



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

As bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: a agroindústria canavieira local e a situação ambiental (2000-2005)

FABRÍCIO JOSÉ PIACENTE
fjpiacente@bol.com.br

VANESSA DE CILLOS SILVA
va.csilva@hotmail.com

MARTA FIORAVANTE DELGADO
marta.fioravante@fatec.sp.gov.br

As bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí: a agroindústria canaveieira local e a situação ambiental (2000-2005)

Resumo:

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí é uma das vinte e duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e é composta por cinquenta e sete municípios. Dentre as atividades agrícolas desses municípios destaca-se o cultivo da cultura de cana-de-açúcar. O objetivo desse artigo é caracterizar as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, com destaque especial ao setor sucroalcooleiro, mostrando a importância dessa atividade para a região, a evolução recente desse setor e seu papel no desempenho econômico dessa região até a primeira metade da década de 2000. Além disso, apontar a problemática ambiental da região estudada em relação aos recursos naturais disponíveis: a água, o solo e o ar. Observou-se nas áreas das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí aspectos relacionados à degradação de recursos naturais, tais como, a emissão de gases poluentes no ar, lançamento *in natura* de efluentes domésticos e industriais nos rios, entre outros. Para minimizar esses problemas práticas tem sido adotadas, como exemplo legislação que visa eliminar gradualmente a prática da queimada nos canaviais paulistas.

Palavras-chave: Agroindústria canaveieira, bacia hidrográfica, meio ambiente.

The hydrographics basins of Piracicaba, Capivari and Jundiaí rivers: sugar cane industry and the environmental situation (2000-2005)

Abstract:

The Unit of Water Resources Management of the Hydrographics Basins of Piracicaba, Capivari and Jundiaí rivers is one of twenty-two units of Water Resources Management of São Paulo's State and is composed of fifty seven municipalities. Among the agricultural activities of these municipalities highlight the sugarcane crop. The aim of this paper is to characterize the hydrographics basins of Piracicaba, Capivari and Jundiaí rivers, with special detaches the sugarcane agroindustry, showing the importance of this activity for the region, the recent evolution of this sector and its paper in the economic performance of this basins through the first half 2000s. Another point is the environmental issues of the region studied in relation to the available natural resources: water, soil and air. It was noted in the areas of the hydrographics basins of Piracicaba, Capivari and Jundiaí rivers aspects related to the degradation of natural resources, such as the emission of greenhouse gases in the air, launching *in natura* of domestic and industrial effluents in the rivers, among others. To minimize these problems some practices has been adopted as an example the legislation to eliminate burning sugarcane in São Paulo.

Keys words: Sugarcane agroindustry, hydrographic basin, environment

1. Introdução

A região de Piracicaba é a área mais antiga do Estado de São Paulo para a produção do complexo canavieiro. Historicamente essa região tem se beneficiado dos avanços e da ampliação da atividade sucroalcooleira, proporcionando ganhos significativos para a economia local e estadual. O objetivo desse artigo é caracterizar as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, com destaque especial ao setor sucroalcooleiro, mostrando a importância dessa atividade para a região, a evolução recente desse setor até a primeira metade da década de 2000. Por fim, apontar a problemática ambiental que envolve praticamente todas as cidades dessa região, principalmente no tocante a três importantes recursos naturais disponíveis: a água, o solo e o ar.

Por se tratar de bacias hidrográficas urbanizadas, a questão da poluição e contaminação dos rios se dá principalmente por meio da carga orgânica de esgoto não tratado e pela emissão de resíduos industriais. Quanto à poluição industrial, a fiscalização sobre os agentes poluidores e o tratamento prévio de seus efluentes tem atingido índices de controle cada vez mais elevados, porém esse segmento tradicionalmente destaca-se como um agente poluidor altamente potencial. Outro ponto é a contaminação de cursos d'água pela utilização inadequada de subprodutos e agroquímicos na agricultura.

Em relação ao solo, as principais preocupações na região das bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá estão na disposição do lixo doméstico nos aterros sanitários municipais, na existência de áreas industriais com elevada contaminação por metais pesados e outros elementos nocivos, e na utilização desmedida de agroquímicos no campo.

Com relação ao recurso ar, os problemas de destaque estão ligados à emissão de gases tóxicos derivados do elevado número de veículos automotores. Cabe ainda destacar a emissão de gases como SO₂ (dióxido de enxofre) nas cidades mais industrializadas, com destaque aos setores químico e petroquímico. O crescimento da produção canavieira nessas bacias tem provocado um aumento da poluição do ar (gases do efeito estufa e fuligem) pela queima da cana no período de colheita, ocasionando transtornos para a população urbana.

2. Caracterização da área de estudo e sua problemática ambiental

2.1 Características econômicas das bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá

O termo “bacia hidrográfica” é definido como uma determinada área de drenagem contida por um divisor de águas e delimitada pela topografia de uma região. Trata-se de um sistema terrestre e aquático geograficamente definido, composto por características físicas, econômicas e sociais (VILLELA & MATTOS, 1975).

Uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

O Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), com base em fatores e características físicas, climáticas, sociais e econômicas, para facilitar o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos¹.

¹ O Estado de São Paulo, em sua legislação sobre recursos hídricos, agrupou os municípios em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) com a finalidade de facilitar a implementação do sistema de

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 5) é constituída pelas bacias dos rios Piracicaba com 11.320 km², Capivari com 1.570 km² e Jundiá com 1.150 km², cujos cursos d'água são os principais afluentes da margem direita do Tietê Médio Superior. Conforme o relatório final do Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003, realizado pelo Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, a UGRHI-PCJ como é conhecida, tem uma área total de 15.320 km², sendo que 92% estão localizadas dentro do Estado de São Paulo. Os demais, aproximadamente 1.280 km², pertencentes ao Estado de Minas Gerais, onde estão localizadas as cabeceiras dos rios Jaguari e Camanducaia (CBH-PCJ, 2003)².

A FIGURA 1 mostra a localização dos municípios que compõem UGRH-PCJ (UGRHI 5), destacando os municípios da Região Metropolitana de Campinas. Localizada na região leste do Estado de São Paulo, essas três Bacias estendem-se desde a divisa com o Estado de Minas Gerais até o reservatório da Usina de Barra Bonita, no rio Tietê, uma extensão em linha reta de cerca de 230 km.

