

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO – EESP**

JOSÉ MÁRIO FERREIRA DE ANDRADE

**CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL PARA A AGROINDÚSTRIA PAULISTA
DA CANA-DE-AÇÚCAR [ISAAC]**

**SÃO PAULO
2009**

JOSÉ MÁRIO FERREIRA DE ANDRADE

**CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL PARA A AGROINDÚSTRIA PAULISTA
DA CANA-DE-AÇÚCAR [ISAAC]**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroenergia.

Campo de conhecimento: Competitividade e Desenvolvimento Sustentável

Orientador: Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo

**SÃO PAULO
2009**

Andrade, José Mário Ferreira de Andrade.

Construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental para a Agroindústria Paulista da Cana-de-açúcar [ISAAC] / José Mário Ferreira de Andrade. 2009. 259f.

Orientador: Paulo Furquim de Azevedo.

Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Agroindústria canavieira – São Paulo (Estado) – Indicadores. 2. Indicadores ambientais – São Paulo (Estado). 3. Desenvolvimento sustentável – São Paulo (Estado). 4. Cana-de-açúcar – São Paulo (Estado) -- Indicadores. I. Azevedo, Paulo Furquim. II. Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 633.61(816.1)

JOSÉ MÁRIO FERREIRA DE ANDRADE

**CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL PARA A AGROINDÚSTRIA PAULISTA
DA CANA-DE-AÇÚCAR [ISAAC]**

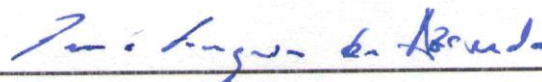
Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroenergia.

Campo de conhecimento: Competitividade e Desenvolvimento Sustentável.

Data de aprovação:

30 / 11 / 2009

Banca examinadora:



Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo (orientador)

FGV – EESP



Prof. Dr. Álvaro Fernando de Almeida

ESALQ – USP



Prof. Dr. Fernando Cardozo Fernandes Rei

FAAP e CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC

À Filomena, à Carolina, à Flávia, aos nossos
pais e à família, célula *mater* de nossa vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Comitê de Capacitação da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, pela oportunidade de aprimoramento profissional.

Às usinas: Cerradinho, Colombo, Moema, São Domingos, Alcoeste, Agroindustrial Oeste Paulista, Bertolo, Nardini, Ruelle, Catanduva, Onda Verde, Guariroba, Ouroeste e Guarani, pelos esclarecimentos de dados de desempenho agroindustrial.

À Procuradoria Regional do Trabalho – 15ª região (PRT-15), de Campinas, pelas informações acerca das autuações relativas ao setor da agroindústria da cana-de-açúcar.

Ao 4º Batalhão de Polícia Ambiental de São José do Rio Preto (4º BPAMB), pelo balanço das autuações acerca de derrubada de árvores, desmatamentos, plantio de cana em áreas de preservação permanente, desrespeito às reservas florestais averbadas e morte de animais pelas queimadas.

Ao Corpo de Bombeiros, pelas informações acerca da regularidade das usinas quanto as normas de prevenção e combate aos incêndios

Ao Ivan Amâncio Sampaio, gerente de Informação do SINDAG, pelas informações referentes à venda de agroquímicos no Brasil, anos de 2003 a 2007.

Ao Engenheiro André Bello de Oliveira, da PETROBRAS Biocombustíveis, pela contribuição na busca de bibliografia acerca de índices de sustentabilidade.

Ao Bernardo F.T. Rudorff e Daniel Alves de Aguiar, do INPE, pela orientação na interpretação das áreas plantadas com cana, cana queimada e cana crua.

Ao engenheiro José Wagner Faria Pacheco, gerente do Setor de produção e consumo sustentáveis, da CETESB, pela cooperação na obtenção dos mapas das UGRHI[s].

À Silmara Dela Silva, pesquisadora da Universidade Federal Fluminense, pela revisão final de texto.

Aos colegas da primeira turma do Mestrado Profissional em Agroenergia, pela avaliação crítica e demais contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Lar São Francisco de Assis, de Jaci, em especial ao Frei Francisco Belotti e demais colaboradores, em reconhecimento ao apoio e à magnífica obra assistencial prestada aos pobres e aos desvalidos.

Aos milhares de maranhenses, alagoano(a)s, pernambucano(a)s, piauienses, cearenses, mineiro(a)s, baiano(a)s, paulistas... que enfrentam as agruras do trabalho nos canaviais de São Paulo.

“Estamos todos aqui neste planeta, por assim dizer, como turistas. Nenhum de nós pode morar aqui para sempre. O maior tempo que podemos ficar são aproximadamente cem anos. Sendo assim, enquanto estamos aqui, deveríamos procurar ter um bom coração e fazer de nossas vidas algo de positivo e útil. Quer vivamos poucos anos ou um século inteiro, seria lamentável e triste passar este tempo agravando os problemas que afligem as outras pessoas, os animais e o ambiente. O mais importante de tudo é ser uma boa pessoa.” Dalai-Lama.¹

¹ In: O Caminho da Tranquilidade. Editora Sextante, página 61, Rio de Janeiro, 2000.

RESUMO

Esta pesquisa apresenta uma proposta de construção de um índice de sustentabilidade ambiental para a agroindústria paulista da cana-de-açúcar – ISAAC. Tal proposta é motivada pela busca de sustentabilidade para a cadeia produtiva da cana, cujo energético principal, o etanol, é exigido, mundialmente, como biocombustível produzido em base socioeconômica responsável, proveniente de fonte renovável, ambientalmente limpa e redutora de emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE. Este estudo faz um diagnóstico da produção de cana, açúcar e álcool, bem como da bioenergia gerada no Estado de São Paulo, em 16 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI[s], nas quais a agroindústria da cana-de-açúcar é significativa economicamente. O trabalho também aponta o *ranking* de produção das 164 usinas que operaram na safra 2007/2008, indica a ocupação do solo e a vegetação nativa nos 462 municípios canavieiros e inventaria, dentre outros, a geração de resíduos, as emissões de GEE, o uso da água, os postos de trabalho e o valor da produção. A pesquisa projeta ainda uma estimativa de custos para se mitigar, no horizonte de 30 anos, algumas externalidades negativas e realiza uma breve conceituação de responsabilidade socioambiental e desenvolvimento sustentável. Para o desenvolvimento do índice, empregou-se a metodologia Pressão-Estado-Resposta – PER, da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos – OCDE, a partir da escolha de um conjunto de 30 indicadores, avalizados por meio de seis atributos de seleção e dez princípios norteadores. Na valoração ponderada dos subíndices, foram considerados o atual nível de conhecimento, a percepção acerca da sustentabilidade e as características próprias das UGRHI[s] estudadas. O conjunto dos indicadores e subíndices assim construído é apresentado à consulta das partes interessadas, via Câmara Ambiental Sucroalcooleira, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, em razão da forma participativa de atuação destes colegiados. Vislumbra-se que a CETESB implemente institucionalmente o ISAAC, por meio de relatório de sustentabilidade, o qual poderá se consolidar como instrumento eficaz da gestão ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: índice de sustentabilidade; agroindústria da cana-de-açúcar; impactos ambientais.

ABSTRACT

This research has the purpose to propose the development of an Environmental Sustainability Index (henceforth ISAAC) for the sugarcane agro industry of the state of São Paulo. This proposal is driven by the everlasting search for the sustainability of the sugarcane value chain. Having ethanol as its main energetic product, the sustainability of the sugarcane value chain is an increasing worldwide demand, where the production of this bio fuel must meet social and economical needs, based on renewable sources, environmentally clean, and helps reduce greenhouse gases emissions – GHG. This study conducts a diagnostic of the sugarcane, sugar, ethanol and bio energy co-generated in the State of São Paulo, within 16 Water Resources Management Units (henceforth UGRHI[s]), where the sugarcane agro industry has an economical presence. This study also points out the production ranking of 164 sugarcane mills, during the sugarcane harvest season of 2007/2008; it indicates the land use and native vegetation in 462 sugarcane cities. This research analyzes, among other aspects, the waste generation, GHG emissions, water use, workplaces, the value of production and its mitigation plans for the next 30 years. Moreover, it takes into consideration some negative externality costs, and a brief conceptual evaluation of the social and environmental responsibilities for a sustainable development. In the development of the ISAAC index, based on groups of 30 indicators assessed through 6 selection attributes and 10 main guidelines, one utilized the pressure-state-response (henceforth PSR) methodology developed by OECD – Cooperative Organization for Economical Development. During the valuation of the weighed sub-indexes scores, one considered the current level of knowledge, the sustainability perception, and the characteristics of the UGRHI[s]. The group of indicators were submitted for consultation with all interested parties, such as, The Sugar and Alcohol Environmental Council from CETESB, various Water Basin Committees (henceforth CBH), civil society, private initiative and the state government. Having ISAAC institutionalized by CETESB, through sustainability reporting, this powerful tool could address the need of an efficient environmental management system for the sugarcane agro industry.

Keywords: sustainability index, sugarcane agro industry, environmental impact

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura e Oferta Interna de Energia no Brasil	28
Tabela 2 – Estrutura e Oferta Interna de Energia no Estado de São Paulo	29
Tabela 3 – Produção nacional de cana, açúcar e álcool	35
Tabela 4 – Produção de aguardente das cooperadas da COPACESP.....	35
Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica instalada das 20 maiores usinas paulistas	36
Tabela 6 – Crescimento da moagem de cana nas 20 maiores usinas paulistas	37
Tabela 7 – Principais municípios canavieiros	38
Tabela 8 – Cana produzida por fornecedores independentes	39
Tabela 9 – Principais grupos de usinas	41
Tabela 10 – Distribuição das usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica instalada por UGRHI	42
Tabela 11 – Parâmetros e valores utilizados na caracterização das UGRHI[s]	45
Tabela 12 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 4 – PARDO	46
Tabela 13 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 4 – PARDO	47
Tabela 14 – Síntese da UGRHI 4 – PARDO.....	48
Tabela 15 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 5 – PIRACICABA	50
Tabela 16 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 5 – PIRACICABA	51
Tabela 17 – Síntese da UGRHI 5 – PIRACICABA	54
Tabela 18 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 8 – SAPUCAÍ/GRANDE	56
Tabela 19 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 8 – SAPUCAÍ/GRANDE	57
Tabela 20 – Síntese da UGRHI 8 – SAPUCAÍ/GRANDE	58
Tabela 21 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 9 – MOGI GUAÇU	60
Tabela 22 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 9 – MOGI GUAÇU.....	62
Tabela 23 – Síntese da UGRHI 9 – MOGI GUAÇU	64
Tabela 24 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ	66
Tabela 25 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 10 – SOROCABA/MÉDIO TIETE	67

Tabela 26 – Síntese da UGRHI 10 – SOROCABA/MÉDIO TIETÊ	69
Tabela 27 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 12 – BAIXO PARDO/ GRANDE	71
Tabela 28 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 12 – BAIXO PARDO/GRANDE	72
Tabela 29 – Síntese da UGRHI 12 – BAIXO PARDO/GRANDE	73
Tabela 30 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ ..	75
Tabela 31 – Moagem, açúcar e álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 13 – TIETÊ/JACARÉ	76
Tabela 32 – Síntese da UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ	78
Tabela 33 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA	80
Tabela 34 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 14 – ALTO PARANAPANEMA	81
Tabela 35 – Síntese da UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA	83
Tabela 36 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 15 TURVO/GRANDE	85
Tabela 37 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 15 – TURVO/GRANDE	87
Tabela 38 – Síntese da UGRHI 15 – TURVO/GRANDE	90
Tabela 39 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 16 TIETÊ/BATALHA	92
Tabela 40 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 16 – TIETÊ/BATALHA	93
Tabela 41 – Síntese da UGRHI 16 – TIETÊ/BATALHA	95
Tabela 42 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 17 – MÉDIO PARANAPANEMA	97
Tabela 43 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 17 – MÉDIO PARANAPANEMA	98
Tabela 44 – Síntese da UGRHI 17 – MÉDIO/PARANAPANEMA	100
Tabela 45 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	102
Tabela 46 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	103
Tabela 47 – Síntese da UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	104
Tabela 48 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ ...	106
Tabela 49 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRRH 19 – BAIXO TIETÊ	107
Tabela 50 – Síntese da UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ	109

Tabela 51 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 20 – AGUAPEÍ	111
Tabela 52 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 20 – AGUAPEÍ	112
Tabela 53 – Síntese da UGRHI 20 – AGUAPEÍ	114
Tabela 54 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 21 – PEIXE	116
Tabela 55 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 21 – PEIXE	117
Tabela 56 – Síntese da UGRHI 21 – PEIXE	118
Tabela 57 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA	120
Tabela 58 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa na UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA	121
Tabela 59 – Síntese da UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA	122
Tabela 60 – Distribuição das usinas, moagem, açúcar, álcool, cana, ocupação do solo, cana queimada, cana crua, colheita e vegetação nativa, nas UGRHI[s]	125
Tabela 61 – Demanda por agroquímicos no Brasil entre 2003-2007.....	131
Tabela 62 – Herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas da cultura de cana-de-açúcar	133
Tabela 63 – 10 maiores áreas de cana queimada e cana crua por município	136
Tabela 64 – Principais características físico-químicas da vinhaça	142
Tabela 65 – Usinas, moagem, álcool, vinhaça e fertirrigação necessária, nas UGRHI[s]	145
Tabela 66 – Fatores de emissão para material particulado (MP) e óxidos de nitrogênio (NO _x)	150
Tabela 67 – Usinas, moagem, etanol e GEE, nas UGRHI[s]	164
Tabela 68 – Energia elétrica excedente e emissões evitadas de GEE	167
Tabela 69 – Custos para adequação ambiental de usina antiga de 2.000.000 tc	171
Tabela 70 – Índices, subíndices e indicadores componentes do ISAAC	187
Tabela 71 – Análise dos atributos dos indicadores	189
Tabela 72 – Índices, subíndices, indicadores (melhor valor/pior valor) componentes do ISAAC	194
Tabela 73 – Ponderação dos subíndices parciais de estado componentes do (IPE _{UGRHI})	197
Tabela 74 – Ponderação dos subíndices parciais de pressão componentes do (IPP)	198
Tabela 75 – Ponderação dos subíndices parciais de resposta componentes do (IPR)	199
Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio	202
Tabela 77 – Valores do ISAAC para cenários inadequado, controlado, adequado e ótimo	208

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais regiões de produção de cana-de-açúcar no Brasil	33
Figura 2 – Áreas de plantio de cana e de expansão no Estado de São Paulo	38
Figura 3 – Mapa esquemático da distribuição da moagem de cana nas UGRHI[s]	43
Figura 4 – Localização aproximada das 7 usinas na UGRHI 4 – PARDO	49
Figura 5 – Localização aproximada das 11 usinas na UGRHI 5 – PIRACICABA	55
Figura 6 – Localização aproximada das 8 usinas na UGRHI 8 – SAPUCAÍ/GRANDE	59
Figura 7 – Localização aproximada das 31 usinas na UGRHI 9 – MOGI GUAÇU	65
Figura 8 – Localização aproximada das 4 usinas na UGRHI 10 – MÉDIO SOROCABA/TIETÊ	70
Figura 9 – Localização aproximada das 6 usinas na UGRHI 12 – BAIXO PARDO	74
Figura 10 – Localização aproximada das 18 usinas na UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ	79
Figura 11 – Localização aproximada das 6 usinas na UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA	84
Figura 12 – Localização aproximada das 15 usinas na UGRHI 15 – TURVO GRANDE	91
Figura 13 – Localização aproximada das 8 usinas na UGRHI 16 – TIETÊ/BATALHA	96
Figura 14 – Localização aproximada das 14 usinas na UGRHI 17 – MÉDIO/PARANAPANEMA	101
Figura 15 – Localização aproximada das 4 usinas na UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	105
Figura 16 – Localização aproximada das 17 usinas na UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ	110
Figura 17 – Localização aproximada das 4 usinas na UGRHI 20 – AGUAPEÍ	115
Figura 18 – Localização aproximada das 6 usinas na UGRHI 21 – PEIXE	119
Figura 19 – Localização aproximada das 6 usinas na UGRHI 22 – PONTAL PARANAPANEMA	123
Figura 20 – Mapa esquemático da ocupação do solo com cana-de-açúcar nas UGRHI[s]	126
Figura 21 – Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar – SAG	127
Figura 22 – Esquema de caldeira aquatubular a bagaço de cana	148
Figura 23 – Caldeira aquatubular Dedini Az-220	149
Figura 24 – Fluxo de massa nas usinas	159
Figura 25 – Modelo de Saddler e Jacobs	177
Figura 26 – Triângulo de Saddler e Jacobs	178
Figura 27 – Modelo da região-laboratório do desenvolvimento sustentável	178
Figura 28 – Transversalidade dos sistemas e o desenvolvimento sustentável	179
Figura 29 – Compatibilização da economia ambiental com a economia clássica	179
Figura 30 – Sistema PRESSÃO – ESTADO – RESPOSTA	183
Figura 31 – Composição do ISAAC	184
Figura 32 – Pirâmide de informações do ISAAC	186
Figura 33 – Redução dos subíndices	193
Figura 34 – Farol da sustentabilidade	208
Figura 35 – Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Brasil – ZAE - CANA	231-232
Figura 36 – Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo	233
Figura 37 – Zoneamento agroambiental para o setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo	234

SIGLAS E UNIDADES UTILIZADAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV – Análise do Ciclo de Vida

AFCRC – Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Catanduva

AFOCAPI – Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás e B combustíveis

APLA – Arranjo Produtivo Local do Alcool da Região de Piracicaba

APP – Área de Preservação Permanente

APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

ATR – Açúcar Total Recuperável

ASSOBARI – Associação dos Fornecedores de Cana de Bariri e Região

AVCB – Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros

BEN – Balanço Energético Nacional

BEESP – Balanço Energético do Estado de São Paulo

BIOCANA – Associação dos Produtores de Açúcar, Alcool e Energia

CANASAT – Monitoramento da Cana via imagens de Satélite

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

cc – cana crua

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente

COPACESP – Cooperativa dos Produtores de Cana, Aguardente, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo

COPERCANA – Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo

COPERSUCAR – Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo

CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz

cq – cana queimada

CTBE – Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

CTC – Capacidade de Troca Catiônica

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

DAIA – Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DEPROS – Departamento de Sistemas de Produção e Sustentabilidade

DEPRN – Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DRT – Delegacia Regional do Trabalho

EAS – Estudo Ambiental Simplificado

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos

FERAESP – Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo

GEGIS – Grupo de Estudos em Gestão Industrial do Setor Sucroalcooleiro

GEE – Gases de Efeito Estufa

GRI – *Global Report Initiative*

ha – hectare

HC – Hidrocarbonetos

HPA – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IBASE – Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA – Índice de Captação de Água

ICA_{GR} – Índice de Consumo de Agroquímicos

ICB – Índice de Consumo de Biocombustíveis

ICC_{UGRHI} – Índice de Cana Crua

ICCO₂ – Índice de Captura de CO₂

ICOD – Índice de Consumo de Óleo Diesel
ICPE – Índice de Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos
ICSC – Índice de Consumo de Soda Cáustica
ICV – Índice de Consumo de Vapor
ICVN – Índice de Conservação de Vegetação Nativa
IFV – Índice de Fertirrigação com Vinhaça
IGEEE – Índice de Geração de Energia Elétrica Excedente
IIA – Índice de Infrações Ambientais
IIT – Índice de Infrações do Trabalho
IITCV – Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça
IISA – Índice de Investimentos Socioambientais
IMCP – Índice de Moagem de Cana Própria
IMCQ – Índice de Moagem de Cana Queimada
IMC_{UGRHI} – Índice de Moagem de Cana
IMPC – Índice de emissões de Material Particulado nas Caldeiras
IOSC_{UGRHI} – Índice de Ocupação do Solo com Cana
IPA – Índice de Produção de outros Alimentos
IPE_{UGRHI} – Índice Parcial de Estado
IPP – Índice Parcial de Pressão
IPR – Índice Parcial de Resposta
IPCOC – Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada
IQA – Índice de Qualidade da Água
IQAR – Índice de Qualidade do Ar
IQS_{UGRHI} – Índice de Qualidade do Solo
IRA – Índice de Reuso de Água
ISAAC – Índice de Sustentabilidade Ambiental da Agroindústria da Cana-de-açúcar
ISI – Índice de Segurança Industrial
ITRT – Índice de Trabalhador(a)s Rurais Terceirizado(a)s
IVN_{UGRHI} – Índice de Vegetação Nativa
IDEA – Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial
IEA – Instituto de Economia Agrícola
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQR – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos
IS – Índice de sustentabilidade
ISO – *International Standardization Organization*
Kg CO₂eq./tb – Quilograma de Dióxido de Carbono equivalente por tonelada de bagaço
Kg CO₂eq./tc – Quilograma de Dióxido de Carbono equivalente por tonelada de cana
Kg_{ia} – Quilograma de ingrediente ativo
Kg MP/tb – Quilograma de Material Particulado por tonelada de bagaço
Kg MP/tc – Quilograma de Material Particulado por tonelada cana
Kg NO_x/tb – Quilograma de Óxidos de Nitrogênio por tonelada de bagaço
Kg NO_x/tc – Quilograma de Óxidos de Nitrogênio por tonelada de cana

LERF – Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MP – Material Particulado

MP₁₀ – Partículas inaláveis menores que 10 micra

MPE – Ministério Público Estadual

MPS – Ministério da Previdência Social

MST – Movimento dos Trabalhadores Sem Terra

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

MW – Megawatt

NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos

NBR – Norma Brasileira

NIPE – Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético

N₂O – Óxido Nitroso

NO_x – Óxidos de Nitrogênio

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos

OIA – Organização Internacional da Agricultura

OIE – Oferta Interna de Energia

OIT – Organização Internacional do Trabalho

ONG – Organização Não Governamental

ONS – Operadora Nacional do Sistema

OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo

ORPLANA – Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil

PAV – Plano de Aplicação de Vinhaça

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEMC – Política Estadual de Mudanças Climáticas

PER – Pressão - Estado - Resposta

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNMC – Plano Nacional sobre Mudança do Clima

POLOBIO – Pólo Nacional de Biocombustível

PROÁLCOOL – Programa Nacional de Álcool

PROCLIMA – Programa Estadual de Mudanças Climáticas

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PRT-15 – Procuradoria Regional do Trabalho 15ª região

PQAR – Padrão de Qualidade do Ar

P + L – Produção mais Limpa

RAP – Relatório Ambiental Preliminar

RL – Reserva Legal

SAA – Secretaria da Agricultura e Abastecimento

SAG – Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar

SDC – Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SIN – Sistema Interligado Nacional

SINDAG – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola

SINDICOM – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes

SISFLOR – Sistema de Informações Florestais

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente

STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros do Brasil

STJ – Supremo Tribunal de Justiça

tb – tonelada de bagaço

tc – tonelada de cana

t CO₂/t_{ep} – tonelada de Dióxido de Carbono por tonelada equivalente de petróleo

t CO₂eq. – tonelada de Dióxido de Carbono equivalente

t CO₂eq./m³ – tonelada de Dióxido de Carbono equivalente por metro cúbico

t_{ep} – tonelada equivalente de petróleo

t_{ia} – tonelada de ingrediente ativo

t MP – tonelada de Material Particulado

t NO_x – tonelada de Óxidos de Nitrogênio

tv/h – tonelada de vapor por hora

UC – Unidade de Conservação

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar

USEPA – United States Environmental Protection

ZAE-CANA – Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar

SUMÁRIO

1	Introdução	20
2	Matriz Energética, Agroenergia e Meio Ambiente	27
3	A cadeia produtiva da Agroindústria da cana-de-açúcar	33
4	Caracterização da Agroindústria da cana-de-açúcar por UGRHI	44
4.1	UGRHI 4 – PARDO	46
4.2	UGRHI 5 – PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAÍ	50
4.3	UGRHI 8 – SAPUCAÍ/GRANDE	56
4.4	UGRHI 9 – MOGI GUAÇU	60
4.5	UGRHI 10 – SOROCABA/MÉDIO TIETÊ	66
4.6	UGRHI 12 – BAIXO PARDO/GRANDE	71
4.7	UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ	75
4.8	UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA	80
4.9	UGRHI 15 – TURVO/GRANDE	85
4.10	UGRHI 16 – TIETÊ/BATALHA	92
4.11	UGRHI 17 – MÉDIO PARANAPANEMA	97
4.12	UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	102
4.13	UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ	106
4.14	UGRHI 20 – AGUAPEÍ	111
4.15	UGRHI 21 – PEIXE	116
4.16	UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA	120
4.17	Síntese da situação das UGRHI[s]	124
5	Impactos ambientais	127
5.1	Fase agrícola	129
5.1.1	O emprego de agroquímicos	131
5.1.2	O problema das queimadas	134
5.2	Fase industrial	139
5.2.1	Fontes de poluição das águas	139
5.2.2	Fontes de poluição do solo	141
5.2.2.1	Vinhaça	142
5.2.2.2	Torta de filtro	146
5.2.2.3	Cinzas	147
5.2.3	Fontes de poluição do ar	148
5.2.3.1	Caldeiras	148
5.2.3.2	Depósito de bagaço de cana	152

5.2.3.3 Emissões gasosas nas torres de destilação e dornas de fermentação	152
5.2.4 Armazenamento de produtos perigosos, gerenciamento de riscos, prevenção e combate a incêndios	153
5.3 Impactos socioeconômicos locais	154
5.4 Impactos nos transportes	158
5.5 Pressões sobre a flora, fauna e biodiversidade	159
5.6 Gases de efeito estufa, balanço energético e bioeletricidade	163
5.7 Responsabilidade socioambiental	168
5.8 Externalidades e custos ambientais	170
6 Licenciamento ambiental	173
7 Desenvolvimento sustentável	176
8 Índice de Sustentabilidade Ambiental para a Agroindústria da Cana-de-açúcar [ISAAC]	181
8.1 Pressupostos para formulação do ISAAC	182
8.2 Análise da consistência do ISAAC	200
8.3 Cenários e o farol da sustentabilidade	207
9 Conclusão	209
Referências	211
Anexos	220
Glossário	239

1 INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis são uma alternativa para as clássicas fontes fósseis de energia, mas apenas se forem produzidos de maneira sustentável. Angela Merkel, primeira ministra alemã.²

Em 2008, os preços mundiais do petróleo atingiram a cifra histórica de US\$146 o barril, o consumo de etanol combustível, no Brasil, superou o da gasolina³, a venda interna de automóveis *flex-fuel*⁴ continuava em expansão e a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, vinculada ao Ministério das Minas e Energia, divulgou dados do Balanço Energético Nacional – BEN, ano base 2007, segundo os quais o complexo da cana-de-açúcar (álcool, bagaço e bioeletricidade), consolidava-se como a segunda fonte mais importante da oferta interna de energia (16%), superada apenas pelo Petróleo (36,7%).⁵

No geral, a demanda brasileira por todas as formas de energia (o que, no jargão técnico é chamada de Oferta Interna de Energia – OIE) cresceu 5,9% em 2007, totalizando 239,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep). A taxa de expansão foi superior à da economia brasileira que, nesse mesmo ano, apresentou crescimento de 5,4% segundo o IBGE. Esses dados apontam que a energia é condição *sine qua non* para o desenvolvimento econômico brasileiro, que, por sua vez, é imprescindível para a melhoria da distribuição de renda e correção das desigualdades sociais.

