsídios para a sustentabilidade dos recursos hídricos: um estudo de caso em sub-bacias do Baixo Ribeira de Iguape, São Paulo**, Brasil. São Carlos: EESC, 2009. 341p.

CALLISTO; M.C.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6; n.1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JÚNIOR, J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: GOULART, E. M. A. (Ed). **Navegando no Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, 2005, p.555-567.

CÂMARA, C. D.; FONSECA-GESSNER, A. A. Macroinvertebrados Bentônicos como indicadores biológicos para o monitoramento das florestas plantadas. In: LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. B (Eds). **Manejo Ambiental de Florestas Plantadas: operacionalizando o Conceito de Microbacia como Unidade de Planejamento**. São Carlos: RIMA, Cap. 9, 2006, p.141-155.

CAMPAGNA, A. F. **Toxicidade dos sedimentos da bacia hidrográfica do rio Monjolinho (São Carlos-SP): ênfase nas substâncias cobre, aldrin e heptacloro**. 2005, 281p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

CAMPANILLI, M. **Parabólicas**. Enchentes voltam a castigar o Vale do Ribeira. 2009 Disponível em:<<http://www.socioambiental.org/website/parabolicas/edicoes/edicao38/reportag/pg7.html>> Acesso em 17 ago. 2009.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT - CCME. **Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life**. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba, 1995. 38p.

CANTWELL, M.G. et al. Release an phase portioning of metals from anoxic estuarine sediments during periods of simulated resuspension. **Environmental Science Technology**, v. 36, p. 5328-34, 2002.

CARPENTER et al. Nonpoint pollution of surface Waters with phosphorus and nitrogen. **Ecological Applications**, v. 8, n.3, p.559-568, 1998.

CARVALHO, E.M; UIEDA, V.S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.2, p.287-293, 2004

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS - CIIAGRO. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). **Balanço Hídrico da região do Vale do Ribeira**. 2008. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso em: 27 out. 2008.

CESTTI, R; STRIVASTAVA, J; JUNG, S. **Agriculture non-point source pollution control: good management practices – the Chesapeake Bay experience**. The World Bank Working Paper no. 7, Washington: The World Bank, 2003. 46p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Variável de qualidade das águas**. 2006. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>> Acesso em: 07 nov. 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. 2008. Série de Relatórios. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>> Acesso em: 5 fev 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo - 2009**. Série de Relatórios. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>> Acesso em: 5 fev 2010.

COOK, S. E. K. Quest for an index of community structure sensitive to water pollution. **Environmental Pollution**, v.11, p. 269-88, 1976.

COTTA, J. A. O. **Diagnóstico Ambiental do solo e sedimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**. 2003. 130p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

CUMMINS, K.W. Macroinvertebrates. In: Whitton, B.A. **River Ecology**. California: California Press, v.2, 1975, p.170-198.

CUNHA, D.G. et al. Comparação entre as características químicas do sedimento dos rios Jacupiranga, Jacupiranguinha, Pariquera-Açu e Canha, vale do Ribeira de Iguape, SP. In: CALIJURI, M. C; MIWA, A. C. P; FALCO, P. B. (Eds). **Subsídios para a sustentabilidade dos recursos hídricos: um estudo de caso em sub-bacias do Baixo Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil**. São Carlos: EESC, Cap. 6, 2009, p. 109-121.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário Mineral**. 2006. Disponível em: <http://www.dnmp.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=1006>. Acesso em: 21 dez. 2009.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS - DEFRA. **Nitrate-reducing water pollution from agriculture**. 2004. Disponível em: <www.defra.gov.uk/enviro/met/water/dwpa/index.htm2004>. Acesso em 23 mai. 2009.

DOMINGOS, M. D. **Limnologia do rio Betari (Iporanga, SP) e a relação com o estado de conservação de sua bacia hidrográfica – subsídios para o desenvolvimento sustentável**. 2002. 272p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

DUDA, A. M. Addressing Nonpoint Sources of Water Pollution Must Become an International Priority. **Water Science and Technology**, v.28, n.3-5, p.1-11, 1993.

EMEDIX. **Vitaminas e Sais Minerais**. 2010. Disponível em: <http://emedix.uol.com.br/vit/vit010_1f_fosforo.php> Acesso em: 19 fev. 2010.

EDWARDS, A. C.; WITHERS, P. J. A. Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK. **Journal of Hydrology**, n.350, p.144-153, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de algodão irrigado**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fonteshtml/Algodao/AlgodaoIrrigado/solos.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2010.

FERRAZ, I. C. **Estudo da comunidade bentônica como ferramenta bioindicadora da qualidade da água em rios de pequena ordem (rio Canha, Baixo Ribeira de Iguape, SP)**. 2008. 151p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

FONSECA-GESSNER, A. A.; GUERESCHI, R. M. Macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade da água de três córregos da estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio. In: SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R (Eds). **Estação Ecológica de Jataí**, v.2. São Carlos: Rima, 2000, p.707-720.

FRITZSONS, E. et al. Consequências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial. **Revista Floresta** v.22, n.2, p. 201-214, 2003.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; NETO, A. C.; HINDI, E. C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do carste paranaense. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, n.3, p.381-390, 2009.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Perfil Municipal**. 2010. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em: 23 mar.2010.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.2, p.239-248, 2001.

GBUREK, W.J.; SHARPLEY, A.N. Hydrologic controls on phosphorus loss from upland agricultural watersheds. **Journal of Environmental Quality**, n. 27, p. 267-277, 1997.

GENTRY, L.E. et al. Phosphorus Transport Pathways to Streams in Tile-Drained Agricultural Watersheds. **Journal of Environmental Quality**, n. 36, p.408-415, 2007.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. 2. ed. n. 8, Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978, 213p.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade da água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, ano II, n. 2, p.153-163, 2003.

HEATHERLY, T. et al. Relationship between water quality, habitat, and macroinvertebrate assemblages in Illinois Streams. **Journal of Environmental Quality**, v.36, p.1653-1660, 2007.

HOEPPNER, A. F. **Comportamento de variáveis físicas, químicas e da eficiência de sistemas de lagoa de estabilização em ambiente tropical (Vale do Ribeira de Iguape, SP)**. 2007. 284p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

HOWDEN, N. J. K. et al. Water quality, nutrients and the European union's Water Framework Directive in a lowland agricultural region: Suffolk, south-east England. **Science of the Total Environment**, v. 407, p.2966-2979, 2009.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. Liverpool: University Press, 1970, 555p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Brasil**. 2007 Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00001367.pdf>>. Acesso em 21 dez. 2009.

JARVIE, H.P. et al. Stream water chemistry and quality along an upland-lowland rural land-use continuum, south west England. **Journal of Hydrology**, v. 350, p.215-231, 2008.

JORDÃO, C. P. et al. Environmental assessment of water-courses of the Turvo Limpo River Basin at the Minas Gerais State, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 127, p.315-326, 2007.

KAUFMANN, J. B.; KREUGER, W. C. Livestock impacts on riparian ecosystems and streamside management implications: A review. **Journal Range Management**, v. 37, p.430-438, 1984.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v.12, n. 2, p. 193-231, 2005.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LELLES, L.C. et al. Perfil Ambiental Qualitativo da Extração de Areia em cursos d' água. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.439-444. 2005

LIMA, S. F. **Programa de análise granulométrica ANASED** – Manual do usuário, Fortaleza: LGMA, v. 1, 2000, 20p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B **Manejo Ambiental de Florestas Plantadas: Operacionalizando o Conceito de Microbacia como Unidade de Planejamento**. São Carlos: RIMA, 2006.

LÔBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitárias da lãs fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biologia Marina y Oceanografia**, v.22, n.1, p. 1-29, 1986.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis; some revised methods for limnologists**. n° 36. Cumbria and Dorset: Freshwater Biological Association Titus, Wilson & Son Ltd., 1978, 117 p.

MACLEOD, C.; HAYGARTH, P. A review of the significance of non-point source agricultural phosphorus to surface water. **Scope Newsletter**, n.51, p.1-10, 2003.

MAGALHÃES, V.S. **Hidroquímica e Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas em Áreas sob Influência de Lavras Pegmatíticas nas Bacias dos Córregos Água Santa e Palmeiras, Município de Coronel Murta (MG)**. Belo Horizonte: Instituto de Goeciências – UFMG, 2006. 109 p. Dissertação de Mestrado em Geologia Econômica e Aplicada. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/MPBB-6ZQERE>>. Acesso em 10 ago. 2010.

MANSOR, M. T.; TEIXEIRA-FILHO, J.; ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural em uma sub-bacia do rio Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.715-723, 2006.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983, 1010p.

MARINELLI, C. E. et al. Limnologia. In: ESPINDOLA, E.L.G; SILVA, J.A; MARINELLI, C.E; ABDON, M.M. (Eds). **A bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho**. São Carlos: RIMA, Cap.11, p. 2000, 133-149.

MARQUES, M.M.G.S.; BARBOSA, F.A.R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in a impacted watershed in South-East Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 59, v.4, p.553-661, 1999.

MCCAFFERTY, W. P. **Aquatic entomology**. Boston: Jones and Barflett Publishers Inc., 1981.

MCDANIEL, M. D.; DAVID, M. B. Relationship between benthic sediments and water column phosphorus in Illinois streams. **Journal of Environmental Quality**, v. 38, p.607-617, 2009.

MCDOWELL, R. W.; WILCOCK, R. J. Sources of Sediment and Phosphorus in stream flow of a highly productive dairy farmed catchment. **Journal of Environmental Quality**, v. 36, p.540-548, 2007.

MCKERGOW, L. A. et al. Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. **Journal of Hydrology**, v.270, p.253-272, 2003.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. ***An introduction to the aquatic insects of North America***. Duboque: Kendall/Hunt, 1984, 722p.

MERTEN, G. H; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out-dez., 2002

METCALF; E; EDGE. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse**. 4ed., New York: McGraw – Hill Book, 2003, 1815p.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-39, 1989.

MOCCELLIN, J. **A microbacia do rio Jacupiranguinha como unidade de estudo para a sustentabilidade dos recursos hídricos do Baixo Ribeira de Iguape – SP**. 2006, 135p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MOCCELLIN, J; et al. Comparação entre as características físicas e químicas das águas do rio Jacupiranga, Jacupiranguinha, Pariquera-Açu e Canha, vale do Ribeira de Iguape, SP. In: CALIJURI, M.C; MIWA, A.C.P; FALCO, P.B. (Eds). **Subsídios para a sustentabilidade dos recursos hídricos: um estudo de caso em sub-bacias do Baixo Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil**. São Carlos: EESC, Cap. 5, 2009, p. 87-108.

MOCCELLIN, J. **Estudo da dinâmica fluvial em duas sub-bacias e proposição de cenários para sustentabilidade dos recursos no Baixo Ribeira de Iguape – SP**. 2010, 179p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

MORENO, P.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água ao longo da Bacia do Rio das Velhas (MG)**. Cap. 5. 2005. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Moreno&Callisto%202005-EMBRAPA.pdf>. Acesso em: 10 out. 2006.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v.560, p.311-321, 2006.

MUDGE, S. M. et al. Sterols in the Ria Formosa Lagoon, Portugal. **Water Research**. 33 (4),1038–1048, 1999.

NASH, M.S. et al. Multi-scale landscape factors influencing stream water quality in the State of Oregon. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 156, p.343-360, 2009.

NEAL, C. et al. Nitrate concentration in river waters of the upper Thames and its tributaries. **Science of the Total Environment**, v. 365, p.15-32, 2006a.

NEAL, C.; DAVIES, H.; NEAL, M. Water quality, nutrients and the water framework directive in agricultural region: The Lower Humber Rivers, Northern England. **Journal of Hydrology**, v. 350, p.232-245, 2008a.

NEAL, C. et al. Water quality along a river continuum subject to point and diffuse sources. **Journal of Hydrology**, v. 350, p.154-165, 2008b

NOGUEIRA, J. B. Análise Granulométrica. In: NOGUEIRA, J.B. **Mecânica dos solos: ensaios de laboratório**. EESC/USP/Departamento de Geotecnia. 2005, p.93-107.

NOVELLI, A. **Estudo limnológico e ecotoxicológico da água e sedimento do rio Monjolinho - São Carlos (SP), com ênfase nas substâncias de referência cádmio e cobre**. 2005, 212p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2005

NEN – Nederlandse Norm. NEN 6520. **Norma holandesa sobre determinação de clorofila-a pelo método do etanol**. 1981.

NOVOTNY, V. et al. Nonpoint pollution from small urban watersheds. **Water Pollution Control Federation**, v. 57, n.4, p.339-348, 1985.

NOVOTNY, V. Nonpoint pollution and urban stormwater management. **Water Quality Management Library**, v.9, Basel: Technomic Publishing Company. 1999, 434p.

NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiologia**, v. 14, p. 14-36, 1980.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986, 434p.

OLIVEIRA, L.C.; et al. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.770-781, 2008.

OWENS , P.N.; WALLING, D.E. The phosphorus content of fluvial sediment in rural and industrialized river basins. **Water Research**, v. 36, p. 885-701, 2002.

PALMER-FELGATE, E. et al. Stream-bed phosphorus in paired catchment with different agricultural land use intensity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.134, p.53-66, 2009.

PETERS, N. E. Effects of urbanization on stream water quality in the city of Atlanta, Georgia, USA. **Hydrological Process**, v.23, p.2860-78, 2009.

PETRUCIO, M.M.; BARBOSA, F.A.R.; THOMAZ, S.M. Bacteria and phytoplankton production rates in eight river stretches of the middle Rio Doce hydrographic basin (southeast Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n.3, p. 487-496, 2005.

PRADO, R. B. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no médio Rio Pardo-SP (período de 1985 a 1997)**. 1999. 209p. (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

PRIMAVESI, O. et al. A qualidade da água na microbacia do Ribeirão do Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.12, p.95-111, 2000.

RIBBE, L. et al. Nitrate pollution of surface water induced by agricultural non-point pollution in the Pochay watershed, Chile. **Desalination**, v.226, p.13-20, 2008.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p.613-618, 2005.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993, 448 p.

SALAMI, L. N. B. P. **Estudo das influências climáticas e antropogênicas, nas características físico-químicas, no rio Monjolinho**. 1996. 163p. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Revista Floresta**, v.9, n.1, p. 19-23, 1978.

SHAH, V.G. et al. Comparisons of water quality parameters from diverse catchments during dry periods and following rain events. **Water Research**, v. 41, p.3655– 3666, 2007.

SILVA, A. M. M.; SACOMANI, L. B. Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo River water (Botucatu – SP – Brazil). **Water Research**, v. 35, n. 6, p. 1609–1616, 2000.

SILVA, L. A. T; THOMAS, P. T.; POCCIOTTI, P. C. A gestão integrada entre a mineração e os recursos hídricos: estudo de caso. In: DOMINGUES, F.; BOSON, P.H.G.; ALÍPAZ, S. (orgs). **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**, Cap.5. Brasília: ANA, 2006, p.123-138.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Água em Rios**. 2004. Documento 36. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento – EMPRAPA. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_36.pdf> Acesso em: 20 nov. 2007.

SILVEIRA, M. P. et al. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal of Biology**, vol.66, n.2B, p.623-632, 2006.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO - SIGRH. Disponível em:<<http://www.sigrh.sp.gov.br>> Acesso em: 18 nov. 2009.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do rio Ribeira (divisa dos estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. **Entomologia y Vectores**, v.12, n.2, p.243-253, 2005.

VAN HERPE, Y.; TROCH, P. A. Spatial and temporal variations in surface water nitrate concentrations in a mixed land use catchment under humid temperate climatic conditions. **Hydrological Process**, v.14, p.2439-2455, 2004.

VENTURIERI, A. et al. Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, p.1127-1134.

Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.21.05/doc/1127.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.Ed, Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996, 243p.

WALLING, E. D. Linking land use, erosion and sediment yields in river basins, **Hydrobiologia**, v. 410, p. 223-240, 1990.

WETZEL, R. G. **Limnology: lake and river ecosystems**. 3 ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2001, 1006p.

WETZEL, R. G.; LINKENS, G. E. **Limnological analysis**. New York: Springer-Verlag, 2000, 429p.

RESUMO

O processo de criar fundamentos para sustentabilidade da região deve considerar não somente as questões ambientais, mas também os elementos sociais e econômicos. O conhecimento da situação sócio-econômica é de grande importância, uma vez que permite que sejam destacadas realidades e potencialidades locais. Diante disso, este capítulo teve como objetivo analisar o impacto do uso e ocupação do solo na qualidade de vida da população. Para atender esse objetivo foram avaliadas as condições sociais e econômicas da região e a garantia de sua sustentabilidade. Os dados foram obtidos através de levantamentos bibliográficos e entrevistas semi-estruturadas com os moradores da área rural e urbana dos municípios de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu. Como resultado, verificou-se grande dependência da região das atividades agropecuárias e dos baixos salários oferecidos, principalmente no município de Jacupiranga, enquanto que os demais apresentam outros destaques na economia. Cajati possui um setor industrial mais desenvolvido; Registro possui uma economia mais diversificada com comércio e indústria variados e educação; e Pariquera-Açu concentra os serviços relacionados à área da saúde. No entanto, apesar desta economia mais diversificada, os rendimentos estão em sua maioria abaixo da média para o Estado de São Paulo. Na educação, apesar dos avanços observados ao longo dos anos, ainda é alta a taxa de analfabetismo e baixo o número médio de anos de estudo. No saneamento básico, observou-se grande atendimento de água, coleta de lixo e coleta de esgoto nas cidades. No entanto, nem todo esgoto coletado é levado para tratamento nas estações, havendo ainda lançamento de esgoto doméstico bruto nos rios. Percebeu-se que como os dados obtidos se referem aos centros urbanos, os mesmos não são capazes de refletir a realidade da sub-bacia, em que grande parte da população ainda vive na área rural. De acordo com as entrevistas, pôde-se observar que parte dos moradores rurais ainda lança seu efluente nos rios, não possuindo fossas em suas propriedades, e que não há coleta de lixo, sendo necessária a queima dos mesmos ou a prática de enterrar. A situação é ainda mais preocupante quando as populações, tanto rural quanto urbana, relatam que usam a água do rio para lazer, pesca e dessedentação. A região apresenta vários episódios de transbordamento dos rios que além de colocarem em risco a vida da população, contribuem para piora da qualidade de vida da mesma, uma vez que as pessoas ficam mais susceptíveis a doenças de veiculação hídrica, perdem seus pertences e são grandes os prejuízos na produção agrícola. Dados de simulação hidrológica demonstraram a relação do uso e ocupação do solo com o aumento da proporção da cheias com a retirada da vegetação nativa para o estabelecimento de cidades, pastagem e agricultura. De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que são grandes os impactos do uso do solo na qualidade de vida da população e que o tipo de desenvolvimento adotado não garante a sua sustentabilidade. Diante disso, surge a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento que busque conciliar as características da região, cada município com sua particularidade, com a preservação ambiental.

Palavras-chave: entrevistas semi-estruturadas; aspectos sócio-econômicos; uso e ocupação do solo; enchentes; sustentabilidade.

4.1. Introdução

Todos os cidadãos deveriam ter iguais oportunidades de acesso a serviços como educação, saúde, água limpa e própria para consumo, lazer e trabalho. No entanto, muitas vezes, suas necessidades básicas não são atendidas. Para Amaral Júnior (2007), enquanto a vida for guiada pelas ambições de lucro a todo custo, poucos beberão de água doce tratada, comerão as quantidades diárias necessárias, terão sistemas de saúde e educação dignos e habitarão moradas decentes.

O desenvolvimento econômico é capaz de promover diversos benefícios à sociedade, desde o aumento da renda até a melhoria da qualidade de vida. Isto pode ser confirmado pelo aumento na expectativa de vida da população e redução na incidência de doenças de todos os gêneros (PLÁ, 2004). No entanto, a busca por crescimento baseada em um modelo de desenvolvimento econômico de caráter predatório, que visa sempre o lucro e que não está preocupado com os recursos naturais e nem com a qualidade de vida da população é capaz de causar grandes desastres ambientais, pobreza e injustiça social.

Acredita-se que o modelo econômico adotado na região do Vale do Ribeira, com a falta de planejamento no que diz respeito ao uso dos recursos naturais e crescimento da população, tenha contribuído com a estagnação política, econômica e social da área. Extensas áreas foram desmatadas para as subseqüentes atividades de mineração de ouro, rizicultura, plantio de banana e chá, e criação de bovinos. No entanto, essas atividades não garantiram o desenvolvimento da região, e o que se observa atualmente são alterações na qualidade dos recursos hídricos e baixos indicadores sociais e econômicos.

A população apresenta baixo grau de escolaridade, alta taxa de mortalidade infantil e taxa de urbanização e densidade demográfica inferior a média estadual. Seus municípios representam 82,60 % de indicadores sociais insatisfatórios quanto ao Índice Paulista de Responsabilidade Social, sendo o Vale do Ribeira considerado a região de maior exclusão social do Estado de São Paulo (ARAKAKI, 2009).

Diante disso, surge a necessidade de estudos que possam contribuir para a implantação de novo modelo de desenvolvimento econômico que possa garantir a sustentabilidade da região, com harmonia entre desenvolvimento, qualidade ambiental e qualidade de vida da população.

Os desafios do desenvolvimento sustentável estão em assegurar que as relações econômicas, políticas e sociais entre os elementos do sistema – pessoas e lugares – sejam voltados tanto para o crescimento econômico como para conservação do meio ambiente, possibilitando o uso adequado dos recursos, a fim de que não haja desperdícios, degradação nem poluição, e a promoção da distribuição equitativa dos resultados obtidos

com o desenvolvimento. Isso para SOUZA (2000) diminuiria a pobreza e ofereceria às populações carentes acesso a uma vida digna, uma vez que a pobreza e a agressão ao meio ambiente formam um ciclo vicioso e a preocupação se volta sempre às futuras gerações – mesmo porque elas têm a mesma gênese: o modo de produção da sociedade expresso pelas relações econômicas e sociais.

Para Felicidade et al. (2003), esta proposta de desenvolvimento é importante pois incorpora além da preservação ambiental, a dimensão social. Segundo os autores, a introdução desta dimensão se deve à busca de entendimento mais próximo da realidade acerca de como o processo de degradação da base biofísica não é culpa do homem, mas de uma sociedade estruturada em classe, com formas de acesso e uso dos recursos bastante distintos e injustos. Com essa compreensão é possível distinguir impactos causados tanto pela riqueza quanto pela pobreza no meio físico e suas conseqüências na qualidade de vida da população.

Para os autores, o atual crescimento econômico e a má distribuição de renda emergem como causa e conseqüência de grande parte dos riscos ambientais contemporâneos, se tratando de uma degradação ao mesmo tempo ambiental e social.