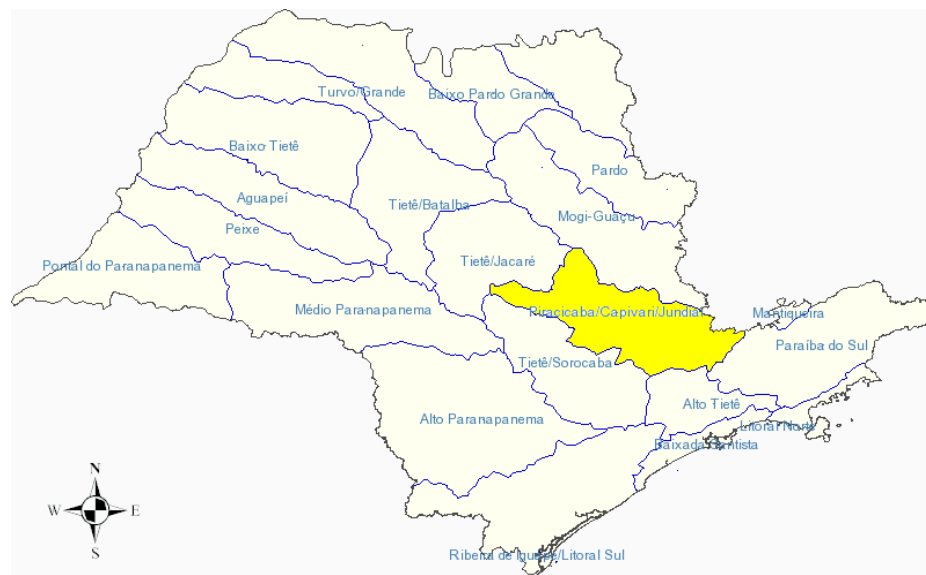


FIGURA 1: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Rios Piracicaba Capivari e Jundiá (UGRHI 5)

Fonte: BIOTA (2004).

No total, as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá abrangem 53 municípios do Estado de São Paulo e 4 municípios em Minas Gerais (Toledo, Itapeva, Extrema e Camanducaia) compreendendo um contingente de aproximadamente 4,4 milhões de habitantes, o que representa em torno de 11,7% da população do Estado (IBGE, 2004). A TABELA 1 indica cada uma das sub-bacias formadoras da UGRHI-PCJ e suas respectivas áreas de drenagem.

Comitês de Bacia. Cada Comitê é composto por uma comissão com representantes do governo e sociedade civil (CBH-PCJ, 2003, p. 50).

² A UGRHI-PCJ é administrada pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e foi criado pela Lei estadual 7.663 de 30 de dezembro de 1991. Foi o primeiro de uma série de 22 comitês instituídos em São Paulo a partir da Política Estadual de Recursos Hídricos, com o objetivo de descentralizar o gerenciamento da água e integrar a participação da sociedade civil nas suas decisões (CBH-PCJ, 2003, p. 61).

TABELA 1: Descrição das sub-bacias formadoras da UGRHI-PCJ

Bacia	Sub-bacia	Área (km ²)	Porcentagem
Piracicaba	Rio Atibaia	2.817,88	20,1%
	Rio Camanducaia	857,29	6,1%
	Rio Corumbataí	1.702,59	12,1%
	Alto Jaguari	1.181,63	8,4%
	Baixo Jaguari	1.094,40	7,8%
	Alto Piracicaba	1.878,99	13,4%
	Baixo Piracicaba	1.780,53	12,7%
Capivari	Rio Capivari	1.611,68	11,5%
Jundiaí	Rio Jundiaí	1.117,65	8,0%
Total		14.042,64	100%

Fonte: CBH-PCJ (2000, p. 78).

O corredor São Paulo-Campinas constitui-se no principal eixo de estruturação e formação da rede urbana da UGRHI-PCJ, nesse eixo situam-se os principais municípios dessas três bacias. Tratam-se de um conjunto de núcleos urbanos subdividido por cidades conturbadas, pólos agroindustriais, de comércio e serviços de âmbito intra-regional e núcleos de pequeno porte, alguns com caráter de estância.

Dos 53 municípios pertencentes à UGRHI-CPJ e que estão localizados em São Paulo, apenas nove: Jundiaí, Campinas, Sumaré, Limeira, Piracicaba, Americana, Santa Bárbara D'Oeste, Rio Claro e Bragança Paulista concentram o equivalente a mais de 62% de toda a população dessas bacias. Além disso, segundo levantamentos realizados por CARMO (2001, p. 128) referentes a dados do Censo Demográfico do IBGE de 2000, o grau de urbanização médio da Bacia do Piracicaba fica em torno de 94,3%.

Na década de 1970, o processo de desconcentração industrial da grande São Paulo transformou a região em torno da cidade de Campinas em uma das frentes mais desenvolvidas da economia paulista, merecendo destaque à elevada diversificação de sua base produtiva e a importante presença de plantas industriais intensivas em capital e tecnologia. Além dessas vantagens advindas da localização industrial estratégica, essas bacias contaram com um forte impulso de políticas públicas de incentivo à substituição da matriz energética (Pró-Álcool) e às culturas exportadoras, o que culminou na criação de um dos pólos agroindustriais de maior relevância do Estado (SÃO PAULO, 2004a, p. 49).

Desta forma, toda a atividade industrial da UGRHI-PCJ, com exceção dos municípios de Jundiaí, Piracicaba, Limeira e Rio Claro, concentra-se exclusivamente em oito cidades da Região Metropolitana de Campinas, são elas: Americana, Paulínia, Campinas, Sumaré, Santa Bárbara D'Oeste, Nova Odessa, Valinhos e Vinhedo. Trata-se de uma das regiões mais industrializada do interior paulista, destacando as indústrias de alimentos, têxtil, metal-mecânica, metalurgia, material de transporte, química e petroquímica, material elétrico e de comunicação como as principais.

De maneira geral, as bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí apresentam um elevado grau de modernidade e diversificação no seu parque produtivo e praticamente toda essa atividade concentra-se nos doze municípios anteriormente citados. O Produto Interno Bruto (PIB) da Região Metropolitana de Campinas foi estimado em US\$ 26,2 bilhões no ano de 2001, o que correspondeu a 12,5% do PIB estadual e a aproximadamente 5,6% do PIB nacional. Estão localizadas na bacia em torno de 4 mil indústrias, ou seja, 10% da produção industrial nacional. Dentre os setores industriais que mais cresceram, destacam-se telecomunicações, informática,

química e automotiva, que juntos representam mais de 20% dos investimentos anunciados para o período 2003 a 2006 (APEX, 2004).