Comparativamente às demais regiões brasileiras, o Estado de São Paulo reúne condições edafoclimáticas inigualáveis para a produção de cana-de-açúcar. O Estado é responsável por aproximadamente 60% da produção nacional de açúcar, álcool e bagaço, segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Entre 2003 e 2007, a cultura da cana em São Paulo saltou de, aproximadamente, 3.000.000 ha (hectares) para

² Disponível em: <<http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,3336488,00.html>>. Brasília, 15.05.2008. Acesso em: 17.05.2008.

³ Segundo o SINDICOM e ANP, em 2008, o consumo de gasolina foi de 18.881.087 m³, o de etanol [hidratado + anidro], 19.583.792 m³. Disponível em:

<http://www.sindicom.com.br/pub_sind/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=19>. Acesso em: 21.07.2009.

⁴ ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, tabelas e estatísticas/2008.

Disponível em:< <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 09.09.2008

⁵ Disponível em:< http://www.epe.gov.br/PressReleases/20080508_1.pdf>. Acesso em: 23.05.2008.

4.250.000 ha, de acordo com o projeto CANASAT, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE⁶. Estima-se que, em 2010, São Paulo terá 6.000.000 ha em cana.⁷

A se manter o ritmo de venda dos veículos bicombustíveis (1.719.667 em 2007)⁸ e considerando consumo médio anual de 1.500 litros de álcool, por este tipo de automóvel, o Brasil necessitará expandir seus canaviais em, pelo menos, 460.000 ha por ano. Ao longo dos próximos 30 anos, o acumulado poderá atingir 14.000.000 ha, isto é, o equivalente à atual área de milho. Mesmo admitindo o crescimento contínuo da produtividade agrícola, os avanços da biotecnologia e a possibilidade de contenção da demanda de álcool, quer por eventual aumento de preços, quer por retração do Produto Interno Bruto – PIB, - é plausível prever que haverá ocupação crescente de solo agrícola com novos canaviais.

Nesse cenário, no qual a indústria de base sucroalcooleira, sediada principalmente nos polos de Piracicaba e Sertãozinho, tem *know-how* e capacidade instalada para fabricar novas destilarias, caldeiras, equipamentos de cogeração e até mesmo suprir parte da demanda internacional, e o empresário da cana mostra competência na gestão desse agronegócio – permanecem inúmeras indagações:

- Como expandir a cultura da cana no Estado sem o risco de excessiva concentração econômica?⁹
- Como perpetuar e distribuir ganhos econômicos à cadeia produtiva da cana?
- Como aumentar continuamente a moagem industrial sem comprometer a qualidade das águas de importantes rios, como Pardo, Mogi Guaçu, Turvo e Piracicaba, cujas vazões não são mais suficientes para suprir as atuais demandas?
- Como encerrar o ciclo perverso das queimadas sem desemprego e com requalificação profissional de 160.000 cortadores[as] de cana, paulistas e migrantes, em sua maioria analfabeto[a]s funcionais?

⁶ Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/tabelas.jsp>>. Acesso em: 07.10.2008.

⁷ Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/expansao.asp>>. Acesso em: 09.09.2008.

⁸ Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario2008/capitulo2a.pdf>>. Acesso em: 02.09.2008.

⁹ Em 2007 o valor da produção agrícola do Estado de São Paulo atingiu R\$ 31,8 bilhões, tendo a cana-de-açúcar como o seu principal produto, com participação de 36,0%, conforme dados do Instituto de Economia Agrícola – IEA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9350>>. Acesso em: 10.09.2008.

- Como garantir a qualidade do ar em áreas urbanas próximas à fronteira agrícola da cana?
- Como impedir que a vinhaça (aproximadamente 160 bilhões de litros por safra) contamine o solo as águas subterrâneas em 2.000.000 ha de canaviais fertirrigados?
- Como retirar a cana das áreas de preservação permanente e das várzeas drenadas, e restaurar essas áreas degradadas?
- Como expandir as áreas de vegetação nativa nos municípios canavieiros paulistas, cuja média, por UGRHI é de apenas 7,2% ante o mínimo de 20% exigidos legalmente?
- Como expandir a produção de bioeletricidade a partir da palha, do bagaço de cana e da vinhaça?
- Como otimizar a logística do escoamento da produção de cana, do transporte de açúcar e álcool, da reciclagem de resíduos industriais, de insumos e de coprodutos?
- Como evitar o recrudescimento do processo de concentração de terras, de rendas e de poder político?
- Como substituir antigas caldeiras, defasadas tecnologicamente, por geradores de vapor modernos, eficientes e menos poluidores?
- Como reduzir a aplicação de agroquímicos?
- Como evitar que o aquífero Guarani, cujas águas não são renováveis (ao menos no ciclo de vida humana), seja empregado perdulariamente para fabricação de álcool e irrigação de salvamento?
- Como reduzir o consumo de diesel, óleos lubrificantes sintéticos, graxas, soda cáustica e outros compostos agressivos ao meio ambiente?
- Como compatibilizar monoculturas energéticas com a segurança alimentar?

- Como impedir perda de biodiversidade e desmatamentos na Amazônia, por efeitos indiretos da expansão paulista da cana?
- Como propiciar dignidade humana ao/à trabalhador(a) rural?
- Conseguirá o consumidor final de bioetanol e de bioeletricidade exercer seu poder de compra e fazer valer sua opção por energia renovável, redutora dos gases de efeito estufa e ambientalmente sustentável?

Essas indagações podem ser resumidas em uma questão: como buscar a sustentabilidade para a agroindústria paulista da cana-de-açúcar?

Um ano após a clássica definição de Desenvolvimento Sustentável, consagrada pelo Relatório Brundtland¹⁰, a constituição brasileira de 1988, em seu artigo 225, garante a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. O meio ambiente é considerado bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida, o que faz com que o Poder Público e a coletividade tenham o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e as futuras gerações. A Política Nacional de Meio Ambiente¹¹ elencou como instrumentos básicos para a consecução desse direito o licenciamento e o zoneamento ambiental, a avaliação de impactos e o estabelecimento de padrões de qualidade, dentre outros.

Em relação ao licenciamento e à avaliação de impacto ambiental, o governo do Estado de São Paulo, entre maio e setembro de 2008, suspendeu temporariamente, a emissão de licenças para novos empreendimentos sucroalcooleiros, até que os respectivos impactos fossem mais bem avaliados e as condicionantes e exigências técnicas para a sua mitigação estivessem determinadas.¹² Em setembro de 2008, o governo estabeleceu o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado e definiu as diretrizes técnicas para o licenciamento dos empreendimentos.¹³

¹⁰ Gro Harlem Brundtland, ex-ministra da Noruega, presidiu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU, em dezembro de 1983. O relatório publicado pela comissão em 1987, conceituou desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias.

¹¹ Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981.

¹² Resolução SMA 36, de 15.05.2008.

¹³ Resoluções: SMA-SAA 04 e SMA 67, de 18.09.2008. Em 19.12.2008 a resolução SMA 88 revogou a SMA 67. Em 24.09.2009, a resolução conjunta SMA /SAA-006 alterou a SMA-SAA 04.

O governo federal, em setembro de 2009, editou o Decreto 6961 e enviou à Câmara dos deputados projeto de lei criando o zoneamento agroecológico para a cana-de-açúcar – ZAE-CANA, que estabelece orientações e restrições para expansão de seu cultivo.¹⁴

Nesse período, o Protocolo Agroambiental¹⁵, firmado voluntariamente entre usinas de açúcar e álcool, entidades representativas dos produtores de cana e o governo do Estado de São Paulo, via Secretaria de Meio Ambiente, representou uma ação inovadora.

O Protocolo Agroambiental visa:

- à redução de prazo para eliminação das queimadas;
- à restauração da cobertura florestal de áreas de preservação permanente;
- à preservação de mananciais hídricos;
- à conservação do solo;
- ao controle das emissões gasosas das unidades industriais;
- ao uso da água e destinação adequada de embalagens de agrotóxicos.

A iniciativa inaugurou uma pró-atividade sem precedentes na cadeia produtiva paulista da cana-de-açúcar. A adesão ao pacto tem superado as expectativas, pois mais de uma centena de usinas e associações de produtores selaram o protocolo de intenções.

Outras ações, como o programa de sustentabilidade anunciado pela Associação dos Fornecedores de Cana de Bariri e Região (Assobari), com certificação de metas auditada pela Organização Internacional Agropecuária (OIA), também podem contribuir para a sustentabilidade da produção de cana, açúcar e álcool.¹⁶

Em 2008, as usinas Cosan, Guarani, Nova América e Alcoeste firmaram contrato de exportação de 115.000 m³ de álcool para a Suécia¹⁷, que exigiu demonstração de sustentabilidade para efetivar a compra. No caso da Alcoeste (destilaria Fernandópolis, com

¹⁴ Disponíveis em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm > e <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PL/2009/msg764-090917.htm>. Acesso em: 20.09.2009.

¹⁵ Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/projetos18.php>. Acesso em 09.09.2008>.

¹⁶ Fonte: <<http://www.sebraesp.com.br/principal/not%C3%ADcias/materias/2008/agosto/26/ntc2.wspix>>. Acesso em 09.09.2008.

¹⁷ Fonte: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias.php?id=32911>>. Acesso em 09.09.2008.

moagem anual de 1.000.000 tc), chama a atenção o seu alto índice de mecanização de colheita de cana própria (90%).

Se por um lado, todas essas iniciativas são positivas, por outro, o mercado, os consumidores, os agentes ambientais e as empresas de auditoria podem ficar confusos diante de enorme profusão de normas, certificações, protocolos, índices, critérios, exigências, padrões e intenso *marketing* pela sustentabilidade.

- O que afinal seria a sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar?
- Como especificá-la?
- Como aferi-la?
- Como defini-la consensualmente entre as partes envolvidas (iniciativa privada, meio acadêmico, sociedade civil, Estado e *stakeholders*)?

Em 2007, estudo apresentado à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – ESALQ, elaborou um esboço preliminar para construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental para a Agroindústria da Cana-de-açúcar, (ISAAC) baseado em 86 atributos aleatórios de qualidade.¹⁸ Na proposta atual optou-se pela escolha de 30 indicadores mensuráveis.

Propõe-se implementar o ISAAC de forma participativa e integrada, no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH e da Câmara Ambiental do Setor Sucroalcooleiro, da CETESB, na qual são interlocutores a UNICA, CTC, BIOCANA, UDOP, associações de fornecedores de cana, dentre outros.

Estimativas preliminares indicam a necessidade de se investir continuamente, por 30 anos, aproximadamente R\$ 3,00 por tonelada de cana moída, equivalente a R\$ 575.000.000,00 por ano, para que a agroindústria paulista da cana-de-açúcar atinja grau adequado a ótimo de sustentabilidade. 65% da moagem de cana precisaria de adequações.

A implementação consensual do ISAAC poderá contribuir para a transparência da atividade e a busca da melhoria da qualidade ambiental. Ao firmar-se como instrumento

¹⁸Disponível em:

<http://www.pastoraldomigrante.org.br/novo_site/images/stories/noticias/outubro2007/IMPACTOS.pdf>.

eficaz de aferição da sustentabilidade da agroindústria da cana, o ISAAC deve funcionar de modo semelhante ao Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR, da CETESB, responsável, desde 1998, por aferir a melhoria da destinação final dos resíduos sólidos domiciliares, no Estado de São Paulo.

Quanto à organização, este estudo encontra-se dividido em quatro partes. A primeira (capítulos 1 e 2) destina-se à apresentação do tema, abordando a agroenergia e a sua importância na matriz energética brasileira e do Estado de São Paulo. Na segunda parte (capítulos 3, 4 e 5) são apresentados a cadeia produtiva paulista da cana-de-açúcar e os seus impactos socioeconômicos e ambientais. Na terceira, (capítulos 6 e 7), são abordados temas transversais como o licenciamento ambiental, com uma breve conceitualização de desenvolvimento sustentável. A quarta etapa, (capítulos 8 e 9), consiste na apresentação das bases conceituais e da metodologia empregada para construção do ISAAC e sua respectiva valoração ponderada. Nesta última parte é mostrado também como resultado a proposta de implementação e elaboração do relatório de sustentabilidade para a agroindústria paulista da cana-de-açúcar.

Esta pesquisa não tem como propósito fazer o contraponto ambiental à expansão da cana-de-açúcar, mas sim criar um instrumento prático para aferição e fomento da sustentabilidade ambiental dessa agroindústria. Outras etapas, como a certificação de índices medidos e a auditoria nos balanços socioeconômicos das usinas, das empresas coligadas e dos produtores de cana, serão necessárias à consolidação do ISAAC.¹⁹

¹⁹ O projeto teve início em setembro de 2008, por meio de artigo próprio, veiculado pela CETESB e disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/ponto/2008/08_09_andrade.asp>. Acesso em: 12.09.2008.

2 MATRIZ ENERGÉTICA, AGROENERGIA E MEIO AMBIENTE

O sol é a maior fonte de energia, responsável por cerca de 99% da energia térmica utilizada pelos ecossistemas. A física estabelece que as quantidades de matéria e energia existentes num sistema fechado são constantes. Sempre que a matéria é utilizada para obtenção de energia, ou é convertida em tipos diferentes, há degradação de sua qualidade, o que resulta em poluição. Tais fenômenos nada mais são que o que se convencionou chamar de leis de conservação de massa e energia, também conhecidas como a primeira e a segunda lei da termodinâmica.

Apesar de o conhecimento científico sobre conservação da energia e da natureza (Lavoisier) datar do século XVIII, somente no século XXI as nações concordaram em estabelecer metas para redução das emissões globais de dióxido de carbono, como forma de conter as concentrações atmosféricas de gás carbônico e frear o ritmo de aquecimento da Terra.

Todos os seres vivos necessitam de energia. A descoberta do fogo e a invenção da agricultura pelo homem primitivo, a globalização da economia nos dias atuais, a adoção de novos hábitos de consumo e o crescimento incessante da população mundial são fatores que determinam aumento vertiginoso do consumo de energia, e, conseqüentemente, poluição (resíduos de massa e energia) cada vez maior. Durante séculos, a principal fonte de energia empregada pelo homem foi o trabalho escravo; posteriormente o emprego da lenha causou desmatamentos generalizados com perda de biodiversidade. Com a revolução industrial, houve o ciclo do carvão. Atualmente, há consenso de que se iniciou a transição petróleo – fontes renováveis.

Energia primária é aquela que o homem consegue transformar em, por exemplo, energia elétrica, térmica e mecânica para uso em suas necessidades. As fontes de energia primária podem ser renováveis (solar, marés, geotermia, biomassa, etc.). As fontes de energia não renováveis, por sua vez, englobam o petróleo, o carvão mineral, o gás natural e os combustíveis nucleares (urânio e seus derivados). Na Tabela 1, encontram-se discriminadas a estrutura e a oferta interna de energia no Brasil.

Tabela 1 – Estrutura e oferta interna de energia no BrasilUnidade: milhões de toneladas equivalentes de petróleo (t_{ep})

	2007		2008		Δ 08/07
OFERTA TOTAL	238,8		252,2		5,6%
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	129,1	54,1%	138,0	54,7%	6,9%
PETRÓLEO E DERIVADOS	89,2	37,3%	92,5	36,7%	3,7%
GÁS NATURAL	22,2	9,3%	25,9	10,3%	16,9%
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	14,4	6,0%	15,7	6,2%	9,5%
URÂNIO (U ₃ O ₈) E DERIVADOS	3,3	1,4%	3,7	1,5%	13,1%
ENERGIA RENOVÁVEL	109,7	45,9%	114,1	45,2%	4,2%
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	37,8	15,8%	41,3	16,4%	9,1%
ENERGIA HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	35,5	14,9%	34,9	13,8%	-1,7%
LENHA E CARVÃO VEGETAL	28,6	12,0%	29,2	11,6%	2,2%
OUTRAS RENOVÁVEIS [Eólica, Solar]	7,7	3,2%	8,8	3,4%	14,5%

Fonte: elaboração própria com dados do Balanço Energético Nacional – BEN 2009 – Ano Base 2008.²⁰

A Oferta Interna de Energia (OIE) acompanha o crescimento da economia (5,01% em 2008, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). Em 2008, a OIE, no Brasil, atingiu o montante de 252,2 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (t_{ep}), com crescimento de 5,6% em relação a 2007. Deste total, 114,1 milhões de t_{ep}, 45,2% correspondem à oferta interna de energia renovável. Essa proporção é das mais altas do mundo, superior à média mundial de 13,2% e à média dos países que compõem a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos – OCDE²¹, em sua grande maioria, países desenvolvidos, - de apenas 6,1%.

Na Tabela 1 destaca-se a importância relativa dos produtos da cana (bagaço, álcool e bioeletricidade), cuja participação (16,4%) supera a da lenha e a do carvão vegetal (11,6%), e suplanta a hidráulica e eletricidade (13,8%). A maior parte da eletricidade consumida no Brasil provém de grandes represamentos de água, cuja implantação causou danos ambientais irreversíveis. Assim o aumento da participação energética dos produtos da cana (biomassa

²⁰Resultados preliminares, informativo de 15.04.2009. Disponível em: < [https:// ben.epe.gov.br /> . Acesso em: 21.04.2009.](https://ben.epe.gov.br/)

²¹ Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Eslovaca, República Tcheca, Suíça, Suécia e Turquia. Além destes países, também integra a OCDE a União Europeia.

moderna), (GUARDABASSI, 2006), poderá significar maior consumo de energia limpa, ambientalmente sustentável. Em 2008, porém, a expansão da oferta de energia não renovável (6,9%), suplantava a da energia renovável (4,2%). A Tabela 1 também mostra o aumento (9,5%) da oferta de carvão mineral, fonte não renovável e geradora de emissões de óxidos de enxofre (SO₂), que podem provocar o fenômeno das chuvas ácidas. A elevada expansão da oferta de energia nuclear (13,1%), por sua vez, deve-se às frequentes paralisações e retomadas de operação do complexo de Angra dos Reis.

O BEN indica que o transporte e indústria são os dois principais setores consumidores de energia no Brasil.

De acordo com os resultados preliminares do BEN (2009), a oferta interna dos produtos derivados da cana-de-açúcar apresentou, em 2008, um crescimento de 9,1% ante 2007. Esse aumento consolida a importância da participação desse setor (16,4%) no abastecimento de energia renovável do país. No Estado de São Paulo, esse percentual é maior (34,9%), como mostra o BEESP – Balanço Energético do Estado de São Paulo (Tabela 2).

Tabela 2 – Estrutura e oferta interna de energia no Estado de São Paulo

Unidade: milhões de toneladas equivalentes de petróleo (t_{ep})²²

	2006		2007		Δ 07/06
OFERTA TOTAL	65,1		69,7		7,0%
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	29,8	45,7%	30,9	44,3%	3,6%
PETRÓLEO E DERIVADOS	23,8	36,4%	24,6	35,2%	3,4%
GÁS NATURAL	4,3	6,6%	4,6	6,6%	6,9%
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	1,7	2,7%	1,7	2,5%	-1,9%
URÂNIO (U ₃ O ₈) E DERIVADOS	-	-	-	-	-
ENERGIA RENOVÁVEL	35,2	54,3%	38,8	55,7%	9,8%
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	21,5	33,1%	24,3	34,9%	12,7%
ENERGIA HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	11,1	17,1%	11,7	16,9%	5,8%
LENHA E CARVÃO VEGETAL	1,1	1,7%	1,1	1,6%	3,1%
OUTRAS RENOVÁVEIS [Eólica, Solar]	1,5	2,4%	1,6	2,3%	4,0%

Fonte: elaboração própria com dados do BEESP – 2008 ano base 2007.²³

²² O BEESP é originariamente expresso em 10³Kcal [1 t_{ep} = 10.000.000 Kcal].

²³ Disponível em: < http://www.energia.sp.gov.br/balanco_energetico.htm>. Acesso em: 21.04.2009.

A expansão da OIE no Estado de São Paulo em 2007 (7,0%), acompanhou o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB, que, nesse mesmo ano, foi de 6,1% segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. Em termos de energia primária, quase todos os insumos energéticos apresentaram crescimentos na oferta, com destaque para a cana-de-açúcar com uma elevação de 12,7% em relação a 2006, e o gás natural com um acréscimo de 6,9% no período.

As estruturas das OIE[s], no Brasil e no Estado de São Paulo, com expressiva participação da biomassa e da energia hidráulica, proporcionam indicadores de emissão de dióxido de carbono (CO₂) bem menores que a média dos países desenvolvidos. No Brasil, conforme dados da EPE, a emissão é de 1,48 t CO₂/ t_{ep} da OIE, enquanto nos países da OCDE a emissão é de 2,32 t CO₂/ t_{ep}. No mundo, essa emissão é de 2,38 t CO₂/ t_{ep}, 60% maior que no Brasil. No Estado de São Paulo esse indicador é de 969 Kg CO₂/ t_{ep}, 34% inferior a média brasileira. Outra característica que distingue o BEESP do BEN, é o fato da taxa de expansão da energia renovável (9,8%) ser maior que a da não renovável (3,6%) (vide Tabela 2).

Em 31.12.2008, segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, as reservas brasileiras totais de petróleo atingiam 20.070.740 milhões de barris para um consumo de 697.515.000 barris ao ano, suficientes para, aproximadamente, 29 anos. Descobertas recentes dos campos de Tupi e Iara (camada pré-sal) são estimadas em 12 bilhões de barris e requerem investimentos da ordem de US\$ 144 bilhões para início de produção comercial.²⁴

Naquela mesma data as reservas provadas de petróleo do mundo, passíveis de serem exploradas com a tecnologia atual, somavam 1.237,9 bilhões de barris, 78% desse total localizados no subsolo dos países da Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP²⁵. Essas reservas permitiriam suprir a demanda mundial por 40 anos, mantido o atual nível de consumo (aproximadamente 85 milhões de barris por dia). A demanda projetada de energia no mundo indica um aumento 1,7% ao ano, de 2000 a 2030, quando deverá alcançar

²⁴ PAMPLONA, N.; LIMA, K.. *De olho no pré-sal, governo pode socorrer Petrobrás*. O Estado de São Paulo. Disponível em: < <http://www.udop.com.br/index.php?cod=100324&item=noticias>>. Acesso em: 17.09.2009.

²⁵ Organização multinacional estabelecida em 1960, com a finalidade de coordenar as políticas de petróleo dos países membros, além de lhes fornecer auxílio técnico e econômico. Participam os seguintes países: Angola, Arábia Saudita, Argélia, Catar, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Equador, Indonésia, Irã, Iraque, Líbia, Nigéria e Venezuela.

15,3 bilhões de t_{ep} por ano. Nesse contexto, não é factível projetar que toda a energia adicional, requerida no futuro, possa ser suprida, primordialmente, por fontes fósseis.

Essas previsões, o aumento desmedido de consumo na China e Índia, a especulação financeira, aliados à instabilidade política dos principais produtores mundiais (Arábia Saudita, Iraque, Irã, Venezuela, Argélia) - motivaram disparada nos preços internacionais do barril de petróleo, cujo valor máximo alcançou, em julho/2008, a cifra histórica de US\$ 146. Estima-se que há viabilidade econômica no emprego do álcool carburante em substituição à gasolina para preços do petróleo entre US\$ 35 e US\$ 40. Em 2007, o preço médio do petróleo importado pela PETROBRÁS, foi de US\$ 74,72, sendo que em 2008, já atingia US\$ 112,19²⁶. Todavia, ante a crise financeira que assolou os Estados Unidos e se propagou pelo mundo inteiro, observa-se declínio acentuado nos preços do petróleo, os quais, em junho/2009, estavam na casa dos US\$ 70. A EPE projeta para 2015, estabilização dos preços em torno de 70 a US\$ 75 o barril.

Outro fator que motiva a intensificação do uso mundial de energia renovável são as exigências ambientais para diminuição das emissões de gás carbônico, considerado o principal causador do aquecimento global. Pelo protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em 2005, diversos países se comprometeram em reduzir 5,2% das emissões de dióxido de carbono havidas em 1990.

Bacchi, pesquisadora do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da ESALQ-USP, Piracicaba, enfatiza a importância da produção brasileira de biomassa para geração de energia limpa, renovável e ambientalmente sustentável (agroenergia):

Com 140 milhões de hectares de área adicional agricultável, tecnologia própria e mão-de-obra disponível, o Brasil é o país do mundo que reúne as melhores condições para liderar a agricultura de energia. Por situar-se predominantemente na faixa tropical e subtropical do planeta, o Brasil recebe intensa radiação solar ao longo do ano, que é a base para a produção de agroenergia. A possibilidade de expansão da área e de múltiplos cultivos dentro do ano coloca o país em posição de destaque entre os potenciais fornecedores mundiais de energia gerada por biomassa. Além disso, deve-se considerar o fato de que a indústria brasileira geradora de agroenergia, das quais a de etanol é a mais importante, é reconhecida como uma das mais eficientes em termos de tecnologia e gestão do negócio.