Levando-se em consideração o processo de criar fundamentos para sustentabilidade da região, segundo Schneider (2000), esses devem considerar não somente as questões ambientais, mas os elementos sociais e econômicos.

Diante disso, este capítulo teve como objetivo analisar o impacto do uso e ocupação do solo na qualidade de vida da população. Para atender esse objetivo foram avaliadas as condições sociais e econômicas da região e a garantia de sua sustentabilidade.

4.2. Material e Métodos

Procurou-se abordar aspectos relacionados à vida urbana e rural, dando ênfase aos indicadores sociais e econômicos: aspectos demográficos, emprego e rendimento, educação, saneamento básico, saúde, lazer e o impacto das enchentes na qualidade de vida da população.

Para se criar um cenário das condições em que os moradores estão inseridos, procurou-se realizar uma caracterização sócio-econômica não somente das cidades estudadas, mas também da região em que elas estão inseridas, a Região Administrativa de Registro (RA de Registro).

Os dados sociais e econômicos foram obtidos através de perfis municipais e regionais, pesquisas de condição de vida, boletins sobre a Região Administrativa de Registro, do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI-11, desenvolvido pela

Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (FUNDESPA) e demais fontes bibliográficas disponíveis. Além disso, entrevistas de campo foram realizadas com os moradores dos municípios de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu, tanto na área rural quanto urbana.

As entrevistas seguiram roteiro semi-estruturado (Apêndice 1), no qual constaram tópicos pré-definidos com base no que a literatura suscitava. Não foi obedecido rigor de seqüência, sendo a entrevista pautada nas narrativas dos próprios entrevistados.

Ela caracterizou-se por possuir estilo de conversação livre (conversa informal) e não de perguntas e respostas, sendo conduzida de forma dinâmica e flexível. Para melhor realizar a atividade, as entrevistas foram gravadas de forma a permitir melhor dinâmica e não constranger o entrevistado.

Taylor e Bogdan (1992) fazem ponderações com relação ao uso do gravador, considerando que ele pode inibir os entrevistados ou causar incômodo. Contudo, eles não condenam o uso, pois acreditam que o pesquisador, ao assegurar de que se trata de investigação científica, deixa o entrevistado mais a vontade.

No caso desta pesquisa, não foram encontradas dificuldades com relação ao gravador ou qualquer outro de tipo constrangimento. Antes de iniciar a entrevista, apresentou-se o projeto de estudo de forma sucinta e foi garantido que os nomes dos informantes não seriam divulgados. Os informantes, neste estudo, foram identificados por números.

Ao final das entrevistas, um relatório oral também foi gravado com informações relacionadas à observação direta (das pessoas, da casa e da área de entorno), o que permitiu melhor compreensão das informações.

A foto documentação foi utilizada, ajudando a revelar as questões levantadas durante a entrevista ou no relatório oral, para provar ou contestar o que tinha sido dito pelo entrevistado.

A amostra da população foi definida sob a base evolutiva denominada “bola de neve” (BECKER, 1993; BIERNACKI e WALDORF, 1981), segundo orientação de um especialista da área⁵. Esse critério não define previamente o tamanho da amostra, que vai ser definida no momento em que as informações obtidas se repetem e nada de novo é acrescentado (saturação teórica).

O critério “bola de neve” inicia-se com um entrevistado “guia”, o qual por sua vez indica o próximo a ser entrevistado, e assim por diante, até as respostas começarem a coincidir ou nenhum outro elemento novo ser adicionado.

⁵ Profa. Dra. Norma Felicidade da Universidade Federal de São Carlos, setembro de 2008.

Durante o desenvolvimento das entrevistas, outras famílias foram sendo acrescentadas mesmo sem indicação prévia. Muitas vezes, a casa do morador indicado estava vazia ou ele não podia nos receber. Desta forma, optou-se por procurar outra pessoa para ser entrevistada na mesma rua ou bairro.

Algumas famílias ribeirinhas foram acrescentadas propositadamente com objetivo de se tentar conhecer melhor a situação das enchentes. No total foram entrevistadas 51 famílias nas áreas rurais e urbanas de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu.

4.3. Resultados e discussão

O Vale do Ribeira, tradicionalmente considerado como a região mais pobre do Estado de São Paulo apresenta municípios que se destacam dentro da realidade da região. Para melhor entendimento é importante ressaltar que os 23 municípios pertencentes à região paulista estão distribuídos em duas Regiões Administrativas – RA de Registro e Sorocaba e em uma Região Metropolitana – RM de São Paulo (RMSP) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Municípios paulistas da região do Vale do Ribeira.

Municípios	Região Administrativa ou Metropolitana
Apiáí	RA de Sorocaba
Barra do Chapéu	RA de Sorocaba
Barra do Turvo	RA de Registro
Cajati	RA de Registro
Cananéia	RA de Registro
Eldorado	RA de Registro
Iguape	RA de Registro
Ilha Comprida	RA de Registro
Iporanga	RA de Sorocaba
Itaóca	RA de Sorocaba
Itapirapuã Paulista	RA de Sorocaba
Itariri	RA de Registro
Jacupiranga	RA de Registro
Juquiá	RA de Registro
Juquitiba	RMSP
Miracatu	RA de Registro
Pariquera-Açu	RA de Registro
Pedro de Toledo	RA de Registro
Registro	RA de Registro
Ribeira	RA de Sorocaba
São Lourenço da Serra	RMSP
Sete Barras	RA de Registro
Tapiraí	RA de Sorocaba

Fonte: SEADE, 2010. RA: Região Administrativa, RMSP: Região Metropolitana de São Paulo.

Os municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga estão inseridos na Região Administrativa (RA) de Registro, que é formada por 14 municípios (Figura 4.1).

Figura 4.1: Mapa do Estado de São Paulo, com destaque para as cidades que compõem a Região Administrativa de Registro.

4.3.1. Território e População

A Região Administrativa de Registro ocupa 4,9% do Estado de São Paulo. Dos municípios estudados, Registro é o maior município em área com 716,3km² e Cajati, o menor com 454,9 km² (SEADE, 2010).

O território da RA é, em grande parte, coberto pela Mata Atlântica, protegida por parques, reservas e áreas de proteção ambiental. Enquanto no restante do Estado é difícil encontrar municípios que tenham mais de 10% da flora original de seu território preservada, na RA de Registro, o menor índice é de 41,9% em Cajati. Registro possui 45,8% e os demais municípios, mais de 50% (SÃO PAULO, 2009).

De acordo com os dados disponibilizados para o ano de 2009 (Tabela 4.2), a população da RA de Registro, com 284.826 habitantes, correspondia a apenas 0,7% do total do Estado, sendo considerada a região de menor ocupação populacional. Sua densidade demográfica é de 23,5 habitantes por km². A média estadual é de 167,7 hab./km²).

Tabela 4.2: Dados geográficos e demográficos da Região Administrativa de Registro – ano de 2009.

Território e População	Área (Km ²)	População (hab)	Densidade demográfica (hab/Km ²)	Taxa de Urbanização (%)
Barra do Turvo	1.007,29	8.277	8,22	38,5
Cajati	454,93	29.641	65,2	70,6
Cananéia	1.242,01	13.562	10,9	82,9
Eldorado	1.656,73	15.222	9,2	47,7
Iguape	1.980,92	29.321	14,8	80,0
Ilha Comprida	188,53	9.536	50,6	100,0
Itariri	272,78	15.661	57,4	93,1
Jacupiranga	708,38	16.590	23,4	52,7
Juquiá	820,96	19.840	24,2	64,7
Miracatu	1.000,74	25.289	25,3	49,1
Pariquera-Açu	359,69	20.357	56,6	70,6
Pedro de Toledo	671,11	10.430	15,5	67,6
Registro	716,33	57.609	80,4	87,1
Sete Barras	1.052,11	13.491	12,8	53,5
RA de Registro	12.132,49	284.826	23,5	71,3
Estado de São Paulo	248.209,43	41.633.802	167,7	93,8

* negrito - municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga

Fonte: Seade, 2010

Na RA de Registro, os municípios com maior concentração de habitantes são Registro, Cajati, Itariri e Pariquera-Açu. Segundo França (2005), essa maior densidade demográfica observada não ocorre em razão somente de sua menor área territorial, mas pela maior disponibilidade de emprego no setor industrial e no setor público.

A maior concentração urbana em Cajati, Pariquera-Açu e Registro é encontrada em função das atividades econômicas responsáveis pela atratividade das populações para suas sedes, dentre as quais podem ser citadas: a industrialização de Cajati e Registro; expansão do comércio regional e as faculdades em Registro; e os serviços públicos voltados à saúde disponibilizados pelo município de Pariquera-Açu, onde está localizado o Hospital Regional do Vale do Ribeira.

Jacupiranga, dentre os municípios da sub-bacia, é o que apresenta menor densidade demográfica e urbanização. Acredita-se que isto seja decorrente da maior dependência deste município das atividades agropecuárias e à baixa oferta de emprego na cidade.

Historicamente, a RA de Registro é uma das regiões que apresenta as menores taxas de crescimento populacional do Estado, o que está relacionada à sua fraca atividade econômica e geração de renda (Figura 4.2). No período de 2000 a 2010, essa taxa de

crescimento foi de 0,79%, maior somente que da RA de Presidente Prudente (0,68%) e de Barretos (0,74%) (SEADE, 2010).

Figura 4.2: Taxa geométrica de crescimento da população nas regiões do Estado de São Paulo entre os anos de 2000 e 2010. (RMSP: Região Metropolitana de São Paulo, SJC: São José dos Campos, SJRP: São José do Rio Preto). Fonte: SEADE, 2010.

Segundo FUNDESPA (2007), essa taxa de crescimento da região apresenta, de certa forma, valor médio mascarado pelas altas taxas geométricas registradas nos municípios de Ilha Comprida (4,01%), Pariquera-Açu (1,60%), Itariri (1,57%) e Miracatu (1,37%). Dentre as cidades estudadas, Pariquera-Açu foi a que apresentou maior taxa de crescimento, o que possivelmente está relacionado à presença do hospital regional e das novas estruturas de serviços públicos administrativos e comerciais que servem como atrativos, colocando a oferta de empregos acima da média regional.

Outro fator que pode ser mencionado para essa taxa de crescimento da população na região, é a migração de pessoas de outros locais do estado ou país, com propósito de encontrar nos municípios, o refúgio para os problemas dos grandes centros urbanos.

“Eu sou aposentado, moro aqui faz 6 anos.[...] aposentei e vim pra cá [...] Sou de São Paulo, capital. Minha mulher ta lá, foi ver as crianças, mas eu não, prefiro ficar aqui.” (morador rural Pariquera-Açu 30).

“Eu vim com meu marido! Ele se aposentou e a gente veio (São Paulo)” (morador da cidade Pariquera-Açu 36).

A cidade de Jacupiranga, por outro lado, apresentou taxa negativa de crescimento (-0,26%) entre os anos de 2000 e 2010, com migração dos moradores para outras cidades (Figura 4.3).

Figura 4.3: Taxa geométrica de crescimento da população de Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro entre os anos de 2000 e 2010. Fonte: SEADE, 2010.

Com relação às taxas de natalidade, a RA de Registro apresentou valor de 14,8 nascimentos (por mil habitantes) em 2008, média superior à encontrada no Estado de São Paulo (14,6 por mil habitantes). Das cidades estudadas, somente Jacupiranga e Cajati apresentaram taxas acima da média do estado (Figura 4.4).

Figura 4.4: Taxa de natalidade nas cidades de Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro, na RA de Registro e Estado de São Paulo. Fonte (SEADE, 2010).

Estes valores encontrados para o município de Jacupiranga mostram sua tendência em perder habitantes por emigração. De acordo com os dados do censo do IBGE de 2000 (SEADE, 2010) e com os relatos dos moradores das cidades estudadas, Jacupiranga é a que se mostra em pior situação em termos de emprego, estudo e comércio. Segundo os jacupiranguenses, a cidade pode ser chamada de “cidade dormitório”, porque na maioria dos casos, as pessoas saem da cidade de manhã cedo para estudar e trabalhar, e voltam

à noite para dormir. A dificuldade em encontrar emprego ou um bom rendimento salarial faz com que as pessoas busquem alternativas em outras cidades.

O problema de ser uma “cidade dormitório” é que os moradores ao invés de gastarem seu salário na cidade, movimentando o comércio e permitindo circulação do capital, acabam adquirindo produtos nas cidades em que trabalham ou nas que oferecem melhores opções.

“Aqui em Jacupiranga só tem aposentado, sabe? Casal assim que tem filho, eu falo pra minhas amigas, cadê as crianças? Elas falam: tão em Curitiba, tão em Londrina, tão em Ponta Grossa. Entendeu? Todo mundo tá indo embora, aqui se tornou uma cidade dormitório, entendeu? Porque o povo, um pouco trabalha em Registro, um pouco trabalha em Pariquera, um pouco trabalha em Cajati. Porque aqui não tem nada... Por que ninguém gasta o dinheiro aqui, né? Ganha em Cajati, gasta lá... o comercio lá tem muito movimento. Em Registro você fica louco. Em Pariquera você fica louco... Em Jacupiranga, você pode sair, ficar pelado na rua que ninguém vê” (morador da cidade de Jacupiranga 5).

O fato de grande parte da população “gastar” seu dinheiro em outra cidade, no entanto, não é restrito ao município de Jacupiranga. Nas entrevistas realizadas com os moradores das cidades de Pariquera-Açu e Cajati, percebeu-se que as famílias com melhor remuneração salarial fazem compras na cidade que apresenta maior variedade, que é o caso de Registro, que possui várias lojas de roupas, supermercados, farmácias, restaurantes, bares e até mesmo shopping center.

“O povo daqui (Pariquera-Açu) acaba tendo o hábito de ir para Registro, comprar no comércio de Registro, é comum comprar em Registro. Então assim, mora aqui, usa as coisas daqui, mas vai gastar em Registro. Eu já estive nos dois lados. Então você está do lado da loja, você não abastece a loja porque você não vende. Aí falta... o pessoal precisa e vai pra Registro. Também não dá pra tirar a razão deles” (morador da cidade Pariquera-Açu 43).

4.3.2. Panorama Econômico

A Região Administrativa de Registro apresenta a menor participação no PIB paulista. Apesar do aumento do valor adicionado produzido de 2002 a 2007, passando de 1,4 para 2 bilhões de reais, a região apresentou pequeno decréscimo na participação no PIB paulista, de 0,27 para 0,23% (SEADE, 2010).

Os municípios de Registro e Cajati foram os principais contribuintes para o PIB da região em 2007 (Figura 4.5), com participação de 22% e 17% respectivamente.

Figura 4.5: Participação dos municípios no PIB da RA de Registro em 2007. Fonte: SEADE, 2010.

Em relação ao PIB na RA de Registro, os dados relativos ao ano de 2007 mostram que o setor agropecuário representou 12,2% do valor do total do valor adicionado e o setor industrial, 16,2%. O setor de serviços é o de maior peso e contribuiu em 71,5% do adicional do PIB. Quanto a contribuição da região para o total do Valor Adicionado do Estado, a agropecuária, a indústria e os serviços registram 0,3%; 1,6% e 0,1% respectivamente.

Nas cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga, o setor de serviços, em 2007, foi o que apresentou maior participação no valor adicionado, variando de 48 a 77,8%. No setor industrial, a cidade de Cajati se destaca devido a seu importante pólo industrial com participação de 44,2% (Figura 4.6).

Figura 4.6: Participação dos setores da economia no total do valor adicionado em Jacupiranga, Cajati, Parquera-Açu e Registro no ano 2007. Fonte: SEADE, 2010.

No setor da agropecuária, os valores variaram de 7,8 a 13%. Essa participação agrícola é bem distante dos valores encontrados para o Estado de São Paulo, o que demonstra a importância deste setor na geração de renda para a economia da região. No

Estado, a participação da agropecuária é mínima (2%), seguida pela indústria (29,6%), sendo maior a contribuição por parte dos serviços (68,4%).

Os dados relativos aos valores agregados ou valor adicionado fiscal decorrente da economia das regiões administrativas são utilizados pelo governo paulista na composição dos índices de distribuição do ICMS arrecadado, e desta forma, quanto menor for o valor agregado das regiões, menores serão os repasses de ICMS para os municípios. O valor da RA de Registro foi o menor em 2007 (SEADE, 2010), comprovando a dificuldade em gerar produção para contribuir com o resultado final da apuração dos valores agregados do poder econômico do Estado de São Paulo.

No estudo de Perfil Econômico desenvolvido pela Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2009), ressalta-se que a economia da RA de Registro é condicionada pela presença de áreas de preservação ambiental, que restringem a economia regional às atividades agrícolas e de extração mineral e vegetal, e limitam seu desenvolvimento industrial – fator que ajuda a explicar o peso do setor de serviços no cômputo total do PIB e nos vínculos empregatícios.

No entanto, o próprio desenvolvimento da atividade agrícola é dificultado na região. As restrições estão relacionadas principalmente à baixa fertilidade dos solos e a necessidade de insumos agrícolas; aos relevos acentuados que dificultam a mecanização e, portanto são um entrave a agricultura intensiva; às enchentes periódicas que alagam as plantações; além do problema fundiário. Grande parte das terras da sub-bacia do rio Jacupiranga não é regularizada, e este fato dificulta o acesso dos produtores rurais ao crédito agrícola (CHABARIBERY et al., 2004; FUNDESPA, 2007; LOURES, 2008).

4.3.3. Emprego e Rendimento

A RA de Registro é considerada a região com menor número de empregos com contrato formal do Estado de São Paulo (SEADE, 2006). A taxa de desemprego registrada em 2006 foi de 21%, a maior do Estado (Figura 4.7). Segundo o diagnóstico realizado pela Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho do Governo de São Paulo - SERT (2008), a região apresentou em 2007, baixo crescimento na geração de empregos, com apenas 2,7% quando comparado ao crescimento de 5,9% do Estado de São Paulo.

Figura 4.7: Taxa de desemprego no Estado de São Paulo no ano de 2006. (RMBS: Região Metropolitana da Baixada Santista; RMC: Região Metropolitana de Campinas). Fonte: SEADE, 2006.

De acordo com a última pesquisa realizada em relação à participação dos setores da economia na RA de Registro em 2008, verificou-se que os serviços e o comércio foram os setores com maior vínculo empregatício, respondendo respectivamente a 44,3 e 22,6% do total de postos de trabalho (SEADE, 2010).

No setor de serviços destacam-se os pessoais, os coletivos, os de assistência à população local e, principalmente, as vagas relacionadas à administração pública (SÃO PAULO, 2009). Neste setor também está incluída a pequena exploração do turismo. A agropecuária também se mostra importante empregadora (19,7%), à frente da indústria (10,3%) e da construção civil (3,9%) (Figura 4.8).

Figura 4.8: Participação dos vínculos empregatícios nos setores da economia em 2008. Fonte: SEADE, 2010.

A maior participação no setor de serviços na sub-bacia foi verificada em Pariquera-Açu, devido ao hospital regional e outras estruturas de serviços públicos. No setor da agropecuária, Jacupiranga apresentou maior participação, uma vez que é o município que possui menor taxa de urbanização, com quase metade da população morando na área rural, e possui o maior adicional de PIB neste setor (SÃO PAULO, 2009; SEADE, 2010).

“Quando acha um servicinho aqui para a família, é no bananal. Trabalhar no Bananal, só para trabalhar no Bananal. Trabalha todo mundo lá [...] Sabe o porquê que eles vivem nessa escravidão? Porque não acham outra coisa pra fazer, e tem que sustentar a família” (morador da cidade de Jacupiranga 6).

De acordo com os dados apresentados, percebeu-se que os municípios estudados (Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro) apresentam grande dependência dos empregos gerados na agropecuária, que somam mais de 12% do total (12,1 a 32,3%), bem maior do que a média do Estado de São Paulo (2%). No entanto, é importante ressaltar que esse número deve ser ainda maior, uma vez que os dados não englobam os inúmeros trabalhadores rurais da agricultura, pecuária e de exploração extrativista que não tem carteira assinada.

“Não, aqui eu recebo por dia. Na plantação eu recebo por dia, não tem carteira não, se ficar correndo atrás dessas coisas (auxílios do governo), eu tô perdendo dia de trabalho, tô perdendo dinheiro” (morador área rural de Pariquera-Açu 32).

Dados de uso e ocupação do solo das sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu para o ano de 2006 (LOURES, 2008), ressaltaram essa dependência econômica das atividades agrícolas na região, com mais de 20% das áreas destinadas para agricultura e 14% para pecuária.

A participação dos vínculos das indústrias é relativamente pequena (10%), sendo parte dela associada à agroindústria regional de derivados da produção agrícola (processamento do chá e da banana). Contudo, são as indústrias para produção de cimento, fertilizantes e ração animal que representam a maior parte da produção industrial da região, e estão localizadas em Cajati (SÃO PAULO, 2009). Devido a isso, Cajati foi a cidade que apresentou maior porcentagem de vínculos associados à indústria na região (21%) (SEADE, 2010).

“O tanto de gente que fica de manhã na portaria da fábrica pra tentar trabalhar e não consegue. Às vezes você chega de manhã cedo, tem uma pracinha ali do lado da portaria, fica cheio de gente, parece até que tá tendo festa ou alguma

coisa. Às vezes eles chamam umas pessoas, mas não é contrato não, é pra fazer um servicinho. Agora pras outras coisas, se tem vaga eles falam que não têm, eles dão preferência pra quem é de fora. Construção lá dentro que tem bastante, mas eles já trazem a pessoa de fora” (morador da cidade de Cajati 22).

A construção civil é tradicionalmente o setor de menor potencial na absorção de mão-de-obra com contrato formal de trabalho. Dentre as cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga, somente Cajati apresenta participação dos vínculos acima de 5%.

Segundo a Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho (SERT) do Governo de São Paulo (SÃO PAULO, 2008), uma pesquisa realizada em 2006 mostrou que os jovens de 18 a 24 anos (ainda em formação profissional) ocupavam 16,9% do total de empregos formais da RA de Registro. Esta proporção é relativamente menor do que a média encontrada no Estado de São Paulo (19,4%), demonstrando a dificuldade do mercado regional em absorver a mão-de-obra mais jovem.

“Minha irmã tem 18 anos e foi embora, né. Tentou uma bolsa aí, mas não conseguiu e foi embora pra Blumenau [...] não tá estudando não, tá trabalhando [...] ela e mais uns amigos da mesma idade foram embora” (morador da cidade de Cajati 24).

“Tinha que ter mais emprego. Se você quer que seu filho trabalhe, você tem que mandar seu filho embora pra outro lugar, pra outra cidade” (morador da cidade de Jacupiranga 16).