Em relação à atividade agrícola em 1996 a região possuía o equivalente a 720 mil hectares de terra agrícola, aproximadamente 48% da área total das bacias, dividida em lavoura permanente, temporária, pastagem e matas e florestas. Aproximadamente 8,5% do total de hectares de terra agrícola da região (60 mil ha) eram de culturas permanentes; aproximadamente 39% (285 mil ha) de lavouras temporárias; 38% (270 mil ha) dedicado à pastagem e o restante, aproximadamente 14% (100 mil ha) reservados as matas nativas ou de reflorestamento (IBGE, 1996).

O Relatório Final 2004 do Comitê das Bacias Hidrográficas do PCJ faz uma análise comparativa de produção de todos os gêneros agrícolas da região para as diferentes bacias. Nesse estudo se destaca a área ocupada com os cultivos de cana de açúcar, café, milho e citrus durante a safar de 2004 (TABELA 2).

TABELA 2: Participação percentual da área ocupada com gêneros agrícolas na área total das respectivas sub-bacias hidrográficas em 2004 (valores em porcentagem)

Bacias	Sub-bacias	Cana	Café	Milho	Citrus ¹
Piracicaba	Camanducaia	2,31	3,96	4,45	1,69
	Atibaia	2,00	0,77	2,57	0,53
	Corumbataí	27,51	0,24	1,71	5,51
	Jaguari	9,74	0,78	4,57	9,24
	Piracicaba	32,39	0,07	1,97	3,93
Capivari	Capivari	31,02	0,20	5,12	0,12
Jundiaí	Jundiaí	1,42	0,73	2,26	0,44

Fonte: CBH-PCJ (2004, p. 32-39)

Nota: ¹ Somatória das culturas de laranja, limão e tangerina.

2.2 Características ambientais das bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Os dados referentes ao histórico de crescimento da região de Campinas apontam para um processo histórico de desenvolvimento acelerado e desorganizado. Essa agenda de crescimento mal formulada ocasionou um processo de industrialização heterogêneo, gerando desigualdades econômicas e sociais nos municípios dessa região. O processo de urbanização, industrialização e de modernização agrícola com que passou essas bacias a partir da década de 1970 não internalizou impactos ambientais e sociais decorrentes da utilização dos recursos naturais disponíveis.

Os impactos ambientais da região estão diretamente ligados aos recursos hídricos, à ocupação desordenada do solo em áreas urbanas e agrícolas, e aos problemas decorrentes da eliminação de poluentes na atmosfera. Já os impactos sociais ocasionam diversos tipos de problemas habitacionais, de adensamento demográfico em alguns municípios, transportes, saúde, educação, entre outros.

2.2.1 Recursos hídricos nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Os principais rios que compõem a UGRHI-PCJ são: o Piracicaba, o Capivari e o Jundiaí, e os mais importantes afluentes são: o Atibaia, o Jaguari, o Camanducaia e o Corumbataí. Encontram-se ainda nas bacias do PCJ reservatórios de água, três deles situam-se na região das cabeceiras e fazem parte do Sistema Cantareira; o de Santo Grande, situado na porção final do rio

Atibaia, próximo às cidades de Americana e Paulínia; e o maior deles, reservatório de Santa Maria, que se situa na fração final da bacia³.

O excessivo uso de água a fim de suprir as necessidades da expansão das cidades, do crescimento industrial e agricultura não foi planejado dentro de uma ótica sustentável e equilibrada. O despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento prévio inviabiliza muitas vezes a utilização a jusante da água dos principais mananciais dessa região.

Em 2002 a demanda total de água retirada das bacias do PCJ foi de aproximadamente 69 m³/s, 23% utilizado para uso urbano, outros 23% para uso industrial, em torno de 9% para irrigação e outras atividades agrícolas e 45% exportado através do Sistema Cantareira para a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê onde se localiza a Região Metropolitana de São Paulo (TABELA 3).

TABELA 3: Demanda de água e balanços nas bacias do PCJ em 2002

Usos	Demanda m ³ /s
Doméstico	15,8
Industrial	15,6
Irrigação	5,64
Aqüicultura	0,446
Pecuária	0,0126
Mineração	0,0756
<i>Sub-total</i>	<i>37,57</i>
Exportação	31,20
Total	68,8

Fonte: ESTUDO (2003, p. 25) e SÃO PAULO (2004, p. 59).

Conforme o Plano de Bacias 2003, a demanda de água para uso industrial era de aproximadamente 17,3 m³/s. Desse total, 93,5% eram provenientes de mananciais superficiais e 3,5%, de mananciais subterrâneos. Em ambos os casos, o uso da água foi autorizada a partir de outorgas emitidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Em 2003, as captações superficiais eram exploradas por meio de 204 outorgas divididas em diferentes faixas de vazões, das quais: i) 108 usuários demandavam uma vazão inferior a 0,01 m³/s, totalizando aproximadamente 0,35 m³/s, o que correspondeu a 2,0% do uso industrial total das bacias; ii) os 10 maiores usuários foram autorizados a utilizarem 12,8 m³/s, aproximadamente 74% do total do uso industrial de água outorgado na UGRHI-PCJ (CBH-PCJ, 2003, p. 55-56).

A TABELA 4 apresenta a relação dos 10 maiores usuários, suas demandas outorgadas e mananciais utilizados. Entre os maiores usuários indicados, destacam-se três usinas sucroalcooleiras.

³ O Sistema Cantareira trata-se de um complexo hídrico composto por 3 barragens de armazenamento de água. Esse sistema foi construído estrategicamente durante a década de 1970 nas cabeceiras dos rios Jacaré, Jaguari e Atibainha. É responsável pela exportação de água de excelente qualidade da bacia do Piracicaba para a região Metropolitana de São Paulo, em que se localiza na bacia do Alto Tietê, aproximadamente 60% da água que abastece a cidade de São Paulo é proveniente da bacia do Piracicaba.