O álcool tem sido apontado pela comunidade internacional como uma das possíveis soluções aos problemas ambientais, destacando-se como uma fonte energética compatível com os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL, preconizado no Protocolo de Kyoto.(BACCHI, 2006, p.18).

²⁶ Disponíveis em: <www.anp.gov.br>. Acesso em 03.10.2008.

Diversas avaliações acerca do potencial teórico das terras brasileiras agriculturáveis e aptas à expansão da cana-de-açúcar têm gerado números díspares, com resultados que apresentam variações de dezenas de milhões de hectares. O Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA, por exemplo informa que “o Brasil tem 388 milhões de hectares de terras agriculturáveis férteis e de alta produtividade, dos quais 90 milhões não foram ainda explorados”. A União da Agroindústria da Cana-de-açúcar – UNICA considera que existem 77 milhões de hectares disponíveis para expansão (cf.: FARIA, FRATA, 2008). O Centro de Gestão de Estudos Estratégicos – CGEE) e o Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, apontam áreas de alto e médio potencial, equivalentes a 121,8 milhões de hectares (CGEE, 2005). Empiricamente estima-se que seriam necessários 23 milhões de hectares de novos canaviais, área equivalente à atualmente ocupada pela soja no país, para promover a adição de 10% de álcool anidro em toda a gasolina consumida no mundo (1,3 bilhão de metros cúbicos) (BNDES, 2008).

Em 2006, o MAPA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA elaboraram o Plano Nacional de Agroenergia, com o objetivo de expandir a presença dos biocombustíveis na matriz energética, **“de forma planejada e sustentável”**. (g.n – grifo nosso). Ambas as instituições, visando a ordenar a expansão da agroindústria da cana no Brasil, coordenam o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE - Cana), com o objetivo de indicar áreas com potencial agrícola de cultivo, sem restrições ambientais²⁷. Os estudos apontam a existência de 63.488.517,09 ha de terras agrícolas aptas, das quais 36.131.825,03 ha são atualmente usados como pastagens cultivadas, áreas em que, preferencialmente, a expansão da cana deve ocorrer (Decreto Federal 6961 de 17.09.2009). Para o Estado de São Paulo, a pesquisa apontou 10.618.616,50 ha (16,7%), número que reforça a perspectiva de que a liderança paulista na produção de cana continuará crescente.

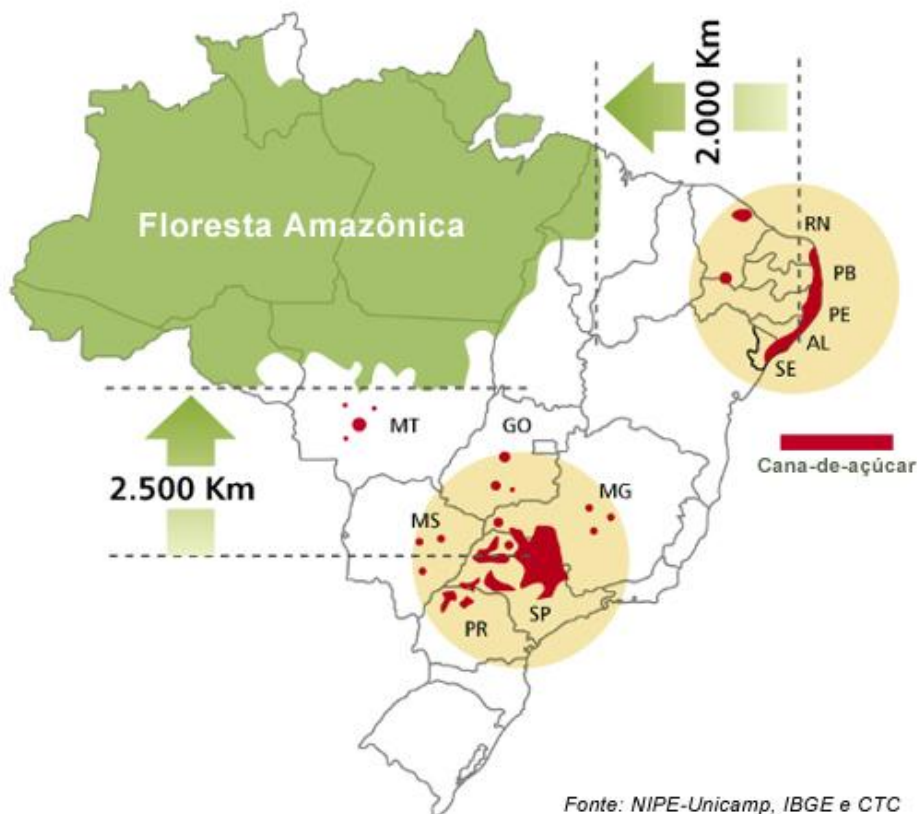
O Estado de São Paulo antecipou-se ao Governo Federal e por meio da resolução conjunta SMA-SAA 04 de 18.09.2008, estabeleceu o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro, com a classificação edafoclimática para a cana-de-açúcar, em áreas adequadas (3.900.855 ha), adequadas com limitações ambientais (8.614.161 ha), adequadas com restrições ambientais (5.546.510 ha) e inadequadas (6.741.748 ha). (páginas 231 a 233).

²⁷ Áreas excluídas: biomas Amazônia e Pantanal, áreas com cobertura vegetal nativa, unidades de conservação, terras indígenas, bacia do Alto Paraguai e solos com declividade superior a 12%.

3 A CADEIA PRODUTIVA DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar foi oficialmente introduzida no Brasil por Martin Afonso de Souza, em 1532 (MATTOS, 1942), e hoje ela é encontrada em todos os Estados. De acordo com a CONAB, a região produtora de maior destaque é a Centro-Sul (C-S)²⁸, que concentra cerca de 87,1% da produção brasileira. Os 12,9% restantes são produzidos na região Norte-Nordeste (N-NE)²⁹. O Estado de São Paulo concentra 58,23% da produção nacional. O mapa apresentado na Figura 1 mostra um panorama da produção de cana-de-açúcar no território brasileiro.

Figura 1 – Principais regiões de produção de cana-de-açúcar no Brasil



Durante quase duzentos anos, após a chegada dos portugueses ao Brasil, a economia nacional baseou-se, praticamente, na agroindústria canavieira. Coube ao governo imperial, no final do século XIX, o início da modernização do setor. Data dessa época, a

²⁸ A região Centro-Sul é composta pelos seguintes Estados: DF, GO, MT, MS, MG, ES, RJ, SP, PR, SC e RS.

²⁹ A região Norte-Nordeste é composta pelos seguintes Estados: AC, RO, AM, RR, AP, PA, TO, MA, CE, RN, PI, PE, PB, AL, SE e BA.

instalação do Engenho Central de Piracicaba, fundado em 1881 e desativado em outubro de 1974. Alguns engenhos constituídos naquele momento evoluíram e foram transformados em usinas. Por ocasião da proclamação da República, o açúcar ocupava o terceiro lugar nas exportações brasileiras, atrás do café e da borracha. Em 1910, sua posição no *ranking* das exportações do país havia caído para a sexta. A partir de 1924, a economia açucareira nordestina entrou em crise em decorrência da queda nas exportações e do crescimento da produção no Estado de São Paulo.

A indústria alcooleira nacional, por sua vez, tem a sua origem na destilação do mel residual, proveniente da fabricação de açúcar. Em 1931, por meio de decreto, o Governo Vargas tornou obrigatória a mistura de 5% de álcool na gasolina, dando início à intervenção estatal no mercado de açúcar e álcool, que se encerraria com a extinção do Instituto do Açúcar e Álcool (IAA), em 1991.

Em 1975, ante a forte dependência brasileira do petróleo importado, o Governo Geisel criou o Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL com o objetivo de incentivar o etanol como combustível carburante. Dessa época, datam os primeiros automóveis a álcool fabricados em série e a intensificação da mistura de álcool anidro à gasolina (ANDRADE, 1979). Da produção de 555.627 m³ de álcool, na safra 1975/1976, o Brasil atingiu, 22.445.979 m³, na safra 2007/2008, segundo o Anuário Estatístico da Agroenergia. No final de 2008, o Brasil tornou-se único país do mundo com consumo de etanol maior que o da gasolina³.

Em 2007 os Estados Unidos assumiu a liderança da produção mundial de etanol, cuja destilação é feita a partir de milho. Comparativamente, a cana-de-açúcar é a melhor alternativa para conversão de energia solar e fóssil em etanol (ANDREOLI, 2006).

Motivado pelo mercado do açúcar, até então, valorizado e pelo aumento da demanda internacional por álcool combustível, o Brasil viveu, em 2006/2007, o ápice de novo ciclo de expansão do setor sucroalcooleiro, com o projeto e instalação de dezenas de novas unidades produtoras.

No Estado de São Paulo, a cultura da cana ocupou, na safra 2007/2008, aproximadamente 4.250.000 ha, segundo o projeto CANASAT. A produtividade média geral atingiu 86,2 toneladas por hectare, (CONAB), com o fornecimento de matéria-prima para 164

usinas de açúcar e álcool, segundo a UNICA. A Tabela 3 mostra a participação do Estado de São Paulo na produção nacional de cana, açúcar e álcool.³⁰

Tabela 3 – Produção nacional de cana, açúcar e álcool

	BRASIL	SÃO PAULO	SP/BR
CANA-DE-AÇÚCAR [tc]	488.163.120	284.281.111	58,2%
ÁLCOOL [litros]	20.863.244.000	12.079.195.000	57,8%
AÇÚCAR [t]	30.702.349	18.841.700	61,4%

Fonte: elaboração própria com dados da CONAB [safra 2007/2008].

A produção nacional de aguardente, em destilarias industriais e artesanais, atinge 1,5 bilhão de litros por ano, sendo o Estado de São Paulo responsável por 50% desse total. A produtividade média é de 150 litros/tc (tonelada de cana) com moagem de 5.000.000 tc. (SILVA, 2005). A Cooperativa dos Produtores de Cana, Aguardente, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – COPACESP reúne 21 destilarias cooperadas, com produção de 118.700.000 litros anuais, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Produção de aguardente das cooperadas da COPACESP

Destilaria	Município	Produção [m ³]	Destilaria	Município	Produção [m ³]
Tirolli	Palmital	40.000	São José	Palmital	-
Ferrari	Tambaú	-	Lucato	Pontal	-
Modulo	Cerquilha	6.000	Sta Luzia	Palmital	-
Sta. Clara	Jaboticabal	2.000	Mello	Ribeirão Sul	7.000
Pyles	Platina	4.000	Líder	Pirassununga	1.000
Mar Verde	S. J. Iracema	1.200	Bassie	Pontal	-
Pignata	Sertãozinho	15.000	Graneli	Bariri	3.000
Emas	Pirassununga	6.000	Julianeli	Charqueada	5.000
Colosso	Lençóis Pta.	3.500	Morante	Palmital	12.000
Foltram	Leme	8.000	Pavan	C. Cesar	5.000
			Zambianco	Tietê	-

Fonte: elaboração própria com dados da COPACESP³¹.

³⁰ Segundo o Jornal da Cana, o setor sucroalcooleiro nacional apresenta as seguintes características (safra 2008/2009):

Movimenta: R\$ 51 bilhões. Representa: 1,76% do PIB. Gera: 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos. Envolve: 72.000 agricultores. Moe: 560 milhões de toneladas de cana. Produz: 32 milhões de toneladas de açúcar e 27 bilhões de litros de álcool. Exporta: 20 milhões de toneladas de açúcar – US\$ 9 bilhões. Exporta: 5 bilhões de litros de álcool – US\$ 2,2 bilhões. Recolhe: R\$ 13 bilhões de impostos e taxas. Investe: R\$ 6 bilhões por ano. Compõe-se de: 373 usinas e destilarias (em operação + projetos). Disponível em: <<http://www.procana.com.br/Conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>> . Acesso em: 20.09.2009.

A Tabela 5 apresenta as 20 maiores usinas paulistas, responsáveis por aproximadamente 31% da cana moída no estado e que estão entre as maiores do mundo.

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência das 20 maiores usinas paulistas³²
[safra 2007/2008]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
1 ^a	Da Barra	Barra Bonita	13	6.815.821	489.723	290.126	15,8
2 ^a	São Martinho ³³	Pradópolis	9	6.762.246	361.580	336.490	19,0
3 ^a	Vale Rosário	Morro Agudo	12	5.717.163	386.460	233.853	93,0
4 ^a	Equipav	Promissão	19	5.383.570	285.201	260.686	58,4
5 ^a	Santa Elisa	Sertãozinho	9	5.166.420	317.636	222.473	62,0
6 ^a	Colombo	Ariranha	15	5.003.431	390.627	192.958	65,5
7 ^a	Clealco	Clementina	20	4.683.488	389.245	129.275	11,2
8 ^a	Colorado	Guaíra	8	4.551.827	345.336	197.751	52,8
9 ^a	Moema	Orindiuva	15	4.538.707	300.942	205.489	24,0
10 ^a	Cruz Alta	Olímpia	15	4.168.067	475.664	69.275	39,4
11 ^a	Bonfim	Guariba	9	4.132.634	345.775	167.691	18,0
12 ^a	Catanduva	Ariranha	15	4.005.476	227.396	206.280	09,0
13 ^a	Costa Pinto	Piracicaba	5	3.989.362	312.902	159.918	65,5
14 ^a	Da Pedra	Serrana	4	3.878.452	187.795	209.104	35,0
15 ^a	Nova América	Tarumã	17	3.790.257	309.819	170.799	24,0
16 ^a	Barra Grande	Lençóis Pta.	13	3.707.544	261.627	180.130	62,9
17 ^a	Alta Mogiana	S.J. da Barra	8	3.681.114	320.666	103.261	30,0
18 ^a	São José	Macatuba	13	3.628.898	232.467	189.900	24,8
19 ^a	São João	Araras	9	3.564.437	235.850	148.445	12,0
20 ^a	Cerradinho	Catanduva	15	3.464.590	217.374	162.290	75,0
		TOTAL		90.633.504	6.394.085	3.836.194	797,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, do Anuário da cana – 2008, da ANEEL e da CETESB.

O forte crescimento da moagem e da produção de açúcar e álcool é sustentado pela expansão dos novos canaviais. A Tabela 6 mostra que na safra 2007/2008, dentre as 20 maiores usinas, em apenas cinco houve redução de moagem em relação à safra anterior. Na usina Clealco, de Clementina, o crescimento foi de +50,65% em relação à safra 2006/2007. Esse grupo de 20 usinas concentra, aproximadamente, 30,6% da moagem estadual.

³¹ Disponível em: <<http://www.copacesp.com.br>>, acesso em 02.10.2008.

³² Tabela completa em Anexos, página 220.

³³ Na safra 2008/2009, a moagem da usina São Martinho atingiu 8.004.221 tc, segundo a UNICA, tornando-se a maior do mundo.

Tabela 6 – Crescimento da moagem de cana nas 20 maiores usinas paulistas [safra 2007/2008]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRH	Moagem [tc] 2006/2007	Moagem [tc] 2007/2008	Δ 07/06
1 ^a	Da Barra	Barra Bonita	13	7.018.366	6.815.821	- 2,89
2 ^a	São Martinho	Pradópolis	9	6.735.073	6.762.246	- 0,40
3 ^a	Vale Rosário	Morro Agudo	12	5.493.267	5.717.163	+4,07
4 ^a	Equipav ³⁴	Promissão	19	4.434.660	5.383.570	+21,40
5 ^a	Santa Elisa	Sertãozinho	9	5.960.328	5.166.420	- 13,32
6 ^a	Colombo	Ariranha	15	4.412.312	5.003.431	+13,40
7 ^a	Clealco	Clementina	20	3.109.100	4.683.488	+50,65
8 ^a	Colorado ³⁵	Guáira	8	4.482.502	4.551.827	+01,55
9 ^a	Moema	Orindiuva	15	4.408.051	4.538.707	+02,96
10 ^a	Cruz Alta	Olímpia	15	4.052.989	4.168.067	+02,84
11 ^a	Bonfim	Guariba	9	3.814.035	4.132.634	+08,35
12 ^a	Catanduva	Ariranha	15	3.912.799	4.005.476	+02,37
13 ^a	Costa Pinto	Piracicaba	5	3.682.640	3.989.362	+08,33
14 ^a	Da Pedra	Serrana	4	4.101.266	3.878.452	- 05,43
15 ^a	Nova América	Tarumã	17	2.921.980	3.790.257	+29,71
16 ^a	Barra Grande	Lençóis Paulista	13	3.349.883	3.707.544	+10,68
17 ^a	Alta Mogiana	S.J. da Barra	8	3.268.842	3.681.114	+12,61
18 ^a	São José	Macatuba	13	3.466.913	3.628.898	+00,46
19 ^a	São João	Araras	9	3.200.443	3.564.437	+11,37
20 ^a	Cerradinho	Catanduva	15	3.526.695	3.464.590	- 01,76
		TOTAL		85.353.144	90.633.504	+06,2

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA.

Comumente, a safra paulista inicia-se em meados de abril e encerra-se em novembro, resultando, em média, em 200 dias corridos de produção. Há, contudo, variações nesse parâmetro, que pode oscilar entre 130 e 280 dias de produção industrial. A cultura da cana predomina nas regiões Centro, Nordeste e Noroeste³⁶ do Estado de São Paulo, em 462 municípios. Sua ocupação territorial atinge taxas muito elevadas e as áreas de vegetação nativa são reduzidas.

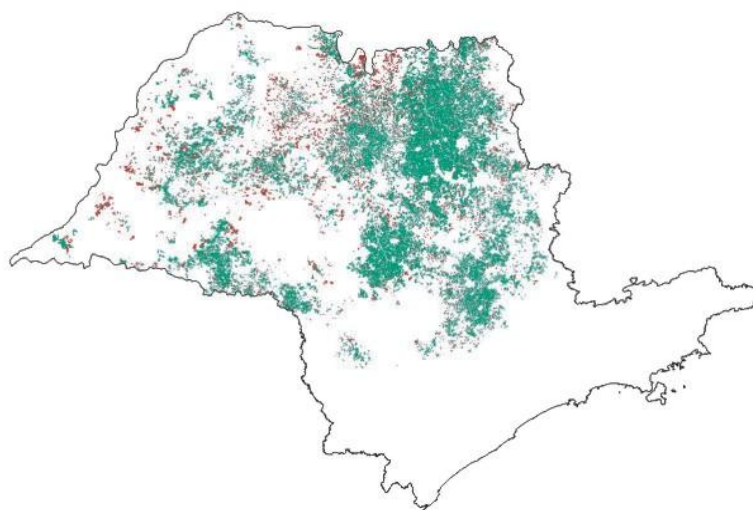
A Figura 2 mostra as áreas de plantio e de expansão dos canaviais, nas cores verde e vermelho, respectivamente, na safra 2006/2007. Os dados permitem observar nítida tendência de crescimento nas regiões Norte e Noroeste do Estado, principalmente.

³⁴ Na safra 2008/2009, a usina Equipav moeu 6.518.126 tc (crescimento de 21,0% segundo a UNICA).

³⁵ Na safra 2008/2009 a usina Colorado moeu 6.103,406 tc (crescimento de 34,0% segundo a UNICA).

³⁶ Nas regiões de São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente, na safra 2006/2007, segundo o IEA, houve os maiores aumentos relativos da expansão da cana, em virtude da instalação de dezenas de novas usinas.

Figura 2 – Áreas de plantio de cana e de expansão, no Estado de São Paulo
[safra 2006/2007]



Fonte: CANASAT 2007

Na Tabela 7 encontram-se os 10 principais municípios canavieiros³⁷, nos quais 26 usinas (16% do total) moeram, na safra 2007/2008, aproximadamente 26% da cana processada no Estado. Nesses municípios, a cana ocupa, em média, 62% das áreas disponíveis e a vegetação nativa é, em média, de 3,9%.

Tabela 7 – Principais municípios canavieiros [safra 2007/2008]³⁸

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
1º	Sertãozinho	9	7	11.044.243	40.500	29.081	71,80	941	2,3
2º	Guaíra	8	3	9.106.926	124.100	44.773	36,08	6.934	5,6
3º	Ariranha	15	2	9.008.207	13.200	9.596	77,26	287	2,2
4º	Morro Agudo	12	2	8.254.382	137.200	106.007	77,00	7.537	5,5
5º	Pontal	9	3	7.815.393	38.000	28.543	75,11	797	2,1
6º	Pitangueiras	9	3	6.935.234	44.000	33.637	76,45	717	1,6
7º	Barra Bonita	13	1	6.815.821	14.200	10.180	71,69	118	0,8
8º	Pradópolis	9	1	6.762.246	17.000	10.540	62,00	163	1,0
9º	Promissão	19	1	5.383.570	78.700	20.246	25,60	5.407	6,9
10º	Araraquara	13	3	5.270.512	29.300	44.021	51,63	433	1,5
TOTAL			26	76.396.534	536.200	336.624	62,80	23.334	3,9

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, da SEADE, do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, do CANASAT e da CETESB.

³⁷ Municípios nos quais ocorrem, simultaneamente, plantio e moagem de cana.

³⁸ Tabela completa em Anexos, página 225.

Estima-se que 70% da cana seja oriunda das empresas agrícolas coligadas, situação que caracteriza uma verticalização da produção. Conforme mostra a Tabela 8, os fornecedores independentes, respondem por apenas 31,70% da produção.

Tabela 8 – Produção de cana de fornecedores [safra 2008/2009]³⁹

Associações	Produtores	Área média [ha]	Produção [tc]	Participação no Estado [%]
Piracicaba	3.072	39	10.163.641	2,93
Sertãozinho	1.743	67	9.908.405	2,88
Catanduva	785	127	8.464.449	2,44
Lençóis Paulista	349	233	6.899.128	1,99
Guariba	1.130	68	6.524.891	1,88
Assis	231	188	3.687.378	1,06
Monte Aprazível	383	107	3.475.097	1,00
Orindiuva	186	215	3.395.501	0,98
Jaú	632	59	3.144.964	0,90
Capivari	726	43	2.635.968	0,76
Valparaíso	219	121	2.250.933	0,65
Novo Horizonte	149	146	1.850.174	0,53
Araraquara	401	39	1.336.154	0,38
Igarapava	411	32	1.125.174	0,32
Barra Bonita	324	34	923.648	0,27
Porto Feliz	238	45	917.448	0,26
Andradina	32	297	806.013	0,23
Ourinhos	48	131	531.325	0,15
General Salgado	39	127	419.833	0,12
Santa Bárbara	182	23	354.691	0,10
Chavantes	46	80	310.853	0,09
Não Associados	4.793	99	40.233.318	11,62
TOTAIS	15.665	83	109.705.961	31,70

Fonte: elaboração própria com dados da ORPLANA⁴⁰.

Dentre as Associações de fornecedores de cana, as mais importantes são a Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil – ORPLANA, de Piracicaba, a Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo – COPERCANA e a Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Catanduva – AFCRC.

³⁹ Na safra 2007/2008, segundo a CONAB, havia no Estado de São Paulo 24.741 fornecedores, com uma produção de 118.732.059 tc, área média de 55,7 ha, correspondente a, aproximadamente, 40% da moagem estadual.

⁴⁰ Disponível em: < <http://www.orplana.com.br/perfil.html> >. Acesso em 20.09.2009. Segundo a ORPLANA, a produção dos fornecedores independentes, na safra 2008/2009, atingiu 109.705.961, o equivalente a 31,7% do total do Estado (346.293.000 tc).

Além da cana produzida pelos fornecedores independentes, as unidades sucroalcooleiras dispõem de cana própria, cultivada por empresa agrícola coligada à usina. Enquanto essa ocupa-se, exclusivamente, do processamento industrial da matéria-prima, a empresa agrícola responsabiliza-se pelo arrendamento e pela compra de terras, pelo plantio, manejo, colheita e transporte da cana à usina/destilaria, bem como pelas operações de destinação final, na lavoura, dos principais resíduos (vinhaça, torta de filtro e cinzas).

Três associações representativas de usinas se firmaram: a União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA com forte representação nas regiões de Ribeirão Preto e Piracicaba; a Associação dos Produtores de Açúcar, Álcool e Energia – BIOCANA, em Catanduva e a União dos Produtores de Bioenergia – UDOP, em Araçatuba.

Em 2006 iniciou-se a formação de arranjos produtivos locais da cadeia produtiva sucroalcooleira. O Arranjo Produtivo Local do Álcool da Região de Piracicaba – APLA⁴¹ foi o primeiro do Estado, reúne 70 indústrias, 10 usinas/destilarias, seis instituições de pesquisas e entidades ligadas ao setor da região do Vale do Rio Piracicaba⁴². O APLA tem a missão de fomentar e facilitar a interação de seus integrantes de forma organizada e estruturada, gerar maior valor às cadeias produtivas de combustíveis renováveis e seus parceiros, e contribuir para *o desenvolvimento sustentável* [grifo nosso].

Com a possibilidade do álcool se transformar em *commodity*, houve um elevado número de aquisições, alterações de participações acionárias, entrada de capital estrangeiro, fusões e associações, que resultaram na formação de cinco blocos empresariais. Esses blocos de usinas, concentram, aproximadamente, 46% da moagem do Estado.

A Tabela 9 mostra esses cinco grupos de usinas paulistas. Dentre os grupos estrangeiros mais expressivos, destacam-se: Tereos (Açúcar Guarani), Dreyfus (São Carlos e

⁴¹ Arranjos produtivos são aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm algum vínculo de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, tais como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa. (SEBRAE, 2007).

⁴² Vale do Rio Piracicaba é composto por 23 municípios: Águas de São Pedro, Americana, Anhembi, Capivari, Cerquilha, Charqueada, Cordeirópolis, Elias Fausto, Ipeúna, Iracemápolis, Mombuca, Limeira, Nova Odessa, Piracicaba, Rafard, Rio Claro, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Bárbara D'Oeste, São Pedro, Santa Gertrudes, Santa Maria da Serra e Tietê.