Nesta pesquisa da SERT, foram listadas as 20 ocupações com maior número de vínculos formais de emprego na RA em 2006 e 2007. (Tabela 4.3). Das 20 ocupações femininas, as mais importantes são assistente administrativo e vendedor de comércio varejista. Já no setor masculino, pode-se perceber a maior relevância das atividades ligadas ao setor primário, uma vez que o trabalhador no cultivo de árvores e o trabalhador agropecuário geral são as duas principais ocupações formais (SÃO PAULO, 2008).

Tabela 4.3: Principais ocupações femininas e masculinas na RA de Registro nos anos de 2006 e 2007.

Empregos Femininos	Empregos Masculinos
<ul style="list-style-type: none"> - Assistente administrativo - Vendedor de comércio varejista - Auxiliar de escritório em geral - Professor da educação de jovens e adultos do ensino fundamental (primeira a quarta série) - Auxiliar de enfermagem - Faxineiro - Dirigente do serviço público municipal - Operador de caixa - Trabalhador de serviços de manutenção de edifícios e lograd. - Cozinheiro geral - Atendente de lanchonete - Recepcionista em geral - Professor de nível superior do ensino fundamental (primeira a quarta série) - Comerciante varejista - Trabalhador agropecuário em geral - Embalador a máquina - Contínuo - Supervisor administrativo - Babá - Professor de nível médio no ensino fundamental 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhador no cultivo de árvores frutíferas - Trabalhador agropecuário em geral - Assistente administrativo - Motorista de caminhão (rotas regionais e internacionais) - Vendedor de comércio varejista - Trabalhador volante da agricultura - Auxiliar de escritório em geral - Frentista - Trabalhador de serviços de manutenção de edifícios e lograd. - Servente de obras - Trabalhador da pecuária (bovinos corte) - Dirigente do serviço público municipal - Vigia - Ajudante de motorista - Comerciante varejista - Motorista de furgão ou veículo similar - Contínuo - Auxiliar geral de conservação de vias permanentes (exceto trilhos) - Motorista de ônibus rodoviário - Marinheiro de convés (marítimo e fluvial)

Fonte: SECRETARIA DO EMPREGO E RELAÇÕES DO TRABALHO DO GOVERNO DE SÃO PAULO, 2008.

Verifica-se a dominância dos serviços com menor exigência de escolaridade e qualificação, com exceção dos cargos de assistente administrativo, auxiliar de escritório, supervisor administrativo e auxiliar de enfermagem, para as quais são requeridos ensino fundamental e médio completo e cursos de qualificação profissional específicos. Nos casos de dirigentes do serviço público municipal e de professores da educação de jovens e adultos do ensino fundamental, exige-se formação escolar de nível superior.

Durante as entrevistas, percebeu-se que a cidade de Jacupiranga foi a que apresentou maior número de reclamações com relação à falta de emprego. Em Pariquera-Açu e Cajati, devido ao comércio mais desenvolvido e à presença do hospital regional e do complexo industrial, respectivamente, há maior circulação de dinheiro e maior dinamismo na oferta de empregos que não necessitam de curso superior.

Segundo França (2005), levando-se em conta o número de habitantes do Vale do Ribeira, em especial aqueles que se encontram em idade para trabalhar, pode-se supor que a grande massa de trabalhadores está na economia informal, trabalhando em atividades sem carteira assinada.

Os indivíduos que se encaixam nesse quadro social e econômico não dispõem dos mínimos recursos de atendimento público e previdenciários, nem dos direitos trabalhistas, que muitas vezes são negligenciados pelos empregadores. Para o autor, com o excesso de

mão-de-obra desqualificada na região, esses trabalhadores são obrigados, muitas vezes, a aceitar menores salários e turnos mais longos de trabalho.

Diante dos dados disponíveis para trabalhadores com carteira assinada, verificou-se que o salário médio para RA de Registro está abaixo das médias salariais das outras Regiões Administrativas do Estado de São Paulo (Tabela 4.4).

Nos setores da agropecuária e do comércio, os rendimentos da RA de Registro foram os piores do Estado. Já na indústria e construção civil, apesar do rendimento médio ser menor do que metade do recebido na região de Santos e São José dos Campos, os valores estiveram acima do encontrado em outras regiões administrativas como, por exemplo, RA de Araçatuba, Barretos e Franca.

Tabela 4.4: Rendimento médio dos vínculos empregatícios nos setores da economia para as Regiões Administrativas do Estado de São Paulo no ano de 2008.

Rendimento médio nos vínculos empregatícios (reais correntes)	Agropecuária	Indústria	Construção Civil	Comércio	Serviços	Total
RMSP	1.159,01	2.220,58	1.391,88	1.404,18	1.961,43	1.883,65
RA de Registro	530,63	1.443,47	1.196,49	777,11	1.188,48	995,02
RA de Santos	877,81	3.028,37	1.187,13	1.019,84	1.469,53	1.492,18
RA de São José dos Campos	593,37	2.834,71	1.318,34	927,69	1.386,96	1.669,57
RA de Sorocaba	721,92	1.675,61	1.061,80	937,02	1.267,98	1.277,87
RA de Campinas	833,81	1.901,92	1.289,49	1.101,83	1.569,43	1.545,32
RA de Ribeirão Preto	1.093,34	1.726,86	1.094,47	1.072,32	1.442,93	1.395,64
RA de Bauru	930,34	1.277,54	1.084,42	903,83	1.309,57	1.168,48
RA de Rio Preto	1.137,22	1.162,04	1.078,53	982,1	1.303,70	1.168,29
RA de Araçatuba	986,13	1.079,30	843,39	929,61	1.268,74	1.100,10
RA de Presidente Prudente	833,25	1.053,42	1.067,55	927,07	1.141,01	1.040,80
RA de Marília	898,98	1.320,77	761,88	913,87	1.221,76	1.110,12
RA Central	762,34	1.472,81	910,31	909,93	1.441,86	1.254,02
RA de Barretos	890,31	1.373,93	745,04	937,39	1.090,40	1.054,59
RA de Franca	909,42	1.367,51	958,78	946,74	1.292,53	1.205,37

Fonte: SEADE, 2010

Na indústria, os rendimentos mais altos observados possivelmente estão relacionados à cidade Cajati, que possui o maior complexo industrial da região com média salarial de R\$2.300,00 (Figura 4.9) No setor da construção civil, dentre os municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga, destacam-se as cidades de Jacupiranga e Cajati, com rendimentos superiores ao da RA de Registro.

Figura 4.9: Rendimento médio dos vínculos empregatícios nos setores da economia em 2008. Fonte: SEADE, 2010.

O rendimento médio encontrado para o setor de serviços na RA de Registro foi superior ao encontrado na RA de Barretos e Presidente Prudente, provavelmente devido o peso deste setor na cidade de Pariquer-açu. Nesta cidade, o setor de serviços foi o que apresentou melhor rendimento médio, e os salários mais altos devem estar relacionados aos profissionais da área de saúde como médicos, enfermeiros, psicólogos e cirurgiões dentistas que trabalham no principal hospital público da região.

O menor rendimento foi observado nas atividades agropecuárias. Nas cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga, a média para este tipo de ocupação foi menor que R\$541,00. Essa situação é preocupante quando se tem conhecimento que a principal atividade econômica da região é a agropecuária e que grande parte da população (20%) trabalha neste setor, sendo os cargos de trabalhador agropecuário e trabalhador de cultivo de árvores frutíferas as principais ocupações.

“Emprego é o principal, não tem... quando aparece um emprego, assim... o salário não é grande coisa” (morador da cidade de Jacupiranga 10).

“Emprego! Emprego na nossa região é difícil mesmo. Todo mundo reclama (morador da cidade de Jacupiranga 14).

“Aqui a gente ganha menos... O custo de vida é um pouco mais barato, mas lá (cidade de Campinas), acaba igualando [...] mas lá você tem mais opções, dá pra

escolher mais as coisas. Então é melhor lá, né? (morador cidade de Jacupiranga 4).

Diante desse cenário econômico de emprego e rendimento, percebe-se que as cidades estudadas não apresentam grandes ofertas de emprego nos setores e quando estas são oferecidas, estão mais relacionadas aos setores primários da economia, principalmente Jacupiranga, ou que não necessitam de curso superior.

Além da baixa demanda, os empregos oferecidos apresentam menor rendimento médio quando comparados ao resto do estado. Os valores pagos aos trabalhadores refletem a lei da oferta e demanda de mão-de-obra (barata, desqualificada e abundante), que ocorre em razão da existência de grande número de trabalhadores dispostos a receber um salário menor em busca dos benefícios das carteiras assinadas.

De acordo com a Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho – SERT, 9 dos 14 prefeitos da RA de Registro relataram a falta de mão-de-obra qualificada em seu município. Para SERT, a realidade socioeconômica da região de Registro necessita da atuação do gestor público municipal e dos demais agentes estatais e não-estatais, para sua melhoria, com especial atenção à qualificação da população para multiplicação de oportunidades de emprego, trabalho e renda (SÃO PAULO, 2008).

A cidade de Registro e Cajati, em uma parceria da prefeitura com o SENAI, oferecem cursos de capacitação profissional para formação de pedreiro assentador e revestidor, armador de ferragem, encanador hidráulico e informático.

As cidades de Jacupiranga e Pariquera-Açu oferecem cursos de qualificação profissional para garçom, cabeleireira, manicure, pintura em tecido e crochê, dentre outros, por meio do CRAS – Centro de Referência de Assistência Social. Os cursos são gratuitos e há seleção prévia dando prioridade para participantes que recebem menos de 1 salário mínimo.

No caso específico do curso de garçom em Jacupiranga, o proprietário da principal churrascaria da cidade comentou que seus funcionários inscreveram-se no curso de qualificação, e que depois de qualificados, pediram demissão e foram trabalhar em restaurantes da cidade de Sorocaba que oferecem melhores salários (Informação verbal⁶).

Ao se considerar a alta taxa de desemprego e a média dos salários pagos aos trabalhadores da RA de Registro, é possível entender a baixa expressividade do comércio regional e a busca de auxílios estatais e federais pela população. Esta situação de fragilidade ocorre porque a renda é escassa e insuficiente para atender às demandas das famílias destes trabalhadores, pouco se consome ou consome-se apenas o mínimo

⁶ Informação fornecida pelo proprietário da Churrascaria 477 de Jacupiranga em março de 2010.

necessário para sobrevivência. Nos municípios em que foram realizadas as entrevistas, tanto na área urbana quanto rural, muitas famílias só conseguem sobreviver porque recebem auxílio do governo. Várias famílias estão inscritas no Cadastro Único e participam do Programa Bolsa-Família. É este dinheiro que garante o pagamento da conta de água e luz de algumas casas na área urbana de Cajati (Informação verbal⁷).

Os últimos dados disponíveis para renda per capita do Estado de São Paulo são referentes ao ano de 2000. Neste ano, a região apresentou mais de 41% dos domicílios com renda per capita inferior a ½ salário mínimo e renda média de 1,5 salário mínimo, ocupando a pior posição do Estado de São Paulo (Tabela 4.5).

Dentre os municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga, Cajati foi o que apresentou maior porcentagem, com quase 50% dos domicílios nesta faixa e a menor renda per capita (1,13 salário mínimo). Nos outros municípios a porcentagem de domicílios com renda per capita inferior a ½ salário mínimo foi de 35%.

Tabela 4.5: Renda per capita das regiões administrativas de São Paulo e dos municípios da RA de Registro em 2000.

Região Administrativa	Renda percapita - Domicílios		Renda percapita (em salários mínimos)
	com renda até 1/4 salário mínimo (em %)	com renda até 1/2 salário mínimo (em %)	
RA de Registro	12,92	28,35	1,52
Barra do Turvo	31,35	48,12	0,69
Cajati	16,23	32,74	1,13
Cananéia	9,85	25,24	1,54
Eldorado	18,42	36,25	1,14
Iguape	11,61	26,98	1,6
Ilha Comprida	9,35	19,8	2,19
Itariri	10,51	23,43	1,62
Jacupiranga	10,5	24,73	1,79
Juquiá	13,38	27,88	1,52
Miracatu	10,79	29,4	1,38
Parquera-açu	9,98	24,25	1,57
Pedro de Toledo	12,01	26,98	1,48
Registro	11,32	24,36	1,92
Sete Barras	15,96	40,26	1,02
RMSP	5,83	11,2	3,36
RA de São José dos Campos	5,4	12,72	2,52
RA de Sorocaba	6,05	15,01	2,17
RA de Campinas	3,66	8,52	2,83
RA de Ribeirão Preto	3,64	8,75	2,83
RA de Bauru	3,37	9,2	2,51
RA de Rio Preto	3,58	10,11	2,42
RA de Araçatuba	4,11	11,92	2,32
RA de Presidente Prudente	6,25	16,2	2,1
RA de Marília	4,02	12,42	2,17
RA Central	3,54	9,76	2,4
RA de Barretos	4,35	12,07	2,16
RA de Franca	3,07	9,42	2,18

Fonte: SEADE, 2010

⁷ Informação fornecida pelos moradores 27 e 28 da área urbana de Cajati em março de 2010.

4.3.4. Educação

Em pesquisa realizada pelo SEADE sobre a condição de vida paulista em 2006 (PVC, 2006), o Estado de São Paulo apresentou taxa de 5,6% de analfabetismo da população urbana com 15 anos e mais. Em termos regionais, destacou-se a RA de São José dos Campos com a menor taxa (4,3%), e RA de Registro (8,5%) e o Aglomerado Noroeste (9,0%) com as maiores. O aglomerado Noroeste é formado pelas RA de Araçatuba, Barretos, Marília, Presidente Prudente e São José do Rio Preto.

Os últimos dados disponibilizados para a taxa de analfabetismo das regiões administrativas de São Paulo, considerando tanto a área urbana quanto rural, são referentes ao censo do IBGE em 2000 (SEADE, 2010). De acordo com os resultados, naquele ano, o estado de São Paulo apresentava taxa de analfabetismo de 6,6% enquanto a RA de Registro, 11,8%, a maior do estado (Figura 4.10).

Figura 4.10: Taxa de analfabetismo nas regiões administrativas do Estado de São Paulo.

Fonte: SEADE, 2010.

Entre os municípios estudados, o que apresentou maior taxa de analfabetismo foi Cajati com 13,9% seguido por Jacupiranga 12,7%. Pariquera-Açu e Registro (Figura 4.11) apresentaram porcentagem menor do que a média da região: 9,9% e 8,6%, respectivamente (SEADE, 2010). Possivelmente estes altos valores observados para Cajati e Jacupiranga estão relacionados ao fato de grande parte de sua população residir em áreas rurais. A dificuldade de acesso às poucas escolas disponíveis no meio rural e a necessidade das crianças e adolescentes deixarem de frequentar as escolas para ajudar os pais na lavoura e aumentar a renda familiar são os principais aspectos que elevam a taxa de analfabetismo nestes municípios.

Figura 4.11: Taxa de analfabetismo da população de 15 anos e mais no ano de 2000. Fonte SEADE, 2010.

Durante as entrevistas realizadas nos municípios de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu, verificou-se que a maioria das famílias recebeu, durante algum tempo, ou continua recebendo o auxílio do governo. O programa Bolsa Família (PBF) é um programa social federal de transferência direta de renda com condicionalidades, que beneficia famílias em situação de pobreza (com renda mensal por pessoa de R\$ 70 a R\$ 140) e extrema pobreza (com renda mensal por pessoa de até R\$ 70 (BRASIL, 2010).

Uma das condicionalidades do PBF está relacionada à educação e exige: frequência escolar mínima de 85% para crianças e adolescentes entre 6 e 15 anos e mínima de 75% para adolescentes entre 16 e 17 anos (BRASIL, 2010). Acredita-se que essa exigência do PBF possa contribuir para redução da taxa de analfabetismo na região.

Outro indicador de escolaridade é a média de anos de estudo da população de 15 anos e mais. De acordo com os dados de 2000 (SEADE, 2010), o tempo de estudo médio era de 6,3 anos na RA de Registro, bem menor do que a média de 7,6 anos verificada no Estado de São Paulo. Na pesquisa de condição de vida da população urbana realizada pelo SEADE em 2006 a média estadual observada foi de 7,9 anos, enquanto que na RA de Registro foi de 6,9 anos.

Para França (2005), muitos jovens são levados a expectativa de cursar o segundo grau, no entanto, diante das dificuldades de locomoção ou situação financeira para sua manutenção, deixam as escolas e aceitam pacificamente a condição de não ter concluído o curso secundário, contribuindo assim para baixa média de anos de estudo na região. Para o autor, outro fator que deve ser ressaltado é a falta de expectativa dos jovens em relação ao ensino superior diante das realidades econômicas e sociais dos ribeirinhos.

Entretanto, nova realidade pode vir a ser percebida no próximo censo do IBGE em 2010, com aumento da média de anos de estudo da população e dos alunos cursando o terceiro grau, graças aos auxílios estatais e federais.

O Programa Escola da Família – Bolsa Universidade é outro auxílio bastante difundido na região. Esse programa do governo de São Paulo tem como finalidade conceder bolsas de estudo no ensino superior privado a alunos com maior dificuldade em custear seus estudos (SÃO PAULO, 2010).

Para se inscrever, o aluno deve estar regularmente matriculado em curso de graduação (Universidade conveniada) e ter interesse e disponibilidade para desenvolver atividades do Programa junto a escolas públicas Estaduais e Municipais, cumprindo carga horária de 12 horas nos finais de semana. Esses convênios garantem aos universitários 100% de gratuidade nos seus cursos, sendo 50% da mensalidade paga pelo Estado (limitada a um teto de R\$ 267,00/mês, renovável semestralmente) e o restante financiado pela própria faculdade.

Segundo dados de março de 2010 da Secretaria da Educação do Estado do São Paulo (SÃO PAULO, 2010), na cidade de Registro estão cadastrados no programa 79 estudantes. Em Cajati, são 36 estudantes beneficiados, em Pariquera-Açu, 32 e em Jacupiranga estão registrados 18 alunos.

“Não é difícil conseguir essa bolsa não. Se não consegue é por causa da renda. Eu já tô na minha segunda faculdade. Fiz hotelaria e agora tô fazendo pedagogia” (morador da cidade de Jacupiranga 9).

Dentre as cidades abordadas nesta pesquisa, Registro é a única que apresenta cursos de ensino superior. A cidade possui uma universidade estadual (UNESP) e 2 faculdades particulares que fazem parte das Faculdades Integradas do Vale do Ribeira (FIVR). Como o *campus* da UNESP em Registro oferece somente o curso Bacharelado Profissionalizante em Engenharia Agrônômica, muitos alunos buscam cursos de graduação nas universidades federais e estaduais de outras cidades, principalmente Curitiba (UFPR) e Ponta Grossa (UEPG).

“Tem uns estudantes que já vão desde o ensino médio e têm outros que vão pra fazer cursinho fora e já ficam lá” (morador da cidade de Jacupiranga 14).

A taxa de retorno dos jovens formados é baixíssima, uma vez que a região, como já citado anteriormente, apresenta baixa oferta de emprego e rendimento.

Mas quem é daqui (Jacupiranga), a maioria tá em Ponta Grossa [...] E lá as faculdades, a maioria das faculdades lá você não paga. Aqui eu tenho um sobrinho que foi pra lá e tá formado[...] Não volta pra cá não, aí, ou vai pra Curitiba

ou fica lá mesmo. Porque não tem profissão aqui, então não vem". (morador da cidade de Jacupiranga 4).

4.3.5. Saneamento Básico – Infra - estrutura urbana e rural

4.3.5.1. Abastecimento de Água

A SABESP é a empresa responsável pelo saneamento básico na RA de Registro. Entre os anos de 2000 e 2003, o nível de atendimento de água na região passou de 93 para 95%, no entanto, apesar deste aumento, a taxa ainda é inferior à média do Estado de São Paulo (97%) (SEADE, 2010).

Já para a sub-bacia do rio Jacupiranga, os valores observados estão acima da média do estado de São Paulo. Jacupiranga apresenta 100% dos domicílios urbanos abastecidos por rede de distribuição de água, enquanto Cajati, Registro e Pariquera-Açu, 99% (FUNDESPA, 2007).

Nesta sub-bacia, a água de abastecimento doméstico provém de captações superficiais e o tratamento nas ETAs (Estação de Tratamento de Água) é convencional (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Sistema de abastecimento de água dos municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga em 2010.

Cidade	População Atendida (%)	Captação Manacial	Sistema de Tratamento Tipo
Jacupiranga	100	rio Canha	convencional
Cajati	99	rio Jacupiranguinha	convencional
Pariquera-Açu	99	córrego Barra do Azeite	filtro/cloração/fluór
Registro	99	córrego Braço Grande	convencional
		rio Ribeira de Iguape	convencional

Fonte: FUNDESPA, 2007.

Na área rural, o abastecimento de água é através de poço artesiano, no entanto, este não foi encontrado em todas as propriedades. Os ribeirinhos que moram nas planícies de inundação no Baixo Jacupiranga e Pariquera-Açu buscam água nas casas localizadas em regiões mais altas. No período das chuvas, com o transbordamento dos rios, a região chega a ficar alagada por vários dias, o que inviabiliza a construção de poços artesianos (Informação Verbal ⁸).

⁸ Informação fornecida pelo morador da área rural de Pariquera-Açu em março de 2010

No entanto, segundo os próprios ribeirinhos, quando as águas do rio Jacupiranga não estão barrentas (alta concentração de sólidos suspensos), eles as utilizam para cozinhar, lavar roupas e às vezes até para beber, sem nenhum tratamento prévio.

“A água pra gente tomar, a gente carrega do poço lá daquele morro lá [...] A gente vai lá de barco [...] Às vezes, quando escurece a água do rio, fica amarela, eu não faço comida com ela não, só pra lavar roupa. Pra cozinhar, quando não tá marrom, quando tá clarinha, limpinha, né, a gente usa. A gente não tem escolha” (morador rural de Pariquera-Açu 29).

“A gente pega água lá no morro. Nós pega no morro, lá tem poço. Tem água boa. Quando tá na enchente, nós vamos de barco. Se não tá na enchente, nós vamos de carro [...]. A gente pega com tambor, 2 ou 3, mas não pode pegar muito porque a água já fica velha. E também não pode ficar indo pegar muito, né?” (morador rural de Pariquera-Açu 30).

“Do rio pra cozinhar, só depois que clareia. Eu já pego pra beber. E quando eu tô pescando, se não tenho água, pego água do rio. Nós se criamos bebendo água do rio” (morador rural de Pariquera-Açu 31).

Muitas vezes, quando acaba a água que é trazida em galões dos poços das regiões mais altas, os moradores utilizam a água da própria chuva para beber e cozinhar.