TABELA 4: Maiores usuários industriais outorgados em 2002 para captação e uso de água nas bacias do PCJ, suas respectivas demandas e mananciais

Indústria	Demanda (m³/s)	Manancial
Usina Açucareira Ester	3,81 ²	Rio Pirapitingui
Rodhia do Brasil	2,35	Rio Atibaia
Cia Paulista de Força e Luz	2,14	Rio Piracicaba
União São Paulo – Agricultura Ind. Com. ¹	1,39	Rio Capivari
Ripasa S/A Celulose e Papel	1,00	Rio Piracicaba
Usina Santa Helena S/A Açúcar e Álcool ³	0,50	Rib. Cordeiro
Petrobrás – Replan	0,50	Rio Jaguari
Butilamil Ind. Reunidas	0,459	Rio Corumbataí
Ajinomoto Interamericana Ind. Com. Ltda	0,347	Rio Jaguari
Cia Antarctica Paulista Ind. Bras. Bebidas	0,33	Rio Jaguari

Fonte: CBH-PCJ (2003, p. 56).

Notas: ¹ Atual Cosan S/A Filial Usina Rafard.

² Vazão total outorgada incluindo captação e barramento para fins energéticos.

³ Atual Cosan S/A Filial Usina Santa Helena.

Anualmente a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo por meio da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) realiza um diagnóstico de qualidade da água nas 22 UGRHI do Estado. O Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo-2003 apontou que a qualidade da água dos rios que compõem as bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí apresentou um piora em relação ao ano anterior. Os principais problemas destacados pelo relatório são decorrentes da elevada carga orgânica.

Dentre os afluentes, a sub-bacia do rio Atibaia foi a que apresentou uma situação mais emergencial, principalmente nas áreas com elevada densidade populacional. O trecho do rio que corta o município de Campinas apresentou índices de concentração orgânica e de coliformes acima do permitido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), além disso, todos os corpos d'água que compõem esta sub-bacia apresentaram um elevado grau de eutrofização, o que diminui a potabilidade de suas águas e encarece o seu tratamento a jusante. O relatório destacou um aumento gradativo na piora dos níveis de qualidade das águas desse rio no trecho que compreende o pólo petroquímico de Paulínia (SÃO PAULO, 2004b, p. 89-92).

Já as sub-bacias dos rios Jaguari e Camanducaia apresentaram uma melhor situação que a do Atibaia. O relatório apontou a preocupação com os baixos níveis de oxigenação e elevada carga orgânica em alguns pontos isolados desses rios, associando esses problemas ao lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais não tratados (SÃO PAULO, 2004b, p. 92-94).

A qualidade das águas do rio Piracicaba apresentou uma piora nos índices que medem a matéria orgânica biodegradável, o fósforo total e a contaminação fecal, principalmente no trecho após a contribuição do Ribeirão do Quilombo. Este ribeirão sofre forte influência dos lançamentos dos efluentes domésticos dos municípios de Campinas, Sumaré e Americana. Além disso, a elevada concentração de metais pesados e de matéria orgânica no Ribeirão do Tatu e no Ribeirão dos Toledos foi destacada no Relatório como uma fonte expressiva de poluentes e contaminantes para o Piracicaba (SÃO PAULO, 2004b, p. 88-89).

O rio Jundiaí foi incluído na categoria hipereutrófico, devido às elevadas concentrações de fósforo total e apresentou taxas de concentrações de coliforme acima dos limites pré-estabelecidos. O leito do rio Jundiaí, ao longo do município de mesmo nome, apresentou uma piora na qualidade de suas águas, principalmente nos indicadores de matéria orgânica biodegradável, fósforo total e nitrogênio, a ponto do rio apresentar-se praticamente sem oxigênio dissolvido durante um pequeno trecho de monitoramento (SÃO PAULO, 2004b, p. 85-87).

A análise do rio Capivari contida no relatório da CETESB apresentou uma piora na qualidade de suas águas ao longo de dois trechos, esses trechos se situam a jusante dos municípios de Louveira e Campinas, respectivamente, recebendo os lançamentos tanto de origem doméstica quanto industrial destes municípios (SÃO PAULO, 2004b, p. 83-85)⁴.

Segundo um levantamento de demanda realizado em 1990 pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, a agroindústria canavieira foi responsável pelo consumo de aproximadamente 41% de toda a água destinada ao uso industrial no Estado de São Paulo neste ano (TABELA 5). Apesar desse elevado consumo, o total de usinas em 1990 que era de aproximadamente 96, o que representava apenas 4% do total do número de indústrias do Estado cadastrados no levantamento. A presença de usinas de cana-de-açúcar é mais marcante nas bacias Baixo Pardo-Mogi, São José dos Dourados, Aguapéí, Tietê-Jacaré e Baixo Paranapanema onde aproximadamente 80% de toda vazão de água das bacias destinadas a produção industrial foram utilizadas na produção sucroalcooleira. Já nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiáí, devido a sua elevada concentração industrial de vários segmentos, o levantamento aponta uma distribuição de água equivalente entre usinas de açúcar e álcool e indústria química, petroquímica e de celulose⁵.

TABELA 5: Distribuição da demanda industrial de água por atividade no Estado de São Paulo (1990)

Atividade	Captação Total (m³/s)	Participação do total (%)
Usina de açúcar e álcool	47,08	41,7
Química, petroquímica	19,72	17,5
Celulose, papel e papelão	13,65	12,1
Mecânica e materiais elétricos	12,59	11,1
Têxtil	5,0	4,4
Curtume, abatedouro	0,76	0,68
Alimento em geral	6,77	6,0
Bebida em geral	5,11	4,5
Outros	2,07	1,8
Total	112,75	100

Fonte: Adaptado de SÃO PAULO (2002).

2.2.2 Poluição do ar nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiáí

A preocupação com a qualidade do ar nessas bacias tem sido ressaltada pela CETESB a cada ano. Acompanhamentos de emissões de gases tóxicos são feitos em unidades instaladas nos municípios de Campinas e de Paulínia, além dos monitoramentos constantes nas principais indústrias geradoras de poluentes atmosféricos. A presença de um importante pólo químico e petroquímico em Paulínia com ramificações em Sumaré, Americana e Campinas reforça ainda mais a necessidade da verificação constante do índice de emissões dos principais gases poluentes desses centros industriais.