Cresciugal)⁴³, Abengoa (São Luiz e São João da Boa Vista), Cargil (Cevasa) e Goldman Sachs (15% da Santa Elisa/Vale do Rosário).

Tabela 9 – Principais grupos de usinas

Grupo	Usinas associadas	Moagem
Coopersucar S.A.	Batatais, Buriti, Catanduva, Cocal, Ferrari, Furlan, Iacanga, Ibirá, Interlagos, Ipiranga, José Bonifácio, Batatais (I e II), Monções, N.Sra. Aparecida, Narandiba, Pedra, Pioneiros, Santa Adélia, Santa Lúcia, Sta. Maria, Sto. Alexandre, Sto. Antônio, São Francisco, Estiva, São Luiz, São Manoel, Zillor (Barra Grande, Quatá, São José).	~ 50.000.000 tc
Cosan ⁴⁴	Costa Pinto, Santa Helena, São Francisco, Ipaussu, Diamante, Serra, Rafard, Univalem, Gasa, Junqueira, Barra, Dois Córregos, Destivale, Mundial, Bonfim, Tamoio, Bom Retiro, Benalcool e Santa Luiza.	~ 44.000.000 tc
Crystalsev ⁴⁵	Guariroba, Paraíso, Pioneiros, Ouroeste, Mandu, Moema, Santa Elisa, Vale do Rosário e Vertente.	~ 22.000.000 tc
Açúcar Guarani	Andrade, Cruz Alta, Guarani, São José e Tanabi.	~ 12.000.000 tc
São Martinho	São Martinho e Iracemápolis	~ 9.500.000 tc

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA e do Anuário da Cana - 2008 [safra 2007/2008].

No Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA, encontram-se cadastradas 195 usinas paulistas de açúcar e álcool. Segundo a UNICA, 164 operaram na safra 2007/2008. Em 16 das 22 UGRHI[s] há produção industrial significativamente econômica de açúcar e álcool.

⁴³ Em 2009, a multinacional francesa Dreyfus adquiriu 40% do grupo Santelisa (usinas Santa Elisa, Jardest, Vale do Rosário, MB e Continental) e atingiu uma moagem, em São Paulo, de aproximadamente 30.000.000 tc.

⁴⁴ Em 2009, a Cosan assumiu o controle das usinas Nova América, Maracá e Paralcool (ex grupo Nova América).

⁴⁵ Em 2009, a Crystalsev iniciou processo de desmobilização de seus ativos.

A distribuição das usinas e moagens, por UGRHI, pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10 – Distribuição das usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica instalada por UGRHI

UGRHI	USINAS	Moagem [tc]	%	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência Elétrica [MW]
9 – Mogi Guaçu	31	68.442.329	23,1	4.622.022	2.915.802	407,60
13 – Tiête/Jacaré	18	35.861.549	12,1	2.534.430	1.550.338	216,00
15 – Turvo Grande	15	34.950.438	11,8	2.427.355	1.520.528	313,40
19 – Baixo Tietê	17	27.688.159	9,3	1.413.358	1.424.948	243,60
8 – Sapucaí/Grande	8	21.701.909	7,3	1.415.333	1.023.217	151,70
17 – Médio Paranapanema	14	19.615.005	6,7	1.259.415	861.148	154,10
5 – Piracicaba/Capivari	11	18.729.882	6,3	1.479.248	647.849	126,80
12 – Baixo Pardo Grande	6	14.346.643	4,8	1.049.331	585.897	151,60
16 – Tietê/Batalha	8	10.675.432	3,6	593.681	541.736	111,30
4 – Pardo	7	10.655.792	3,6	617.674	503.333	72,75
20 – Aguapeí	4	7.934.536	2,7	538.171	311.553	34,30
18 – São José dos Dourados	4	7.255.209	2,5	225.120	486.165	36,60
21 – Peixe	5	5.463.073	1,8	281.656	285.386	31,00
22 – Pontal / Paranapanema	6	5.019.698	1,7	240.785	283.202	34,00
14 – Alto Paranapanema	6	4.997.195	1,7	264.257	252.426	9,80
10 – Sorocaba/Médio Tietê	4	2.909.524	1,0	145.958	131.265	10,60
TOTAL	164	296.246.373	100	19.107.794	13.324.793	2.105,15

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], da ANEEL e da CETESB.

A Figura 3 mostra as 16 UGRHI[s]⁴⁶ nas quais a agroindústria da cana está presente. Na UGRHI 9 – Mogi Guaçu, a produção sucroalcooleira é mais intensa, enquanto na UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê, encontram-se as menores moagem e número de unidades industriais. Nas UGRHI[s] 1, 2, 3, 6, 7 e 11 não há registros da presença econômica dessa agroindústria.

Em virtude da escassez de áreas disponíveis para o plantio de cana na faixa leste do Estado de São Paulo, observa-se tendência de expansão em direção ao Norte e ao Noroeste, principalmente. Apesar do reduzido crescimento da área plantada na faixa leste, verifica-se aumento da moagem nessa região, em função dos ganhos de produtividade agrícola determinados pela introdução de novas variedades, manejo eficiente e grande oferta de produção de terceiros.

⁴⁶ De acordo com o Anexo III da Lei Estadual 9.034/94 – Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, as UGRHI[s] estão classificadas em: Agropecuária, Conservação, Em industrialização e Industrial.

Figura 3 - Mapa esquemático da distribuição da moagem de cana nas UGRHI[s]



4 CARACTERIZAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR UGRHI

O Estado de São Paulo está dividido em 22 UGRHI[s] (vide Figura 3), espaços territoriais delimitados com base nas bacias hidrográficas e definidos com vistas à implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, cujos princípios norteadores são:

- gestão tripartite, descentralizada, integrada e participativa (Estado, sociedade civil e usuários);
- ação executiva por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH.

Os CBH elaboram o relatório de situação dos recursos hídricos, base do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, a partir do qual são definidas as metas. Os investimentos necessários ao cumprimento dessas metas são custeados, dentre outras fontes, pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO.

A bacia hidrográfica é reconhecida como a divisão ideal para o gerenciamento ambiental de um território. No entanto, os dados econômicos e outras estatísticas da agroindústria da cana-de-açúcar, geralmente são reportados por regiões administrativas, o que traz dificuldades. Há municípios cuja sede se localiza em uma UGRHI, mas possui parcelas de seu território em duas ou mais outras UGRHI[s]. A atividade de produção de açúcar e álcool exerce influência em um raio de 30 a 40 quilômetros da usina, sobre diversos municípios, comumente situados em diferentes regiões administrativas e UGRHI[s].

Nas buscas realizadas em diversas instituições⁴⁷, não foram localizados relatórios consolidados acerca da sustentabilidade da agroindústria paulista da cana-de-açúcar. Assim, a caracterização proposta é a primeira no gênero, abrangendo 462 municípios, 16 UGRHI[s], 164 usinas e 30 parâmetros socioeconômicos e ambientais. A Tabela 11 apresenta esses parâmetros e os respectivos valores adotados para caracterizar as 16 UGRHI[s] nas quais a moagem e o cultivo de cana são significativos economicamente. Os dados de cada UGRHI encontram-se nas tabelas 12 a 60 e figuras 4 a 20.

⁴⁷ APTA, CATI, CTC, CETESB, CONAB(*), EMBRAPA, IAC, IEA, SMA, MAPA, MMA, SAA, UNICA (**).

(*) Em 2008, a CONAB editou o *Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil*, a mais completa caracterização realizada, entretanto sem juízo de valor acerca de sua sustentabilidade.

(**) A UNICA publicou o *Relatório de Sustentabilidade 2008*, nos moldes do nível B GRI, versão G3 *checked*, sem auditoria externa. Comunica o desempenho social, ambiental e econômico de suas associadas. Contudo, não mensura a sustentabilidade, empreendimento por empreendimento.

Tabela 11 – Parâmetros e valores utilizados para caracterização das UGRHI[s]

Parâmetros	Valores
Consumo específico de água	2 m ³ /tc
Cobrança futura pelo uso da água	R\$ 0,02/m ³
Geração de vapor	2,2 tv/tb
Consumo específico de vapor	0,5 tv/tc
Consumo específico de óleo diesel	2,9 litros/tc
Densidade média do óleo diesel	850 Kg/m ³
Consumo específico de Soda Cáustica [NaOH] a 50%	0,08 Kg/tc
Geração de vinhaça	12 litros/litro de álcool
Geração de torta de filtro	40 kg/tc
Geração de bagaço	0,278 tb/tc
Geração de palha	0,140 t/tc
Emissão de Material Particulado [MP] nas caldeiras	1 Kg MP/tb (*)
Emissão de Óxidos de Nitrogênio [NO _x] nas caldeiras	0,45 Kg NO _x /tb (*)
Emissão de Gases de Efeito Estufa [GEE] nas caldeiras	25,2 Kg CO ₂ eq./tb (***)
Emissão de Material Particulado [MP] nas queimadas	3,73 Kg MP/tc (**)
Emissão de Óxidos de Nitrogênio [NO _x] nas queimadas	2,01 Kg NO _x /tc. (**)
Emissão de Gases de Efeito Estufa [GEE] nas queimadas	16,50 Kg CO ₂ eq./tc (**)
Emissão de Gases de Efeito Estufa [GEE] no consumo do diesel	4,01 Kg CO ₂ eq./litro ⁴⁸
Emissão de Gases de Efeito Estufa [GEE] no consumo da gasolina	3,65 Kg CO ₂ eq./litro ⁴⁸
Emissões de GEE evitadas pela substituição do óleo combustível pelo bagaço excedente	405,7 Kg CO ₂ eq./tb (**)
Emissões de GEE evitadas pela geração de energia elétrica excedente disponibilizada no SIN	446 Kg CO ₂ eq./MWh (**)
Emissões de GEE evitadas pela substituição da gasolina pelo etanol	2,0 t CO ₂ eq./m ³ ⁴⁹
Emissões de GEE provenientes do solo agrícola	616,8 Kg CO ₂ eq./ha ⁵⁰
Concentração média de Potássio [K ₂ O] na vinhaça	2,0 Kg K ₂ O/m ³
Extração de Potássio pela cultura da cana	185 Kg K ₂ O/ha
Empregados (ativos e inativos) no Sistema Agroindustrial – SAG	1.586/1.000.000 tc ⁵¹
Rendimento do corte manual de cana [160 dias úteis]	8 tc/homem.dia
Produtividade média da cana [safra 2007/2008]	86,2 tc/ha
Preço médio da cana [safra 2007/2008]	R\$ 30,00/tc
Cinzas	2,5 kg/tb
Agroquímicos	4,0 kg _{ia} /ha

Fonte: elaboração própria com dados da CETESB(*), Leme (**), IPCC(***) Lora, Macedo et al, Andrade, CEPEA, CTC, UNICA, CONAB, IEA, MTE e SINDAG.

⁴⁸ Emissões diretas + indiretas (ALVES et al, 2009).

⁴⁹ (SEABRA, 2008).

⁵⁰ Emissões resultantes da adubação Nitrogenada + Metano proveniente da vinhaça (ALVES et al, 2009).

⁵¹ Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, em 31.12.2007 havia no Estado de São Paulo, 519.618 vínculos ativos e inativos, nas áreas agrícola e industrial, para uma produção de 327.683.590 tc (IBGE).

4.1 UGRHI 4 – PARDO

A Tabela 12 mostra as sete usinas da UGRHI Pardo, classificada como “em industrialização”. A usina Itaiquara produz exclusivamente açúcar, o que não é comum.

Tabela 12 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 4 – Pardo

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
14 ^a	Da Pedra	Serrana	3.878.452	187.795	209.104	35,0
88 ^a	Sto. Alexandre	Mococa	1.394.963	89.733	60.696	2,4
98 ^a	Jardest	Jardinópolis	1.263.529	95.853	52.317	8,0
100 ^a	Cerp	Ribeirão Preto	1.235.987	44.793	75.310	9,0
104 ^a	Ibirá	S. Rosa de Viterbo	1.192.529	83.152	52.454	7,9
112 ^a	Nova União	Serrana	1.082.404	57.109	53.452	9,2
135 ^a	Itaiquara	Tapiratiba	607.928	59.239	0	1,2
TOTAIS	7	-	10.665.792	617.674	503.333	72,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana - 2008 e da ANEEL.

As Tabelas 13 e 14 apontam os dados ambientais e socioeconômicos mais significativos da agroindústria da cana-de-açúcar situada nessa UGRHI (23 municípios) e servem de base para as análises de impactos (ocupação do solo, uso de recursos naturais, gases de efeito estufa, resíduos, consumo de água, qualidade das águas superficiais, vegetação nativa remanescente etc.). O objetivo é consolidar uma forma de inventário, por UGRHI, da atividade sucroalcooleira. É importante considerar, entretanto, que há municípios com parte dos territórios em duas ou mais UGRHI(s), o que pode acarretar erros de avaliação.

A coleta de dados acerca da qualidade do ar foi prejudicada porque a rede de monitoramento automático da CETESB no interior (Ribeirão Preto, Araçatuba, São José do Rio Preto, Bauru, Marília e Piracicaba) não havia sido concluída. Todavia, monitoramentos realizados por meio de estações móveis, locadas temporariamente em Jau e Ribeirão Preto, indicaram ultrapassagens dos Padrões de Qualidade do Ar – PQAR, referente ao parâmetro ozônio. O índice de mecanização da colheita, nessa UGRHI, é de 42,5%. Ribeirão Preto concentra a maior população urbana do Brasil, sujeita à poluição do ar provocada pelas queimadas e Jardinópolis, com uma usina, é o município dessa UGRHI com a maior área de cana [33.530 ha (67,0%)].

A Figura 4 mostra a UGRHI 4 e a localização das 7 usinas responsáveis pela moagem de 10.665.792 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 3,6% do total moído no Estado.

Tabela 13 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 4

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Altinópolis	0	0	0	0	93.600	19.907	24,0	10.467	6.285	37,5	9.440	10,1
Brodósqui	0	0	0	0	29.400	13.838	49,0	8.284	2.999	26,6	1.017	3,5
Caconde	0	0	0	0	46.400	377	1,0	70	246	77,9	3.499	7,5
Cajuru	0	0	0	0	67.000	17.423	30,0	10.702	4.979	31,8	9.785	14,6
Casa Branca	0	0	0	0	86.500	13.834	18,0	4.388	5.703	56,5	6.612	7,6
Cássia dos Coqueiros	0	0	0	0	19.500	492	3,0	213	252	54,2	2.209	11,3
Cravinhos	0	0	0	0	30.200	21.078	71,0	10.614	7.672	42,0	945	3,1
Divinolândia	0	0	0	0	24.600	0	0	-	-	-	2.091	6,6
Itobi	0	0	0	0	14.400	1.259	10,0	394	537	57,7	946	7,0
Jardinópolis	1	1.263.529	95.853	52.317	50.400	33.530	67,0	18.463	9.598	34,2	2.262	4,5
Mococa	1	1.394.963	1.394.963	89.733	84.500	17.790	23,0	7.044	9.092	56,3	8.524	10,1
Ribeirão Preto	1	1.235.987	44.793	75.310	64.200	31.266	50,0 ⁵²	11.790	14.633	55,3	2.103	3,3
Sales Oliveira	0	0	0	0	31.000	19.896	65,0	12.837	4.271	25,0	1.253	4,0
Sta. Cruz da Esperança	0	0	0	0	14.400	5.440	43,0	2.516	2.401	48,8	2.255	15,7
Sta. Rosa de Viterbo	1	1.192.529	83.152	52.454	28.400	9.394	35,0	3.612	4.675	56,4	2.336	8,2
São Jose do Rio Pardo	0	0	0	0	40.700	1.680	5,0	181	1.279	87,6	3.579	8,8
S. Sebastião da Grama	0	0	0	0	23.500	172	2,0	0	0	0	2.577	11,0
São Simão	0	0	0	0	62.900	20.962	36,0	12.228	6.463	34,6	4.663	7,4
Serra Azul	0	0	0	0	28.400	15.443	55,0	6.999	6.050	46,4	2.434	8,6
Serrana	2	4.956.856	2 44.904	262.556	12.800	8.091	62,0	4.571	2.337	33,8	554	4,3
Tambaú	0	0	0	0	58.600	16.067	30,0	6.336	6.845	51,9	5.557	9,5
Tapiratiba	1	607.828	59.239	0	22.800	3.433	16,0	2.071	1.135	35,4	2.174	9,5
Vargem Grande do Sul	0	0	0	0	26.700	6.111	23,0	2.051	3.175	60,7	1.615	6,0
TOTAIS	7	10.665.792	617.7674	503.333	960.900	277.483	28,9	135.7831	100.627	42,5	78.430	8,2

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵² Descontada área urbana de Ribeirão Preto (27.408 ha), a área rural é de 37.692 ha e a taxa de ocupação do solo com cana equivale a 83,0%, a terceira mais elevada do Estado.

**Tabela 14 – Síntese da UGRHI 4 – Pardo
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	1.069.929 habitantes [93% na área urbana, ~ 3% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 8.993 km ²	Vazão média 140 m ³ /s	Vazão mínima 30 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o Rio Pardo [IQA = 66]		
Usos da água (PERH 2004-2007)	Urbano: 4,05 m ³ /s	Total: 20,68m ³ /s	
	Industrial: 5,94 m ³ /s		
	Irrigação: 10,69 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 99%	Tratamento: 46%	
Vegetação nativa remanescente	78.430 ha [8,2%], 5.725 ha em 6 UC		
Compensação financeira	Ribeirão Preto e São Simão recebem ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	10.665.792 tc – 617.674 t – 503.333 m ³ – 72,7 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	21.331.584 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 426.631,68 [projeção]		
Área cultivada com cana	277.483 ha [28,9%]		
Área colhida com queima	135.831 ha [57,5%]		
Área colhida sem queima	100.267 ha [42,5%]		
Índice de mecanização da colheita	42,5% [CANASAT] [52,3% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	20.351.648 tc ≡ R\$ 609.841.134,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	32.278 trabalhadores(as)		
Cortadores de cana	9.147 cortadores(as), [8.797 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	6.039.996 m ³ - 65.297 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	426.632 t - 853 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	6.060 t - 1.110 t _{ia}		
Óleo diesel	59.019.779 litros		
Queima de bagaço de cana	2.424.044 tb		
Bagaço de cana excedente	541.046 tb ≡ -109.751 t CO ₂ eq. [emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	92.600 MWh ≡ -41.300 t CO ₂ eq. [emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	503.333 m ³ ≡ -1.006.666 t CO ₂ eq. [emissões evitadas]		
Emissões Totais evitadas	-1.157.717 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	43.674 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	2.424 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	23.534 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	1.091 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	236.669 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	193.192 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	171.151 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	61.086 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	662.098 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Média anual de MP ₁₀ [53µg/Nm ³] > PQAR[50µg/Nm ³] na estação telemétrica de Ribeirão Preto - em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

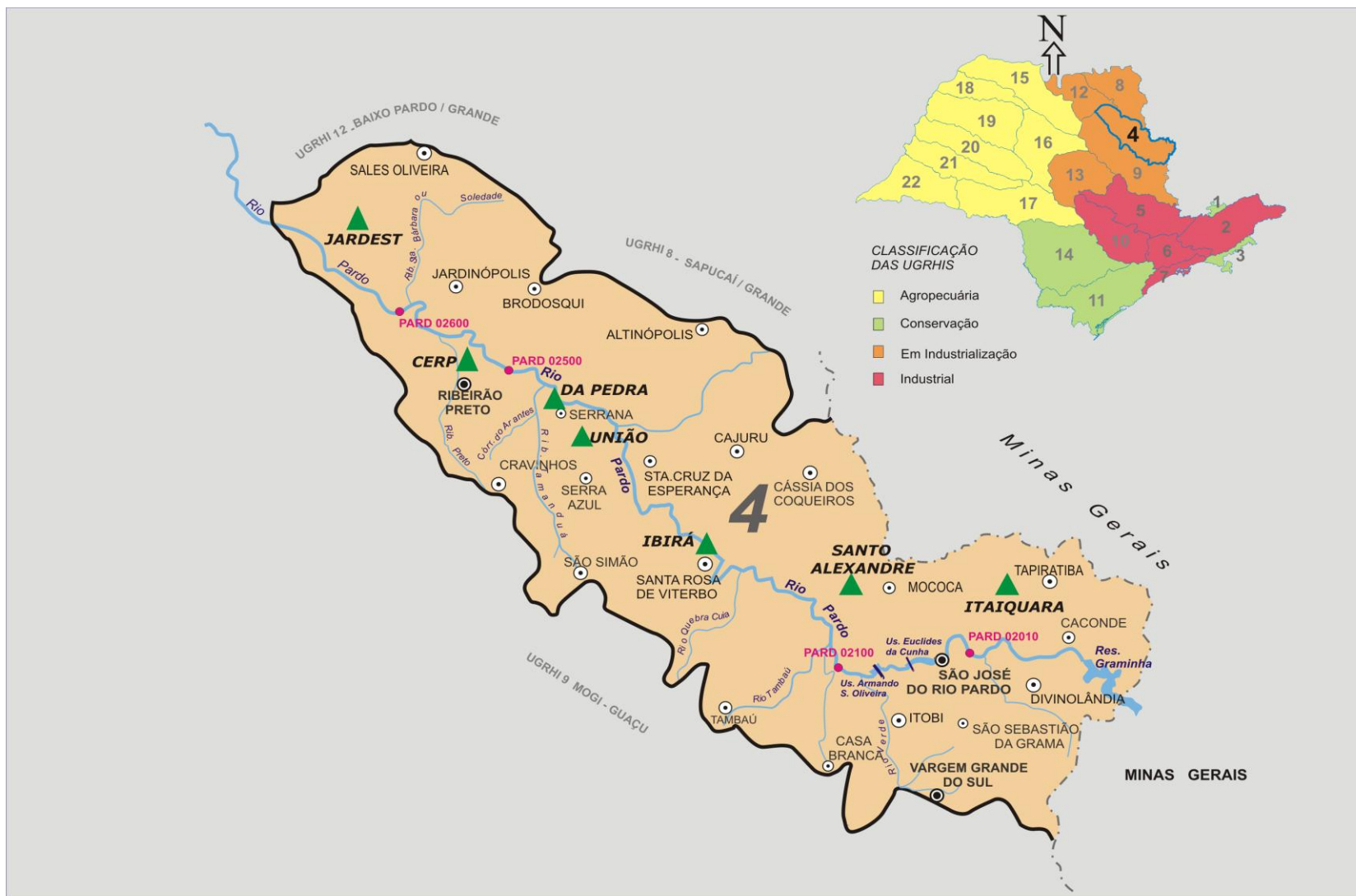


Figura 4 - Localização aproximada das sete usinas na UGRHI 4 - PARDO

LEGENDA:
 ● PRINCIPAIS CIDADES
 ○ SEDE MUNICIPAL
 — LIMITE DE UGRHI
 — LIMITE INTERESTADUAL

☞ CURSO D'ÁGUA
 ● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA

▲ USINA EM OPERAÇÃO

Fontes Consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB



4.2 UGRHI 5 – CAPIVARI/PIRACICABA/JUNDIAÍ

A Tabela 15 mostra as 11 usinas da UGRHI 5, das quais duas produzem exclusivamente açúcar (o que é incomum) e uma é destilaria autônoma. Piracicaba é o polo mais importante da indústria de base da cana-de-açúcar, com instalações históricas, como o antigo Engenho Central, de 1861, os principais centros de pesquisas da cana (CTBE, EMBRAPA, ESALQ, CTC, IAC, POLOBIO, UNICAMP e Cana Viallis) e as maiores fábricas de colheideras de cana e destilarias/usinas do mundo (Case e Dedini).

Tabela 15 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 5 – Piracicaba

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
13 ^a	Costa Pinto	Piracicaba	3.989.362	312.902	159.918	65,5
31 ^a	Iracema	Iracemápolis	2.721.795	127.345	145.310	14,0
40 ^a	Rafard	Rafard	2.501.241	211.368	88.453	10,2
53 ^a	Santa Helena	Rio das Pedras	2.079.622	201.609	55.114	3,1
74 ^a	Ester	Cosmópolis	1.729.440	110.200	72.563	16,4
78 ^a	S. Francisco	Elias Fausto	1.567.389	177.303	0	4,2
81 ^a	Furlan	S.Barbara Oeste	1.530.797	120.270	48.510	3,6
105 ^a	Bom Retiro	Capivari	1.171.550	89.607	60.760	3,6
115 ^a	São José	Rio das Pedras	1.067.320	107.698	15.272	2,4
151 ^a	Dedini	S. Antônio Posse	295.040	20.946	0	1,8
163 ^a	José Granelli	Charqueada	76.326	0	1.949	2,0
TOTAIS	11	-	18.729.882	1.479.248	647.849	126,8

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana - 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 16 e 17, encontram-se os dados acerca dos 57 municípios dessa UGRHI, classificada como “industrializada”. Piracicaba possui a maior área com cana [50.767 ha (37,5%)]. 20 municípios não possuem cultivo econômico da cana. Em Iracemápolis verifica-se a maior taxa de ocupação do solo [8.139 ha (77.5%)], enquanto os municípios de Americana, Paulínia, Limeira e Sumaré, apresentam significativas áreas com emprego de fogo como método facilitador de colheita, o que tem provocado conflitos sociais com a população urbana. Nesses municípios há tentativas de adoção de legislação municipal proibindo as queimadas. A constitucionalidade dessas leis, porém, encontrava-se *sub judice*. O índice médio de mecanização da colheita, na safra 2007/2008, foi de 56,4%, o maior do Estado.

A Figura 5 mostra a UGRHI 5 e a localização das 11 usinas, responsáveis pela moagem de 18.729.882 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 6,3% do total moído no Estado.