“No telhado você põe uma calha e aí você cõa a água da chuva com um pano dobrado em 4. Mas quando pega, não pega a primeira que cai não. A primeira limpa o telhado. A única coisa é que tem que coar com um pano dobrado em quatro, dobra ele [...]. Quando chove.. eu não vou buscar lá em cima não. (morador rural de Pariquera-Açu 30)”

“Quando tem bastante água de chuva, ela cozinha com ela. Do rio, só depois que clareia. Depois que tá clara pega. Eu já pego pra beber... e quando eu tô pescando, eu também bebo água do rio” (morador rural de Pariquera-Açu 31).

Alguns moradores que possuem poço em sua propriedade, no período das chuvas, também sofrem com a qualidade da água.

“[...] água do poço vai ficando amarelada, pior que do que o rio [...] A gente joga uma pastilha de cloro, né?” (morador rural de Jacupiranga 1).

Os donos de poços artesianos geralmente lavam o poço com água sanitária ou jogam uma pastilha de cloro (Informação verbal ⁹). Algumas pessoas fervem a água antes de beber, outros não.

4.3.5.2. Esgoto sanitário

O nível de atendimento da rede coletora de esgoto sanitário na RA de Registro era de 66% em 2000, o menor valor do Estado de São Paulo (SEADE, 2010).

Na região da sub-bacia do rio Jacupiranga, os dados disponíveis mostram que grande parte do esgoto produzido nas cidades não é coletada. De acordo com dados de 2006 (SIGRH, 2008), a cidade de Jacupiranga foi a que apresentou melhor nível de atendimento, com 85%, seguida por Registro (72%), Pariquera-Açu (69%) e Cajati (62%) (Figura 4.12).

Figura 4.12: Nível de atendimento da coleta de esgoto em 2006. Fonte: SIGRH, 2008.

A maioria dos moradores entrevistados da área rural, que moram em áreas ribeirinhas em Cajati e Pariquera-Açu, lança nos rios seu esgoto doméstico, outros utilizam fossas. Nas casas do Baixo Jacupiranga e Pariquera-Açu (planícies de inundação), o esgoto é lançado principalmente no rio, e em alguns casos, até nos pastos.

“Eu tenho fossa, mas o povo aí pra cima, joga tudo no rio. O meu é fossa, mas quando chove, lava tudo” (morador rural de Pariquera-Açu 30).

“Eu tenho fossa lá nos fundos. Das casas daqui pra cima, vai tudo para o rio. A gente passa de barco vê e quando vai por terra...hum... a gente não agüenta o cheiro de carniça. E quando o sol esquenta então...” (morador rural de Pariquera-Açu 29).

⁹ Informação fornecida por moradores da área rural de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu em março de 2010.

“Eu joga no rio lá embaixo, mas meu vizinho aqui,... joga no meu pasto. Você pode entrevistar pra lá, vai ver, não sou só eu não, lá tudo joga no rio” (morador rural de Cajati 18).

Nos centros urbanos, a parcela da população que não é atendida pela rede coletora de esgoto, também lança seu efluente nos córregos e rios da região. Em alguns casos, o esgoto ainda é lançado na rede de águas pluviais, chegando sem tratamento aos cursos d'água.

“E o esgoto vai pro rio. Sabe por que eu sei, que eu falo que vai para o rio? Porque todo mundo que toma banho fala que vê o cano e vê as coisas caindo” (morador da cidade de Jacupiranga 4).

“Eu vou falar pra você, esse rio (Pariquera-Açu) tá uma tristeza. O esgoto daquelas casinhas ali da beira do rio, cai tudo lá [...] Já cansei de ver, de descer assim, meu terreninho vai até o fundo e a gente vê descer fralda de criança, cocô” (moradora da cidade de Pariquera-Açu 36).

De acordo com dados do ano de 2006 (SIGRH, 2008), Pariquera-Açu trata 100% do seu esgoto coletado e Registro, 98%. Nas cidades de Jacupiranga e Cajati, 10% do esgoto coletado não é levado para as estações de tratamento (SEADE, 2010), sendo jogado diretamente nos rios.

Os percentuais observados para saneamento básico estão próximos da média de atendimento do serviço de distribuição de água e coleta de esgoto do Estado de São Paulo, porém pelo fato de atender apenas a população urbana dos municípios devem ser considerados ruins, uma vez que a região apresenta grande parte de sua população na área rural.

4.3.5.3. Coleta de Lixo

Segundo o SEADE (2006), a coleta de lixo no Estado de São Paulo tende a universalização, uma vez que a média do nível de atendimento nas cidades paulistas em 2006 era de 99%. A região que apresentou menor cobertura foi a RA de Registro com 95%.

Os dados disponíveis para os municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga, no entanto, são referentes ao último censo do IBGE realizado em 2000 (Figura 4.13).

Figura 4.13: Nível de atendimento da coleta de lixo em 2000. Fonte: SEADE, 2010.

Na zona urbana de Jacupiranga, a coleta de lixo atende 99% da população. O caminhão de lixo passa todos os dias, exceto sábados e domingos, no centro da cidade, e 3 vezes por semana nos bairros mais distantes. Em Cajati e Pariquera-Açu, o nível de atendimento é de 98 e 96,7%, respectivamente, e o caminhão de lixo passa 3 vezes por semana.

Somente a cidade de Cajati possui coleta seletiva de lixo, uma iniciativa da prefeitura em associação com os catadores da região. Em Pariquera-Açu e Jacupiranga, a coleta é realizada por catadores sem vínculo com a prefeitura.

Na zona rural, não há coleta de lixo e os moradores têm como prática queimar os resíduos (orgânicos, plástico e papel) e enterrar os vidros.

“O que é de queimar, eu queimo tudo. As coisas de queimar, as coisas de comida, papel, plástico, eu queimo tudo. Garrafa de plástica, pego e queimo. Não adianta a gente deixar jogado. Agora o que não é de queimar, vidro, eu jogo, assim, eu pego e jogo no buraco, porque é perigoso deixar né?” (morador rural de Pariquera-Açu 32).

Algumas propriedades utilizam o resíduo orgânico para alimentar porcos e galinhas, enquanto outras para fazer adubo que é utilizado nas plantações para consumo próprio. Às vezes, dependendo do morador, o plástico e os vidros são acumulados e simplesmente deixados nas propriedades (Figura 4.14). A situação se agrava quando essa prática é realizada por ribeirinhos, uma vez que durante o período das chuvas esse material é carregado para dentro dos rios.

Figura 4.14: A: Lixo deixado dentro de uma propriedade marginal ao rio Pariquera-Açu (zona urbana); B: Lixo preso na vegetação marginal do rio Jacupiranguinha em Cajati (zona urbana).

Diante dos dados apresentados, verifica-se a necessidade de expansão das redes coletoras de esgoto nas casas ribeirinhas da cidade de Jacupiranga e de investimentos públicos para que sejam encontradas alternativas para coleta dos dejetos residenciais e o seu devido tratamento nas áreas rurais de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu, evitando que os mesmos sejam jogados no rio.

Outra questão importante é com relação à coleta de lixo nas áreas rurais, uma vez que as práticas de queimar e enterrar os resíduos são nocivas ao meio ambiente. A fumaça expelida na queima do lixo, além de contribuir para o efeito estufa, também pode trazer problemas relacionados à saúde humana como doenças respiratórias e aumentar o risco de incêndios. A prática de enterrar o lixo, por sua vez, está relacionada à contaminação do solo e do lençol freático.

A conscientização da população rural sobre reduzir o volume de lixo gerado, separar os resíduos orgânicos e utilizá-los como adubo são algumas alternativas que podem ser adotadas pelas prefeituras para ajudar a diminuir a contaminação do ambiente e melhorar a qualidade de vida da população.

Com relação ao abastecimento de água das cidades, é importante ressaltar o aumento das áreas de pastagens, agricultura e da zona urbana com a retirada das matas ciliares e lançamento de esgoto. Como consequência, altas concentrações de sólidos suspensos totais e a cor amarronzada das águas dos rios já podem ser observadas no rio Jacupiranga (Capítulo 3) e no rio Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006).

Observa-se, portanto, uma prática contraditória na sub-bacia, uma vez que a retirada das matas ciliares propicia a poluição das águas que depois deverão ser tratadas para abastecimento público. Com a maior concentração de sólidos em suspensão e turbidez provenientes do escoamento superficial (erosão e carreamento de partículas para dentro do rio) e do lançamento de esgoto doméstico nos rios, por exemplo, tem-se maior

gasto no tratamento da água com a utilização de coagulantes mais eficientes para retirada desses sólidos.

Maior atenção deve ser dada ao rio Canha, que abastece a cidade de Jacupiranga. De acordo com Bottino (2008) e Ferraz (2008), apesar desse ser um dos rios mais preservados da região, as atividades antrópicas em sua microbacia já podem ser percebidas, com retirada da mata ciliar em algumas porções para plantação de banana e pecuária. Ao analisar os dados de qualidade da água, Ferraz (2008) ressaltou a possível existência de lançamentos clandestinos de esgoto das propriedades rurais.

Aproveitando a questão dos sólidos na água, é importante ressaltar que muitos processos industriais não toleram nem mesmo pequenas porções de sedimentos em suspensão na água, o que envolve, quase sempre, significativos custos para a solução do problema (LOURES, 2008).

4.3.6. Saúde

A situação do sistema de saúde das Regiões Administrativas do Estado de São Paulo no ano de 2007 pode ser visualizada na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Sistema de saúde das Regiões Administrativas do Estado de São Paulo.

Regiões Administrativas	Quantidade de hospitais	Índice de Hospitais por mil hab.	Índice de Leitos por mil hab.
Estado de São Paulo	622	0,016	1,68
RMSP	140	0,008	1,35
RA de Registro	11	0,04	1,15
RA de Santos	14	0,009	1,28
RA de São José dos Campos	41	0,02	1,43
RA de Sorocaba	65	0,025	2,74
RA de Campinas	97	0,017	1,65
RA de Ribeirão Preto	24	0,022	1,73
RA de Bauru	34	0,035	3,35
RA de São José do Rio Preto	47	0,035	1,95
RA de Araçatuba	26	0,038	2,23
RA de Presidente Prudente	31	0,039	2,63
RA de Marília	38	0,042	3,09
RA Central	22	0,025	1,72
RA de Barretos	17	0,042	2,47
RA de Franca	15	0,023	1,5

Fonte: SEADE, 2010.

A RA de Registro possui 11 hospitais que estão distribuídos, segundo Chabaribery et al. (2004), de forma harmônica, ou seja, em quase todos os municípios existe pelo menos uma unidade hospitalar. No entanto, com relação ao número de leitos hospitalares, a região apresenta índice abaixo da média do Estado de São Paulo.

É na cidade de Pariqueira-Açu que está instalado o Hospital Regional Vale do Ribeira, o centro hospitalar da região. Este hospital conta com 10 unidades de atendimento de nível secundário (diagnóstico, ambulatório e internação), sendo referência para o serviço de atendimento médico às urgências (SAMU) da região, com cobertura para neurocirurgia, traumatologia, cirurgia geral, cirurgia vascular, gestação de alto risco. Possui UTI para adultos e neonatal, e 166 leitos do SUS (Tabela 4.8).

Tabela 4.8: Sistema de saúde nas cidades da sub-bacia do rio Jacupiranga em 2007.

	Unidades de Atenção Básica de Saúde	Hospitais	Leitos do SUS
RA de Registro	77	11	323
Jacupiranga	6	1	—
Cajati	6	1	13
Pariqueira-açu	5	1	166
Registro	11	2	68

A cidade de Cajati possui uma unidade denominada Hospital Municipal de Cajati com 13 leitos do SUS, enquanto Jacupiranga não possui hospital municipal e sim, 1 pronto atendimento (pronto socorro geral). Os moradores de Jacupiranga realizam os procedimentos de rotina nos postos de saúde ou no pronto-socorro, mas quando o caso médico necessita de maior atenção ou é necessário algum procedimento cirúrgico, os pacientes são encaminhados ao Hospital de Pariqueira-Açu.

“A gente vai aqui no *hospital* mesmo. Mas quando eles não sabem o que é que a gente tem, a gente é mandado para Pariqueira (morador de Jacupiranga 15).

“Ganhou o neném em Pariqueira, porque se correr o risco de uma cirurgia aqui não faz aqui” (morador rural de Jacupiranga 1).

“Acontece alguma coisa lá na BR (BR-116), eles trazem para Pariqueira. Os neurologistas são os melhores. Peca um pouco no pronto-atendimento, mas lá pra dentro, é tudo bom.” (morador da cidade de Pariqueira-Açu 43).

A cidade de Jacupiranga possui 2 postos de saúde e 4 centros, enquanto Cajati possui 1 posto de saúde e 5 centros. Em Pariqueira-Açu não há posto de saúde, mas 5 centros de saúde.

De acordo com o Ministério da Saúde, posto de saúde é uma unidade que não dispõe de profissionais de nível superior no seu quadro permanente, sendo a assistência prestada por profissionais de nível médio ou elementar, com apoio e supervisão dos

centros de saúde de sua articulação. Já os centros de saúde também prestam assistência, mas contam com uma equipe de saúde interdisciplinar em caráter permanente, com médicos generalistas e/ou especialistas. As atividades desenvolvidas são as mesmas descritas para o posto de saúde, acrescidas da consulta médica permanente, exames de laboratório na sua estrutura física (BRASIL, 1990).

A população dos bairros mais distantes do centro das cidades de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu são atendidas pelo Programa Saúde na Família. Nesse programa, pelo menos “teoricamente”, equipes de saúde instaladas nas unidades básicas acompanham determinado número de famílias. Esse acompanhamento visa a manutenção da saúde nas famílias através de ações de promoção da saúde, prevenção, recuperação e reabilitação de doenças.

Enquanto alguns moradores de Jacupiranga e Cajati reclamam que nos “postinhos” nunca há médicos e que são muitas vezes destratados pelos funcionários, em outros bairros, os agentes de saúde visitam as casas pelo menos uma vez por mês para saber como está a família ou para acompanhar o tratamento de pacientes que estejam tomando medicamentos, fazendo fisioterapia ou que passaram por algum tipo de cirurgia.

Nas entrevistas foi possível perceber que a maioria da população depende da assistência de saúde pública, seja dos centros de saúde, seja de internações e exames pelo SUS. De acordo com dados da pesquisa de condições de vida (PVC) realizada em 2006, verificou-se que a RA de Registro possui a menor parcela da população atendida por planos de saúde do Estado de São Paulo (Figura 4.15) independentemente se por meio da empresa empregadora ou por contratação direta (SEADE, 2006).

Figura 4.15: Distribuição dos indivíduos segundo condição de posse de plano de saúde nas regiões do Estado de São Paulo em 2006. Fonte: SEADE, 2006.

A maior reclamação por parte das famílias carentes entrevistadas está relacionada à demora na realização dos exames. Segundo os moradores, não é difícil marcar consulta com os médicos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), o período de espera varia de 1 a 4 semanas. No entanto, o maior problema enfrentado está relacionado aos exames médicos prescritos. Pessoas chegam a ficar mais de 1 ano na fila de espera para exames de ressonância, tomografia e eletrocardiograma.

A RA de Registro, apesar do índice satisfatório de hospitais por mil habitantes quando comparada com as outras regiões, apresenta a maior taxa de mortalidade infantil do Estado de São Paulo. De maneira geral, observou-se tendência à diminuição nos níveis de mortalidade infantil diante dos investimentos em saúde e saneamento ambiental, no entanto, os valores são ainda considerados altos.

Elevadas taxas de mortalidade infantil estão relacionadas a níveis insatisfatórios de condição de vida, como por exemplo, dificuldade de acesso aos recursos da saúde, baixo nível de escolaridade, desconhecimento da necessidade de acompanhamento médico ou dos cuidados necessários para uma gravidez saudável; nutrição inadequada da gestante; ausência de programas de saúde específicos; más condições de higiene sanitária e ambiental (FUNDESPA, 2007; SEADE, 2006).

Nas cidades estudadas, no período de 8 anos (de 2000 a 2008), Jacupiranga apresentou 85,6% de redução da mortalidade infantil; Cajati, 61% e Registro, 20,7%. Pariquera-Açu, por outro lado, apresentou aumento de 19%. De 2007 para 2008, a taxa de mortalidade infantil duplicou. As cidades de Pariquera-Açu e Registro, em 2008, apresentaram taxa de mortalidade infantil acima da média obtida pela RA de Registro (Tabela 4.9).

Tabela 4.9: Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos).

Ano	Jacupiranga	Cajati	Pariquera-açu	Registro	RA de Registro	Estado SP
2000	26,2	20,1	23,3	18,5	19,4	17,0
2007	19,5	17,0	14,7	20,3	18,0	13,1
2008	3,8	7,8	27,7	14,7	13,4	12,6

Fonte: SEADE, 2010

A maior taxa de mortalidade infantil observada nestas cidades pode estar relacionada ao fato delas serem os principais centros hospitalares da região, com destaque para o Hospital Regional do Vale do Ribeira em Pariquera-Açu. Tal situação faz com que ocorra maior comprometimento destes centros, visto que os pequenos hospitais locais não estão suficientemente capacitados para os atendimentos mais complicados, que exigem mais recurso financeiro e infra-estrutura de equipamentos, e pessoas capacitadas para prestação dos serviços.

Devido à precariedade do saneamento básico em determinados bairros da cidade de Jacupiranga, e na área rural de Cajati e Pariquera-Açu, com lançamento de esgoto doméstico *in natura* nos rios da região, fica evidente o comprometimento da qualidade das águas em determinadas porções dos rios. No entanto, a população local, principalmente os habitantes de menor poder aquisitivo, utiliza as águas do rio para banho e dessedentação. Tais condições apontam para riscos de saúde pública, favorecendo a proliferação de doenças parasitárias intestinais e demais doenças de veiculação hídrica.

O rio Jacupiranga (Capítulo 3), Jacupiranguinha (MOCCELLIN, 2006) e Pariquera-Açu (MOCCELLIN, 2010), devido aos lançamentos de esgoto doméstico bruto, do efluente da ETE e das atividades de pecuária nas margens dos rios, apresentam elevadas quantidades de coliformes termotolerantes, superando o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios de classe 2. A presença deste grupo de bactérias na água indica risco adicional da mesma possuir organismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera (BRIGANTE et al., 2003).

Esta situação coloca os moradores locais, sobretudo as crianças, em risco de contrair doenças infecciosas havendo tendência para elevada prevalência entre as populações. Essa questão de saúde pública é de difícil equacionamento sem que ocorram melhorias no saneamento e na educação sanitária. O atendimento clínico e a medicação não são suficientes, pois o ambiente contaminado e os hábitos dos moradores tendem a incrementar a ocorrência de novas e sistemáticas infecções.

É importante ressaltar na área da Saúde, que foi assinado no dia 31 de março de 2010, a ordem de serviço, o contrato e o documento do Tribunal de Contas para construção do Ambulatório Médico de Especialidades (AME) e a unidade da Rede de Reabilitação “Lucy Montoro” na cidade de Pariquera-Açu, os únicos na região do Vale do Ribeira. O AME atenderá 22 especialidades e de acordo com as expectativas, realizará mensalmente doze mil consultas, incluindo acupuntura, melhorando assim as áreas de exame e diagnóstico. O investimento do governo do Estado para construção e compra de equipamentos é da ordem de oito milhões de reais. Além de avanço no sistema de saúde da região, o empreendimento irá gerar maior oferta de emprego, tanto na fase inicial com a construção do ambulatório e do centro, quanto na fase final com a contratação dos novos funcionários (APARECIDO, 2010; SILVA, 2009).

4.3.7. Lazer

As cidades de Registro, Pariquera-Açu e Cajati, por serem mais desenvolvidas do que Jacupiranga, apresentam mais opções de lazer: bares, restaurantes e danceterias. Jacupiranga, por sua vez, conta com apenas 1 pizzeria, 1 churrascaria e 2 bares.

Foi possível perceber que a igreja tem papel importante na vida social da população tanto rural quanto urbana, sendo várias vezes citada como opção de lazer pelos entrevistados. Além da igreja, os rios e cachoeiras próximos às cidades, a praia de Cananéia ou os clubes também foram citados. As famílias mais favorecidas, vão para suas chácaras, para praia ou clubes, enquanto a população mais carente se contenta com os rios que margeiam as cidades.

Em Jacupiranga, os moradores freqüentam a denominada “prainha” no rio Jacupiranga ou o rio Guaraú. Segundo os entrevistados, a população que tem condições de ir para um lugar mais distante, prefere o rio Guaraú por causa da qualidade de suas águas (que para eles está associada à cor marrom das águas do rio durante o período de chuvas e do conhecimento dos lançamentos de esgoto doméstico bruto).

“Tem a prainha aqui perto, perto do cano. Lá é areia. Dia de domingo ta cheio, cheio, mãe com criança. Eles vão só ali porque é raso, mas quem sabe nadar vai pro outro lado. Mas quem não sabe fica aqui, perto do cano” (morador da cidade de Jacupiranga 4).

“Nesse rio aqui (Jacupiranga)... ah!... eu não tenho coragem de levar meu filho não, eu nunca levei. A gente vai ali no começo do Guaraú!” (morador da cidade de Jacupiranga 15).

Na área rural de Cajati, apesar do lançamento de seu próprio esgoto, a população utiliza as águas do rio Jacupiranguinha e Bananal para banho.

“Nado no rio Jacupiranguinha e Bananal mesmo, quando dá vontade, nesse calor, vai na água que vai o esgoto mesmo” (morador área rural de Cajati 26 antes).

“O esgoto daquela casa ali cai aqui. E tudo fica aqui tomando banho, a mulher dele a filha dele. Além disso, tem as vacas, que ficam passando de um lado para o outro. Quando as vacas não passam, a água fica uma maravilha, fica transparente [...]. Essa água aqui, agora no calor, o pessoal vem tomar banho aqui. Eles fecharam o rio com as pedras ficou igual a uma represinha. Na época do Natal e fim de ano, tinha mais de 60 pessoas aqui. Cheio de criança pequena” (morador área rural de Cajati 18).

Na área de influência do efluente da Bunge, mesmo sendo avisada por placas da empresa que a água é imprópria para banho, a população acaba utilizando para lazer (Figura 4.16)

“Você precisa ver aquela represinha ali que é contaminada. A firma (Bunge) pôs até uma placa pra ninguém usar. Sabe o que fizeram? A molecada arrancou a placa, e tão lá tomando banho. Você vê a manilha que despacha a água da represa. Esses tempos tava uma água branca” (morador área rural Cajati 18).

Figura 4.16: (A) Água de escape da represa da Bunge; (B) represinha utilizada pela população local para banho mesmo sendo avisada por placas de que é imprópria.