⁴ Pelo ranking do tratamento de esgoto doméstico nas 22 UGRHI de São Paulo, a UGHI do PCJ apresenta-se no ano de 2002 na penúltima posição, a 21^a dentre todas as unidades, com aproximadamente 19% do esgoto tratado, perde apenas para a UGHI Mantiqueira, com apenas 6% do esgoto tratado (SÃO PAULO, 2004b, p. 248).

⁵ Pesquisa realizada em usinas na Bacia do Pardo-Mogi indica que uma usina média que processa 1 milhão de toneladas de cana por safra, produz diariamente 380 mil litros de álcool, 10 mil sacos de açúcar, 4 mil m³ de vinhaça, necessita captar o equivalente a 10,8 mil m³ por dia de água da bacia. Levando em consideração as 28 usinas instaladas na bacia, na última safra captaram em torno de 50 milhões de m³ de água (ROGRIGUES *et. al.*, 2003, p. 10).

Os principais poluentes atmosféricos monitorados são os compostos de gases sulfurosos, também conhecidos como SO₂, o monóxido de carbono (CO), o gás ozônio (O₃) que é monitorado apenas em Paulínia e o material particulado, que são fuligens e fumaças.

De maneira geral, na Região Metropolitana de Campinas durante o ano de 2003 foram lançados na atmosfera, a partir de veículos automotores, o equivalente a 310 mil toneladas de monóxido de carbono (CO). Em relação aos gases sulfurosos (SO₂), no total foram lançadas 29 mil toneladas, 88% desse total emitidos pelo parque industrial dos principais municípios e o restante, aproximadamente 12%, por fontes móveis. Dentre as indústrias que mais contribuíram para a queima de combustíveis e a consequente emissão de SO₂ estão a CPFL-Carioba, a Petrobrás-Replan, a Rhodia e a Ripasa que juntas respondem por mais de 80 % da emissão total desse gás (SÃO PAULO, 2004c, p. 14-16).

Em relação à emissão total de óxidos de nitrogênio (NO_x) nas três bacias, foram lançados em 2003 o equivalente a 17 mil toneladas, somente a Replan (Refinaria de Paulínia) foi responsável pela emissão de 77% desse volume. Apesar dos dados acima inspirarem cuidados, durante todo o ano de 2003 não houve problema com a qualidade do ar decorrente da disposição desse gás (SÃO PAULO, 2004c, p.59).

Analisando os dados da CETESB sobre poluição atmosférica a partir de material particulado (MP), nota-se que o setor sucroalcooleiro e o de celulose e papel são os que mais emitem esse poluente na atmosfera. No ano de 2003 foram lançados na região mais de 5 mil toneladas de material particulado, somente a Ripasa foi responsável por mais de 31% desse montante. A Usina Açucareira Ester, a única agroindústria que consta da pesquisa da Cetesb, liberou o equivalente a 424 toneladas de particulado, ou seja, mais de 7% do total do ano (SÃO PAULO, 2004c, p. 16).

Segundo estudo realizado por MARTINS & GALLO (1995, p. 19-20), apenas seis grandes usinas de álcool e açúcar localizadas na bacia do Piracicaba foram responsáveis em 1992 pela emissão de 8,5 mil toneladas de material particulado o equivalente a 31,6% de toda a emissão remanescente dessa bacia⁶. Além disso, esses autores destacam, mais especificamente na sub-bacias do Piracicaba, Jaguari e na bacia do Capivari, que o aumento da poluição do ar em consequência da queima da palha da cana durante o período de colheita, tem trazido transtornos a população que reside vizinho às lavouras.

2.2.3 Poluição do solo nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá

A questão da gestão dos resíduos sólidos tornou-se, na década de 1990, um assunto de maior relevância na agenda ambiental da maioria dos países. Particularmente em determinadas regiões, esse problema vem se agravando em consequência do processo de industrialização e do elevado crescimento demográfico.

Conforme SÃO PAULO (1996), os resíduos sólidos são definidos como aqueles que se apresentam no estado sólido, semi-sólido e líquido e que não são passíveis de tratamento convencional, resultante de atividades humanas. São classificados conforme sua origem: domésticos, industriais e rurais. Os *resíduos domésticos* são provenientes de residências ou

⁶ Em relação à proporção de material particulado emitido pelas agroindústrias canavieiras, MARTINS & GALLO (1995, p. 20) destaca um estudo realizado pela Cetesb-Piracicaba. Esse estudo aponta que cada tonelada de cana queimada libera aproximadamente 4 quilos de ciscos. Numa região como a da bacia do Piracicaba, que produz 14 mil toneladas de cana por safra, o volume de ciscos liberados durante a queima chega a valores em torno de 56 mil toneladas por safra.

qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, incluem-se aí os resíduos de limpeza pública urbana. Os *resíduos industriais* são oriundos de atividades de pesquisa e produção de bens, como os provenientes das atividades de mineração e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais. E os *resíduos de atividades rurais* são os provenientes da atividade agrosilvopastoril, inclusive os resíduos dos insumos utilizados nestas atividades.

Em relação à geração e a disposição dos resíduos domiciliares, também chamados de lixo domiciliar, o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos 2003 apontou que, de maneira geral, a situação de disposição dos resíduos domésticos tem melhorado em São Paulo. Segundo esse inventário, em 1997 apenas 11% dos municípios dispunham adequadamente seu lixo domiciliar, e em 2003 esse número subiu para 77%. Quanto à qualidade dos aterros sanitários, o inventário destaca em 2003 que 41,3% dos municípios dispunham de aterros considerados adequados, 33% considerados controlados e 27,8% inadequados para o depósito do lixo, em 1997 esses números eram de apenas 4,2% para os adequados, 18% para instalações consideradas controladas e 77,8% para instalações inadequadas (SÃO PAULO, 2004a, p. 38).

Nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí estima-se que são produzidos diariamente em torno de 3.000 ton/dia de resíduos sólidos domésticos e que somente os municípios de Americana, Bragança Paulista, Campinas, Jundiaí, Limeira, Piracicaba e Rio Claro são responsáveis por mais de 50% do volume total gerado por dia⁷. É importante destacar que sozinho, o município de Campinas é responsável por aproximadamente 24%, algo em torno de 687 ton/dia desse tipo de resíduo (SÃO PAULO, 2004a, p. 13-27).