Tabela 16 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 5

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Águas de São Pedro	0	0	0	0	300	0	0	-	-	-	2	0,7
Americana	0	0	0	0	14.400	2.585	17,9	1.136	968	46,0	314	2,2
Amparo	0	0	0	0	46.300	2.408	5,2	848	869	50,6	3.011	6,5
Analândia	0	0	0	0	31.200	3.228	10,3	600	2.230	78,8	4.162	13,3
Artur Nogueira	0	0	0	0	19.200	1.945	10,1	842	836	49,8	793	4,1
Atibaia	0	0	0	0	47.800	0	0	-	-	-	6.363	13,3
Bom Jesus Perdões	0	0	0	0	12.000	0	0	-	-	-	3.783	31,5
Bragança Paulista	0	0	0	0	48.900	0	0	-	-	-	2.773	5,7
Campinas	0	0	0	0	89.000	1.629	1,8	754	707	48,4	2.294	2,6
Campo Limpo Paulista	0	0	0	0	8.400	0	0	0	0	-	1.064	12,7
Capivari	1	1.171.550	89.607	60.760	31.900	21.092	66,1	9.874	9.770	49,7	1.014	3,2
Charqueada	1	76.326	0	1.949	17.900	8.867	49,5	5.257	3.034	36,6	886	4,9
Cordeirópolis	0	0	0	0	12.300	7.348	59,7	3.612	2.793	43,6	146	1,2
Corumbataí	0	0	0	0	26.400	3.808	14,4	388	2.758	87,7	2.683	10,2
Cosmópolis	1	1.729.440	110.200	72.563	16.600	6.603	39,8	3.033	3.082	50,5	796	4,8
Elias Fausto	1	1.567.389	177.303	0	20.300	8.342	41,1	3.173	4.010	55,8	538	2,6
Holambra	0	0	0	0	6.500	369	5,7	28	259	90,1	436	6,7
Hortolândia	0	0	0	0	6.200	38	0,6	23	9	27,9	42	0,7
Indaiatuba	0	0	0	0	29.900	2.818	9,4	687	1.894	73,4	1.378	4,6
Ipeúna	0	0	0	0	17.000	5.814	34,2	2.883	2.467	46,1	1.603	9,4
Iracemópolis	1	2.721.795	127.345	145.310	10.500	8.139	77,5	1.710	5.174	75,2	221	2,1
Itatiba	0	0	0	0	32.500	69	0,2	0	48	100,0	1.837	5,7
Itupeva	0	0	0	0	19.600	0	0	-	-	-	1.838	9,4

Fonte: Elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 16 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 5
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Jaguariúna	0	0	0	0	9.600	2.108	22,0	667	1.059	61,3	589	6,1
Jarinu	0	0	0	0	20.000	0	0	-	-	-	3.048	15,2
Joanópolis	0	0	0	0	37.700	0	0	-	-	-	4.689	12,4
Jundiá	0	0	0	0	45.000	0	0	-	-	-	8.394	18,7
Limeira	0	0	0	0	57.900	14.550	25,1	4.022	9.337	69,9	2.196	3,8
Louveira	0	0	0	0	5.400	0	0	0	0	-	288	5,3
Mombuca	0	0	0	0	13.600	8.702	64,0	3.507	4.495	56,2	496	3,6
Monte Alegre do Sul	0	0	0	0	11.700	0	0	0	0	-	944	8,1
Monte Mór	0	0	0	0	23.600	6.211	26,3	1.458	4.070	73,6	892	3,8
Morungaba	0	0	0	0	14.300	103	43,4	0	26	100,0	887	6,2
Nazaré Paulista	0	0	0	0	32.200	0	0	-	-	-	9.263	28,8
Nova Odessa	0	0	0	0	6.200	1.504	4,2	689	662	49,0	140	2,3
Paulínia	0	0	0	0	14.200	2.725	19,1	889	1.414	61,4	366	2,6
Pedra Bela	0	0	0	0	14.800	0	0	-	-	-	920	6,2
Pedreira	0	0	0	0	11.600	116	1,0	0	75	100,0	519	4,5
Pinhalzinho	0	0	0	0	16.100	0	0	-	-	-	808	5,0
Piracaia	0	0	0	0	37.400	0	0	-	-	-	5.352	14,3
Piracicaba	1	3.989.362	312.902	159.918	135.300	50.767	37,5 ⁵³	18.940	27.770	59,3	6.118	4,5
Rafard	1	2.501.241	211.368	88.453	14.000	8.248	58,9	3.177	3.933	55,3	413	3,0
Rio Claro	0	0	0	0	52.100	10.766	21,0	3.599	5.447	59,1	1.929	3,7
Rio das Pedras	2	3.146.942	107.900	162.812	22.100	14.917	67,5	10.298	3.679	26,3	272	1,2
Saltinho	0	0	0	0	9.900	3.942	3,8	1.663	2.106	55,9	345	3,5

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵³ Descontada a área urbana de Piracicaba (15.800 ha), a área rural disponível é de 119.500 ha e a taxa de ocupação do solo com cana equivale a 42,5%.

Tabela 16 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 5
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Salto		0	0	0	16.000	1.277	8,0	37	1.204	97,0	70	0,4
Santa Barbara d'Oeste	1	1.530.797	120.270	48.510	27.000	16.952	63,0	9.145	7.029	43,5	501	1,9
Santa Gertrudes	0	0	0	0	10.000	5.994	59,9	2.365	2.797	54,2	247	2,5
Santa Maria da Serra	0	0	0	0	26.600	6.079	23,0	512	5.322	91,2	1.926	7,2
Santo Antonio da Posse	1	295.040	20.946	0	14.100	2.982	21,1	1.821	677	27,1	388	2,8
São Pedro	0	0	0	0	59.600	11.463	19,2	2.591	8.256	75,8	5.356	9,0
Sumaré	0	0	0	0	16.400	3.034	18,5	1.493	1.132	43,1	32	0,2
Tuiuti	0	0	0	0	12.800	0	0	-	-	-	703	5,5
Valinhos	0	0	0	0	11.100	0	0	-	-	-	560	5,0
Vargem	0	0	0	0	14.500	0	0	-	-	-	1.235	8,5
Várzea Paulista	0	0	0	0	3.600	0	0	-	-	-	403	11,2
Vinhedo	0	0	0	0	8.000	0	0	-	-	-	468	5,8
TOTAIS	11	18.729.882	1.479.248	647.849	1.389.500	257.542	18,5	101.721	131.398	56,4	98.730	7,2

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 17 – Síntese da UGRHI 5 – Capivari/Piracicaba/Jundiá
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	4.923.861 habitantes [85% na área urbana, ~11% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 15.303 km ²	Vazão média 172 m ³ /s	Vazão mínima 43 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição regular p/o rio Piracicaba [IQA = 47]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 17,36 m ³ /s	Total: 40,03 m ³ /s	
	Industrial: 14,56 m ³ /s		
	Irrigação: 8,11 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 85%	Tratamento: 41 %	
Vegetação nativa remanescente	98.730 ha [7,2%], 2.587 ha em 5 UC		
Compensação financeira	29 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	18.729.882 tc – 1.479.248 t – 647.849 m ³ – 126,8 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	37.459.764 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$749.195,28 [projeção]		
Área cultivada com cana	257.542 ha [18,5%]		
Área colhida com queima	101.721 ha [43,6%]		
Área colhida sem queima	131.398 ha [56,4%]		
Índice de mecanização da colheita	56,4% [CANASAT] [37,4% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	20.094.858 tc ≡ R\$ 602.845.740		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	31.870 empregado(a)s		
Cortadores de cana	6.850 cortadores(as) [13.877 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	7.774.188 m ³ - 84.045 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	749.195 t - 1.498 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	10.642 t - 1.030 t _{ia}		
Óleo diesel	58.275.088 litros		
Queima de bagaço de cana	4.256.791 tb]		
Bagaço de cana excedente	950.116 tb ≡ -192.731 t CO ₂ eq.[emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	251.500 MWh ≡ -112.169 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	647.849 m ³ ≡ -1.295.698 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-1.600.598 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	32.706 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	42.568 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	17.624 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	1.915 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	233.683 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	144.678 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	158.852 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	107.272 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	644.485 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Média anual de MP ₁₀ [57µg/Nm ³] > PQAR[50µg/Nm ³] 2007 - em Limeira (sem ultrapassagens em Piracicaba)		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

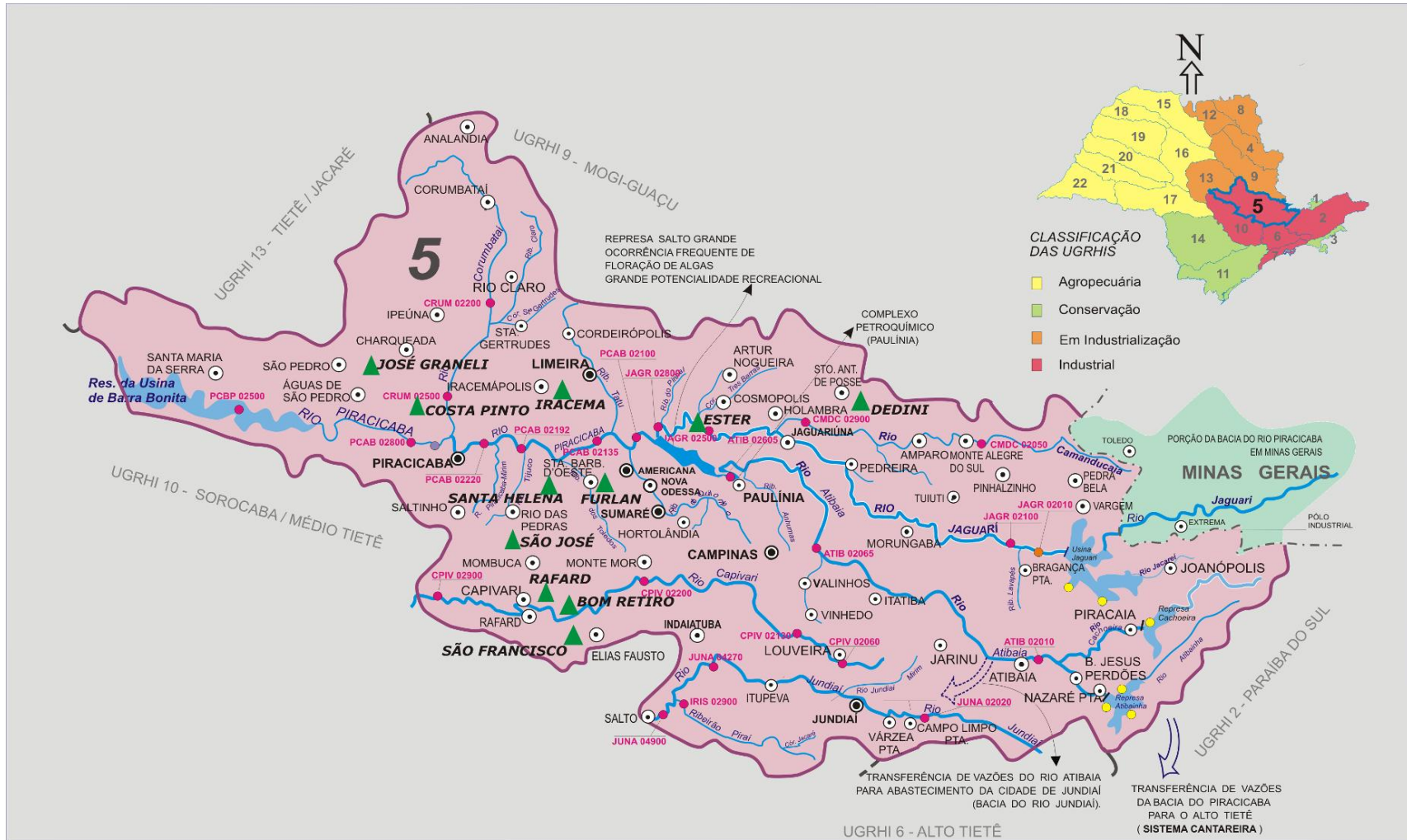


Figura 5 - Localização aproximada das 11 usinas na UGRHI 5 - CAPIVARI/PIRACICABA/JUNDIAÍ

4.3 UGRHI 8 – SAPUCAÍ MIRIM/GRANDE

A Tabela 18 mostra as oito usinas da UGRHI Sapucaí Mirim/Grande, das quais duas são destilarias autônomas. A região abrange a bacia hidrográfica dos rios Sapucaí-Mirim e a vertente parcial do Rio Grande.

Tabela 18 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 8 Sapucaí/Grande

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
8 ^a	Colorado	Guaíra	4.551.827	345.336	197.751	52,8
17 ^a	Alta Mogiana	São Joaquim Barra	3.681.114	320.666	103.261	30,0
25 ^a	Batatais	Batatais	3.230.129	242.015	124.660	3,9
36 ^a	Junqueira	Igarapava	2.541.083	207.323	111.894	7,2
38 ^a	Guaira	Guaíra	2.512.990	183.486	99.289	13,8
56 ^a	Mandu	Guaíra	2.042.100	116.507	107.993	25,0
61 ^a	Buriti	Buritizal	1.875.283	0	168.210	3,0
97 ^a	Cevasa	Patrocínio Paulista	1.267.374	0	110.159	16,0
TOTAIS	8	-	21.701.909	1.415.333	1.023.217	151,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, [safra 2007/2008], do Anuário da Cana - 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 19 e 20, encontram-se os dados acerca dos 22 municípios dessa UGRHI, classificada como “em industrialização”. Batatais, com uma usina, possui a maior área com cana [45.175 ha (53,9%)], da qual [24.770 ha (60,0%)] são de cc (cana crua). Apenas no município de Itirapuã não ocorre plantio econômico de cana. A taxa média de ocupação do solo é a quarta mais elevada do Estado [349.789 ha (34,9%)] e a de Aramina é a maior, na UGRHI [14.815 ha (74,4%)]. Guaíra apresentava a maior quantidade de *pivôs* de irrigação da América Latina, com frequentes conflitos pelo uso da água; atualmente tem três usinas e acusa intensa substituição de pastagens e grãos por cana-de-açúcar [44.773 ha (36,1%)]. Nesse município, a moagem (9.106.926 tc) e a área de cc [29.184 ha (70,3%)] são a terceira e a segunda maiores do Estado, respectivamente. Na UGRHI 8 o Índice médio de mecanização da colheita, na safra 2007/2008, foi de 54,2%. As águas do rio Grande são utilizadas para o abastecimento de usinas situadas nos Estados de São Paulo e de Minas Gerais, (a região do triângulo mineiro – Uberaba principalmente) responde pela maior parte da produção mineira de cana.

A Figura 6 mostra a UGRHI 8 e a localização aproximada das oito usinas, responsáveis pela moagem de 21.701.909 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 7,3% do total do Estado.

Tabela 19 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 8

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Aramina	0	0	0	0	19.900	14.815	4,4	7.413	5.990	44,7	1.052	5,3
Batatais	1	3.230.129	242.015	124.660	83.800	45.175	53,9	24.770	16.445	40,0	4.049	4,8
Buritizal	1	1.875.283	0	168.210	26.800	9.273	34,6	2.738	5.820	68,0	2.606	9,7
Cristais Paulista	0	0	0	0	37.800	120	0,3	35	1	3,0	3.085	8,2
Franca	0	0	0	0	57.100	6.358	11,1 ⁵⁴	2.252	3.662	61,9	4.380	7,7
Guaíra	3	9.106.926	645.329	405.033	124.100	44.773	36,1	12.355	29.184	70,3	6.934	5,6
Guará	0	0	0	0	35.900	22.334	62,3	6.543	12.366	65,4	1.320	3,7
Igarapava	1	2.541.083	207.323	111.894	46.900	23.998	51,1	18.146	4.043	18,2	3.346	7,1
Ipuã	0	0	0	0	56.400	28.561	50,6	8.105	18.003	69,0	2.406	4,3
Itirapuã	0	0	0	0	15.400	0	0	-	-	-	1.408	9,1
Ituverava	0	0	0	0	74.600	32.264	43,2	10.614	18.266	63,2	3.182	4,3
Jeriquara	0	0	0	0	13.700	3.136	22,9	835	2.050	71,1	796	5,8
Miguelópolis	0	0	0	0	80.000	28.504	35,6	10.657	15.526	59,3	2.713	3,4
Nuporanga	0	0	0	0	33.500	20.741	61,9	12.381	4.682	27,4	1.281	3,8
Patrocínio Paulista	1	1.267.374	0	110.159	63.500	9.492	14,9	4.780	4.170	46,6	8.126	12,8
Pedregulho	0	0	0	0	74.400	4.483	6,0	858	3.346	79,6	7.707	10,4
Restinga	0	0	0	0	25.700	9.971	38,8	5.627	3.954	41,3	1.184	4,6
Ribeirão Corrente	0	0	0	0	15.500	1.199	7,74	530	514	49,2	723	4,7
Rifaína	0	0	0	0	17.200	1.198	7,0	727	402	35,6	2.364	13,7
Sto. Antonio da Alegria	0	0	0	0	30.000	749	2,5	446	262	37,0	4.155	13,8
São Joaquim da Barra	1	3.681.114	320.666	103.261	41.200	28.660	69,6	8.541	18.211	68,1	1.901	4,6
São José da Bela Vista	0	0	0	0	29.300	13.945	47,6	7.503	5.530	42,4	1.226	4,2
TOTAIS	8	21.701.909	1.415.333	1.023.217	1.002.500	349.749	34,9	145.856	172.427	54,2	65.945	6,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵⁴ Descontada a área urbana de Franca (8.400 ha), a área rural disponível é de 48.700 ha e a taxa de ocupação do solo com cana equivale a 13,0%.

**Tabela 20 – Síntese da UGRHI 8 – Sapucaí-Mirim/Grande
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	683.293 habitantes [94% na área urbana, ~ 2% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 9.125 km ²	Vazão média 146 m ³ /s	Vazão mínima 28 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/ rios Sapucaí /Grande [IQA=67]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,66 m ³ /s	Total: 25,57 m ³ /s	
	Industrial: 4,71 m ³ /s		
	Irrigação: 19,20 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 99%	Tratamento: 70 %	
Vegetação nativa remanescente	65.945 ha [6,58%], 3.422 ha em 2 UC		
Compensação financeira	Apenas Pedregulho recebe o ICMS ecológico.		
Moagem, açúcar, álcool, energia	21.701.909 tc – 1.415.333 t – 1.023.217 m ³ – 151,7 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	43.403.818 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 868.076,36 [projeção]		
Área cultivada com cana	349.749 ha [34,9%]		
Área colhida com queima	145.856 ha [45,8%]		
Área colhida sem queima	172.427 ha [54,2%]		
Índice de Mecanização da colheita	54,2% [CANASAT] [58,4% (IEA)]		
Cana/ Valor da produção	27.435.995 tc ≡ R\$ 823.079.838,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	43.513 empregados(as)		
Cortadores de cana	9.822 cortadores(as) [3.307(IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	12.278.604 m ³ - 132.742 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	868.076 t - 1.736 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	12.331 t - 1.399 t _{ia}		
Óleo diesel	79.564.385 litros		
Queima de bagaço de cana	4.932.252 tb		
Bagaço de cana excedente	1.100.879 tb ≡ -223.313 t CO ₂ eq.[emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	316.300 MWh ≡ -141.070 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / Emissões evitadas	1.023.217 m ³ ≡ -2.046.434 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-2.410.817 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	46.896 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	4.932 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	25.271 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	2.219 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [diesel]	319.053 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	207.451 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	215.725 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	124.293 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	866.522 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB



4.4 UGRHI 9 – MOGI-GUAÇU

A Tabela 21 mostra as 31 usinas da UGRHI Mogi Guaçu, das quais quatro são destilarias de álcool autônomas. A produção de aguardente é a mais importante do Estado e está localizada nos municípios de Pirassununga, Porto Ferreira e Barrinha, principalmente.

Tabela 21 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 9 – Mogi-Guaçu

<i>Ranking Estadual</i>	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
2 ^a	São Martinho	Pradópolis	6.762.246	361.580	336.490	19,0
5 ^a	Santa Elisa	Sertãozinho	5.166.420	317.636	222.473	62,0
11 ^a	Bonfim	Guariba	4.132.634	345.775	167.691	18,0
19 ^a	São João	Araras	3.564.437	235.850	148.445	12,0
22 ^a	Santa Cruz	A. Brasiliense	3.376.220	207.445	156.570	36,4
23 ^a	Moreno	Luiz Antonio	3.284.953	260.694	119.847	5,5
24 ^a	Bazan	Pontal	3.257.513	254.237	132.773	10,2
27 ^a	Andrade	Pitangueiras	3.018.926	195.644	158.317	7,2
28 ^a	Dedini S.Luiz	Pirassununga	2.996.198	244.669	58.533	10,0
33 ^a	S. João SJBV	S. J. Boa Vista	2.653.225	207.058	84.360	7,0
41 ^a	Bela Vista	Pontal	2.498.365	196.409	99.924	9,8
44 ^a	S. Antonio	Sertãozinho	2.307.824	140.650	111.360	23,0
47 ^a	Santa Adélia	Jaboticabal	2.241.274	116.094	127.866	42,0
52 ^a	Santa Rita	S. Rita P. Quatro	2.103.525	129.924	91.493	5,2
54 ^a	Viralcool	Pitangueiras	2.079.261	150.016	86.952	20,0
55 ^a	NSAp./Carolo	Pontal	2.059.515	214.610	50.410	8,0
59 ^a	São Carlos	Jaboticabal	1.948.448	90.875	108351	6,8
64 ^a	Pitangueiras	Pitangueiras	1.837.067	136.806	80.608	25,0
66 ^a	Cresciumal	Leme	1.804.234	108.485	78.899	42,3
70 ^a	Santa Luiza	Motuca	1.760.633	92.228	92.555	6,0
80 ^a	Ferrari	Pirassununga	1.535.428	116.914	62.167	4,0
82 ^a	Albertina	Sertãozinho	1.511.731	148.562	33.772	4,2
86 ^a	NS. Aparecida	Itapira	1.455.015	88.236	60.944	5,8
99 ^a	Santa Lúcia	Araras	1.247.700	70.001	54.316	4,4
102 ^a	São Francisco	Sertãozinho	1.219.561	81.049	51.300	6,7
105 ^a	Ipiranga	Descalvado	1.165.100	96.084	39.109	3,0
141 ^a	Santa Inês	Sertãozinho	521.533	0	47.981	2,6
150 ^a	Lopes Silva	Sertãozinho	317.174	0	27.503	0,7
154 ^a	Líder	Pirassununga	269.938	14.491	6.297	0,7
155 ^a	Irmãos Baldim	Pirassununga	200.708	0	14.776	-
159 ^a	Foltran	Leme	145.523	0	3.620	-
TOTAIS	31	-	68.442.329	4.622.022	2.915.802	407,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana - 2008 e da ANEEL.

A UGRHI Mogi Guaçu é responsável por 23,1% da moagem estadual de cana (68.442.329 tc). Na safra 2008/2009 a usina São Martinho assumiu a posição de maior usina do mundo em moagem de cana (8.004.221 tc), segundo a UNICA.

Sertãozinho, com seis usinas, três destilarias de aguardente e 11.044.243 tc, é o município paulista com a maior moagem e sedia o segundo mais importante polo da indústria de base sucroalcooleira com, aproximadamente, 400 indústrias metalúrgicas.

Nas Tabelas 22 e 23, encontram-se os dados acerca dos 38 municípios dessa UGRHI, classificada como “em industrialização”. Jaboticabal, com duas usinas, é o município que possui a maior área com cana [54.800 ha (77,8%)], da qual [21.996 ha (46,1%)] são de cq (cana queimada). A área total de cana e a taxa média de ocupação do solo nessa UGRHI [479.190 ha (36,7%)] são as segundas mais elevadas do Estado.

Em Dumont, verifica-se a maior taxa de ocupação do solo com cana, do Estado [9.087 ha (89,1%)], simultaneamente à menor área de vegetação nativa [89,0 ha (1,0%)] dessa UGRHI. Em Águas de Lindóia, Lindóia, Santo Antonio do Jardim e Socorro, a cultura da cana não está presente economicamente. O índice médio de mecanização da colheita, nessa UGRHI, na safra 2007/2008, foi de 50,8%. Os mais elevados índices de colheita de cc (cana crua) ocorrem em Pradópolis com 88,4% e em Barrinha com 88,0%. A área total de cc (214.281 ha) é a mais elevada do Estado. Pitangueiras e Pontal concentram 38.889 ha de cq, o que corresponde a 19% da área total de queima verificada nessa UGRHI.

Na UGRHI 9, o maior número de usinas (31) e a maior moagem do Estado, resultaram na maior disponibilidade de bagaço, que, por sua vez, determinou a existência da maior potência elétrica instalada dentre todas as UGRHI[s]: 407,6 MW. Todavia, observa-se que a maior parte das usinas não participa da venda de excedentes de energia ao Sistema Interligado Nacional – SIN, como é o caso da usina São Martinho que optou comercializar, por longo prazo, o bagaço excedente, a grande indústria cítrica.

A Figura 7 mostra a UGRHI 9 com a localização aproximada das 31 usinas e duas destilarias de aguardente (Pignata e Santa Clara). A captação de água é feita preponderantemente no Rio Mogi Guaçu, manancial empregado para o abastecimento público, a pesca desportiva e para o suprimento de grande parque industrial (indústrias de papel e celulose, alimentícias, dentre outras).