Dos rios utilizados pela população mais carente para lazer (banho e pesca), somente o Guaraú e algumas porções dos rios Canha e Pariquera-Açu apresentam melhor qualidade das águas. Os rios Jacupiranga e Jacupiranguinha (rio urbano de Cajati) apresentam margens erodidas com barrancos de areia, recebem lançamentos de esgoto doméstico (população rural e urbana) e sofrem a influência do esgoto industrial da BUNGE (de caracterização desconhecida, exceto pelas altas concentrações de fósforo e condutividade elétrica).

Os moradores ressaltam também a quantidade de água dos rios. Segundo dados da entrevista, o rio Jacupiranga e Guaráu eram mais profundos. Essa menor quantidade de água nos rios, possivelmente é consequência da retirada das matas ciliares e erosão das margens com carreamento de partículas do solo para dentro dos rios causando o assoreamento.

“O Guaráu! O rio ta secando! O Guaráu ta secando! O rio era aquela correnteza. Antes não dava pé pra ninguém, hoje em dia, você passa e a água ta por aqui (na perna)” (moradora da cidade de Jacupiranga 15).

“Era tão bom esse rio (rio Jacupiranga)... era fundo, tinha um trampolim... agora é só terra. Era fundo, nossa era muito bom! Agora ele tá raso e sujo” (morador cidade de Jacupiranga 14).

4.3.8. Enchentes

O Vale do Ribeira de Iguape depara-se constantemente com os problemas das cheias de seus rios. Segundo FUNDESPA (2007) e Loures (2008), a região possui características peculiares em relação à potencialidade de ocorrência de cheias. Em primeiro lugar, as condições climáticas são altamente favoráveis a eventos de chuvas do tipo frontal, de grande intensidade e duração, que tendem a produzir grandes volumes de deflúvio superficial. Em segundo lugar, as características geomorfológicas das regiões de planícies e de várzeas da bacia também favorecem a ocorrência de cheias.

Na região, praticamente todos os municípios são atingidos pelas enchentes, dentre eles, Registro, Cajati, Pariquera-Açu e Jacupiranga. Em janeiro de 2008, ocorreu uma das maiores enchentes já registradas, sendo decretado estado de calamidade pública na cidade de Cajati e de emergência em Jacupiranga e Pariquera-Açu. Em Cajati, 6.000 pessoas ficaram desabrigadas e 30 mil casas foram destruídas. Na cidade de Jacupiranga, 9 bairros da área urbana e 12 na área rural foram atingidos, deixando mais de 900 pessoas desabrigadas e causando 2 mortes. Em Pariquera-Açu, cerca de 3.000 pessoas ficaram desabrigadas (CAMPANILLI, 2009; MATA e SCHLINDWEIN, 2008).

De acordo com os moradores, o período das enchentes na região vai de final de dezembro ao final de março de cada ano. Durante as entrevistas, foi possível perceber que alguns habitantes das áreas ribeirinhas já se acostumaram com o “caos” provocado pelas enchentes. Eles agem com naturalidade e calma ao contar sobre os problemas enfrentados. Segundo uma das moradoras da cidade de Jacupiranga, ela não vê problema em tirar as coisas de casa todo ano e dormir na casa do filho ou em uma garagem do outro lado da rua. Ela disse que eles sabem que nada podem fazer, já que não têm condições de comprar casa em outro lugar.

“Você pegou a pessoa errada, porque eu não ligo (não se importa com a enchente) [...] A culpa é da gente que mora na beira do rio, e a gente não tem pra onde ir, não tem condições de comprar em outro lugar”. Até 1975 nunca tinha dado enchente. Aí em 76 foi a primeira grande que deu. Depois ficou mais alguns anos sem, depois em 1995 começou... agora tem todo ano, e a água entra mesmo. A maioria já tá acostumada. Quando tem enchente é bom (risos). A gente faz uma faxina dentro na casa. Porque você tira todas as coisas e aí você pega, lava tudo antes de colocar tudo de volta.” (moradora da cidade de Jacupiranga 5).

Para tentar minimizar os prejuízos causados pelo transbordamento dos rios, a população ribeirinha passou a adotar certas medidas para conviver com as enchentes (Figura 4.17).

- a) determinaram pontos de referência para saber qual o momento de começar a retirar os pertences;

“Tem uma casa ali embaixo, que ela é a primeira a encher. Quando ela enche, a gente já sabe que tem que tirar as coisas” (moradora da cidade de Jacupiranga 5)

“Na hora que entra naquele banheirinho lá, a gente já sabe que vai encher mesmo. E aí fui dormir na casa do meu filho (moradora da cidade de Jacupiranga 48).

- b) no período das chuvas, certos moradores, que não querem abandonar suas casas ou até mesmo não têm para onde ir, desenvolveram um “sistema de alerta”. Eles acordam durante a noite e colocam a mão no chão para saber se a água já entrou em sua propriedade ou não.

“Os dias que tava chovendo, eu dormia um pouquinho e falava assim, meu Deus! Colocava a mão no chão, pra ver se tinha água. Nossa, eu não durmo nada” (morador cidade de Pariquera-Açu 35).

- c) ajudar e ser ajudado pelos vizinhos para retirar os móveis e eletrodomésticos da casa. Esses móveis são geralmente colocados na casa de amigos ou parentes;

“A casa de mamãe é muito baixa. Aí tem que correr pra levar os móveis. Põe nas casas de parentes que moram mais pra cima [...]. Vai no braço mesmo. Mas na última hora é difícil achar alguém” (morador da cidade de Cajati 24).

“A gente não recebe ajuda da prefeitura não. Aqui um vai ajudando o outro a tirar as coisas, põe tudo na rua, ali mais pra cima ou leva pra casa de parente (moradora da cidade de Jacupiranga 5).

- d) colocar o fogão, a geladeira e o guarda-roupa em cima de mesas e pias; ou quem tem condição econômica um pouco melhor, comprar suportes e colocar os pertences em cima destes;

“Você vai empilhando, pra arrumar um jeito pra não perder. Minha mãe já perdeu tudo na enchente” (morador da cidade de Cajati 24).

“Meu marido fez suporte para as máquinas de lavar, suporte eu fiz pra estante, porque se molhar você perde e é mais caro. Já perdi uma na outra enchente. Fez suporte para o fogão também” (morador da cidade de Pariquera-Açu 42).

- e) vedar as portas da casa para evitar que as águas entrem (comportas ou placas de ferro chumbadas na parede);

“A porta é parafusada aí. Depois que passar o tempo da enchente eu tiro. Aí quando vem janeiro, eu ponho de novo. A lá de trás eu ponho quando a enchente já ta vindo, porque senão não tem como eu passar. Tenho medo, porque a água vem tão rápido que não dá tempo de colocar as duas [...] Tem borracha embaixo e dos lados e fica fixa pra não passar água (moradora da cidade de Pariquera-Açu 36).

- f) construir muro alto entre o rio e a casa ou entre a rua e casa;

“Lá quando o rio sobe, sobe de vez. Eu ainda tenho um muro, aumentei o muro pra segurar um pouco (morador da cidade de Pariquera-Açu 36).

“O rio passa aqui atrás de casa. Se nós tivesse condição, meu marido ia construir alguma coisa aqui, um muro, não sei, por alguma coisa pra não deixar vir” (morador da cidade de Cajati 27).

“Meu marido ta pensando em construir um muro, tirar esse portão e construir um muro, pra ver se não deixa água da rua entrar dentro de casa” (morador da cidade de Pariquera-Açu 42).

- g) construir o segundo andar da casa para evitar ficar carregando os pertences de um lado para o outro e depender da ajuda dos vizinhos;

“Dali, daquela ponte pra lá, tem uns sobradinhos. Porque aí, os quartos ficam em cima, o guarda-roupa de maleiro [...] Senão como é que você levanta, é muito pesado. Aí você deixa as coisas lá, no segundo andar” (morador da cidade de Pariquera-Açu 42).

- h) ter somente o necessário. Muitos que perderam quase tudo nas enchentes procuram ter somente o básico. O fato de ter uma casa sem muitos pertences está relacionado tanto ao dinheiro, que geralmente é pouco para repor os

utensílios perdidos, quanto com a necessidade de tirar tudo correndo na hora que às águas começam a invadir as residências.

“Às vezes você pode até comprar, você divide, você compra. Mas comprar pra que? Pra perder tudo de novo. É melhor tentar guardar um dinheirinho e comprar uma casa em outro lugar. Sair daqui. E eu gastei muito dinheiro nessa casa com mão de obra e material. Mas quero comprar uma casa no morro” (morador da cidade de Cajati 28).

Alguns comentários a respeito das enchentes podem ser visualizados abaixo.

“O rio sobe todo ano, olha só a marca na parede. Eu tiro e vou aqui pra garagem. Olha lá minhas coisas... eu levantei elas em novembro. (guarda-roupa, fogão) [...] Começa a chover...e aí a água começa a encher, encher encher... entra pelo vaso, entra pelo ralo [...]. A gente chama, os vizinhos vêm e ajudam [...]. É muita coisa pra carregar, então eu já levanto e deixo. Um vizinho vai ajudando o outro. Tem uma casa lá na frente, que ta levantando. Todo ano ela perde muita coisa. Então agora esse ano, que começou a encher, ela tirou as coisas e levou pra casa do filho. E disse que só volta quando a casa dela ficar pronta. Ela ta levantando (construindo o 2º Andar). Eu procuro não ter muita coisa, só o básico, o fogão eu ponho em cima da pia e a geladeira em cima da mesa” (moradora da cidade de Jacupiranga 5).

“Sempre quando chove, entra. A última que deu (enchente) eu saí, a gente não sabe o que pode acontecer, né?. O que dá a gente levanta, o que dá pra levar a gente leva. A gente consegue caminhão, e põe as coisas no caminhão. Da prefeitura não, nunca da prefeitura. Até agora não teve ajuda da prefeitura não (morador da cidade de Cajati 23).

“Você precisa ir lá no correio. Lá alaga tudo. Ele colocam tudo na calçada e esperam a água baixar [...]” (morador da cidade de Jacupiranga 14).

Figura 4.17: Medidas adotadas pela população: (A) guarda-roupa colocado em cima de uma mesa; (B) construção do segundo andar da casa; (C) porta de ferro parafusada para conter a entrada da água; (D) comporta de ferro; (E) casa quase vazia somente com os móveis que conseguiram recuperar na última enchente.

Enquanto alguns já se acostumaram e desenvolveram rotinas para retirar seus pertences de casa, muitos outros ainda passam por momentos de grande tensão, perdendo quase tudo com as enchentes.

“Quando a água entra aqui, Meu Deus do céu! Fiquei pensando essa noite. Eu não durmo. Quando começa a chover a gente não dorme. Eu acordo a noite, o tempo todo, pensando que a água já ta entrando na casa [...] Da outra vez, nós perdemos um tanto, depois umas coisas nós ganhamos dos vizinhos, do povo daqui.” (morador rural Cajati 27).

“Perdi tudo! Cama, fogão, guarda-roupa, geladeira [...] boiou tudo. Nós colocamos em uma mesa assim de altura, mas a mesa boiou, rodou e a enchente levou tudo. Pra você ver a força da água. Tiramos o carro e saímos, e ficamos lá no morro só olhando” (moradora da cidade de Pariquera-Açu 36).

“Você pode ver que a gente não tem quase nada. A gente perdeu tudo. Até as compras do supermercado, saiu tudo boiando. Quando a gente foi ver já tava tudo boiando, quase na porta. Só salvou nós mesmos, perdemos tudo. Perdi os documentos da casa, meus documentos [...]. Deu um maior trabalho pra tirar. Agora quando eu vejo que a água ta vindo, eu junto minhas coisas e saio, vou lá para a pista” (morador da cidade de Cajati 28).

“Já pegou um metro aqui. Da outra vez nós ficamos aqui, né? Tinha que ficar socorrendo as coisas. Nós ergue as coisas [...]. A gente fica ilhado, fecha pra lá e fecha pra cá. O meu guarda-roupa até agora não desci, ta lá em cima (morador área rural de Cajati 26).

O nível das águas dos rios sobe rapidamente, e os moradores ficam com as casas alagadas por aproximadamente dois dias. A altura que as águas do rio atingem dentro das casas pode ser visualizada na Figura 4.18.

Figura 4.18: Marca da água nas paredes das casas atingidas pelas enchentes (A e B) residências na cidade de Cajati; (C) residência na cidade de Jacupiranga.

Na cidade de Pariquera-Açu, mesmo as casas que não estão localizadas na beira dos rios, sofrem com as enchentes. No período das chuvas, as águas do escoamento superficial somadas às águas do transbordamento do rio acabam causando transtornos à

população. Muitos habitantes ressaltam a necessidade de limpeza dos bueiros, ou que se aumente o tamanho dos mesmos.

“Você acredita que aqui vem enchente, aqui na minha casa? É... aqui dentro da minha casa. Aqui a nossa rua é tudo entupido, a água da chuva não vai embora. Nós temos comporta aqui dentro da minha casa. A água pega quase na altura do muro da minha casa [...] Minha casa toda tem isso, nós fechamos todas as portas. Os bueiros tão quase tudo entupido. Todo ano tem enchente, nós estamos esperando a enchente de fevereiro que ainda não veio. Os ribeirinhos moram na beira do rio coitados e não tem como sair dali. Agora a gente aqui na cidade também sofre. Aqui fica um mar, as pessoas andam com água pra cima da cintura.” (morador da cidade de Pariquera-Açu 42).

Apesar da grande quantidade de chuvas em janeiro e fevereiro de 2010, até a primeira semana de março de 2010, quando foram finalizadas as entrevistas na região, não havia ocorrido enchente na área urbana de Cajati, Jacupiranga e Pariquera-Açu. No entanto, a população continuava em sinal de alerta, porque segundo ela, o “prazo da enchente” era até o final do mês.

Já no município de Registro, o transbordamento do rio Ribeira de Iguape causou grandes prejuízos, aproximadamente 460 pessoas foram desalojadas sendo distribuídas em 5 abrigos (SILVA, 2010).

Na área rural de Registro, a Prefeitura e a Defesa Civil montaram um serviço de atendimento por barco para fazer a remoção de famílias ou levar medicamentos, água potável e alimentos. A área rural de Pariquera-Açu, que fica localizada entre rios Jacupiranga e Pariquera-Açu, também foi afetada pelo transbordamento destes dois rios (ACIAR, 2010).

Além das centenas de moradores que ficaram desalojados, a agricultura e a pecuária também sofreram grandes prejuízos. Até o início de fevereiro de 2010, já tinham sido contabilizados prejuízos da ordem de trinta milhões de reais só no setor agropecuário (ACIAR, 2010; SILVA, 2010).

As chuvas constantes dos meses de janeiro e fevereiro e as altas temperaturas registradas na região causaram problemas aos produtores de hortaliças, com maior incidência de doenças do solo e também na parte aérea das plantas, diminuindo o ciclo das culturas. As excessivas chuvas e as altas temperaturas acarretaram em redução do volume ofertado nos setores de verduras e legumes (ACIAR, 2010).

Além das hortaliças, a principal cultura que movimenta a economia regional, a bananicultura, também sofreu grande prejuízo com a enchente, agravada pelas altas temperaturas depois que o nível das águas começou a baixar. Mais de 6.500 hectares de

bananais da região foram afetados, representando cerca de 13 milhões de bananeiras, principalmente em Registro e Sete Barras (APTA, 2010). De acordo com o assistente de planejamento do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR)¹⁰ apud AGROREDE (2010), 40% das áreas teriam sofrido perda total, em um total de 2,6 mil hectares destruídos. Nos outros 60%, deverá haver redução do número de cachos, mas os danos ainda não foram contabilizados.

Nas áreas que ficam com águas paradas (Figura 1.19A) ocorre morte das raízes por falta de oxigenação e o cozimento das bananeiras com as altas temperaturas, sendo recomendável a destruição do bananal e o replantio, uma vez que a produção fica ruim para consumo (APTA, 2010).

Como sugestão, o assistente de planejamento do EDR ressalta a importância dos produtores em replantar suas áreas com mudas produzidas em laboratório e comercializadas sob encomenda pelo Departamento de Mudas e Matrizes (DSMM) da CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) em Itapetininga e Tietê, para evitar a disseminação de pragas. Ele também aponta, como alternativa aos produtores, a utilização da linha de financiamento disponibilizada pelo Estado via Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (AGROREDE, 2010).

Após as enchentes, segundo França (2005), o que resta aos pequenos produtores é a aprovação da linha de financiamento do Estado ou o endividamento junto aos bancos privados com risco de perderem todos os seus bens e propriedades quando não houver pagamento. Se os produtores não optam por estes empréstimos, não fazendo qualquer tipo de investimento na lavoura para reparar os prejuízos, eles vêem sua propriedade desvalorizar, seu produto agrícola diminuir em produtividade ou apresentar doenças.

No entanto, para conseguir o crédito nos bancos, financiamento da produção ou contratar o seguro rural (Projeto Estadual de Subvenção do Prêmio de Seguro Rural de São Paulo) é preciso que o agricultor tenha o domínio da terra. E assim com já mencionado anteriormente, a região apresenta problemas fundiários que atingem parte considerável do território (CHABARIBERY et al, 2004).

Na pecuária, os prejuízos da enchente de 2010 ainda não haviam sido calculados. Segundo o presidente da Associação dos Pecuáristas do Vale do Ribeira (APECVAR)¹¹ apud ACIAR (2010), estima-se que pelo menos 42 mil hectares de pastagens tenham sido

¹⁰ Entrevista dada por Eduardo Soares Zahn, assistente de planejamento do EDR, à rede de notícias AGROREDE em fevereiro de 2010.

¹¹ Entrevista dada por Gilson Fantin, presidente da APECVAR, à Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Registro em fevereiro de 2010.

afetados pela enchente nos municípios de Registro, Sete Barras, Jacupiranga, Eldorado e Juquiá. Para APECVAR, os danos estão relacionados à morte dos animais por afogamento ou falta de alimento, perda de peso, impossibilidade da retirada de leite nos dias de cheia e estradas rurais sem condições de tráfego (ACIAR, 2010).

No Baixo Jacupiranga e Pariquera-Açu, a região ficou alagada por mais de 20 dias. Depois que as águas baixaram foi possível visualizar a destruição do pasto (Figura 1.19B). Os animais durante o período da enchente foram levados para as regiões de morro.

“A água baixou faz pouco. O capim a água matou tudo. Você pode ver, matou tudo. Aqui ficou... uns 20 dias mais ou menos, pode ver o mato aí, o capim morreu tudo. Tava meus bois aí, eu tive que tirar, matou tudo, curtiu a grama. Meus bois estão lá no morro, quando eu tirei daqui já tava com água. Naquele lugar lá que tem água, agora baixou um pouco. Lá passava de barco, barco a motor. O problema é que agora tá muito demorado, não baixa. Não chove quase aqui, mas chove lá pra Jacupiranga e vem tudo pra cá.” (morador área rural de Pariquera-Açu 30).

“As árvores na beira do rio, você pode ver, matou tudo. Pode ver. Bananeira... morreu tudo. Foi a água... também com dois meses no fundo... Não ficou nada do morro pra cá. Você precisava ver a água quando começou a baixar, a água preta, um cheiro ruim... tava tudo morrendo” (morador área rural de Pariquera-Açu 31).

Figura 4.19: Prejuízos causados pela enchente na agropecuária. (A) Plantação de banana em Registro. Fonte: ACIR, 2010; (B) Pasto com a grama degradada depois que o nível das águas do rio Jacupiranga e Pariquera-Açu baixou.

De acordo com a Prefeitura de Cajati e Jacupiranga, após a enchente de 2008, cestas básicas, colchões, lençóis e cobertores foram distribuídos às vítimas. No entanto, os

moradores da área urbana destas cidades, quando entrevistados, não confirmaram essas informações. Eles ressaltam que nunca receberam nenhuma ajuda da prefeitura e que em 2008, foi a Cruz Vermelha que visitou as casas e distribuiu produtos de limpeza e de higiene pessoal.

Somente os moradores ribeirinhos de Pariquera-Açu informaram que recebem, por parte da prefeitura, kit que contém materiais de limpeza, rodo, vassoura, cobertor e colchonete. Se já não bastassem todos os transtornos que a enchente traz, há ainda, após o recuo das águas, o alto risco de contaminação que expõe a população a inúmeras doenças como leptospirose e hepatite, além das demais doenças de veiculação hídrica já citadas. Pode haver também aumento na proliferação de vetores de doenças, como por exemplo, os mosquitos da dengue.

A maioria das doenças ocorre devido à ingestão ou pelo simples contato com a água contaminada. Por isso, é importante que a casa seja lavada e desinfetada após a enchente. É preciso limpar as paredes, o chão, objetos e roupas com água sanitária e jogar fora os alimentos que entraram em contato com a água.

De acordo com as entrevistas, foi possível perceber que com o passar dos anos, as enchentes estão tomando maiores proporções. A altura do nível da água dentro das casas está aumentando e as enchentes estão atingindo casas mais distantes.

“A vizinha ali da frente já fez a casa no alto, antes chegava só no porão, mas desta última vez, entrou na casa. Aí ela mudou, ficou 12 anos aqui, mas agora mudou.” (morador da cidade de Jacupiranga 4).

“Faz 40 anos que eu moro aqui [...] antigamente a água não vinha na minha casa. De 3 anos pra trás que começou a subir mais e entrar na minha casa. Acho que se o rio fosse mais cuidado não subia tanto, a água ia seguir o seu rumo.” (morador da cidade de Pariquera-Açu 42).

“A água tá subindo mais, tá vindo quase até aqui em cima (morro). Antes a água ficava longe, pra baixo daquela casa.” (morador área rural de Pariquera-Açu 32).

A população da região, quando questionada sobre essa maior proporção das enchentes, relaciona a:

- a) sujeira do rio (lançamento de esgoto) que deixa às águas escuras;
- b) quantidade de galho caído das outras enchentes que não deixam as águas passarem normalmente;
- c) profundidade, uma vez que os rios estão mais rasos;

- d) efeitos climáticos;
- e) contenção das águas dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu pelo rio Ribeira de Iguape.

Essa maior dimensão que as enchentes pode sim estar relacionado às questões de limpeza do rio e às alterações climáticas, no entanto, o assoreamento do rio e modificações no uso e ocupação do solo são grandes responsáveis.

4.3.8.1. Estudo Hidrológico

Segundo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI-11 de 2009 (CBH-RB, 2009), sendo a bacia do Ribeira de Iguape sujeita historicamente a cheias e inundações, a realização de medidas não estruturais (estudos e pesquisas) e estruturais (obras) para seu monitoramento, planejamento de ações para seu controle e para minimização dos seus impactos são vitais e prioritárias para permitir melhor convivência da população da bacia com estes eventos.