Quanto à acomodação desses resíduos a CETESB controla os aterros sanitários de todos os municípios dessas bacias. Esse monitoramento é importante uma vez que a disposição irregular desse tipo de resíduo traz sérios problemas de ordem ambiental, tais como, contaminação do solo e do lençol freático. O inventário referente ao ano de 2003 (SÃO PAULO, 2004a, p. 19-27) aponta que, nas principais cidades dessas três bacias apenas Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, Nova Odessa e Rio Claro tiveram um conceito satisfatório em relação à qualidade da disposição de seus resíduos. Os demais municípios apresentaram condições plenamente adequadas de acomodação desses resíduos. Já os municípios de Pedreira e Rio das Pedras têm seus sistemas de depósitos de resíduos domiciliares impróprios e desaprovados pelo órgão ambiental, os demais municípios variam entre adequados e satisfatórios.

De maneira geral, os resíduos sólidos industriais são gerados na região em um volume de até três vezes superior à produção dos resíduos sólidos urbanos ou domiciliares (MARTINS & GALLO, 1995, p. 20). Além disso, aproximadamente 4% de todo esse volume gerado diariamente é classificado como sendo perigoso, exigindo cuidados especiais no seu acondicionamento, transporte e disposição final em aterros qualificados que não dispomos na região. No total são gerados diariamente nessas bacias aproximadamente 5.250 ton/dia de resíduo industrial dentre as quais 210 ton/dia são considerados perigosos.

As agroindústrias canavieiras das bacias do PCJ contribuem para o montante de resíduos sólidos que potencialmente geram impactos negativos sobre os solos da região. A cadeia

⁷Essa estimativa é realizada a partir do *Índice de Produção "Per Capita" de Resíduos Sólidos Domiciliares*. Esse índice determina, aproximadamente, em função da população urbana de um determinado município ou região a produção diária por habitante de resíduos sólidos domiciliares. Assim temos que uma população de até 100 mil habitantes gera o equivalente a 0,4 kg diários/habitante; entre 100 e 200 mil 0,5 kg diários/habitante; entre 200 e 500 mil 0,6 kg diários/habitante e acima de 500 mil 0,7 kg diários/habitante de resíduo domiciliar (SÃO PAULO, 2004a, p.11).

produtiva do álcool e do açúcar envolve uma série de processos agrícolas e industriais, que vão desde o plantio até a obtenção dos principais produtos finais. Trata-se de uma cadeia complexa e altamente diversificada, que gera diferentes tipos de resíduos potencialmente poluidores como a vinhaça e torta de filtro.

3. Desempenho do setor agroindustrial canavieiro nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí

No que diz respeito à cultura da cana de açúcar, São Paulo nos últimos anos participou com aproximadamente 65% da produção nacional de cana para indústria. Por sua vez, a região agrícola que compreende os municípios formadores das bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí constitui uma das mais tradicionais regiões produtoras de cana-de-açúcar do país.

O recorte regional por bacia hidrográfica leva em consideração somente aspectos ambientais como o relevo, a disposição hídrica, o escoamento superficial de precipitações pluviométrica e dos corpos d'água. Desta forma, os 53 municípios paulistas que compõem as bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiaí estão divididos entre os Escritórios de Desenvolvimento Rural - EDR de Campinas, Limeira, Bragança Paulista, Mogi Mirim e Piracicaba, todos pertencentes a RA Campinas. Deve-se destacar que nem todos os municípios que compõem esse EDR fazem parte das bacias do PCJ⁸.

Os municípios que fazem parte dessas bacias e que compõem o EDR de Bragança Paulista não apresentam produção canavieira para processamento industrial, desta forma os dados apresentados nessa seção do trabalho e indicados como das bacias do PCJ refere-se apenas aos municípios das bacias pertencentes aos EDR de Campinas, Limeira, Piracicaba e Mogi Mirim. Outro ponto importante a destacar é que existem usinas que possuem áreas de produção canavieira que extrapolam os limites municipais, estaduais e principalmente das bacias hidrográficas. Nestes casos, o trabalho considerou as nove agroindústrias canavieiras como pertencente as bacias do PCJ uma vez que suas unidades de processamento, ou seja, a sua usina está localizada dentro de um dos municípios que compõem as bacias, independentemente da localização de sua área de produção canavieira.

De maneira geral, a RA Campinas é formado por 77 municípios e possuía, em 2004, em torno de 15 agroindústrias sucroalcooleiras em atividade. Dentre essas, apenas 9 encontram-se com sua unidade industrial instalada entre os municípios que compõem as bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiaí são elas: Cosan S/A Filial Costa Pinto em Piracicaba; Cosan S/A Filial Santa Helena em Rio das Pedras; Cosan S/A Filial Rafard em Rafard; Cosan S/A Filial São Francisco em Elias Fausto; Ester em Cosmópolis; Furlan em Santa Bárbara D'Oeste; Iracema em Iracemápolis, Bom Retiro em Capivari e São José em Rio das Pedras. A FIGURA 2 mostra a localização dessas unidades em um mapa representativo das bacias. Os valores de produção canavieira, açucareira e alcooleira discriminada como sendo das bacias do PCJ e apresentadas nessa seção do trabalho, são dados referentes a essas nove agroindústrias.

⁸ Para saber mais sobre quais os municípios dos EDR de Campinas, Limeira, Bragança Paulista, Mogi Mirim e Piracicaba que fazem parte das bacias do PCJ, ver em: PIACENTE (2005, p. 53).

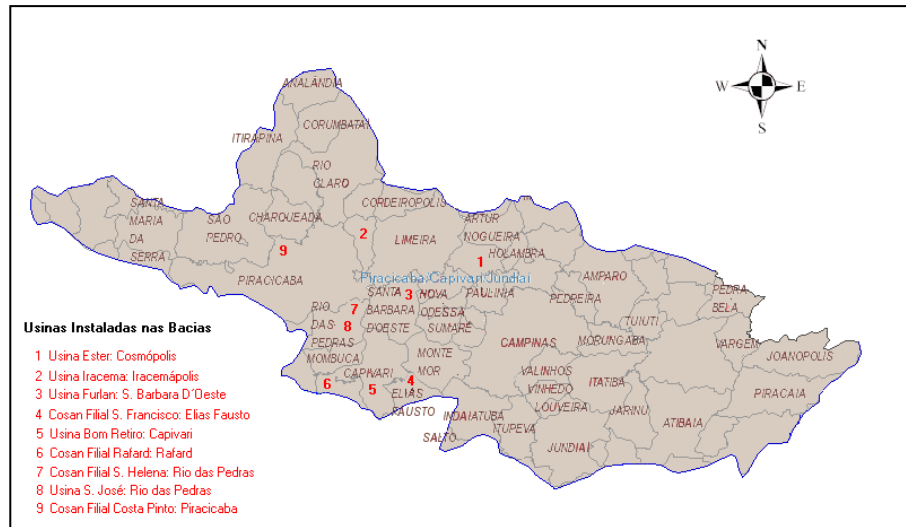


FIGURA 2: Usinas localizadas nas bacias do PCJ

Fonte: BIOTA (2004).