Tabela 22 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 9

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Aguai	0	0	0	0	46.200	10.323	22,3	3.744	4.685	55,6	2.864	6,2
Águas da Prata	0	0	0	0	15.500	66	0,4	34	0	0	2.991	19,3
Águas de Lindóia	0	0	0	0	6.400	0	0	-	-	-	563	8,8
Américo Brasiliense	1	3.376.220	207.445	156.570	12.700	8.239	64,8	2.835	4.314	60,3	973	7,7
Araras	2	4.812.137	305.851	202.761	61.000	30.254	49,6	13.102	12.027	47,9	2.947	4,8
Barrinha	0	0	0	0	14.400	11.045	76,7	1.124	8.292	88,0	190	1,3
Conchal	0	0	0	0	21.200	751	3,5	538	2	0,4	450	2,1
Descalvado	1	1.165.100	96.084	39.109	74.300	22.368	30,1	9.664	9.722	50,1	7.660	10,3
Dumont ⁵⁵	0	0	0	0	10.200	9.087	89,1	3.169	3.834	54,0	98	1,0
Engº. Coelho	0	0	0	0	11.200	1.469	13,1	902	360	28,5	481	4,3
Espírito Sto. Pinhal	0	0	0	0	39.400	1.797	4,5	152	1.566	91,2	3.369	8,5
Estiva Gerbi	0	0	0	0	7.400	929	12,5	325	505	60,8	318	4,3
Guariba	1	4.132.634	345.775	167.691	26.400	22.355	84,7	6.764	9.603	58,7	247	0,9
Guatapar	0	0	0	0	40.600	23.118	56,9	4.023	13.986	77,7	2.328	5,7
Itapira	1	1.455.015	88.236	60.944	52.900	7.280	13,8	2.200	3.840	63,6	3.811	7,2
Jaboticabal	2	4.189.722	206.969	236.217	70.400	54.800	77,8 ⁵⁶	25.674	21.996	46,1	1.105	1,6
Leme	2	1.949.757	108.485	82.519	39.600	16.482	41,6	7.600	7.031	51,9	1.065	2,7
Lindóia	0	0	0	0	4.300	0	0	-	-	-	302	7,0
Luiz Antnio	1	3.284.953	260.694	119.847	61.100	27.392	44,8	10.044	14.439	59,0	7.377	12,1
Mogi Guaçu	0	0	0	0	85.500	8.057	9,4	2.734	3.729	57,7	4.230	4,9
Mogi Mirim	0	0	0	0	48.400	7.011	14,5	2.557	3.684	59,0	1.319	2,7
Motuca	1	1.760.633	92.228	92.555	23.200	15.923	68,6	5.018	8.810	63,7	1.223	5,3

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵⁵ Município com a maior taxa de ocupação do solo com cana, do Estado.

⁵⁶ Descontada a área urbana de Jaboticabal (944 ha), a área rural disponível é de 69.456 ha e a taxa de ocupação do solo com cana equivale a 78,9%.

Tabela 22 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 9
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Pirassununga	4	5.002.272	376.074	141.873	72.200	23.214	32,1	7.452	13.016	63,6	4.467	6,2
Pitangueiras	3	6.935.254	482.466	325.877	44.000	33.637	76,4	20.603	10.067	32,8	717	1,6
Pontal	3	7.815.393	665.256	283.107	38.000	28.543	75,1	18.286	7.259	28,4	797	2,1
Porto Ferreira	0	0	0	0	24.600	7.043	28,6	2.185	3.305	60,2	1.546	6,3
Pradópolis	1	6.762.246	361.580	336.490	17.000	10.540	62,0	1.046	7.989	88,4	163	1,0
Rincão	0	0	0	0	28.000	16.987	71,4	5.735	9.454	62,2	1.322	4,7
Sta. Cruz Conceição	0	0	0	0	15.500	2.822	18,2	499	1.839	78,6	1.080	7,0
Sta. Cruz Palmeiras	0	0	0	0	32.200	14.956	46,4	8.392	4.304	33,9	2.876	8,9
Santa Lúcia	0	0	0	0	16.900	10.048	59,5	4.484	4.463	49,9	1.552	9,2
Sta. Rita Passa Quatro	1	2.103.525	129.924	91.493	73.800	14.986	20,3	6.001	6.733	52,9	6.978	9,5
Sto. Antônio do Jardim	0	0	0	0	10.400	0	0	0	-	-	726	7,0
São João da Boa Vista	1	2.653.225	207.058	84.360	50.000	6.741	13,5	4.060	2.040	33,4	4.434	8,9
Serra Negra	0	0	0	0	20.300	652	3,2	168	351	67,6	1.441	7,1
Sertãozinho	6	11.044.243	687.897	494.389	40.500	29.081	71,2 ⁵⁷	13.122	10.914	45,2	941	2,3
Socorro	0	0	0	0	44.200	0	0	0	-	-	2.080	4,7
Taquaral	0	0	0	0	6.200	1.194	19,3	995	122	10,9	34	0,5
TOTAIS	30	68.442.329	4.622.022	2.915.802	1.306.100	479.190	36,7	195.231	214.281	50,8	77.062	5,9

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵⁷ Descontada a área urbana de Sertãozinho (3.500 ha), a área rural disponível é de 37.000 ha e a taxa de ocupação do solo com cana, equivale à 79,0%.

**Tabela 23 – Síntese da UGRHI 9 – Mogi Guaçu
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	1.438.174 habitantes [90% na área urbana, ~ 4% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 15.004 km ²	Vazão média 199 m ³ /s	Vazão mínima 48 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o rio Mogi Guaçu [IQA = 52]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 3,79 m ³ /s	Total: 40,23 m ³ /s	
	Industrial: 27,83 m ³ /s		
	Irrigação: 8,61 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 96%	Tratamento: 32 %	
Vegetação nativa remanescente	77.062 ha [5,9%], 17.465 ha em 9 UC		
Compensação financeira	8 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	68.442.329 tc – 4.622.022 t – 2.915.802 m ³ – 407,6 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	136.884.658 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 2.737.693,16 [projeção]		
Área cultivada com cana	479.190 ha [36,7%]		
Área colhida com queima	195.231ha [49,2%]		
Área colhida sem queima	214.281 ha [50,8%]		
Índice de mecanização da colheita	50,8% [CANASAT] [40,9% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	35.299.934 tc ≡ R\$ 1.058.998.032,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	55.986 empregados(as)		
Cortadores de cana	13.147 cortadores(as) [10.425(IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	34.989.624 m ³ - 378.266 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	2.737.693 t - 5.475 t [NaOH]		
Cinzas / agroquímicos	38.888 t - 1.917 t _{ia}		
Óleo diesel	102.369.809 litros		
Queima de bagaço de cana	15.555.075 tb		
Bagaço de cana excedente	3.471.892 tb ≡ -704.273 t CO ₂ eq.[emis.evitas(50%)]		
Energia elétrica excedente	778.200 MWh ≡ -347.077 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	2.915.802 m ³ ≡ -5.831.604 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-6.882.954 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	62.772 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	15.555 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	33.826 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	7.000 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	410.503 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	277.677 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	295.564 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	391.988 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	1.375.732 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Média anual de MP ₁₀ [53µg/Nm ³] > PQAR[50µg/Nm ³] Dados da estação telemétrica localizada em Rib. Preto		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

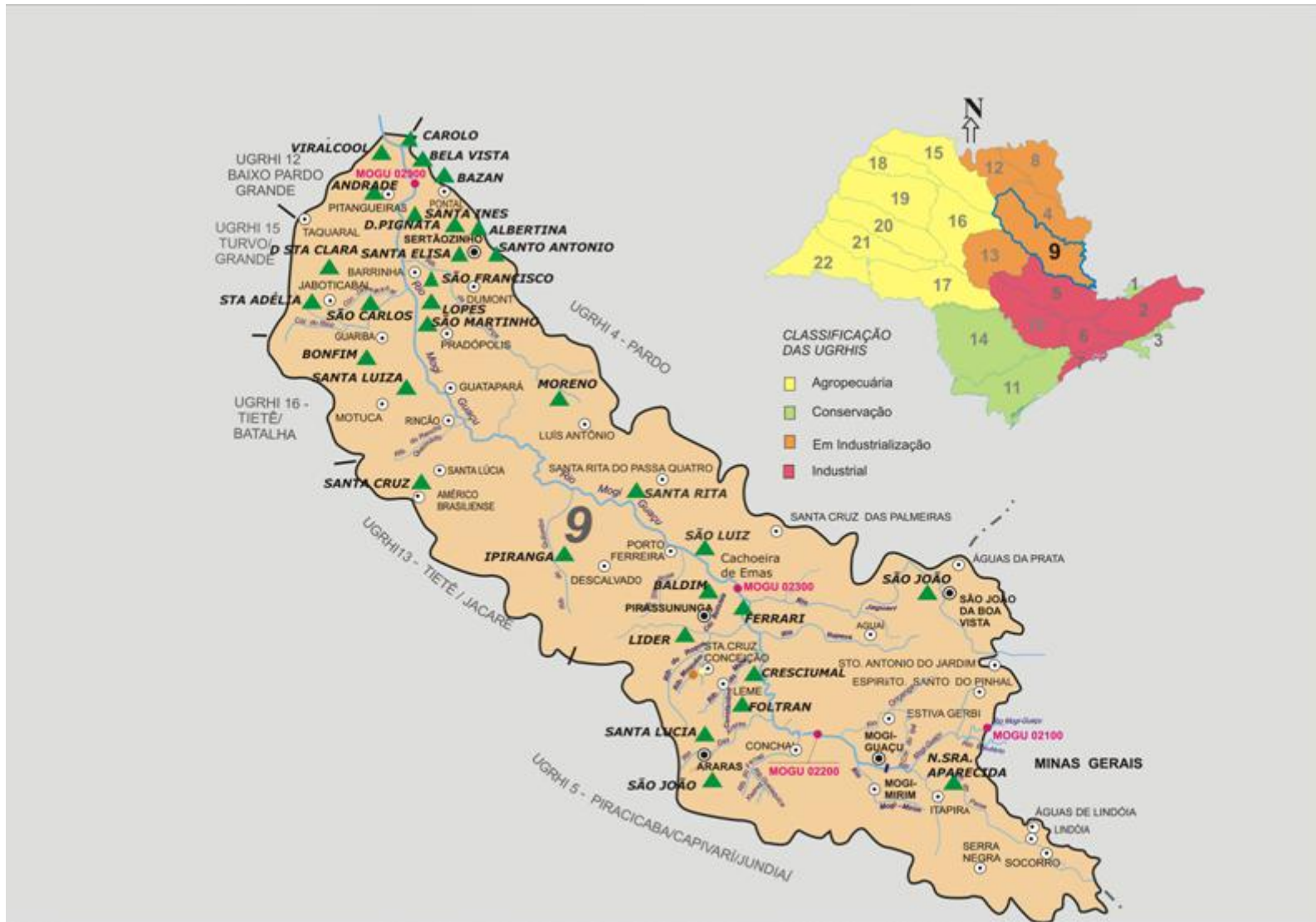


Figura 7 - Localização aproximada das 31 usinas na UGRHI 9 - MOGI GUAÇU

- LEGENDA:**
- PRINCIPAIS CIDADES
 - ▲ USINA EM OPERAÇÃO
 - TIPOS DE MONITORAMENTO:
 - SEDE MUNICIPAL
 - 🌊 CURSO D'ÁGUA
 - REDE BÁSICA - ÁGUA
 - LIMITE DE UGRHI
 - 🛑 BARRAGEM
 - REDE MONITORAMENTO - BALNEABILIDADE
 - LIMITE INTERESTADUAL
 - REDE MONITORAMENTO - SEDIMENTO



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.5 UGRHI 10 – SOROCABA/MÉDIO TIETÊ

A Tabela 24 mostra as usinas da UGRHI Sorocaba/Médio Tietê, região que reúne apenas quatro usinas, das quais uma é destilaria autônoma. A moagem é a menor do Estado de São Paulo [2.909.524 tc (1,0%)].

Tabela 24 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 10 – Sorocaba

<i>Ranking Estadual</i>	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
92 ^a	Santa Maria	Cerquillo	1.345.791	76.439	60.120	3,8
126 ^a	Santa Rosa	Boituva	824.445	33.313	41.287	1,6
137 ^a	Pederneiras	Tietê	559.288	36.206	16.358	2,4
157 ^a	Rosa	Boituva	180.000	0	13.500	2,7
TOTAIS	4	-	2.909.524	145.958	131.265	10,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da Cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 25 e 26, encontram-se os dados acerca dos 33 municípios dessa UGRHI, classificada como “industrializada”. A área total de plantio de cana é a terceira mais baixa do Estado [97.964 ha (8,1%)]. Porto Feliz possui a maior área de cana [19.579 ha (36,0%)], da qual [10.859 ha (60,0%)] é de cc. Nesse município também ocorre a maior taxa de ocupação do solo com cana. A vegetação nativa remanescente nessa UGRHI [181.396 ha (15,0%)] é a segunda mais elevada do Estado.

Em 12 municípios dessa UGRHI (Alumínio, Araçariguama, Bofete, Cabreúva, Ibiúna, Mairinque, Piedade, Salto do Pirapora, São Roque, Torre de Pedra, Vargem Grande Paulista e Votorantim), a cultura da cana não está presente economicamente.

O índice médio de mecanização da colheita, na safra 2007/2008, foi de 55,4%. Os mais elevados índices de colheita de cc ocorrem em Anhembi [5.848 ha (94,0%)] e Conchas, [1.194 ha (94,0%)]. Botucatu (14.691 ha) e Porto Feliz (19.579 ha) concentram 34.270 ha de cana plantada, o que corresponde a 35,0% da área total de cana dessa UGRHI.

A Figura 8 mostra a UGRHI 10 e a localização aproximada das quatro usinas, responsáveis pela moagem de 3.309.524 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 1,1% do total moído no Estado.

Tabela 25 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 10

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Alambari	0	0	0	0	17.300	38	0,2	0	38	100	1.124	6,5
Alumínio	0	0	0	0	9.500	0	0	-	-	-	644	6,8
Anhembi	0	0	0	0	72.800	6.342	9,6	365	5.848	94	6.524	9,0
Araçariguama	0	0	0	0	13.800	0	0	-	-	-	4.300	31,2
Araçoiaba da Serra	0	0	0	0	28.300	404	1,6	222	149	40	2.668	9,4
Bofete	0	0	0	0	64.500	0	0	-	-	-	7.698	11,9
Boituva	2	1.004.445	33.313	54.787	24.800	6.198	0,2	3.448	2.050	37	1.024	4,1
Botucatu	0	0	0	0	149.600	14.691	12,3	4.534	9.640	68	14.673	9,8
Cabreúva	0	0	0	0	26.700	0	0	-	-	-	9.371	35,1
Capela do Alto	0	0	0	0	14.300	1.019	8,4	179	664	76	1.581	11,1
Cerquilha	1	1.345.791	76.439	60.120	12.600	3.216	25,7	1.468	1.227	45	155	1,2
Cesário Lange	0	0	0	0	19.000	5.730	30,5	4.054	838	18	450	2,4
Conchas	0	0	0	0	46.500	1.289	3,7	72	1.194	94	2.536	5,5
Ibiúna	0	0	0	0	108.800	0	0	-	-	-	55.488	51,0
Iperó	0	0	0	0	16.500	1.200	8,4	345	473	56	2.771	16,8
Itu	0	0	0	0	64.200	1.925	2,7	217	1.336	86	6.324	9,9
Jumirim	0	0	0	0	5.500	587	10,7	234	59	20	155	2,8
Laranjal Paulista	0	0	0	0	38.700	8.825	23,5	3.965	4.561	53	758	2,0
Mairinque	0	0	0	0	21.400	0	0	-	-	-	4.981	23,3
Pereiras	0	0	0	0	23.600	572	3,4	492	69	12	460	1,9
Piedade	0	0	0	0	72.900	0	0	-	-	-	28.388	38,9
Porangaba	0	0	0	0	27.600	215	0,8	215	0	0	1.378	5,0
Porto Feliz	0	0	0	0	56.900	19.579	36,0	7.361	10.859	60	1.774	3,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 25 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 10
[continuação]

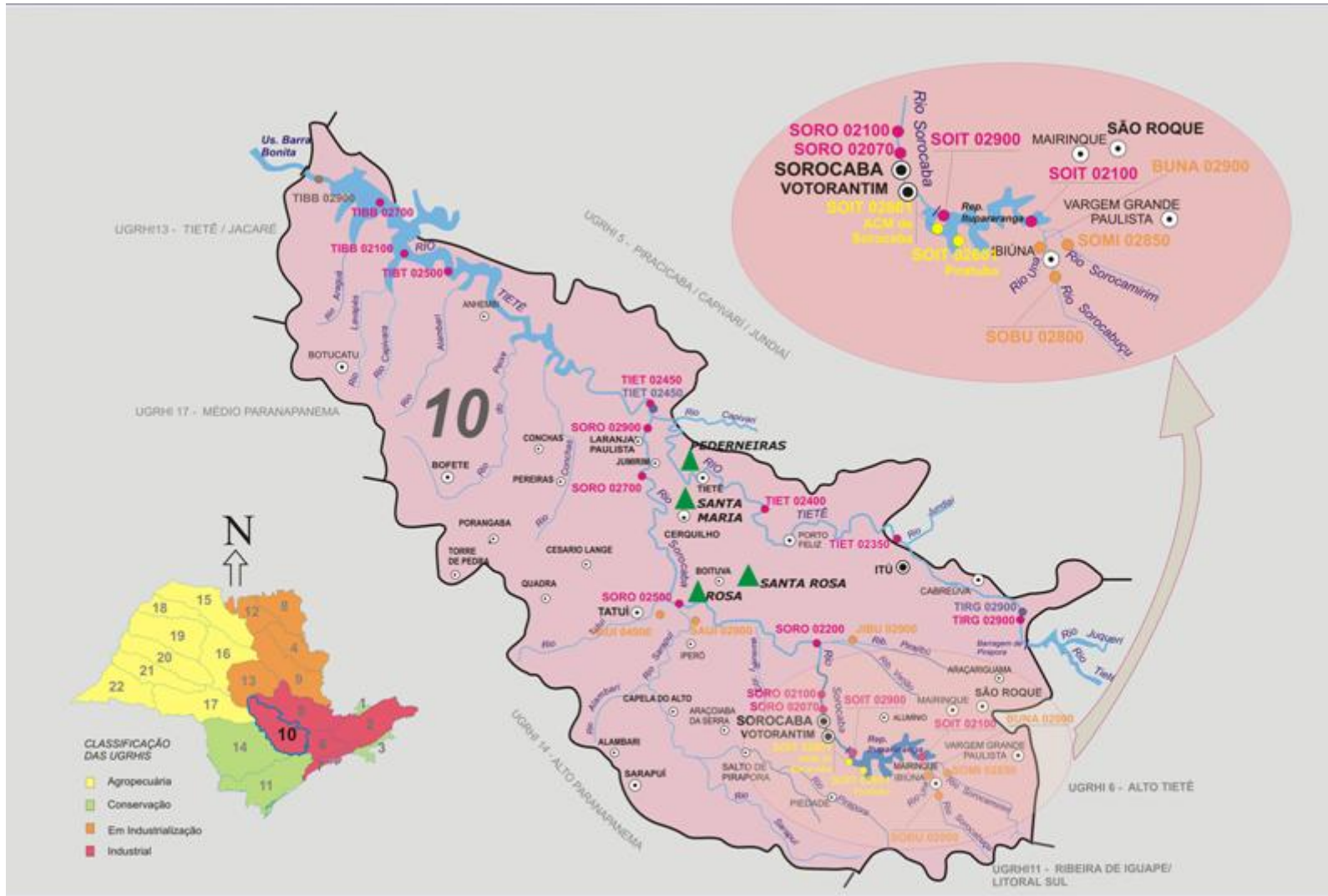
Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Quadra	0	0	0	0	19.400	2.619	14,3	1.274	1.252	50	1.164	6,0
Salto do Pirapora	0	0	0	0	25.500	0	0	-	-	-	2.509	9,8
São Roque	0	0	0	0	31.300	0	0	-	-	-	9.095	29,1
Sarapuí	0	0	0	0	34.200	12	0,03	0	12	100	3.955	11,6
Sorocaba	0	0	0	0	44.300	971	2,5	334	347	51	2.463	5,6
Tatuí	0	0	0	0	52.100	10.282	20,8	5.257	4.122	44	2.588	5,0
Tietê	1	559.288	36.206	16.358	39.800	12.250	31,1	6.014	4.992	45	973	2,4
Torre de Pedra	0	0	0	0	6.900	0	0	-	-	-	736	10,7
Vargem Grande Paulista	0	0	0	0	2.900	0	0	-	-	-	688	23,7
Votorantim	0	0	0	0	17.700	0	0	-	-	-	2.000	11,3
TOTAIS	4	2.909.524	145.958	131.165	1.209.900	97.964	8,1	40.050	49.730	55,4	181.396	15,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 26 – Síntese da UGRHI 10 – Sorocaba e Médio Tietê
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	1.836.750 habitantes [88% na área urbana, ~ 4% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 11.829 km ²	Vazão média 107 m ³ /s	Vazão mínima 22 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o rio Sorocaba [IQA = 57]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 5,27 m ³ /s	Total: 17,98 m ³ /s	
	Industrial: 4,36 m ³ /s		
	Irrigação: 8,35 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 88%	Tratamento: 46 %	
Vegetação nativa remanescente	181.396 ha [15,0%], 26.284 ha em 2 UC		
Compensação financeira	10 municípios recebem o ICMS ecológico.		
Moagem, açúcar, álcool, energia	2.909.524 tc – 145.958 t – 131.165 m ³ – 10,6 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	5.818.076 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 116.380,96 [projeção]		
Área cultivada com cana	97.964 ha [08,1%]		
Área colhida com queima	40.050 ha [44,6%]		
Área colhida sem queima	49.730 ha [55,4%]		
Índice de mecanização da colheita	55,4% [CANASAT] [29,0% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	7.739.036 tc ≡ R\$ 232.171.080,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	12.274 empregados(as)		
Cortadores de cana	2.698 cortadores(as) [3.949(IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	1.573.980 m ³ - 17.016 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	116.381 t - 233 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	1.653 t - 392 t _{ia}		
Óleo diesel	22.443.204 litros		
Queima de bagaço de cana	661.255 tb		
Bagaço de cana excedente	147.593 tb ≡ -29.939 t CO ₂ eq.[emis.evitas (50%)]		
Energia elétrica excedente	- MWh		
Etanol / emissões evitadas	131.165 m ³ ≡ -262.330 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-292.269 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	12.877 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	661 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	6.939 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	297 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	89.997 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	56.963 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	60.424 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	16.664 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	224.048 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Média anual de MP ₁₀ [33µg/Nm ³ < PQAR[50µg/Nm ³] em 2007, na estação telemétrica de Sorocaba		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



LEGENDA:
 ● PRINCIPAIS CIDADES
 ○ SEDE MUNICIPAL
 — LIMITE DE UGRHI
 --- LIMITE INTERESTADUAL
 ☞ CURSO D'ÁGUA

Figura 8 - Localização aproximada das quatro usinas na UGRHI 10 - SOROCABA/MÉDIO TIETÊ

● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
 ● MONITORAMENTO REGIONAL
 ● REDE MONITORAMENTO - SEDIMENTO
 ● BALNEABILIDADE
 ● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA + SEDIMENTO
 ● MONITORAMENTO AUTOMÁTICO
 ● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA + MON. AUTOMÁTICO
 ▲ USINA EM OPERAÇÃO

Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB



4.6 UGRHI 12 – BAIXO PARDO/GRANDE

A Tabela 27 mostra as seis usinas da UGRHI Baixo Pardo/Grande, com destaque para a Vale do Rosário, 5ª maior do Estado (safra 2008/2009), uma das pioneiras na venda e a principal geradora de energia elétrica excedente no Brasil.

Tabela 27 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 12 – Baixo Pardo

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Potência [MW]
3ª	Vale Rosário	Morro Agudo	5.717.163	386.460	233.853	93,0
37ª	MB	Morro Agudo	2.537.219	136.915	140.011	16,4
57ª	Continental	Colômbia	2.031.541	167.100	75.594	8,0
58ª	Cia. E. S. José	Colina	2.015.606	205.795	46.245	25,0
79ª	Vertente	Guaraci	1.564.744	103.747	74.794	8,0
142ª	Sanagro CBA	Icém	480.370	49.314	15.400	1,2
TOTAIS	6	-	14.346.643	1.049.331	585.897	151,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 28 e 29, encontram-se os dados acerca dos 12 municípios dessa UGRHI, classificada como em “industrialização”. Morro Agudo, com duas usinas, é o município brasileiro que possui a maior área plantada com cana [106.007 ha (77,3%)], da qual [64.113 ha (66,5%)] são de cq. Nesse município, também ocorre a maior taxa de ocupação do solo com cana (77,3%), seguido por Viradouro [16.724 ha (75,3%)].

Em todos os municípios dessa UGRHI, a cultura da cana está presente economicamente e a taxa média de ocupação do solo com cana é a mais elevada dentre todas as UGRHI[s]: 48,6%.

O índice médio de mecanização da colheita é de 38,6% e a área de cq (189.936 ha), a segunda maior do Estado. A lei municipal 3998 que proibia as queimadas em Barretos, foi suspensa em 28.02.2009 pelo Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. Essa região, até então tradicionalmente voltada à atividade de pecuária extensiva de corte, tem suas áreas de pastagens paulatinamente ocupadas pela cultura da cana-de-açúcar.

A Figura 9 mostra a UGRHI 12 e a localização das seis usinas, responsáveis pela moagem de 14.346.643 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 4,8% do total moído no Estado.