Diante de uma realidade que impacta diretamente a qualidade de vida de muitas famílias da região, buscou-se relacionar as mudanças no tipo de uso e ocupação do solo com o volume de águas do rio Jacupiranga. Para isso, utilizou-se modelo hidrológico de estudos de vazão de projeto em bacias hidrográficas, denominado SCS (Soil Conservation Service). Com essa modelagem buscou-se demonstrar como as vazões de projeto do rio Jacupiranga são alteradas para os diferentes tipos de uso do solo de sua bacia.

Para as simulações (Apêndice 2) foram utilizados os dados de uso e ocupação do solo das sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu nos anos de 1984, 1990 e 2006 de acordo com Loures (2008). Quarto cenário foi criado com intuito de verificar a influência do aumento das pastagens em detrimento das formações florestais. Para este cenário, considerou-se aumento das pastagens em 13% e diminuição das formações florestais na mesma escala (Tabela 4.10).

Tabela 4.10: Dados de uso e ocupação do solo de 1984, 1990, 2006 e cenário futuro.

Uso do solo	Área (%)			
	1984	1990	2006	Cenário Futuro
Formações Florestais	54,8	42,8	38,3	25,0
Capoeira	17,2	12,7	14,5	14,5
Campo de Várzea	13,3	9,5	9,2	9,2
Outras culturas	5,5	16,5	13,9	13,9
Cultura de banana	3,3	4,8	3,7	3,7
Cultura de chá	1,0	1,1	2,1	2,1
Pastagens	1,7	9,3	14,0	27,0
Recursos hídricos	0,7	1,0	1,4	1,5
Área urbanizada	1,3	1,3	2,1	2,1
Mineração	0,2	0,2	0,3	0,3
Afloramento rochoso	0,5	0,6	0,5	0,6
Sombras e nuvens	0,6	0,1	0,1	0,1

Fonte: Adaptado de LOURES (2008).

As chuvas utilizadas para alimentar o modelo são as denominadas chuvas de projeto ou chuva crítica de referência. Esta chuva foi estimada com base nas *curvas idf*, que são funções que relacionam a intensidade de chuva com a sua duração e frequência estatística de ocorrência, ou período de retorno (TR). O período de retorno é o tempo médio em anos, em que um evento de precipitação é igualado ou superado.

Não foi possível utilizar os dados de precipitação pluviométrica dos postos da sub-bacia do rio Jacupiranga, porque os dados fornecidos para o modelo devem ter monitoramento em intervalo de minutos. Para a modelagem desta pesquisa foi utilizada a equação de chuva disponível da cidade mais próxima - Juquiá (MARTINEZ e MAGNI, 1999), que está localizada a 79km de distância da cidade de Jacupiranga.

Na simulação realizada, foi possível perceber que indiferente do tempo de retorno utilizado, a vazão de projeto aumentou com a remoção das formações florestais e aumento de pastagens. Como entre os anos de 1990 e 2006, houve menor remoção das matas (4,5%), quando comparado com o período anterior (12%), os dados resultantes da simulação para estes dois anos são mais próximos. É de conhecimento comum que a retirada da vegetação e o aumento das pastagens promovem menor infiltração das águas da chuva no solo, resultando em maior produção de escoamento superficial e conseqüente aumento da vazão dos rios. A simulação utilizada serviu para exemplificar essa situação e demonstrou a dimensão das alterações das vazões de projeto para os diferentes tipos de uso e ocupação das sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu.

A simulação realizada para a estação localizada na cidade de Jacupiranga (nó 4), que corresponde a estação 3 das análises limnológicas do Capítulo 3, pode ser visualizada na Figura 4.20.

Figura 4.20: Hidrogramas simulados para os períodos de retorno (TR) 10, 25, 50 e 100 anos

Segundo Graciosa (Informação verbal¹²) com os dados gerados pela modelagem é possível dimensionar também ações para as cheias dos rios, uma vez que com a modelagem descobre-se até onde as águas do rio têm potencial para chegar durante uma determinada chuva de projeto.

Apesar de não ter sido o objetivo inicial da utilização do modelo, as informações geradas por ele podem ser usadas pelos tomadores de decisão no planejamento e gerenciamento das atividades da bacia, com a concepção de prognósticos sobre o comportamento do escoamento superficial, a partir de mudanças no uso do solo, tais como substituição de florestas por pastagens, ampliação de áreas de cultivo agrícola, alteração das espécies agrícolas, dentre outras, antes mesmo destas mudanças serem inseridas na bacia. A simulação de cenários para o estudo hidrológico poderá compreender as condições de crescimento atuais e futuras da sub-bacia do rio do Jacupiranga comparando-as com as condições ideais de manejo sustentável. Dessa forma os cenários

¹² Informação verbal fornecida pela Dra. Melissa Graciosa em abril de 2010.

a serem simulados podem incluir a adoção ou não de técnicas conservacionistas da água e do solo e a geração de mudanças no comportamento hidrológico a partir da alteração do padrão de uso e ocupação do solo.

4.3.9. Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS

Com objetivo de medir as diferentes performances econômicas e sociais dos municípios paulistas, foi criado o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS). Ele é um sistema de indicadores sócio-econômicos referidos a cada município paulista, destinado a subsidiar a formulação e a avaliação de políticas públicas na esfera municipal. O IPRS compartilha o paradigma que sustenta o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Esse modelo pressupõe a insuficiência da renda *per capita* como o único indicador das condições de vida da população, considerando que outras dimensões devem ser incluídas para essa mensuração. Longevidade e escolaridade (níveis de saúde e de educação da população) são as dimensões que o IDH incorpora à renda para gerar um indicador mais abrangente sobre condições de vida. Foram incluídas variáveis capazes de apreender mudanças nas condições de vida do município, em períodos mais curtos que os 10 anos que separam os censos demográficos, fonte específica de informações do IDH municipal (SEADE, 2009).

A partir desses parâmetros, compôs-se o IPRS de quatro conjuntos de indicadores: três setoriais, que mensuram as condições atuais do município em termos de renda, escolaridade e longevidade – permitindo, nesse caso, o ordenamento dos 645 municípios do Estado de São Paulo segundo cada uma dessas dimensões (Tabela 4.11) – e uma tipologia constituída de cinco grupos, denominada grupos do IPRS, resumindo a situação municipal segundo os três eixos considerados (SEADE, 2009).

Tabela 4.11: Síntese das Variáveis Seleccionadas e Estrutura de Pesos Adotada, segundo Dimensões do IPRS.

Dimensões	Componentes	Contribuição para o indicador sintético
Riqueza Municipal	Consumo residencial de energia elétrica	44%
	Consumo de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços	23%
	Remuneração média dos empregados com carteira assinada e do setor público	19%
	Valor adicionado fiscal <i>per capita</i>	14%
Longevidade	Mortalidade perinatal	30%
	Mortalidade infantil	30%
	Mortalidade de pessoas de 15 a 39 anos	20%
	Mortalidade de pessoas de 60 anos e mais	20%
Escolaridade	Porcentagem de jovens de 15 a 17 anos que concluíram o ensino fundamental	36%
	Porcentagem de jovens de 15 a 17 anos com pelo menos 4 anos de escolaridade	8%
	Porcentagem de jovens de 18 e 19 anos que concluíram o ensino médio	36%
	Porcentagem de crianças de cinco e seis anos que frequentam pré-escola	20%

Fonte: SEADE, 2009

O IPRS é calculado a cada dois anos e o último relatório disponível é referente ao ano de 2006. De acordo com a última pesquisa (SEADE, 2009), a situação da Região Administrativa de Registro nas três dimensões do IPRS é bastante adversa. Das 15 regiões administrativas de São Paulo, ela ficou em último lugar na dimensão riqueza municipal e escolaridade. No quesito longevidade, apesar de mostrar crescimento ao longo do período, manteve-se em patamar inferior ao conjunto do Estado. A RA de Registro ficou em 12º, acima somente da RA de Santos, Sorocaba e Araçatuba.

Segundo o SEADE (2009), a distribuição dos 14 municípios da RA de Registro nos cinco grupos do IPRS espelha tal adversidade: apenas Ilha Comprida classificou-se no Grupo 2, que reúne os municípios com bons indicadores de riqueza, mas ainda assim obteve resultados insatisfatórios em pelo menos uma das demais dimensões do IPRS. O município de Eldorado classificou-se no Grupo 3, cuja característica é apresentar índice baixo de riqueza e níveis médios ou altos nas outras duas dimensões, enquanto os demais foram incorporados aos Grupos 4 (cinco municípios) ou 5 (sete municípios). A distribuição dos municípios dentre as classes do IPRS pode ser visualizada na Figura 4.21.

Os dois últimos grupos agregam as piores situações de riqueza, longevidade e escolaridade, sendo que os municípios classificados no Grupo 4 encontram-se em situação ligeiramente melhor que os do Grupo 5, por apresentarem resultado satisfatório em uma das dimensões sociais.

Figura 4.21: Classificação dos municípios da Região Administrativa de Registro segundo o Índice de Responsabilidade Paulista de 2006. Fonte, SEADE, 2010.

Os municípios de Pariquera-Açu e Registro foram classificados como Grupo 4, enquanto Cajati e Jacupiranga como Grupo 5. De acordo com o IPRS, estes municípios estão entre os mais desfavorecidos do Estado de São Paulo.

No indicador agregado de riqueza, Jacupiranga, Cajati, Pariquera-Açu e Registro, apresentaram aumento da pontuação entre 2004 e 2006. Ressalta-se o aumento do rendimento médio do emprego formal e do valor adicionado fiscal *per capita*. No entanto, a pontuação observada manteve-se bem abaixo da média paulista (Figura 4.22).

No indicador longevidade, somente o município de Jacupiranga apresentou queda na pontuação de 2004 para 2006, devido ao aumento da taxa de mortalidade perinatal (por mil nascidos vivos) e da taxa de mortalidade das pessoas de 15 a 39 anos. Apesar das cidades de Registro e Cajati terem somado pontos nos *scores* de longevidade, somente Pariquera-Açu apresentou pontuação acima da média estadual.

Os 4 municípios apresentaram avanço na dimensão escolaridade, com aumento da proporção de pessoas de 15 a 17 anos que concluíram o ensino fundamental; do percentual de pessoas de 15 a 17 anos com pelo menos 4 anos de estudo; e da taxa de atendimento à pré-escola. No entanto, somente Registro apresentou o índice acima da média estadual.

Figura 4.22: Pontuação das dimensões riqueza, longevidade e escolaridade nos 4 municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga e a média do Estado de São Paulo.

Apesar do progresso percebido durante o período de 2 anos (2004 a 2006) nas três dimensões, exceto Jacupiranga na dimensão longevidade, os municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga estão situados nos grupos mais carentes do Estado de São Paulo.

Dos 14 municípios da RA de Registro, 12 estão classificados nos grupos que apresentam os mais baixos indicadores sociais. Segundo SEADE (2009), os municípios do

grupo 4 podem ser encontrados dispersos em todas as regiões do Estado, apresentando baixa riqueza e níveis intermediários de longevidade e/ou escolaridade.

O grupo 5, por sua vez, é composto por localidades tradicionalmente pobres com baixos níveis de riqueza, longevidade e escolaridade. Este grupo concentra os municípios mais desfavorecidos do Estado, tanto em riqueza como nos indicadores sociais. A maior porcentagem de municípios do grupo 5 concentra-se nas tradicionais áreas deprimidas do Estado: Vale do Ribeira de Iguape e região de Itapeva (SEADE, 2009).

4.3.10. Necessidades da população

Quando os moradores foram questionados sobre suas principais necessidades para melhoria da qualidade de vida, as respostas foram relacionadas às áreas de:

- a) Saúde: melhorar o atendimento por parte dos funcionários, desde as recepcionistas até os médicos, e diminuir o tempo de espera para realizar os exames.
- b) Emprego: instalar na região novas indústrias pra que com isso sejam gerados empregos. E que as empresas dêem prioridade para os moradores locais.
- c) Educação: necessidade de cursos profissionalizantes para qualificar os profissionais da região; aumentar o número de cursos de graduação oferecidos pela faculdade pública (UNESP) que só tem Agronomia; ou trazer novas faculdades.
- d) Infra-estrutura: expansão dos serviços de correio e melhoria na iluminação das ruas para os bairros mais afastados do centro de Jacupiranga e Pariquera-Açu. A população rural do Baixo Jacupiranga e Pariquera-Açu reclama do abastecimento de água, uma vez que não tem como construírem poços devido ao alagamento constante da região. A criação de um sistema de coleta de lixo e melhoria das estradas rurais também foram ressaltadas por essa população.

Para a população ribeirinha, seja da área rural ou urbana, a principal resposta para a pergunta sobre o que poderia ser feito para melhorar sua condição de vida foi a necessidade de sair da área de risco e ir morar em outro lugar. Um fato abordado foi a

necessidade de ajuda da prefeitura ou do Governo do Estado para construção de casas populares em locais distantes do rio.

Os moradores questionam também o papel da prefeitura em ajudar a população, cedendo caminhão para transportar os móveis na hora em que as águas do rio começam a subir. O pagamento do IPTU, também foi ressaltado por alguns moradores, visto que em alguns municípios de São Paulo, as casas atingidas pelas enchentes são isentas do pagamento do imposto.

4.4. Considerações finais

Pôde-se constatar, através das entrevistas e dos dados sócio-econômicos, que o tipo de uso e ocupação do solo tem afetado as condições de vida da população das sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu e não tem garantido sua sustentabilidade.

O principal setor econômico da região é o agropecuário, com alguns municípios destacando-se na mineração e indústrias. Diante disso, eles apresentam grande dependência dos vínculos empregatícios da agropecuária, acima da média do Estado de São Paulo. Essa dependência agrícola, principalmente de Jacupiranga, é refletida no baixo poder aquisitivo da população, uma vez que os salários deste setor são menores que dos demais setores da economia.

Nas outras cidades da sub-bacia, setores diferentes são responsáveis pela dinamização da economia. Pariquera-Açu, por exemplo, possui o Hospital Regional do Vale do Ribeira, com maior parte dos vínculos associados ao setor de serviços. Registro, considerada a capital do Vale do Ribeira, possui economia mais diversificada com comércio bem desenvolvido, indústrias e faculdades. Cajati, apesar da dependência do setor agropecuário, apresenta grande parte dos vínculos associados à indústria, uma vez que possui o maior complexo industrial da região.

No entanto, com exceção da indústria em Cajati, os rendimentos dos setores de serviços, comércio, indústria e construção civil apresentam valores abaixo da média do Estado de São Paulo, refletindo a lei da pequena oferta e da grande demanda de mão-de-obra disponível na região. Diante dessa realidade de baixa geração de emprego e salários inferiores ao das demais regiões administrativas, tem-se população com baixa renda e baixo poder de compra.

Na busca de emprego ou de melhores salários, os moradores da região se vêem obrigados a mudar para outras regiões de São Paulo e Paraná. Como consequência, no ano de 2000 a 2010, a RA de Registro apresentou uma das menores taxas de crescimento geométrica do Estado de São Paulo. O município de Jacupiranga, considerado pelos próprios moradores como “cidade dormitório”, apresentou crescimento negativo. Somente

Pariquera-Açu, devido à presença Hospital Regional e das novas estruturas de serviços públicos e comerciais que servem como atrativos, apresentou crescimento populacional acima da média regional.

Acredita-se que, como consequência dessa dependência agropecuária e do baixo rendimento dos vínculos empregatícios, muitas crianças e adolescentes tenham largado os estudos para trabalhar e, desta forma, aumentar a renda familiar. E por isso, o nível de escolaridade da região se encontra abaixo da média do estado com alta taxa de analfabetismo e baixa média de anos de estudo.

Apesar do avanço dos municípios da sub-bacia na dimensão escolaridade do IPRS ao longo dos anos, com aumento do número de pessoas que concluíram o ensino fundamental e de pessoas de 15 a 17 anos com pelo menos 4 anos de estudo, os valores observados ainda se encontram abaixo da média estatal. Exceção para a cidade de Registro que apresentou pontuação acima da média.

Nesta condição de baixa renda e escolaridade, verifica-se uma situação insustentável, de que os habitantes da região não estudam porque são pobres, e se mantém na pobreza porque não estudaram e, por isso, não conseguem competir por melhores empregos. Além disso, a presença de apenas um curso de nível superior público na região promove a emigração da população jovem que busca cursos superiores gratuitos em outras cidades. Após o final do curso, a maioria desses jovens acaba optando por não voltar ao Vale do Ribeira devido à falta de expectativas em relação ao mercado de trabalho.

Quanto ao saneamento básico, as cidades da sub-bacia apresentam alta taxa de abastecimento de água e de coleta de esgoto na área urbana, quando comparados às demais do Vale do Ribeira. Problemas são encontrados nas áreas ribeirinhas da cidade de Jacupiranga e nas áreas rurais de Cajati e Pariquera-Açu, onde o lançamento de esgoto *in natura* nos rios ainda é uma prática comum, contaminando os corpos hídricos. Tais condições apontam para riscos de saúde pública, favorecendo a proliferação de doenças parasitárias intestinais e demais doenças de veiculação hídrica. Essa prática afeta a qualidade de vida da população, já que, além de promover a incidência de doenças, limita a utilização das águas dos rios para banho - uma das poucas oportunidades de lazer das famílias mais carentes da região. A situação é ainda mais grave, quando se tem conhecimento que a população rural utiliza-se desta água para cozinhar e, às vezes, para beber.

Logo, verifica-se a necessidade de expansão das redes coletoras de esgoto nas casas ribeirinhas do município de Jacupiranga e de investimentos públicos para que sejam encontradas alternativas de coleta dos dejetos residenciais e o seu devido tratamento nas

áreas rurais de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu, evitando que os mesmos sejam lançados nos rios. Outra sugestão para região é a melhoria do sistema de tratamento de esgoto da região. De acordo com os dados obtidos pelas pesquisas do Projeto Temático no rio Jacupiranguinha, Pariquera-açu e Jacupiranga verificou-se que o sistema de lagoas de estabilização é insuficiente para retirada de poluentes orgânicos e de coliformes, além de não possuir tratamento terciário para retirada dos nutrientes.

O esclarecimento da população sobre os perigos de ingerir ou tomar banho em água suja e sobre como desinfetá-la, ajudaria a reduzir a procura por unidades de saúde e a prevenir doenças.

Com relação à coleta de lixo na área rural, uma alternativa que poderia ser adotada pelas prefeituras para ajudar a diminuir a contaminação do ambiente e melhorar a qualidade de vida da população seria a conscientização para reduzir o volume de lixo gerado, separar os resíduos orgânicos e utilizá-los como adubo, além de implantar a coleta seletiva para reciclagem.

A região depara-se constantemente com o problema das cheias de seus rios. As inundações são episódios naturais locais, no entanto, a substituição das áreas de florestas por pastagens, a ausência das matas ciliares e o assoreamento dos rios estão aumentando a dimensão dos estragos. Além dos riscos de morte por afogamento, as pessoas perdem seus pertences e ficam completamente expostas às doenças de veiculação hídrica. As enchentes também atingem as áreas agrícolas, gerando grandes prejuízos aos produtores.

Com relação à população ribeirinha que sofre constantemente com as enchentes, a administração pública desses municípios poderia ser mais cautelosa. Sabe-se que essas áreas não poderiam ser ocupadas, tanto por serem susceptíveis a enchentes periódicas (planícies de inundação), quanto por fazerem parte de áreas de Preservação Permanente (APPs). Medidas para reverter este quadro de ocupação devem ser consideradas na região.

A regularização fundiária das terras seria um passo de extrema importância para o desenvolvimento da região, uma vez que garantiria o título de domínio ao posseiro. Esse título, no regime jurídico, permitiria a obtenção do financiamento da produção para realização de investimentos ou recuperação da área destruída pelas enchentes, significando inserção de parcela da população no processo produtivo e a geração de emprego e renda.

Ao se analisar a condição sócio-econômica, dentro dos parâmetros estabelecidos pelo IPRS, os municípios da sub-bacia do rio Jacupiranga estão localizados nos grupos mais desfavorecidos do Estado de São Paulo, apesar dos avanços na área educacional, na geração de riqueza e no quesito longevidade.

O uso do solo para práticas de mineração, agricultura e pecuária de certa forma causam impactos positivos à população da sub-bacia do rio Jacupiranga quando se analisa a questão de geração de empregos e riquezas. No entanto, diante dos resultados, verificou-se que o tipo de desenvolvimento econômico apresentado não tem garantido a sustentabilidade da região, que possui baixos indicadores sócio-econômicos e comprometimento dos recursos naturais.

A ocupação do uso solo com grandes áreas de preservação ambiental, apesar de ter sido vista durante muito tempo como limitante ao desenvolvimento da região por não permitir que essas terras fossem utilizadas para agricultura, pastagem ou instalação de indústrias, causam impactos positivos a região, uma vez que sua exploração sustentável, por meio do turismo, é aposta para o desenvolvimento da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA. **Enchentes no Vale do Ribeira**. Disponível em: < <http://www.aptaregional.sp.gov.br/noticias>>. Acesso em: 13 abr. 2010.

AGROREDE (2010). Banana: prejuízos de quase R\$ 25 milhões no Vale do Ribeira. **Agrorede**. 12 fev. 2010. Disponível em: < <http://www.agroredenoticias.com.br>>. Acesso em 21 abr. 2010.

ARARAKI, S. **Abordagem regional da atividade turística como contribuição para elaboração do Plano Diretor Estratégico do Município de Itariri, SP**. 2006. 162p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2006.

AMARAL JÚNIOR, J.A. O consumo e desperdício de uns e a fome de outros. **Jornal Mundo Lusíada**. 2007. Disponível em: <http://www.mundolusiada.com.br/COLUNAS/ml_coluna_081.htm> Acesso em: 06 nov. 2007.

APARECIDO, C. Assinada a ordem de serviço para início das obras do AME Vale do Ribeira. **CamiloAparecido**, 01 abr. 2010. Disponível em: <<http://camiloaparecido.blog.terra.com.br/2010/04/01/assinada-ordem-de-servico-para-inicio-das-obras-do-ame-vale-do-ribeira/>> Acesso em: 21 de abr. 2010.

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL E AGROPECUÁRIA DE REGISTRO – ACIAR. Prejuízos: enchente causa estragos e perdas na Agricultura e na pecuária de Registro.

ACIAR. 19 fev. 2010. Disponível em: <<http://www.aciar.com.br/noticias.asp?cod=376>>
Acesso em: 21 abr. 2010.

BECKER, H.S. **Métodos de pesquisa em ciências sociais.** São Paulo(SP): Hucitec, 1993

BIERNACKI, P; WALDORF, D. **Snowball Sampling: problems and techniques of chain referral sampling. Sociological Methods & Research**, vol.10 n.2. 1981.