Apesar de a Região Administrativa levar o nome do EDR de Campinas, sua produção canavieira de álcool e açúcar é pequena se comparada com o EDR Piracicaba e o EDR Limeira. A TABELA 6 desmembra a produção de cana, álcool e açúcar dos seis Escritórios de Desenvolvimento Rural que compõem a RA Campinas e das bacias do PCJ nas safras de 2002, 2003 e 2004.

TABELA 6: Produção dos EDR que compõem a RA de Campinas

	2002			2003			2004		
	Cana (tonelada)	Açúcar (tonelada)	Álcool (m ³)	Cana (tonelada)	Açúcar (tonelada)	Álcool (m ³)	Cana (tonelada)	Açúcar (tonelada)	Álcool (m ³)
Campinas	1.398.581	144.726	0	1.426.404	160.251	0	1.412.132	147.292	0
Bragança Paulista	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mogi Mirim	1.371.300	104.500	52.860	1.458.534	114.750	57.759	1.562.211	108.580	60.968
Limeira	12.474.263	939.196	430.626	12.902.549	908.127	515.536	12.904.672	954.754	460.983
Piracicaba	11.305.358	982.296	351.659	12.067.813	1.063.030	416.853	12.674.845	1.068.194	386.688
S. J. da Boa Vista	2.512.483	224.554	351.659	12.067.813	1.063.030	416.853	3.009.297	252.081	74.169
Total	31.751.912	2.395.272	892.958	30.570.240	2.490.126	1.054.974	31.563.157	2.530.901	982.808
Bacias PCJ¹	15.792.254	1.339.115	550.384	16.467.589	1.443.335	553.644	16.935.350	1.443.891	547.547

Fontes: Valores adaptados de UNICA (2005, p.3-6, 2004, p. 4-6; 2003b, p. 6).

Nota: ¹ Valores selecionados para algumas usinas da fonte citada.

Nota-se que a participação do EDR Piracicaba e do EDR Limeira é de fundamental importância, uma vez que esses dois escritórios juntos representam, em média, 79% de toda a cana moída entre as safras de 2002 a 2004 nessa RA, enquanto o EDR Campinas participa com apenas 4,5%.

Em relação à produção nacional de açúcar, o Estado de São Paulo liderou o *ranking* da safra de 2004 com aproximadamente 16,5 milhões de toneladas, isso representa aproximadamente 63% de todo o açúcar produzido no país. Dentro da produção do Estado de São Paulo, a RA de Campinas tem uma participação importante em torno de 15%, com 2,5 milhões de toneladas em 2004. O EDR Piracicaba e o EDR Limeira na safra de 2004 contribuíram cada um com 43% e 36,5%, respectivamente, e o EDR Campinas com apenas 6,5% de toda produção da Região Administrativa de Campinas. A produção de açúcar nas bacias do Piracicaba, Capivari e

Jundiaí oscilou pouco nos últimos anos em relação à produção estadual e as três bacias juntas foram responsáveis, em média das últimas três safras, por aproximadamente 9% da produção estadual. Já na safra de 2004, as bacias juntas contribuíram com mais de 50% de todo o açúcar produzido na RA de Campinas.

A produção nacional de álcool total (anidro e hidratado) na safra de 2004 superou em 4,5% a safra anterior (2003), na RA Campinas reduziu 6,8% e nas usinas das bacias do PCJ houve uma diminuição da produção em torno de 1%.

Destaca-se que apesar da diminuição da produção de álcool nas usinas das bacias do PCJ na safra de 2004, se comparada com a de 2003, sua participação no total produzido da RA de Campinas foi superior a 55%. A fim de reforçar a importância e destacar o potencial agroindustrial das bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí a TABELA 7 apresenta uma caracterização da produção de açúcar e álcool total das nove usinas sucroalcooleiras localizadas na região de estudo durante as três safras.

TABELA 7: Produção sucroalcooleira das usinas instaladas nas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (açúcar em toneladas e álcool em m³)

Usinas	2001		2002		2003		2004	
	Açúcar	Álcool	Açúcar	Álcool	Açúcar	Álcool	Açúcar	Álcool
Costa Pinto	295.995	106.876	309.945	124.312	306.265	153.808	304.325	130.617
S. Helena	157.368	52.231	162.250	68.959	186.468	43.315	183.328	85.437
S. Francisco	151.370	48.100	144.726	52.960	160.251	0	147.292	0
Rafard	200.913	63.834	193.425	62.535	209.207	78.935	208.482	68.967
Ester	70.155	49.488	104.500	51.459	114.750	57.759	119.048	58.618
Furlan ¹	100.050	40.000	119.858	38.920	123.630	46.390	131.048	48.709
Iracema	174.591	105.674	163.308	108.935	171.641	128.542	173.293	109.349
Bom Retiro ¹	63.703	30.840	69.451	31.452	78.863	32.770	80.200	33.100
São José ¹	67.415	11.135	71.652	10.852	92.260	12.125	96.875	12.750
Total	1.281.560	508.178	1.339.115	550.384	1.443.335	553.644	1.443.891	547.547

Fonte: UNICA (2005b, p.4-6; 2004, p. 4-6; 2003b, p. 6; 2002a, p. 4-6).

Nota: ¹ Valores estimados segundo informações de dezembro de 2003.

4. Considerações Finais

É fato que o processo de desenvolvimento industrial e urbano dos municípios que compõem as bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí não foi planejado nem tão pouco sustentável. O trabalho apontou a degradação de recursos naturais devido ao lançamento *in natura* de efluentes domésticos e industriais nos rios, a derrubada das matas, a emissão de gases poluentes no ar, entre outros. São problemas semelhantes àqueles encontrados em outras regiões do país com elevada concentração demográfica e industrial.