Tabela 28 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 12

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Altair	0	0	0	0	33.800	10.227	30,3	4.609	4.519	49,9	1.856	5,5
Barretos	0	0	0	0	157.000	52.513	33,4	24.455	22.057	47,4	12.148	7,7
Bebedouro	0	0	0	0	67.400	29.498	43,8	16.588	9.380	36,1	3.307	4,9
Colina	1	2.015.606	205.795	46.245	40.400	21.854	54,1	13.265	6.831	34,0	1.625	4,0
Colômbia	1	2.031.541	167.100	75.594	72.500	21.133	29,1	10.666	8.883	45,4	5.818	8,0
Guaraci	1	1.564.744	103.747	74.794	64.300	18.712	29,1	7.948	8.462	51,6	3.035	4,7
Icém	1	480.370	49.314	15.400	36.600	13.024	35,6	3.963	7.757	66,2	3.006	8,2
Jaborandi	0	0	0	0	24.800	19.152	77,2	13.115	2.900	18,1	1.138	4,6
Morro Agudo	2	8.254.382	523.375	373.864	137.200	106.007	77,3 ⁵⁸	64.113	32.282	33,5	7.537	5,5
Orlândia	0	0	0	0	30.200	19.301	63,9	11.264	6.230	35,6	1.147	3,8
Terra Roxa	0	0	0	0	22.700	16.239	71,5	10.209	4.394	30,1	1.116	4,9
Viradouro	0	0	0	0	22.200	16.724	75,3	9.741	5.470	36,0	587	2,6
TOTAIS	6	14.346.643	1.049.331	585.897	709.100	344.384	48,6	189.936	119.165	38,6	42.320	6,0

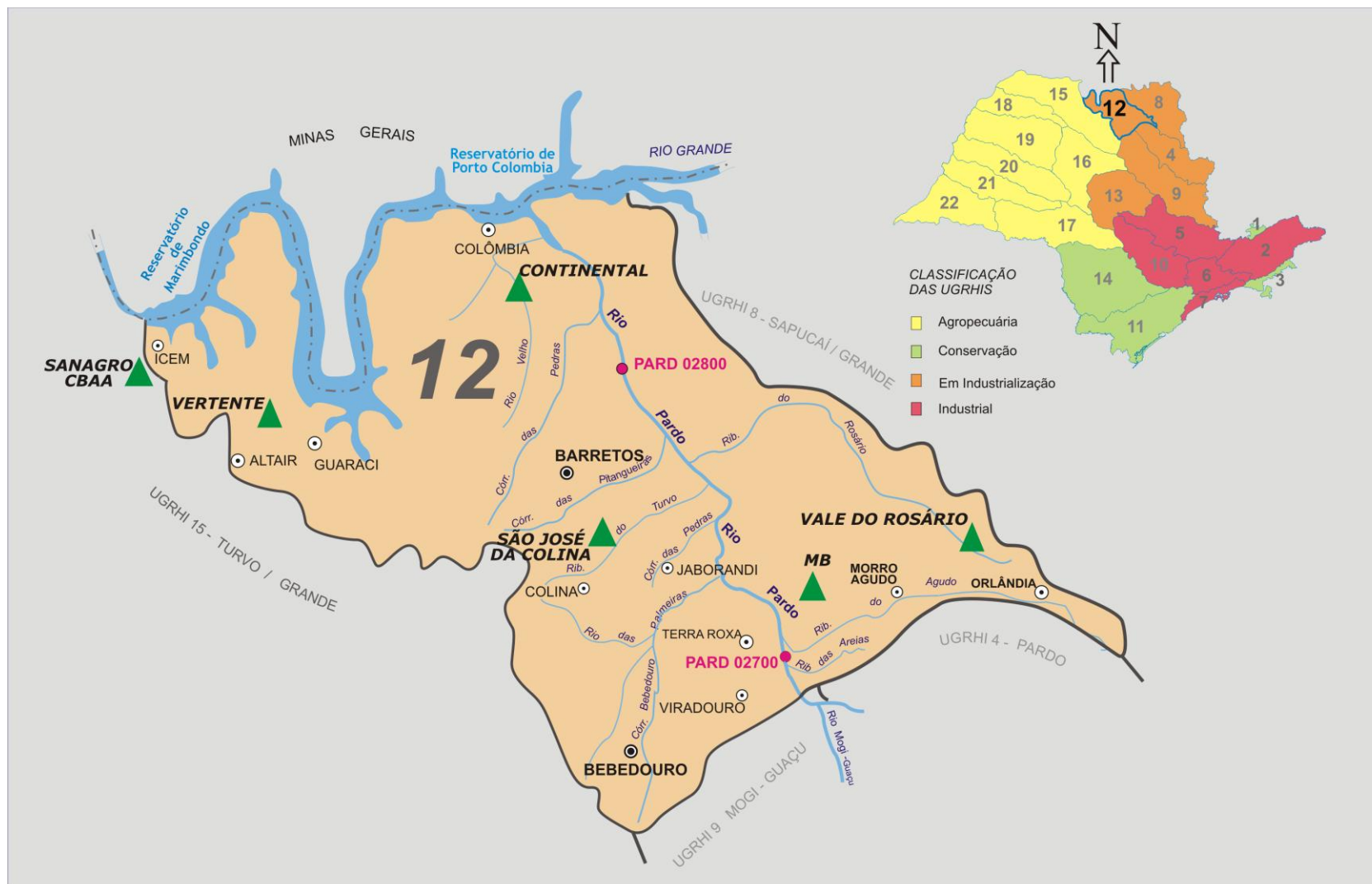
Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁵⁸ Descontada a área urbana de Morro Agudo (413 ha), a área rural disponível é de 136.787 ha e a taxa de ocupação do solo com cana equivale a 77,5%.

**Tabela 29 – Síntese da UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	337.871 habitantes [93% na área urbana, ~ 1% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 7.239 km ²	Vazão média 87 m ³ /s	Vazão mínima 21 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o rio Pardo [IQA = 61]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 0,85 m ³ /s	Total: 12,99 m ³ /s	
	Industrial: 3,02 m ³ /s		
	Irrigação: 9,11 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 99 %		Tratamento: 70 %
Vegetação nativa remanescente	42.320 ha [6,0%], 99 ha em apenas 1 UC		
Compensação financeira	Nenhum município recebe o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	14.346.643 tc – 1.049.331 t – 585.897 m ³ – 151,6 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	28.693.286 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 573.865,72 [projeção]		
Área cultivada com cana	344.384 ha [48,6%]		
Área colhida com queima	189.936 ha [61,4%]		
Área colhida sem queima	119.165 ha [38,6%]		
Índice de mecanização da colheita	38,6% [CANASAT] [52% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	26.644.506 tc ≡ R\$ 799.335.186,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	42.258 empregados(as)		
Cortadores de cana	12.791 cortadores(as) [11.291(IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	7.030.764 m ³ - 76.008 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	573.866 t - 1.148 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	8.151 t - 1.377 t _{ia}		
Óleo diesel	77.269.067 litros		
Queima de bagaço de cana	3.260.601 tb		
Bagaço de cana excedente	727.766 tb ≡ -147.627 t CO ₂ eq.[emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	416.600 MWh ≡ -185.804 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	585.897 m ³ ≡ -1.171.794 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-1.505.225 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	60.821 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	3.261 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	32.909 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	1.467 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	309.849 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	270.146 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	212.416 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	82.167 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	874.578 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Média anual de MP ₁₀ [53µg/Nm ³] > PQAR[50µg/Nm ³] Dados da estação telemétrica localizada em Rib. Preto		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ LIMITE INTERESTADUAL
- ▬ CURSO D'ÁGUA

Figura 9 - Localização aproximada das seis usinas na UGRHI 12 - BAIXO PARDO/GRANDE

- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- REDE MONITORAMENTO - SEDIMENTO
- ▲ USINA EM OPERAÇÃO



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.7 UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ

A Tabela 30 mostra as 18 usinas da UGRHI Tietê/Jacaré, das quais 13 são de açúcar e álcool, quatro são destilarias autônomas e uma dedica-se à produção exclusiva de açúcar, o que é incomum.

Tabela 30 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

<i>Ranking Estadual</i>	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
1 ^a	Da Barra	Barra Bonita	6.815.821	489.723	290.126	15,8
16 ^a	Barra Grande	Lençóis Paulista	3.707.544	261.627	180.130	62,9
18 ^a	São José	Macatuba	3.628.898	232.467	189.900	24,8
30 ^a	Cândida	Bocaina	2.804.486	195.983	125.821	29,0
42 ^a	São Manoel	São Manoel	2.357.002	158.895	105.680	4,4
46 ^a	Zanin	Araraquara	2.262.199	149.088	90.200	8,0
51 ^a	Santa Fé	Nova Europa	2.110.877	136.500	93.998	6,4
60 ^a	Diamante	Jaú	1.876.679	148.277	71.470	7,0
63 ^a	Maringá	Araraquara	1.862.595	118.491	80.500	8,0
76 ^a	Da Serra	Ibaté	1.717.381	164.564	55.546	15,0
85 ^a	Paraíso	Brotas	1.475.100	103.987	57.642	7,7
95 ^a	Barra	Dois Córregos	1.335.014	128.338	38.745	3,6
96 ^a	Della Coletta	Bariri	1.284.923	108.550	42.606	4,0
108 ^a	Tamoio	Araraquara	1.145.718	137.940	0	3,6
136 ^a	Iacanga	Iacanga	605.042	0	56.870	12,0
146 ^a	Santa Maria	Lençóis Paulista	400.000	0	35.000	3,0
149 ^a	Grizzo	Jaú	342.270	0	25.604	0,8
160 ^a	Nova Era	Ibaté	130.000	0	10.500	-
TOTAIS	18	-	35.861.549	2.534.430	1.550.338	216,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana-2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 31 e 32, encontram-se os dados acerca dos 34 municípios dessa UGRHI, classificada como “em industrialização”. Jaú, com duas usinas, possui a maior área plantada com cana [46.163 ha (67,2%)], da qual [35.517 ha (82,2%)] são de cq. Em Igarapu do Tietê ocorre a maior taxa de ocupação do solo [7.397 ha (82,2%)]. Em todos os municípios dessa UGRHI a cultura da cana está presente economicamente. A taxa média de ocupação do solo com cana é a terceira mais elevada, dentre todas as UGRHI[s]: 34,91%. O índice médio de mecanização da colheita nessa UGRHI é de 42,1% e a área de plantio de cana [558.052 ha (34,91%)], a maior do Estado.

A Figura 10 mostra a UGRHI 13 e a localização das 17 usinas responsáveis pela moagem de 35.861.549 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 12,1% do total do Estado.

Tabela 31 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 13

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Agudos	0	0	0	0	95.500	9.871	10,3	2.435	6.896	73,7	11.278	11,8
Araraquara	3	5.270.512	405.519	170.700	101.100	44.021	43,5	18.852	20.438	52,0	5.818	5,8
Arealva	0	0	0	0	47.900	4.394	9,2	2.246	1.485	39,8	3.103	6,5
Areiópolis	0	0	0	0	8.500	6.719	79,0	4.823	1.406	22,6	193	2,3
Bariri	1	1.284.923	108.550	42.606	44.400	22.738	51,2	13.190	5.603	29,4	1.372	3,1
Barra Bonita	1	6.815.821	489.723	290.126	14.200	10.180	71,7	8.726	1.241	12,5	118	0,8
Bauru	0	0	0	0	67.400	499	0,7	92	165	57,4	5.959	8,8
Boa Esperança do Sul	0	0	0	0	67.000	25.323	37,8	9.352	12.318	56,8	6.314	9,4
Bocaina	1	2.804.486	195.983	125.821	36.100	15.732	43,6	7.277	6.998	49,0	4.590	12,7
Boracéia	0	0	0	0	11.300	7.246	64,1	5.043	725	12,5	205	1,8
Borebi	0	0	0	0	34.800	6.394	18,4	1.560	3.314	67,2	3.113	8,9
Brotas	1	1.475.100	103.987	57.642	106.200	24.018	22,6	10.306	11.664	53,1	10.565	9,9
Dois Córregos	1	1.335.014	128.338	38.745	59.900	35.775	59,7	13.043	20.507	61,1	3.500	5,8
Dourado	0	0	0	0	20.200	6.393	31,6	2.808	3.123	52,7	2.738	13,6
Gavião Peixoto	0	0	0	0	24.100	7.393	30,7	2.727	3.765	58,0	827	3,4
Iacanga	1	605.042	0	56.870	55.100	9.365	17,0	5.993	2.081	25,8	3.006	5,5
Ibaté	2	1.847.381	164.564	66.046	29.600	14.030	47,4	5.031	5.268	51,1	2.211	7,5
Ibitinga	0	0	0	0	69.600	14.560	20,9	6.118	6.766	52,5	3.403	4,9
Igaraçu do Tietê	0	0	0	0	9.000	7.397	82,2	5.402	1.655	23,4	20	0,2
Itaju	0	0	0	0	22.600	7.065	31,3	4.070	1.189	22,4	1.189	5,3
Itapuí	0	0	0	0	14.000	9.473	67,7	7.698	975	11,2	25	0,2
Itirapina	0	0	0	0	56.700	5.912	10,4	1.244	4.120	76,5	6.360	11,2
Jaú	2	2.218.949	148.277	97.074	68.700	46.263	67,2	35.517	7.703	17,8	1.032	1,5
Lençóis Paulista	2	4.107.544	261.627	215.130	80.800	43.483	53,8	22.580	14.040	38,2	4.082	5,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 31 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 13

[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Macatuba	1	3.628.898	232.467	189.900	22.600	16.849	74,6	13.532	1.414	9,4	289	1,3
Mineiros do Tietê	0	0	0	0	19.800	13.044	65,9	7.570	4.723	38,4	842	4,3
Nova Europa	1	2.110.877	136.500	93.998	15.900	6.647	41,8	2.100	3.835	64,6	571	3,6
Pederneiras	0	0	0	0	76.500	36.032	47,1	22.967	7.691	25,0	3.601	4,7
Ribeirão Bonito	0	0	0	0	47.200	14.771	31,3	5.570	8.442	60,2	6.773	14,3
São Carlos	0	0	0	0	113.200	32.413	28,6	11.899	15.921	57,2	13.031	11,5
São Manuel	1	2.357.002	158.895	105.680	84.500	34.604	40,9	21.532	12.148	36,1	2.912	3,4
Tabatinga	0	0	0	0	36.300	6.615	18,2	2.064	4.033	66,1	2.113	5,8
Torrinha	0	0	0	0	32.300	9.898	30,6	2.705	5.943	68,7	1.784	5,5
Trabiju	0	0	0	0	5.700	3.038	53,3	1.520	1.891	55,4	666	11,7
TOTAIS	18	35.861.549	2.534.430	1.550.338	1.598.700	558.155	34,9	287.592	209.486	42,1	113.603	7,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 32 – Síntese da UGRHI 13 – Tietê/Jacaré
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	1.478.941 habitantes [96% na área urbana, ~ 3% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 11.779 km ²	Vazão média 97 m ³ /s	Vazão mínima 40 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/ rios Tietê / J. Pepira [IQA = 63]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 4,53 m ³ /s	Total: 22,69 m ³ /s	
	Industrial: 7,55 m ³ /s		
	Irrigação: 10,61 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 94 %	Tratamento: 35 %	
Vegetação nativa remanescente	113.603 ha [7,1%], 8.237 ha em 8 UC		
Compensação financeira	11 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	35.861.549 tc – 2.534.430 t – 1.550.338 m ³ – 216,0 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	71.723.098 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 1.434.461,96 [projeção]		
Área cultivada com cana	558.155 ha [34,9%]		
Área colhida com queima	287.592 ha [57,9%]		
Área colhida sem queima	209.486 ha [42,1%]		
Índice de mecanização da colheita	42,1% [CANASAT] [31,2% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	42.848.124 tc ≡ R\$ 1.285.443.708,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	67.957 empregados(as)		
Cortadores de cana	19.367 cortadores(as) [13.495 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	18.604.056 m ³ - 201.125 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	1.434.462 t - 2.869 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	20,376 t - 2.233 t _{ia}		
Óleo diesel	124.259.560 litros		
Queima de bagaço de cana	8.150.352 tb		
Bagaço de cana excedente	1.819.159 tb ≡ -369.016 t CO ₂ eq.[emis.evitasdas (50%)]		
Energia elétrica excedente	561.100 MWh ≡ -250.250 t CO ₂ eq.[emissões evitasdas]		
Etanol / emissões evitasdas	1.550.338 m ³ ≡ -3.100.676 t CO ₂ eq.		
Emissões totais evitasdas	-3.719.942 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	92.468 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	8.150 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	49.829 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	3.667 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	498.281 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	409.042 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	344.270 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	205.389 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	1.456.982 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

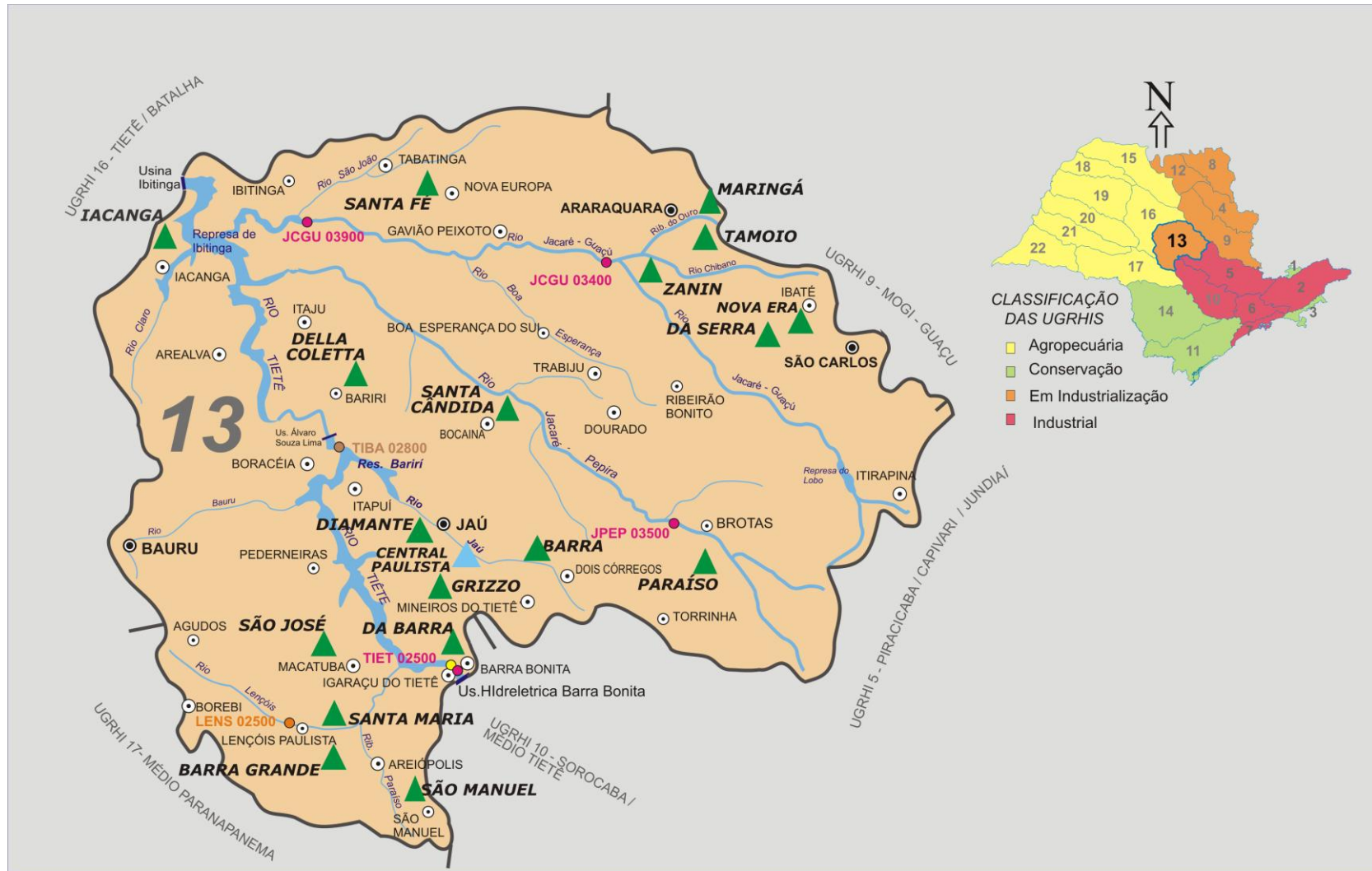


Figura 10 - localização aproximada das 18 usinas na UGRHI 13 - TIETÊ/JACARÉ

LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ CURSO D'ÁGUA
- REDE DE MONITORAMENTO SEDIMENTO
- REDE DE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA
- REDE DE BALNEABILIDADE PRAIAS INTERIORES
- ▲ USINA EM OPERAÇÃO
- ▲ USINA DESATIVADA



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.8 UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA

A Tabela 33 mostra as seis usinas da UGRHI Alto Paranapanema, das quais duas são de açúcar e álcool e quatro são destilarias autônomas.

Tabela 33 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 14 – Alto Paranapanema

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
50 ^a	Ipaussu FBA	Ipaussu	2.174.147	198.941	65.525	6,0
108 ^a	Vista Alegre	Itapetininga	1.152.973	65.316	56.174	1,2
122 ^a	Londra	Itaí	910.075	0	75.706	1,2
138 ^a	Iracema	Itaí	550.000	0	39.521	1,4
159 ^a	B. Campos	B. Campos	140.000	0	10.000	-
164 ^a	Sta Maria	Manduri	70.000	0	5.500	-
TOTAIS	6	-	4.997.195	264.257	252.426	9,8

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 34 e 35, encontram-se os dados acerca dos 34 municípios dessa UGRHI, classificada como “em conservação”. Itaí possui a maior área plantada com cana [18.009 ha (14,9%)], da qual [12.946ha (74,0%)] são de cq.

Em 14 municípios dessa UGRHI a cultura da cana não está presente economicamente. A área de vegetação nativa remanescente [297.910 ha (14,4%)] e a área total dessa UGRHI (2.064.300 ha) são as maiores do Estado. As condições topográficas e edafoclimáticas desfavoráveis e as 16 unidades de conservação (UC) existentes na parte sul dessa UGRHI são fatores impeditivos à expansão, em larga escala, do cultivo de cana-de-açúcar.

Nessa UGRHI a área de cana e a taxa de ocupação média do solo são as mais baixas, dentre todas as UGRHI[s]: [63.248 ha (3,06%)], e o índice médio de mecanização da colheita (29,2%) é o menor do Estado.

A Figura 11 mostra a UGRHI 14 e a localização aproximada das seis usinas, responsáveis pela moagem de 4.997.195 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 1,7% do total moído no Estado.

Tabela 34 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 14

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Angatuba	0	0	0	0	102.900	1.184	1,1	531	648	54,9	8.680	8,4
Arandu	0	0	0	0	22.800	246	1,1	85	160	65,2	1.493	6,5
Barão de Antonina	0	0	0	0	13.800	0	0	-	-	-	1.412	10,2
Bernardino de Campos	1	140.000	0	10.000	23.900	6.596	27,6	5.512	368	6,2	1.444	6,0
Bom Sucesso de Itararé	0	0	0	0	13.500	0	0	-	-	-	3.935	29,1
Buri	0	0	0	0	121.300	4	0	10	0	0	15.396	12,7
Campina Monte Alegre	0	0	0	0	17.300	460	2,7	315	145	31,5	1.030	6,0
Capão Bonito	0	0	0	0	161.900	0	0	-	-	-	49.579	30,6
Coronel Macedo	0	0	0	0	32.700	7 51	2,3	746	8	1	2.223	6,8
Fartura	0	0	0	0	48.200	25	0,05	25	0	0	3.688	7,7
Guapiara	0	0	0	0	41.200	0	0	-	-	-	11.239	27,3
Guareí	0	0	0	0	56.900	3.808	6,7	1.227	2.584	68,0	6.489	11,4
Ipaussu	1	2.174.147	198.941	65.525	19.500	11.430	58,6	7.413	1.010	12,0	1.886	9,7
Itaberá	0	0	0	0	105.000	445	0,4	441	0	0	13.246	12,6
Itaí	2	1.460.075	0	115.227	120.500	18.009	14,9	12.946	4.587	26,2	9.628	8,0
Itapetininga	1	1.152.973	65.316	56.174	176.700	8.054	4,6	3.918	3.909	49,9	17.180	9,7
Itapeva	0	0	0	0	188.900	3.061	1,6	915	2.040	69,0	22.187	11,7
Itaporanga	0	0	0	0	50.800	0	0	-	-	-	4.902	9,6
Itararé	0	0	0	0	106.000	0	0	-	-	-	9.388	8,9
Manduri	1	70.000	0	5.500	17.500	1.906	10,9	1.511	146	8,7	1.459	8,3
Nova Campina	0	0	0	0	35.700	0	0	-	-	-	9.126	25,6
Paranapanema	0	0	0	0	88.500	2.377	2,7	1.619	628	28,0	7.558	8,5
Pilar do Sul	0	0	0	0	68.500	0	0	-	-	-	16.213	23,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 34 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo agrícola, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 14
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Piraju	0	0	0	0	60.300	2.197	3,6	1.755	432	19,8	5.372	8,9
Ribeirão Branco	0	0	0	0	69.700	0	0	-	-	-	17.581	25,2
Ribeirão Grande	0	0	0	0	33.500	0	0	-	-	-	17.398	51,9
Riversul	0	0	0	0	36.800	0	0	-	-	-	4.155	11,3
São Miguel Arcanjo	0	0	0	0	93.200	0	0	-	-	-	18.199	19,5
Sarutaiá	0	0	0	0	11.100	383	3,4	363	20	5,2	1.675	15,1
Taguaí	0	0	0	0	10.500	12	0,1	10	2	15,7	620	5,9
Taquarituba	0	0	0	0	45.100	2.220	4,9	1.892	330	14,8	3.728	8,3
Taquarivaí	0	0	0	0	21.300	0	0	-	-	-	1.944	9,1
Tejupá	0	0	0	0	28.700	0	0	-	-	-	3.738	13,0
Timburi	0	0	0	0	20.100	80	0,4	80	0	0	4.120	20,5
TOTAIS	6	4.997.195	264.257	252.426	2.064.300	63.248	3,0	41.314	17.017	29,2	297.910	14,4