BOTTINO, F. **Estudo Experimental e matemático de qualidade da água com base na ecohidrologia fluvial de pequenas bacias: estudo de caso do rio Canha, Baixo Ribeira de Iguape, SP.** 2008. 208p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde/SNAS. **ABC do SUS Nomenclatura:** parâmetros e Instrumentos de Planejamento. Brasília. 1990. Disponível em: <<http://www.rebidia.org.br/noticias/saude/nomen.html>>. Acesso em 28 mar. 2010.

BRASIL. Secretaria Nacional de Renda e Cidadania. **Programa Bolsa Família.** 2010. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia/o_programa_bolsa_familia/> Acesso em: 25 mar. 2010.

BRIGANTE, J. et al. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G (Eds). **Limnologia Fluvial: um estudo do rio Mogi-Guaçu.** São Carlos: RIMA, Cap. 4, 2003, p.55-76.

CAMPANILLI, M. **Parabólicas.** Enchentes voltam a castigar o Vale do Ribeira. Disponível em:<<http://www.socioambiental.org/website/parabolicas/edicoes/edicao38/reportag/pg7.htm>> Acesso em 17 ago. 2009.

CHABARIBERY, D. et al. Desenvolvimento sustentável da Bacia do Ribeira de Iguape:diagnóstico das condições socioeconômicas e tipificação dos municípios. **Informações Econômicas**, v.34, n.9, p.57 – 89, 2004.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRA DE IGUAPE E LITORAL SUL – CBH-RB. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 11,** 2009. AMAVALES: Registro. Disponível em: <<http://geolig.igc.usp.br/geoproc>>. Acesso em 10 mai. 2010.

FELICIDADE et al. **Uso e gestão dos Recursos Hídricos.** São Carlos: RIMA, 2003, 238p.

FERRAZ, I. C. **Estudo da comunidade bentônica como ferramenta bioindicadora da qualidade da água em rios de pequena ordem (rio Canha, Baixo Ribeira de Iguape, SP).** 2008. 151p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

FRANÇA, A.M Vale do Ribeira (SP) **Proposições econômicas, sociais, políticas e ambientais para o crescimento e desenvolvimento sustentável dos municípios da Região Administrativa de Registro.** 2005. 323p. Dissertação (Mestrado) - PUC, São Paulo, 2005.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA (2007). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento nº 11: Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/index.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2009.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Pesquisa de Condições de Vida** - PVC. 2006. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/pcv/index.php>>. Acesso em: 20 set. 2008.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **O Estado dos Municípios 2004 – 2006: Índice Paulista de Responsabilidade Social.** 2009. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/projetos/iprs/ajuda/sintese.pdf>>. Acesso em: 15 abr.2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil Municipal.** Governo do Estado de São Paulo. 2010. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em: 23 mar.2010.

LOURES, S. S. P. **Ambientes, uso e ocupação do solo e zoneamento estratégico para as sub-bacias dos rios Jacupiranga e Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, SP.** 2008. 200p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MARTINEZ, F, J; MAGNI, N. L. G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo,** DAEE-SP, 1999.

MATA,C; SCHHLINDWEIN, M. SP monta força-tarefa para socorrer áreas atingidas pelas chuvas. **Portal do Governo do Estado de São Paulo.** 02 mar. 2008. Disponível em: <<http://internet.comunicacao.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php>>. Acesso em 15 fev. 2008.

MOCCELLIN, J. **A microbacia do rio Jacupiranguinha como unidade de estudo para a sustentabilidade dos recursos hídricos do Baixo Ribeira de Iguape – SP.** 2006, 135p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MOCCELLIN, J. **Estudo da dinâmica fluvial em duas sub-bacias e proposição de cenários para sustentabilidade dos recursos no Baixo Ribeira de Iguape – SP.** 2010, 179p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SANTOS, A.F. **Práticas da agricultura familiar, o uso e ocupação do solo e qualidade da água: a bacia hidrográfica do rio pequeno - São José do Pinhais – PR.** 2006, 223p. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Emprego e Relações de Trabalho. **Diagnóstico da Região Administrativa de Registro.** 2008. Disponível em: <<http://www.emprego.sp.gov.br/diagnostico/pdfs/Registro.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Economia e Planejamento. **Perfil Regional: Região Administrativa de Registro.** 2009. Disponível em: <<http://www.ppa.sp.gov.br/perfis/PerfilRARregistro.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Programa Escola da Família.** 2010. Disponível em: < http://escoladafamilia.fde.sp.gov.br/v2/Arquivos/Relatorios_Mensais/MêsAtual/REGISTRO.pdf >. Acesso em 25 mar. 2010.

SILVA, J. Pariquera-Açu é a única opção viável para construção do AME a curto prazo. **Diário de Iguape.com.** 18 mai. 2009. Disponível em: <<http://diariodeiguape.com/2009/05/18/pariquera-acu-e-a-unica-opcao-viavel-paraconstrucao-do-ame-a-curto-prazo/>> Acesso em: 23 de abr. de 2010.

SILVA, J. Danos da enchente em Registro passam de R\$75 milhões. **Diário de Iguape.com** 04 de fev. 2010. Disponível em: <<http://diariodeiguape.com/2010/02/04/prejuizo-com-enchente-em-registro-ja-chega-a-r-75-milhoes/>>. Acesso em 23 abr. 2010.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SIGRH. CBH – RB. Documentos – Relatório de situação 2008. Disponível em:<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_home_colegiado.exe>

TEMA=RELATORIO&COLEGIADO=CRH/CBH-RB&lwgactw=167441> Acesso em: 20 jan. 2010.

SOUZA, M. P. (2000). **Instrumentos de gestão ambiental**: fundamentos e prática. São Carlos: Editora Riani Costa, 112p.

TAYLOR, S.J.; BOGDAN, R. **Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados**. Barcelona; Paidós, 1992

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA SUSTENTABILIDADE DA REGIÃO

5.1. Considerações Finais

A ocupação da sub-bacia do rio Jacupiranga ocorreu de forma não planejada com extensas áreas desmatadas inicialmente para a mineração do ouro e rizicultura. Atualmente, apesar da existência da legislação ambiental, áreas continuam sendo desmatadas para agricultura, pecuária e extrativismo mineral principalmente, ou seja, a região continua desempenhando seu papel de fornecedora de recursos naturais. Se por um lado, essas atividades econômicas permitiram determinado desenvolvimento da região, com a geração de empregos e divisas, hoje esse tipo de uso do solo não garante a sustentabilidade da região. O que se observou foi a alteração da qualidade dos recursos hídricos e baixa qualidade de vida da população.

1. O rio Jacupiranga possui matas ciliares desmatadas em grande parte de sua extensão, que cederam espaço à cidade, bananicultura e pastagem. Como consequência do uso e ocupação de sua bacia, verificou-se lançamentos de esgotos domésticos tratados/brutos no rio e atividades agrícolas que não respeitam as matas ciliares.
2. Os resultados obtidos para turbidez, fósforo total, coliformes totais e termotolerantes nas águas do rio Jacupiranga estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA 357 (BRASIL/2005) para rios de classe 2, durante o período amostrado, comprometendo o uso das águas sem tratamento pelos moradores.
3. Maiores concentrações de turbidez, sólidos suspensos e nitrato foram observadas durante o período das chuvas, demonstrando a contribuição do escoamento superficial. A concentração de fósforo total, por sua vez, foi elevada em todas as estações amostrais e meses de coleta. A maior contribuição para esta variável ocorreu, provavelmente, por parte do lançamento do efluente industrial da Bunge no rio Jacupiranguinha.
4. Verificou-se, para a maioria dos meses de coleta, aumento dos valores de DBO_5 , formas nitrogenadas, sedimentos finos e matéria orgânica do sedimento nas estações amostrais localizadas após lançamentos de efluentes domésticos e pastos.
5. Elevadas quantidades de coliformes totais e termotolerantes foram encontradas ao longo do rio, refletindo as atividades de criação de animais desenvolvidas na bacia e os lançamentos de esgoto doméstico brutos e tratados no rio.

6. O sedimento do rio Jacupiranga foi classificado como arenoso e mineral, apresentando baixa concentração de nutrientes. A porcentagem de matéria orgânica possivelmente esteve relacionada à baixa contribuição do material vegetal das áreas marginais, à velocidade das águas do rio que não permitem seu acúmulo e até mesmo às altas concentrações de oxigênio (favorecem a decomposição). Neste estudo, a composição granulométrica e a baixa porcentagem de matéria orgânica contribuíram para menor concentração de nutrientes no sedimento.

7. No rio Jacupiranga foram identificados 20 taxa de macroinvertebrados bentônicos. A família Chironomidae e a classe Oligochaeta foram as que apresentaram maior densidade absoluta de organismos, representando 51,6 e 37,4% dos organismos coletados, enquanto que o grupo EPTC, 9,1%. O sedimento arenoso pode ter influenciado na estrutura da comunidade de macroinvertebrados encontrada, uma vez que este tipo de substrato tem como característica ser habitat relativamente pobre em diversidade e em número de organismos. No entanto, foi possível verificar que atividades antrópicas como o lançamento do efluente da ETE, a retirada da vegetação ciliar e a prática de extração de areia também contribuíram para os resultados encontrados.

8. Os municípios pertencentes à sub-bacia do rio Jacupiranga estão localizados dentro dos grupos mais desfavorecidos do Estado de São Paulo, apesar dos avanços na área educacional, no quesito longevidade e geração de riqueza, de acordo com dados do Índice Paulista de Desenvolvimento Social.

9. Os municípios apresentaram alta taxa de analfabetismo quando comparada com a média do Estado de São Paulo. Dentre os municípios, Cajati (13,9%) e Jacupiranga (12,7%) apresentaram as taxas mais altas, enquanto Pariquera-Açu (9,9%) e Registro (8,6%), as menores. Os valores mais altos observados para Cajati e Jacupiranga possivelmente estão relacionados ao fato de grande parte de sua população residir em áreas rurais, com maior dificuldade de acesso às poucas escolas disponíveis e ao próprio trabalho na roça das crianças de antigamente.

10. Ressalta-se na região, a grande participação das famílias nos programas sociais como: Bolsa Família e Escola da Família. Como uma das condicionantes do Bolsa Família está relacionada à educação (exige frequência escolar mínima), acredita-se que essa medida possa contribuir para uma queda na taxa de analfabetismo e aumento do número de anos de estudo na região. O programa Escola da Família – Bolsa Universidade também é bem difundido na região e concede bolsas de estudo, no ensino superior privado, aos alunos com maior dificuldade em custear seus estudos.

11. A região ainda é muito dependente da agropecuária e dos baixos salários oferecidos. A oferta de emprego nos demais setores da economia também é baixa e os salários, quando comparados à média do Estado de São Paulo, apresentam menor rendimento, com exceção do setor industrial de Cajati. Como consequência, observa-se baixo crescimento geométrico na região, com a saída das pessoas em busca de empregos e melhores salários. Situação mais grave é observada em Jacupiranga, onde o crescimento é negativo. Em Pariquera-Açu, devido às novas estruturas públicas, verificou-se maior crescimento.

12. Os municípios apresentam alta taxa de atendimento de água (99 a 100%), com valores superiores à média do Estado de São Paulo, e baixa taxa de coleta de esgoto (62 a 85%), com alta parcela de lançamento de esgoto bruto nos rios. Apesar desse baixo atendimento de coleta de esgoto sanitário na sub-bacia, quando os municípios são comparados com a realidade do Vale do Ribeira, esse indicador pode ser considerado alto, diante da precariedade do saneamento básico na região. Com relação à coleta de lixo, as cidades apresentaram taxas superiores a 95%.

13. Como os dados obtidos se referem aos centros urbanos, os mesmos não são capazes de refletir a realidade da sub-bacia, em que grande parte da população ainda vive na área rural. De acordo com as entrevistas, observou-se que a população rural utiliza-se de poços artesianos para abastecimento de água, mas que estes não estão presentes em todas as propriedades. Nas propriedades em que não há poços, os moradores utilizam a água proveniente dos poços vizinhos, ou filtram a água da chuva com pano, ou bebem água do rio. A utilização das águas do rio para dessedentação, sem métodos de tratamento, aponta para riscos de saúde pública, favorecendo a proliferação de doenças parasitárias intestinais e demais doenças de veiculação hídrica, uma vez que parte do esgoto doméstico bruto das cidades e da área rural é lançada nos rios. Não há coleta de lixo na área rural e, portanto, os moradores têm como prática de disposição final queimar e/ou enterrar os resíduos. Alguns moradores citaram a utilização do lixo orgânico para alimentação de galinhas e para adubo.

14. Na área rural, seria importante o desenvolvimento de práticas de educação ambiental e de saúde pública em relação à lavagem dos poços, o filtrar e ferver da água, e a não utilização direta das águas do rio Jacupiranga. Verificou-se também a necessidade de investimentos públicos para que sejam encontradas alternativas de coleta dos dejetos residenciais e o seu devido tratamento nas áreas rurais de Jacupiranga, Cajati e Pariquera-Açu, evitando que os mesmos sejam jogados nos rios.

Na área urbana, verificou-se a necessidade de expansão das redes coletoras de esgoto nas casas ribeirinhas do município de Jacupiranga.

15. Na área da saúde, observou-se que a cidade de Pariquera-Açu é o centro hospitalar da região, uma vez que é nela que está instalado o Hospital Regional Vale do Ribeira. Os demais municípios apresentam postos, centros de saúde, e com exceção de Jacupiranga, hospitais. No entanto, de acordo com os entrevistados, quando o procedimento necessário é cirúrgico, os pacientes são encaminhados principalmente para o Hospital de Pariquera-Açu. A maioria da população depende da assistência de saúde pública, seja dos centros de saúde, seja de internações e exames pelo SUS. A maior reclamação por parte das famílias carentes entrevistadas esteve relacionada à demora na realização dos exames. No entanto, essa não é uma realidade muito diferente da encontrada no resto do país.

16. Os municípios de Jacupiranga, Cajati e Registro apresentaram queda na taxa de mortalidade infantil dentre os anos de 2000 a 2008, com reduções de 85,6%, 61% e 20,7%, respectivamente. Pariquera-Açu, por outro lado, apresentou aumento de 19%. Verificou-se que os valores apresentados por Pariquera-Açu e Registro estão acima da média obtida pela RA de Registro e pelo Estado de São Paulo. Os resultados apresentados podem ser explicados tanto pelo fato destas duas cidades serem os centros hospitalares da região, concentrando os casos mais complicados, quanto pelos níveis insatisfatórios de condição de vida da população. Dentre as condições de vida insatisfatórias, ressalta-se tanto o baixo nível de escolaridade e desconhecimento da necessidade de acompanhamento médico, quanto as más condições de higiene e saúde pública.

17. Com relação às opções de lazer citadas pela população entrevistada, foi possível verificar a importância da Igreja como um centro de confraternização. Além da igreja, os rios e cachoeiras próximos às cidades, a praia de Cananéia e os clubes também foram citados. Como resultado das entrevistas, foi possível verificar a separação das opções de lazer dentre as classes sociais. As famílias de melhor condição sócio-econômica citam como opção de lazer os clubes, os sítios e a praia, enquanto que a população mais carente, os rios que margeiam as cidades. Novamente deve-se ressaltar o risco à saúde destas pessoas em frequentarem rios que recebem esgotos domésticos brutos e lançamento industrial.

18. A região de estudo, assim como todo o vale do Ribeira de Iguape, depara-se constantemente com os problemas de transbordamento dos rios. Muitas famílias da região encontram-se em áreas de risco, ocupando áreas marginais dos rios. Com as

chuvas, essas famílias, que já possuem baixa condição sócio-econômica, correm risco de morte, ficam susceptíveis a diferentes doenças de veiculação hídrica, além de perderem seus pertences. Os prejuízos na agricultura e pecuária também são grandes, com a perda da safra, destruição dos bananais e morte dos animais.

19. De acordo com as entrevistas percebeu-se que, com o passar dos anos, as cheias têm atingido maiores proporções, com aumento do número de casas e áreas rurais afetadas. Isso possivelmente está relacionado ao assoreamento do rio Jacupiranga e às alterações do uso do solo com retirada da vegetação nativa para estabelecimento das cidades, agricultura e pastagem.

20. O aumento da vazão dos rios e sua relação com o uso do solo pôde ser demonstrado pelo estudo hidrológico da sub-bacia do rio Jacupiranga (Apêndice 2). Independente do tempo de retorno utilizado, TR= 10, 25, 50 ou 100 anos), a vazão de projeto aumentou com a remoção das formações florestais e aumento de pastagens. Maior aumento foi observado entre os anos de 1984 e 1990, quando maior porcentagem (12%) das formações florestais foi desmatada e a área utilizada para pastagem aumentou (12,6%).

Pôde-se concluir diante dessas especificidades citadas, que o uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Jacupiranga tem causado impactos, em sua maioria negativos, na qualidade das águas do rio Jacupiranga e na condição de vida da população. As atividades econômicas desenvolvidas e a sua relação com a natureza não tem garantido a sustentabilidade da região.

Espera-se que os resultados obtidos com este estudo possam demonstrar aos tomadores de decisão a importância do planejamento do uso do solo e fornecer subsídios para o desenvolvimento da região. Várias são as pesquisas, desenvolvidas no Vale do Ribeira, que buscam contribuir para o seu crescimento sustentável, no entanto, é importante que o poder público, privado e a sociedade percebam que são necessárias mudanças estruturais e de comportamento, investimentos financeiros e a união dos diversos setores da economia para que as propostas de desenvolvimento sejam capazes de sair do papel e promover uma melhoria das condições sociais, econômicas e ambientais da região.

5.2. Propostas para sustentabilidade da região

As preocupações com os problemas e desafios socioeconômicos e ambientais, relacionado ao uso dos recursos hídricos e a grande dependência econômica da produção agropecuária na região, remetem à necessidade de propostas que forneçam oportunidades de desenvolvimento local, visando propiciar melhores condições de vida aos moradores e qualidade ambiental.

Esta pesquisa não teve como objetivo apresentar propostas para o desenvolvimento sustentável da região, apenas fornecer fundamentos para possíveis propostas. No entanto, diante dos resultados obtidos foram feitas algumas considerações a respeito de atividades que poderiam permitir maior geração de renda aliada à preservação ambiental.

Os municípios não devem ser visualizados de forma homogênea porque cada um apresenta sua particularidade, no entanto, uma proposta bastante discutida para região, que assume o papel de permitir sua sustentabilidade, aliando as áreas de preservação permanente, muitas vezes consideradas entrave ao desenvolvimento econômico da região, com exploração destas áreas, é o turismo. Segundo FUNDESPA (2007), por suas peculiaridades, a região concentra natureza e cultura para tornar-se importante pólo de desenvolvimento sustentado e do ecoturismo.

Dentre as modalidades de turismo que os municípios da sub-bacia têm potencialidade para oferecer, pode-se citar:

- Ecoturismo e turismo de aventura

Trilhas em meio a vegetação exuberante de Mata Atlântica e animais silvestres, cachoeiras, piscinas naturais, prática de canoagem e acqua-raid, plataforma para saltos de asa delta e morros para escaladas com grande variedade de estilos (Figura 4.23).

- Jacupiranga: Serra do Cadeado (Mata Atlântica, animais silvestres e cachoeiras), Pedra do Lençol (escalada com variedade de estilos, duração e dificuldades), Parque Estadual de Jacupiranga (ecoturismo – Mata Atlântica, trilhas), Pedra do Cristal, Cachoeira do Pitu, Cahoeira Desemboque (piscinas naturais).
- Cajati: Barra do Azeite e Salto do Rio Guaraú (prática de canoagem, acqua-raid, pesca e banho); Torre do Guaraú (mirante); Serra do Guaraú (plataforma para saltos de asa delta, um dos melhores pontos do estado para prática do vôo livre); Bairro Capelinha e Bananal (cavernas e cachoeiras).

- Pariquera-Açu: Parque Estadual Campina do Encantado (trilhas e rio Pariquera-Açu);
- Registro: Bosque Municipal (trilhas)

- Turismo Cultural

Somado à riqueza natural, a região também concentra importante legado histórico e cultural. Como exemplo pode-se citar a presença de sambaquis (acúmulo dos montes de conchas) que são vestígios da passagem e existência do homem primitivo; e as construções datadas do período colonial.

- Jacupiranga: Igreja Matriz (restauração); Caminho dos Jesuítas.
- Cajati: Bairro Capelinha e Bananal (presença de sambaquis)
- Pariquera-Açu Parque Estadual Campina do Encantado (sambaquis); Casa de Pedra (construída em 1905, próxima à montanhas e cachoeiras).
- Registro: Igreja Matriz de São Francisco Xavier (padroeiro do município); Casarão do Porto (o casarão foi construído entre 1913 e 1918 pela K.K.K.K., responsável pela colonização japonesa na região, para ser a sede da empresa e depósito de produtos agrícolas; Praça do Monumento Japonês (homenagem às vítimas que faleceram no rio Ribeira); TORII (marco da colonização japonesa em Registro); Templo Budista; Praça Nakatsugawa (construída com arquitetura japonesa).

- Turismo Rural

Este é um tipo de turismo que ainda não é praticado na região, mas pode ser uma alternativa de renda para a população rural. Neste tipo de turismo, os visitantes vivem no campo, colhendo ou ordenhando, eles se alojam em chalés dentro da propriedade agrícola e participam da vida no campo.

Através do gerenciamento participativo para sustentação das populações locais, essas atividades turísticas podem ser integradas às outras atividades como a pesca artesanal e o processamento de alimentos de forma artesanal (derivados da banana e de outras culturas para produção de geléias, bolos, trufas).

Para Chabariery et al. (2004), o turismo realizado de forma que respeite o meio ambiente sem impedir a existência e a sobrevivência das populações locais, integrando-as

no processo de planejamento da atividade, configura-se como uma das alternativas mais apropriadas para o desenvolvimento local.

Figura 5.1: Foto de alguns pontos turísticos da região. Caverna Capelinha e Barra do Azeite em Cajati; Pedra do Lençol em Jacupiranga e Casa de Pedra em Pariquera-Açu. Fonte: FB, 2010.

Embora a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo tenha lançado a agenda do Ecoturismo do Vale do Ribeira, visando fomentar essa atividade econômica na região, existe ainda grande desconhecimento por parte dos proprietários dos recursos naturais, quanto ao poder de exploração econômica e determinação de preços a serem atribuídos. Complementando o problema anterior, têm-se as dificuldades de acesso e viabilidade para exploração da atividade, e a falta de divulgação nos mercados específicos das grandes metrópoles (HOGAN et al., 1999). Todavia, antes de maior divulgação nacional e até mesmo internacional, a região precisa de investimentos para adequar sua estrutura física e capacitação humana para receber estes turistas.