Historicamente a atividade canavieira tem uma participação importante nessas bacias, estimulando a expansão até mesmo de outros setores complementares, como é o caso do metal mecânico. Logo, por se tratar de uma das regiões canavieiras mais tradicionais do país, essa agroindústria tem colaborado significativamente para a sua degradação ambiental, acumulando durante anos passivos significativos.

A queima da cana foi uma prática tradicionalmente empregada pela agroindústria canavieira, emite gases de efeito estufa, causa incômodos a população vizinha e danos atmosféricos. Como alternativa a essa prática, em setembro de 2002 foi aprovada na Assembleia Legislativa de São Paulo a Lei nº 11.241/02, com o objetivo de eliminar gradualmente a prática

da queimada nos canaviais paulistas, até 2021 para áreas mecanizáveis e 2031 para áreas não mecanizáveis.

A vinhaça é o principal subproduto da agroindústria canavieira, resultante da destilação e fermentação da cana de açúcar no processo de fabricação de álcool. Trata-se de um efluente altamente poluidor, apresenta-se em grande volume (média de 10 litros para cada litro de etanol produzido), o que dificulta seu transporte e disposição.

Como é rica em matéria orgânica e nutriente mineral, sua eliminação se dá a partir do lançamento na lavoura (fertirrigação). A aplicação de vinhaça in natura passou a ser monitorada durante a década de 2000 pelos órgãos ambientais, em função do seu impacto negativo e potencial capacidade de contaminação de recursos hídricos. Em 2005 a CETESB emitiu a Norma Técnica P4.231 – Vinhaça Critérios e Procedimento para Aplicação no Solo Agrícola, na qual determina um conjunto de critérios normativos a respeito do transporte, depósito, aplicação da vinhaça no campo e seu monitoramento por parte das usinas para evitar possível contaminação do solo por esse resíduo.

5. Referências Bibliográficas

- APEX (2004). *Relese*. Agencia de Promoção de Exportações do Brasil, Brasília-DF, junho de 2004. Site: www.apexbrasil.com.br. Acessado em 7 de junho de 2004.
- BIOTA (2004). Gerador de mapas do projeto Biota. Disponível em: www.biota.org.br. Acesso em 23 de janeiro de 2004.
- CARMO, R. L. (2001). *A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado – IFCH Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UNICAMP, Campinas, 2001.
- CBH-PCJ (2000) - COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI 5. São Paulo: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. 2000.
- CBH-PCJ (2003) - COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. *Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003 (Relatório Final Fase 3 – Plano de Bacia)*. São Paulo: Fehidro - Fundo Estadual de Recursos Hídricos 2003.
- CBH-PCJ (2004) - COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. *Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003 (Relatório Técnico Final)*. São Paulo: Fehidro - Fundo Estadual de Recursos Hídricos 2004.
- ESTUDO dirigido sobre Bacias Hidrográficas (2003). São Paulo: CENA – USP. Site: www.cena.usp.br/piracema/cartilha.pdf. Acesso em 23 de janeiro de 2004.
- IBGE (2004). Censo Demográfico 2000. *Sistema IBGE de recuperação automática-SIDRA*. Site: www.ibge.gov.br/sidra. Acesso em 15 de maio de 2004.
- INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA. Anuário IEA, 1999-2002. São Paulo, 2003.
- INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. Previsões e estimativa das safras. São Paulo, IEA, v. 31, n. 1, jan. 2001.
- MARTINS A. T. & GALLO, Z. (1995). Industrialização, Urbanização e Impactos Ambientais: uma reflexão sobre a Bacia do Piracicaba. *Revista Impulso*. Piracicaba: UNIMEP, 1995.
- PIACENTE F. J. (2005). *Agroindústria Canavieira e o Sistema de Gestão Ambiental: O caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari E Jundiaí*. Dissertação de Mestrado em desenvolvimento Econômico, Instituto de Economia-UNICAMP, Campinas, 2005.

- RODRIGUES, I. C.; GONÇALVES, D. B.; ALVES, F. J. (2003). Água: captação, uso, destinação e a cobrança pelo uso no setor sucroalcooleiro da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. **IN: III Seminário de Economia do Meio Ambiente Regulação Estatal e Auto-Regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável**. Campinas-SP, IE/UNICAMP, Maio de 2003.
- SÃO PAULO (1996). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Consolidação do Inventário de Fontes (incluindo as Municipais) e de Locais de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos - 1992/1993 complementado e atualizado em 1996*. São Paulo, CETESP, 1996.
- SÃO PAULO (2004). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – 2001/2002*. (2004). Piracicaba: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ, abril de 2004.
- SÃO PAULO (2004a). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares - Relatório 2003*. São Paulo, CETESP, 2004.
- SÃO PAULO (2004b). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003*. São Paulo, CETESP, 2004.
- SÃO PAULO (2004c). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2003*. São Paulo, CETESP, 2004.
- SÃO PAULO (2002). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo – síntese do relatório zero 1999 (2002)*. São Paulo: Secretaria dos Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, DAEE, 2002.
- TUCCI, C. E. M. (1997). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997
- UNICA (2001). *Informações UNICA*. Ano 4, Nº 41, jan/fev. 2001.
- UNICA (2002a). *Informações UNICA*. Ano 5, Nº 47, maio/jun. 2002.
- UNICA (2002b). *Informações UNICA*. Ano 5, Nº 46, março/abril. 2002.
- UNICA (2003). *Estatística Única*. Site: <http://www.portalunica.com.br/estatisticas.jsp>. Acessado em 25 de maio de 2004.
- UNICA (2003a). *Informações UNICA*. Ano 6, Nº 51, jan/fev. 2003.
- UNICA (2003b). *Informações UNICA*. Ano 6, Nº 52, março/abril. 2003.
- UNICA (2003c). *Informações UNICA*. Ano 7, Nº 56, nov/dez. 2003.
- UNICA (2004). *Informação UNICA*. Ano 6, Nº 57, jan/fev. 2004.
- UNICA (2005a). *Informação UNICA*. Ano 7, Nº 63, jan/fev. 2005.
- UNICA (2005b). *Informação UNICA*. Ano 7, Nº 64, mar/abr. 2005.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. . São Paulo: McGraw –Hill do Brasil, 1975.