- Agropecuária

Assim como já citado no Capítulo 2, a piscicultura é outra atividade com grandes chances de desenvolvimento na região e ambientalmente favorável, desde que realizada de forma correta, preocupada com a poluição do meio ambiente (lançamento do efluente

de seus tanques). A diversificação da economia com incentivos ao desenvolvimento das agroflorestas, cultivo da pupunha e manejo sustentável do palmito Jussara também podem ser citadas como alternativas ao desenvolvimento. Segundo o diagnóstico realizado pelo Instituto Socioambiental (2000), existem projetos piloto em quase todas essas áreas, no entanto, sem apoio técnico e financeiro, as comunidades não conseguem implantá-los ou ampliá-los.

- Indústrias

A população quando questionada sobre a oferta de empregos, ressalta a necessidade da instalação de mais indústrias. De acordo com o levantamento de demanda hídrica realizado para a sub-bacia do rio Jacupiranga pela FUNDESPA (2007), a região suporta o crescimento da população e a instalação de indústrias. Esse levantamento demonstrou que apenas 26% de sua capacidade é utilizada. No entanto, essa sub-bacia está inserida em uma bacia hidrográfica, considerada pelo estado de São Paulo, como Bacia Hidrográfica de Conservação. Portanto, são necessários estudos que possam levantar os prós (como geração de empregos) e contras (poluição do ar, do solo e dos recursos hídricos) antes da instalação das mesmas.

Dentro do contexto de preservação ambiental da região, França (2005) ressalta que uma alternativa é a implantação de pequenas e médias empresas voltadas ao setor industrial não poluidor, ou outros tipos de empresas voltadas a diferentes tipos de serviços, mais especificamente à montagem de produtos eletrônicos, de telecomunicações e de microinformática, por exemplo.

- Educação

Outras propostas como promover a implantação de cursos técnicos e a ampliação da universidade pública estadual, ou criação de unidade federal também são discutidas. Uma vez que através da educação, poderão ser obtidas melhoras significativas na vida dos ribeirinhos tanto no crescimento pessoal quanto na busca de melhores empregos. A educação é de extrema importância até mesmo para saber receber os turistas no caso da exploração do turismo sustentável.

Além disso, é importante citar o desenvolvimento da educação (Faculdades e Universidades) como medida de incentivar que os jovens concluam seus estudos na região, além de poder atrair estudantes de outras cidades, de forma a permitir maior dinamização dos outros setores da economia.

No entanto, o estudo por si só não garante a permanência das pessoas na região, visto que essa mão-de-obra precisa ser absorvida pelo mercado de trabalho. Diante disso, ressalta-se a necessidade de criação de cursos técnicos ou de graduação que estejam relacionados à demanda local, ou seja, que estejam relacionadas às atividades desenvolvidas na região. De acordo com os dados desta pesquisa, sugere-se a criação de cursos técnicos ou de aprimoramento relacionados ao setor agrícola; setor de serviços, principalmente na área da saúde, da construção civil (como pedreiro, encanador, eletricista) e de atendimento ao público (turismo).

- Modelagem Hidrológica

A modelagem hidrológica é uma importante ferramenta que deve ser utilizada nos planos de desenvolvimento da região com a criação de cenários futuros que possam dar embasamento para os tomadores de decisão. Para isso, seria interessante que a modelagem hidrológica fosse desenvolvida em cada sub-bacia, ou seja, que o modelo fosse utilizado com dados locais. Desta forma, será possível calibrar o modelo hidrológico e gerar dados inclusive da mancha de inundação, ou seja, até onde a água dos rios pode chegar dada uma determinada chuva.

A modelagem hidrológica pode ser desenvolvida para diferentes cenários de uso e ocupação, como ampliação das pastagens, da área de agricultura e das cidades. No entanto, sugere-se que esse modelo seja aplicado também para se verificar a influência do aumento das áreas florestadas nas vazões de projeto e na mancha de inundação, de modo a fornecer dados que sustentem as práticas de preservação das matas e reflorestamento.

Sugere-se, portanto, que a criação destes e outros tipos de cenários hidrológicos sejam inseridos no novo Plano de Bacias de 2011.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHABARIBERY, D. et al. Desenvolvimento sustentável da Bacia do Ribeira de Iguape: diagnóstico das condições socioeconômicas e tipificação dos municípios. **Informações Econômicas**, v.34, n.9, p.57 – 89, 2004.

F.B. **O melhor do Vale do Ribeira**, 2010. Disponível em: <<http://www.omehlor.doribeira.com.br/index.php>>. Acesso em: 23 ma. 2010.

FRANÇA, A.M Vale do Ribeira (SP) **Proposições econômicas, sociais, políticas e ambientais para o crescimento e desenvolvimento sustentável dos municípios da**

Região Administrativa de Registro. 2005. 323p. Dissertação (Mestrado) - PUC, São Paulo, 2005.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA (2007). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento nº 11: Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHRB/360/index.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2009.

HOGAN, et al. **Desenvolvimento sustentável no vale do Ribeira (SP): conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população.** 1999. Disponível em: <<http://jureia.com.br/mostramateria.asp>> Acesso em: 15 de nov. 2009.

INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL – ISA. **Diagnóstico socioambiental do Vale do Ribeira.** São Paulo, 2000

APÊNDICE 1

ROTEIRO DE ENTREVISTA

I – IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

II – ESTRUTURA DOMICILIAR E URBANIDADE

- 2.1 – Há quanto tempo reside neste local?
- 2.2 - Qual foi o último lugar em que morou?
- 2.3 - Por que vieram morar nesta cidade?
- 2.4 – Você gosta daqui?
- 2.5 -Aqui vocês tem algum problema? Enchente, desmoronamento? Barulho
- 2.6 – Essa casa é de vocês ou é alugada?
- 2.7 – Vocês têm luz elétrica? Tem algum problema no fornecimento? Recebe algum tipo de abatimento na conta?
- 2.8 - Vocês sentem falta de alguma coisa em casa?

III – SANEAMENTO BÁSICO

- 3.1 -O abastecimento de água de sua residência é feito através de que? Se for poço, você utiliza alguma coisa para limpá-lo?
- 3.2 - Quanto ao tratamento da água utilizada na cozinha e para beber, ela é filtrada ou vocês pegam direto da torneira?
- 3.3 - Onde é jogado o esgoto de sua casa? Vocês pagam esgoto?
- 3.4 - Qual o destino do lixo de sua casa? Se coletado por caminhão: de quanto em quanto tempo?
- 3.5 – Tem coleta seletiva de lixo? Quantas vezes por semana? São catadores ou iniciativa da prefeitura? Você separa?

IV – SAÚDE

- 4.1 - Que tipos de doenças as pessoas da sua família e você já tiveram e têm?
- 4.2 - Qual o serviço médico que vocês têm a disposição e qual a distância de sua casa até o atendimento?
- 4.3 - Este domicílio já foi visitado por agente comunitário de saúde, enfermeiro, médico ou outro profissional de saúde do programa saúde na Família – PSF
- 4.4 - Quantas visitas por ano?

4.5 - Vocês tem plano de saúde (médico ou odontológico), ou quando precisam são atendidos pelo SUS.?

4.6 - Quando alguém fica doente, vocês procuram pronto-socorro, hospital, clínica ou consultório médico, posto ou centro de saúde?

V - AJUDA GOVERNAMENTAL

5.1 - Receberam algum tipo de ajuda do governo (dinheiro) ?

- bolsa família	- auxilio gás
- pró-jovem	- bolsa escola
- pro uni	- erradicação do trabalho infantil
- bolsa- alimentação	- seguro enchente

5.2 - O que foi feito para conseguir essa ajuda (conhecidos, parentes, políticos, associação de bairros, ONG) ?

5.3 - Ajuda do governo para educação (material didático, matrícula, mensalidade, transporte)?

VI – EMPREGO

6.1 – Vocês tem problema para achar emprego aqui? Onde tem mais emprego?

6.2 – O que precisaria para aumentar emprego na região?

VII – EDUCAÇÃO

7.1 - Crianças freqüentam a creche? Ou com quem fica então?

7.2 - Crianças com mais de 7 anos freqüentam a escola pública ou privada?

7.3 - Fora do horário da escola, a criança participa de algum programa que oferece atividades gratuitas (capoeira, judô, basquete, educação ambiental, prática de leitura, atividade recreativa, dança)?

7.4 - Alguém abandonou a escola: (motivo)?

7.5 - Alguém freqüenta ou freqüentou alguma graduação, pós-graduação? Foi nesse município ou não?

7.6 - Recebeu bolsa (escola da Família, ProUni), Escola particular ou estadual, municipal?

7.7 - Os adolescentes que querem fazer faculdade, fazem em Registro, ou vão para outra cidade?

VIII - LAZER

8.1 - O que vocês fazem para se divertir? O que vocês mais gostam?

8.2 - Sentem falta de alguma coisa?

IX– CORPO HÍDRICO

9.1- Qual sua relação com o rio? Você sabe dizer se ele era melhor? Como você acha que ele está agora?

9.2 – Você utiliza as águas do rio para alguma coisa? Tomar banho, pescar, beber?

9.3 – Vocês são atingidos pela enchente? Conhecem alguém na área de risco?

9.4 – O que vocês fazem? Para onde vão?

9.5 – Já perderam muita coisa? Como vocês fazem para tirar as coisas de dentro de casa?

9.6 – Que horas vocês decidem tirar as coisas de casa?

9.7 – De quanto em quanto tempo tem essas enchentes?

9.8 – Quanto tempo a casa fica alagada?

9.9 – Depois que as águas começam a baixar, o que vocês fazem? Voltam para casa?

9.10 – Você acha que está pior agora? Por que?

9.11 – Por que você acha que estão acontecendo estas enchentes? Por que piorou?

9.12 – Vocês recebem alguma ajuda da prefeitura ou do governo antes, durante ou depois das enchentes?

X– NECESSIDADE DA POPULAÇÃO

10.1 – O que vocês acha que deveria ser feito para melhorar a condição de vida da população? E para você? O que falta?

APÊNDICE 2

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

1. Características gerais da bacia hidrográfica

Foi realizado um estudo hidrológico para avaliar as vazões de projeto na bacia hidrográfica do Rio Jacupiranga. A divisão de sub-bacias foi feita com base na carta da EMPLASA em escala 1:10.000 e avaliada também com base em imagens aéreas obtidas a partir do software GOOGLE EARTH. O cálculo das vazões foi feito por meio de simulação do processo de transformação chuva-vazão, para uma dada chuva de projeto.

2. Chuva de projeto

Para a simulação hidrológica da formação do escoamento superficial na bacia hidrográfica foi utilizada uma chuva de projeto, ou chuva crítica de referência. Esta chuva foi estimada com base nas *curvas idf*, que são funções que relacionam a intensidade de chuva com a sua duração e frequência estatística de ocorrência, ou período de retorno (TR). O período de retorno é o tempo médio, em anos, em que um evento de precipitação é igualado ou superado. As curvas idf são estimadas a partir de registros históricos de precipitação e, no caso do estado de São Paulo, foram reunidas em uma publicação chamada *equações de chuvas intensas do estado de São Paulo* (MARTINEZ e MAGNI, 1999). Neste estudo, foi utilizada a curva IDF mais próxima da bacia, que é a idf da cidade de Juquiá-SP.

Para a definição da chuva de projeto, deve ser adotado um período de retorno e uma duração. A intensidade obtida por meio da curva idf é desagregada, por meio de métodos hidrológicos adequados, em intervalos de tempo dentro da duração considerada, resultando no ietograma de projeto, que é o gráfico dos totais precipitados em intervalos ao longo da duração da chuva. A *idf* da cidade de Juquiá é descrita pela Equação 1.

Considerou-se a duração da chuva crítica $t = 2$ horas e foram analisados os períodos de retorno $TR = 10, 25, 50$ e 100 anos. A discretização temporal foi feita pelo método de Huff, 1º Quartil. A chuva de projeto utilizada está apresentada na Tabela 1 e na Figura 1.

$$i_{t,T} = 23,333 \cdot TR^{0,15} (t + 18)^{-0,75} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: i é a intensidade de precipitação, em mm/min, t é a duração da chuva, em min e TR é o período de retorno da chuva, em anos.

Tabela 1: Chuva de projeto

P TR10 (mm)	P TR25 (mm)	P TR50 (mm)	P TR100 (mm)
19,76	24,10	27,33	30,53
40,96	49,96	56,64	63,28
31,08	37,90	42,97	48,01
17,35	21,17	24,00	26,81
10,62	12,95	14,68	16,40
7,93	9,67	10,96	12,24
6,87	8,38	9,50	10,61
4,18	5,09	5,78	6,45
3,59	4,38	4,97	5,55
3,59	4,38	4,96	5,55
2,42	2,95	3,34	3,74
1,18	1,44	1,63	1,82
149,52	182,37	206,76	230,99

Figura 1: letogramas de projeto

a. Modelo e software utilizados para a simulação hidrológica

A precipitação efetiva é calculada em função das características físicas da bacia e das condições de infiltração da água no solo. Fatores como compacidade e saturação do solo, grau de impermeabilização das superfícies e tipo de cobertura vegetal interferem diretamente na quantidade de chuva infiltrada e na parcela que escoar até os rios e em quanto tempo. Quanto mais impermeabilizada a bacia, maior o volume escoado e menor o tempo de escoamento.

Encontram-se disponíveis na literatura diversos modelos matemáticos que simulam o processo de conversão da chuva efetiva em vazão nos canais da macrodrenagem, chamado processo de transformação chuva-vazão. Com estes modelos é possível avaliar, para uma dada chuva, qual a vazão nos pontos de interesse nos cursos d'água da bacia hidrográfica. O modelo hidrológico deve ser escolhido segundo critérios que variam conforme as características da bacia hidrográfica, os resultados que se pretende obter e também de modo que os parâmetros necessários para a simulação sejam condizentes com as informações disponíveis para a bacia hidrográfica.

Um modelo hidrológico amplamente utilizado estudo de vazões de projeto em bacias hidrográficas é o SCS (Soil Conservation Service), desenvolvido nos Estados Unidos na década de 80 (Natural Resources Conservation Service, 1986). A utilização deste modelo se dá em virtude de sua simplicidade de parâmetros e facilidade de aplicação. Neste modelo, a retenção de parte da chuva na bacia e a infiltração são os principais fatores que determinam a quantidade de chuva que se converte em escoamento superficial, chamada precipitação efetiva (PE). A estimativa da precipitação efetiva considera, além da precipitação total, o tipo hidrológico do solo e a condição de umidade anterior, representados pelo parâmetro CN, que varia de 0 a 100 (Tabela 2). Quanto mais impermeável, maior o CN. Com o total precipitado em cada intervalo, calcula-se a chuva excedente, que se torna escoamento superficial direto (GRACIOSA, 2010).

Tabela 2: Valores CNs para bacias rurais.

Uso do solo	Superfície	A	B	C	D
Solo lavrado	com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	em curvas de nível	67	77	83	87
	terraceado em nível	64	76	84	88
	em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	em curvas de nível	62	74	82	85
	terraceado em nível	60	71	79	82
	em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	em curvas de nível	60	72	81	84
	terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras	Normais	56	75	86	91
Estradas de terra	Más	72	82	87	89
	de superfície dura	74	84	90	92
Florestas	muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	esparsas	46	68	78	84
	densas, alta transpiração	26	52	62	69
	normais	36	60	70	76

Fonte: TUCCI, 1993.

As simulações hidrológicas do presente estudo foram realizadas com o software HEC-HMS[®], um módulo da plataforma HEC (Hydrologic Engineering Center), desenvolvido pelo *U.S. Army Corps of Engineers* para simular o processo de transformação chuva-vazão em sistemas de bacias e sub-bacias hidrográficas. Ele possibilita a estimativa do escoamento superficial por meio dos modelos tradicionalmente utilizados em hidrologia, para o estudo de cheias e planejamento de drenagem urbana (GRACIOSA, 2010).

b. Configuração da simulação hidrológica

Para a simulação hidrológica, a bacia hidrográfica é configurada em elementos característicos, como sub-bacias, trechos de canal, reservatórios e nós. São fornecidos os parâmetros físicos de cada sub-bacia, como a área de drenagem e o exutório, além dos parâmetros do modelo escolhido para a transformação chuva-vazão. No caso do modelo SCS, devem ser informados o *curve number CN* e o tempo de concentração *tc*.

O CN é associado ao tipo e de uso do solo, bem como ao estado inicial de umidade do solo. Neste estudo, adotou-se condições de umidade antecedente tipo II do solo.

Segundo a metodologia SCS, as condições de umidade antecedente do tipo II correspondem a estados intermediários entre solo seco (condição I), e saturado (condição III). Os valores de CN relacionados Tabela 3 foram ponderados segundo as percentagens de cada padrão de uso do solo, de forma a se obter um CN médio igual a 73,9.

Tabela 3: Valor de CN ponderado para cada cenário.

Uso do solo	Área (%)				CN
	1984	1990	2006	Cenário Futuro	
Formações Florestais	54,81	42,80	38,28	25,00	52
Capoeira	17,19	12,75	14,53	14,53	60
Campo de Várzea	13,34	9,52	9,24	9,00	58
Outras culturas	5,47	16,51	13,88	13,00	76
Cultura de banana	3,33	4,79	3,71	3,80	69
Cultura de chá	0,95	1,09	2,06	2,10	69
Pastagens	1,65	9,33	13,96	28,00	67
Recursos hídricos	0,73	1,04	1,42	1,47	60
Área urbanizada	1,30	1,27	2,09	2,00	86
Mineração	0,18	0,22	0,27	0,30	70
Afloramento rochoso	0,49	0,59	0,51	0,70	80
Sombras e nuvens	0,55	0,09	0,07	0,10	60
CN Ponderado	57,2	60,7	61,1	63,1	

O tempo de concentração foi estimado pelo método cinemático, em função do comprimento do talvegue e da velocidade de escoamento nas sub-bacias (Equação 2). A velocidade de escoamento foi estimada com base na declividade e tipo de revestimento do canal.

$$t_c = \frac{L}{60 \cdot v} + t_d \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde: t_c = tempo de concentração (min); L = comprimento do trecho (m); v = velocidade de escoamento (m/s); t_d = tempo de difusão (decorrido entre o início da chuva e a entrada do escoamento nos canais da macrodrenagem, em min).

Para os trechos de canal devem ser fornecidos os parâmetros físicos, como comprimento do trecho, declividade de fundo e geometria da seção transversal, bem como os parâmetros do modelo utilizado para a propagação da onda de cheia. Neste estudo, a propagação no canal foi feita pelo método de Muskingum, que requer como parâmetros a constante de tempo de trânsito K (em horas) e o fator de ponderação X (adimensional) da influência relativa das vazões de entrada e saída do trecho no armazenamento promovido por este.

A bacia hidrográfica foi representada conforme topologia mostrada na Figura 2. Os nós de simulação são descritos na Tabela 2. Os parâmetros da simulação são mostrados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Figura 2 – Configuração da bacia hidrográfica do rio Jacupiranga para simulação hidrológica.

Tabela 4: Nós de simulação hidrológica.

Nó	DESCRIÇÃO	Área de Drenagem (km ²)
1	Foz do rio Guaraú (estação amostral A)	349,60
2	Foz do rio Jacupiranguinha (estação amostral B)	360,60
3	Jacupiranga, a jusante da confluência do rio Jacupiranguinha com Guaraú (estação amostral 1)	710,20
4	Cidade de Jacupiranga (estação amostral 3)	934,50
5	Ponte da Régis Bittencourt - BR116 (estação amostral 7)	1352,50
6	Exutório da Bacia (estação amostral 9)	1855,30

Tabela 5: Parâmetros das sub-bacias utilizados na simulação hidrológica

PARÂMETROS DAS SUB-BACIAS									
Sub-bacia	Nó final	Curso D'água	Área (km²)	CN 1984	CN 1990	CN 2006	CN cenário futuro	Comprimento de Talvegue L (m)	tempo de concentração (min)
1	1	Guaráu	36,060	57,2	60,7	61,1	63,1	43.450	497,8
2	2	Jacupiranguinha	34,960	57,2	60,7	61,1	63,1	48.250	551,1
3	4	Jacupiranga	22,430	57,2	60,7	61,1	63,1	22.400	263,9
4	5	Jacupiranga	41,800	57,2	60,7	61,1	63,1	40.400	463,9
5	6	Jacupiranga	50,280	57,2	60,7	61,1	63,1	42.300	485,0
Área Total			185,530						

Tabela 6 – Parâmetros dos trechos do curso d'água utilizados na simulação hidrológica

PARÂMETROS DOS TRECHOS DE CANAL							
TRECHO	CURSO D'ÁGUA	NÓ INICIAL	NÓ FINAL	L TRECH	v (m/s)	K(h)	X
1	Jacupiranga	3	4	8350	1,50	1,55	0,2
2	Jacupiranga	4	5	20200	1,50	3,74	0,2
3	Jacupiranga	5	6	21600	1,50	4,00	0,2

c. Resultados das simulações hidrológicas

Os resultados das simulações hidrológicas estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados das simulações hidrológicas – Vazões máximas nos nós simuladas para as chuvas de projeto

NÓ	ÁREA DE DRENAGEM (km²)	1984				1990				2006				SIMULAÇÃO DE CENÁRIO FUTURO			
		Q10 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
1	349,6	191,6	262	329,9	412,4	237,1	318,5	395,3	487,7	242,6	325,3	403,1	496,6	271,4	360,3	443,4	542,3
2	360,6	212,9	293	370,2	464,2	264,6	357,3	444,9	550	270,9	365	453,8	560,1	303,8	405	499,5	612
3	710,2	403,1	552,8	697,1	873	499,7	673	836,8	1033,4	511,5	687,5	853,4	1052,4	572,9	762,2	939	1149,4
4	934,5	439,1	590,9	737,1	915,2	537,1	712,6	878,4	1077,4	549,1	727,3	895,3	1096,7	611,2	802,9	981,9	1195,1
5	1.352,5	568,6	753,6	931,9	1149	688,1	902,1	1104,3	1347	702,7	920	1124,9	1370,5	778,5	1012,2	1230,5	1490,4
6	1.855,3	678,6	881,6	1077,2	1315,4	809,7	1044,4	1266,3	1532,4	825,7	1064,1	1288,9	1558,1	908,8	1165,2	1404,6	1689,8

Cidade de Jacupiranga – estação amostral 3

Hidrogama simulado - Estação 3 - cidade Jacupiranga

Foz da sub-bacia do Rio Jacupiranga – estação amostral 9

Hidrogama simulado - Estação 9 - foz do rio Jacupiranga

3. Referências Bibliográficas

GRACIOSA, M. **Modelo de seguro para riscos hidrológicos com base em simulação hidráulicohidrológica como ferramenta de gestão do risco de inundações**, 2010. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.

MARTINEZ, F, J; MAGNI, N. L. G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**, DAEE-SP, 1999.

TUCCI, C.E.M (1993). Hidrologia - **Ciência e Aplicação**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 943p.