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 35 – Síntese da UGRHI 14 – Alto Paranapanema
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	747.361 habitantes [74% na área urbana, ~ 2% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 22.689 km ²	Vazão média 255 m ³ /s	Vazão mínima 84 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/rio Paranapanema [IQA = 61]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,39 m ³ /s	Total: 24,2 m ³ /s	
	Industrial: 2,81 m ³ /s		
	Irrigação: 20,0 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 93 %	Tratamento: 78 %	
Vegetação nativa remanescente	297.910 ha [14,4%], 36.748 ha em 16 UC		
Compensação financeira	19 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	4.997.195 tc – 264.257 t – 252.426 m ³ – 9,8 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	9.994.390 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 199.887,80 [projeção]		
Área cultivada com cana	63.248 ha [03,0%]		
Área colhida com queima	41.314 ha [70,8%]		
Área colhida sem queima	17.017 ha [29,2%]		
Índice de mecanização da colheita	29,2% [CANASAT] [20,0% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	5.028.132 tc ≡ R\$ 150.843.966,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	7.975 empregados(as)		
Cortadores de cana	2.782 cortadores(as) [1.675 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	3.029.112 m ³ - 32.747 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	199.888 t - 400 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	2.839 t - 253 t _{ia}		
Óleo diesel	14.581.583 litros		
Queima de bagaço de cana	1.135.726 tb		
Bagaço de cana excedente	253.494 tb ≡ -51.421 t CO ₂ eq. [emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	- MWh		
Etanol / emissões evitadas	252.426 m ³ ≡ -504.852 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-556.273 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	13.283 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	1.136 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	7.158 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	511 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	58.472 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	58.761 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	39.011 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	28.620 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	184.864 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar - PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

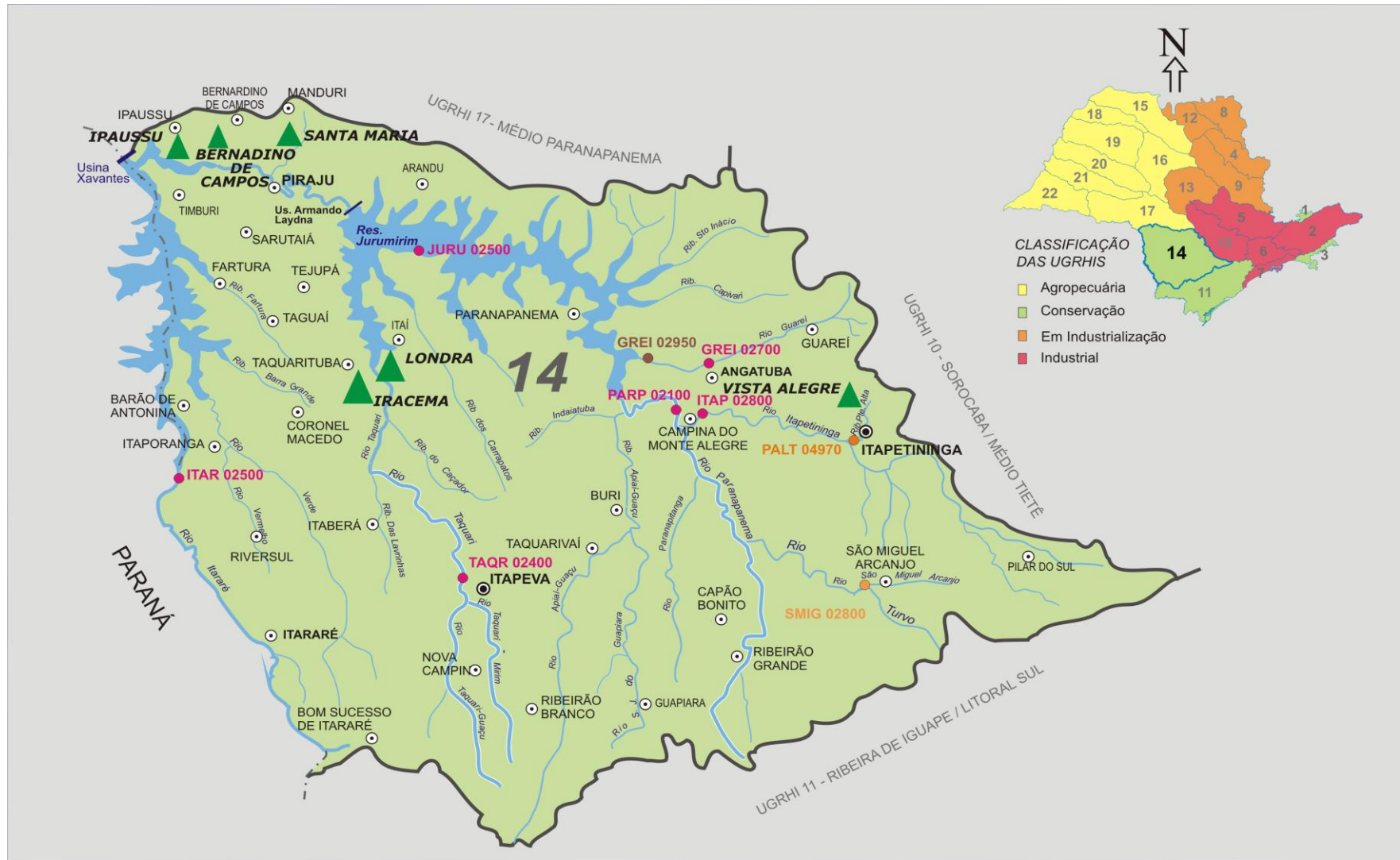


Figura 11 - Localização aproximada das seis usinas na UGRHI 14 - ALTO PARANAPANEMA



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.9 UGRHI 15 – TURVO/GRANDE

A Tabela 36 mostra as 15 usinas da UGRHI Turvo/Grande, das quais 14 são de açúcar e álcool e uma destilaria autônoma. Seis usinas dessa UGRHI se destacam pela elevada potência elétrica instalada, o que lhes permite a venda de grande quantidade de energia excedente, ao Sistema Interligado Nacional – SIN. Em 2007 duas unidades se encontravam em fase de instalação/operação e uma estava paralisada .

O município de Ariranha, com duas usinas, apresenta: a terceira maior moagem estadual [9.008.907 tc] e a segunda maior taxa de ocupação do solo [9.576 ha (72,7%)] dessa UGRHI. A taxa média de vegetação nativa é uma das mais baixas do Estado: [66.910 ha (3,9%)].

Tabela 36 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 15 –Turvo/Grande

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
6 ^a	Colombo	Ariranha	5.003.431	390.627	192.958	65,5
9 ^a	Moema	Orindiúva	4.538.707	300.942	205.489	24,0
10 ^a	Cruz Alta	Olímpia	4.168.067	475.664	69.275	30,0
12 ^a	Catanduva	Ariranha	4.005.476	227.396	206.280	09,0
20 ^a	Cerradinho	Catanduva	3.464.590	217.374	162.290	75,0
34 ^a	Nardini	Vista Alegre Alto	2.603.023	153.949	135.350	21,4
39 ^a	Guarani	Severinia	2.508.131	221.759	86.468	9,4
62 ^a	Ruette	Paraíso	1.870.766	134.101	67.478	28,0
73 ^a	S. Domingos	Catanduva	1.754.089	132.331	71.673	12,0
93 ^a	Onda Verde	Onda Verde	1.340.547	92.935	62.751	4,4
113 ^a	Bertolo	Pirangi	1.075.462	61.396	39.496	3,8
117 ^a	Alcoeste	Fernandópolis	996.338	0	85.848	3,9
132 ^a	Colombo II ⁵⁹	Palestina	709.112	0	69.552	15,0
141 ^a	Guariroba ⁶⁰	Pontes Gestal	489.750	18.881	31.509	12,0
143 ^a	Guarani II ⁶¹	Tanabi	422.949	0	34.111	0
	Guarani III	Pedranópolis	0	0	0	0
	Colombo III	Santa Albertina	0	0	0	0
	Ouroeste ⁶²	Ouroeste	0	0	0	0
	São Geraldo	Santa Adélia	0	0	0	0
TOTAIS	15	-	34.950.438	2.427.355	1.520.528	313,4

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

⁵⁹ Na safra 2008/2009, a usina moeu 1.548.054 tc, segundo a UNICA

⁶⁰ Na safra 2008/2009, a usina moeu 1.585.376 tc, segundo a UNICA

⁶¹ Na safra 2008/2009, a usina moeu 1.187.497 tc, segundo a UNICA

⁶² Na safra 2008/2009, a usina moeu 1.353.937 tc, segundo a UNICA

Em face da baixíssima disponibilidade hídrica superficial, quatro usinas dessa UGRHI exploram o aquífero Guarani em sua porção confinada, entre 700 e 1.600 m de profundidade.

Nas Tabelas 37 e 38, encontram-se os dados acerca dos 64 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Olímpia, com uma usina, possui a maior área plantada com cana [33.186 ha (40,9%)], da qual [18.894 ha (68,3%)], são de cc. A maior área de cc ocorre em Santa Adélia [11.391 ha (59,2%)].

Em sete municípios (Aspásia, Dolcinópolis, Mesópolis, Paranapuã, Santa Clara d’Oeste, Santa Rita d’Oeste e Urânia), a cultura da cana não está presente economicamente.

A área total cultivada com cana atingiu [370.342 ha (21,6%)], sendo a terceira maior de todas UGRHI[s]. O índice médio de mecanização da colheita é de (43,1%). As câmaras municipais de São José do Rio Preto, Cedral, Uchôa, aprovaram Leis Municipais que proíbem a prática das queimadas. A constitucionalidade dessas leis, porém, encontra-se *sub judice*. Nessa UGRHI, entre 2005 e 2007, verificaram-se as mais elevadas taxas de expansão da cultura da cana-de-açúcar. Áreas de pastagens cultivadas foram substituídas pela cana, com supressão de milhares de árvores isoladas.

A Figura 12 mostra a UGRHI 15 e a localização aproximada das 15 usinas responsáveis pela moagem de 34.950.438 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 12% do total moído no Estado.

Tabela 37 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 15

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Álvares Florence	0	0	0	0	36.200	718	1,9	584	23	4,0	1.138	3,1
Américo de Campos	0	0	0	0	25.200	737	2,9	116	595	84,0	724	2,9
Ariranha	2	9.008.907	618.023	399.238	13.200	9.596	72,7	5.759	2.663	32,0	287	2,2
Aspásia	0	0	0	0	6.800	0	0	-	-	-	59	0,9
Bálsamo	0	0	0	0	14.600	1.572	10,8	590	774	56,5	946	6,5
Cajobi	0	0	0	0	18.200	6.492	35,7	2.782	1.861	40,0	552	3,0
Cândido Rodrigues	0	0	0	0	7.000	2.273	32,5	1.510	594	28,2	227	3,2
Cardoso	0	0	0	0	56.200	1.810	3,2	1.512	83	5,2	2.719	4,8
Catanduva	2	5.218.679	349.705	233.963	29.300	15.540	53,0	8.375	5.969	41,6	433	1,5
Catiguá	0	0	0	0	14.400	10.855	75,4	4.772	5.110	51,7	408	2,8
Cedral	0	0	0	0	19.800	4.797	24,3	2.694	1.956	42,0	530	2,7
Cosmorama	0	0	0	0	45.800	4.052	8,8	1.379	2.220	61,2	1.677	3,7
Dolcinópolis	0	0	0	0	7.900	0	0	-	-	-	108	1,4
Embaúba	0	0	0	0	8.300	3.176	38,3	1.552	850	35,4	307	3,7
Estrela d'Oeste	0	0	0	0	29.400	3.536	12,0	1.650	1.733	51,1	912	3,1
Fernando Prestes	0	0	0	0	17.000	6.827	40,2	4.234	2.201	34,2	539	3,2
Fernandópolis	1	996.338	0	85.848	54.500	7.229	13,3	4.014	2.743	40,6	1.417	2,6
Guapiaçu	0	0	0	0	32.300	14.629	45,3	8.190	4.803	37,0	1.607	5,0
Guarani d'Oeste	0	0	0	0	8.400	160	1,9	96	50	34,3	329	3,9
Indiaporã	0	0	0	0	31.000	238	0,8	216	22	9,4	1.329	4,3
Ipiruá	0	0	0	0	13.700	943	6,9	184	721	80,0	846	6,2
Macedônia	0	0	0	0	32.700	1.611	4,9	808	661	45,0	1.269	3,9
Meridiano	0	0	0	0	22.500	1.989	8,8	1.335	497	26,5	1.110	4,9
Mesópolis	0	0	0	0	16.800	0	0	-	-	-	286	1,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 37 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 15
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Mira Estrela	0	0	0	0	20.800	194	0,9	65	129	66,5	710	3,4
Mirassol	0	0	0	0	24.500	2.505	10,2	612	1.577	71,2	1.277	5,2
Mirassolândia	0	0	0	0	17.400	2.248	12,9	487	1.584	76,5	878	5,0
Monte Alto	0	0	0	0	34.800	8.904	25,6	5.071	3.018	37,3	1.640	4,7
Monte Azul Paulista	0	0	0	0	26.400	8.230	31,1	5.359	1.851	25,7	869	3,3
Nova Granada	0	0	0	0	53.600	7.999	14,9	4.246	3.287	43,6	3.482	6,5
Novais	0	0	0	0	12.100	7.566	62,5	2.986	4.248	58,7	427	3,5
Olímpia	1	4.168.067	475.664	69.275	81.200	33.186	40,9	18.894	8.751	31,7	4.027	5,0
Onda Verde	1	1.340.547	92.935	62.751	24.200	9.416	38,9	5.034	2.875	36,4	1.272	5,3
Orindiuva	1	4.538.707	300.942	205.489	25.200	14.872	59,0	6.166	6.113	49,8	1.494	5,9
Ouroeste	0	0	0	0	28.300	3.102	11,0	2.112	597	22,0	1.355	4,8
Palestina	1	709.112	0	69.552	70.100	11.394	16,2	3.271	5.142	61,1	4.204	6,0
Palmares Paulista	0	0	0	0	8.200	6.134	74,8	3.704	1.715	31,6	331	4,0
Paraíso	1	1.870.766	134.101	67.478	17.600	7.403	42,0	3.750	2.756	42,4	431	2,5
Paranapuã	0	0	0	0	12.900	0	0	-	-	-	174	1,3
Parisi	0	0	0	0	8.400	457	5,4	370	13	3,4	357	4,3
Paulo de Faria	0	0	0	0	79.600	22.062	27,7	8.232	10.661	56,4	3.644	4,6
Pedranópolis	0	0	0	0	25.900	1.318	5,0	756	414	2,3	1.034	4,0
Pindorama	0	0	0	0	18.400	10.664	58,0	5.764	3.780	39,6	592	3,2
Pirangi	1	1.075.462	61.396	39.496	20.100	9.185	45,7	5.737	2.267	28,3	642	3,2
Pontes Gestal	1	489.750	18.881	31.509	21.800	6.963	31,9	1.985	3.255	62,1	1.100	5,0
Populina	0	0	0	0	31.900	2.860	9,0	1.892	684	26,6	921	2,9
Riolândia	0	0	0	0	66.400	5.675	8,5	2.862	1.068	27,2	3.015	4,5

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 37 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 15
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Santa Adélia	0	0	0	0	33.400	21.258	63,6	7.844	11.392	59,2	929	2,8
Santa Albertina	0	0	0	0	28.000	151	0,5	70	14	16,5	533	1,9
Santa Clara d'Oeste	0	0	0	0	18.500	0	0	-	-	-	114	0,6
Santa Rita d'Oeste	0	0	0	0	20.400	0	0	-	-	-	198	1,0
São José do Rio Preto	0	0	0	0	43.800	3.698	8,4	721	2.988	80,6	1.496	3,4
Severinia	1	2.508.131	221.759	86.468	13.200	5.761	43,6	3.774	1.328	26,0	281	2,1
Tabapuã	0	0	0	0	34.600	17.443	50,4	8.036	7.629	48,7	1.198	3,5
Taiacu	0	0	0	0	10.800	4.142	38,3	3.154	805	20,3	287	2,7
Taiúva	0	0	0	0	13.000	7.618	58,6	5.254	1.839	25,9	156	1,2
Tanabi	1	422.949	0	34.111	74.800	8.170	10,9	2.115	4.052	63,2	4.067	5,4
Turmalina	0	0	0	0	14.400	250	1,7	186	22	10,4	606	4,2
Uchôa	0	0	0	0	24.900	11.188	44,9	5.837	4.592	44,0	1.095	4,4
Urânia	0	0	0	0	20.900	0	0	-	-	-	226	1,1
Valentim Gentil	0	0	0	0	14.700	1.114	7,6	664	451	40,5	713	4,8
Vista Alegre do Alto	1	2.603.023	153.949	135.350	9.400	4.427	47,1	2.469	1.472	37,4	66	0,7
Vitória Brasil	0	0	0	0	4.900	87	1,8	78	0	0	79	1,6
Votuporanga	0	0	0	0	42.100	3.918	9,3	2.294	1.184	34,0	1.226	2,9
TOTAIS	15	34.950.438	2.427.355	1.520.528	1.712.800	370.342	21,6	184.203	139.682	43,1	66.910	3,9

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 38 – Síntese da UGRHI 15 – Turvo/Grande
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	1.230.678 habitantes [91% na área urbana, ~ 3% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 15.925 km ²	Vazão média 121 m ³ /s	Vazão mínima 26 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição regular para o rio Turvo [IQA = 44]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 3,52 m ³ /s	Total: 16,23 m ³ /s	
	Industrial: 4,9 m ³ /s		
	Irrigação: 7,81 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 97 %		Tratamento: 30 %
Vegetação nativa remanescente	66.910 ha [3,9%], 525 ha em 2 UC		
Compensação financeira	4 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	34.950.438 tc – 2.427.355 t – 1.520.528 m ³ – 313,4 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	69.900.876 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 1.398.017,52 [projeção]		
Área cultivada com cana	370.342 ha [21,6%]		
Área colhida com queima	184.203 ha [56,9%]		
Área colhida sem queima	139.682 ha [43,1%]		
Índice de mecanização da colheita	43,1% [CANASAT] 38,0% [IEA]		
Cana / Valor da produção	27.918.887 tc ≡ R\$ 837.566.610,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	44.279 empregados(as)		
Cortadores de cana	12.405 cortadores(as) [16.656 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	18.246.336 m ³ - 197.258 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	1.398.017 t – 2.796 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	19.858 t - 1.481 t _{ia}		
Óleo diesel	80.964,772 litros		
Queima de bagaço de cana	7.943.281 tb		
Bagaço de cana excedente	1.772.941 tb ≡ -359.641 t CO ₂ eq.[emis.evitas (50%)]		
Energia Elétrica excedente	561.100 MWh ≡ -250.250 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	1.520.528 m ³ ≡ -3.041.056 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-3.650.947 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	59.226 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	7.943 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	31.915 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	3.574 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	324.669 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	261.992 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	228.427 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	200.171 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	1.015.259 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



4.10 UGRHI 16 – TIETÊ/BATALHA

A Tabela 39 mostra as oito usinas da UGRHI Tietê/Batalha, das quais três são destilarias autônomas. Em Matão, localiza-se a única destilaria de álcool de laranja do Brasil, da Citrosuco, com produção de 7.561 m³, segundo o Anuário da cana - 2008. Nessa indústria cítrica, para geração de vapor, o bagaço de cana é empregado como combustível.

Tabela 39 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 16 – Tietê/Batalha

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
48 ^a	S. José Estiva	Novo Horizonte	2.192.883	80.213	138.970	19,5
68 ^a	Cerradinho 2	Potirendaba	1.780.457	164.262	50.045	40,2
69 ^a	Santa Izabel II	Mendonça	1.767.262	161.108	54.425	39,4
83 ^a	Santa Isabel	Novo Horizonte	1.501.884	146.877	35.234	6,0
101 ^a	Batatais II	Lins	1.225.987	0	103.775	-
123 ^a	Guaricanga	Presidente Alves	897.119	0	72.160	1,6
128 ^a	Destil	Marapoama	764.207	41.221	40.224	3,4
139 ^a	Malosso	Itápolis	545.633	0	46.903	1,2
TOTAIS	8	-	10.675.432	593.681	541.736	111,3

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 40 e 41, encontram-se os dados acerca dos 33 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Novo Horizonte, com duas usinas, possui a maior área plantada com cana [36.745 ha (39,5%)], da qual [21.799 ha (61,8%)] são de cq. Nesse município está localizada a maior área de vegetação nativa [9.355 ha (10,0%)].

Em todos municípios dessa UGRHI, a cultura da cana está presente economicamente. A área total cultivada com cana atingiu [316.938 ha (25,6%)], na safra 2007/2008. A taxa média de ocupação do solo é a maior entre as UGRHI[s] classificadas como de uso agropecuário. O índice médio de mecanização da colheita foi de 46,9%. A maior taxa de ocupação do solo com cana, nessa UGRHI, ocorre em Dobrada [12.149 ha (78,9%)].

A Figura 13 mostra a UGRHI 16 e a localização aproximada das oito usinas, responsáveis pela moagem de 10.675,432 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 3,6% do total moído no Estado.

Tabela 40 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 16

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Adolfo	0	0	0	0	21.800	3.016	13,8	1.524	1.534	50,2	866	4,0
Avai	0	0	0	0	53.300	3.596	6,7	283	2.110	88,2	3.036	5,7
Bady Bassit	0	0	0	0	11.200	1.409	12,6	344	941	73,2	345	3,1
Balbinos	0	0	0	0	9.400	86	0,9	0	81	100,0	305	3,2
Borborema	0	0	0	0	54.500	19.665	36,0	9.532	8.569	47,3	1.841	3,4
Cafelândia	0	0	0	0	92.400	17.440	18,9	6.519	9.131	58,3	8.162	8,8
Dobrada	0	0	0	0	15.400	12.149	78,9	7.007	3.398	32,7	278	1,8
Elisiário	0	0	0	0	9.400	5.253	55,9	2.998	1.410	32,0	293	3,1
Guaíçara	0	0	0	0	26.900	8.764	32,6	3.254	4.952	60,4	1.310	4,9
Guarantã	0	0	0	0	47.100	4.720	10,0	75	4.491	98,3	3.136	6,7
Ibirá	0	0	0	0	27.000	9.199	34,0	5.721	2.750	32,5	952	3,5
Irapuã	0	0	0	0	25.900	6.831	26,4	3.309	3.454	51,1	2.046	7,9
Itajobi	0	0	0	0	50.500	23.155	45,8	9.320	11.695	55,7	2.061	4,1
Itápolis	1	545.633	0	46.903	101.000	28.054	27,8	12.529	13.076	51,1	5.007	5,0
Jaci	0	0	0	0	13.700	3.271	23,9	2.044	1.213	37,2	950	6,9
Lins	1	1.225.987	0	103.775	56.400	17.320	30,7	7.845	7.957	50,4	3.778	6,7
Marapoama	1	764.207	41.221	40.224	11.300	6.157	54,5	3.777	1.947	34,0	353	3,1
Matão	0	0	0	0	51.700	15.540	30,1	7.250	6.450	47,1	3.814	7,4
Mendonça	1	1.767.262	161.108	54.425	19.200	3.097	16,1	1.815	1.241	40,6	1.256	6,5
Nova Aliança	0	0	0	0	22.800	4.363	19,1	2.110	2.163	50,6	2.104	9,2
Novo Horizonte	2	3.694.767	227.090	174.204	93.100	36.745	39,5	21.799	13.461	38,2	9.353	10,0
Pirajuí	0	0	0	0	80.800	9.775	12,1	3.820	5.062	57,0	3.844	4,8
Piratininga	0	0	0	0	39.200	506	1,3	0	0	-	2.464	6,3
Pongai	0	0	0	0	18.300	542	3,0	43	413	90,6	869	4,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 40 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 16
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Potirendaba	1	1.780.457	164.262	50.045	40.200	6.366	15,8	3.351	2.911	46,5	1.583	4,6
Presidente Alves	1	897.119	0	72.160	30.700	2.050	6,6	461	1.088	70,2	1.762	5,7
Reginópolis	0	0	0	0	40.500	4.526	11,1	2.022	1.998	49,7	3.174	7,8
Sabino	0	0	0	0	31.200	5.952	12,7	1.987	3.932	66,4	2.604	8,3
Sales	0	0	0	0	30.700	5.571	18,1	3.268	2.105	39,2	4.235	13,8
Santa Ernestina	0	0	0	0	13.600	10.656	78,3	6.147	3.094	33,5	176	1,3
Taquaritinga	0	0	0	0	58.200	28.351	48,7	17.117	8.570	33,4	2.252	3,9
Uru	0	0	0	0	14.400	629	4,4	316	241	48,3	415	2,9
Urupês	0	0	0	0	32.200	12.214	37,9	6.717	4.662	41,0	1.047	3,3
TOTAIS	8	10.675.432	593.681	541.736	1.238.400	316.968	25,6	154.304	136.100	46,9	75.671	6,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 41 – Síntese da UGRHI 16 – Tietê/Batalha
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	503.836 habitantes [88% na área urbana, ~ 1% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 13.149 km ²	Vazão média 98 m ³ /s	Vazão mínima 31 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/rios Tietê/Batalha [IQA = 75]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,12 m ³ /s	Total: 9,79 m ³ /s	
	Industrial: 1,47 m ³ /s		
	Irrigação: 7,2 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 95 %	Tratamento: 67 %	
Vegetação nativa remanescente	75.671 ha [6,1%] – nenhuma UC		
Compensação financeira	7 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	10.675.432 tc – 593.681 t – 541.736 m ³ – 111,3 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	21.350.864 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 427.017,28 [projeção]		
Área cultivada com cana	316.968 ha [25,6%]		
Área colhida com queima	154.304 ha [53,1%]		
Área colhida sem queima	136.100 ha [46,9%]		
Índice de mecanização da colheita	46,9% [CANASAT] [33,8% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	25.032.825 tc ≡ R\$ 750.984.744,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	39.702 empregados(as)		
Cortadores de cana	10.392 cortadores(as) [11.753 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	6.500.832 m ³ - 70.279 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	427.017 t - 854 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	6.065 t - 1.268 t _{ia}		
Óleo diesel	72.595.192 litros		
Queima de bagaço de cana	2.426.234 tb		
Bagaço de cana excedente	541.536 tb ≡ -109.850 t CO ₂ eq.[emis.evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	363.900 MWh ≡ -162.299 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	541.736 m ³ ≡ -1.083.472 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-1.355.621 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	49.613 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	2.426 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	26.735 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	1.092 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	291.107 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	219.466 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	195.506 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	61.141 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	767.220 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

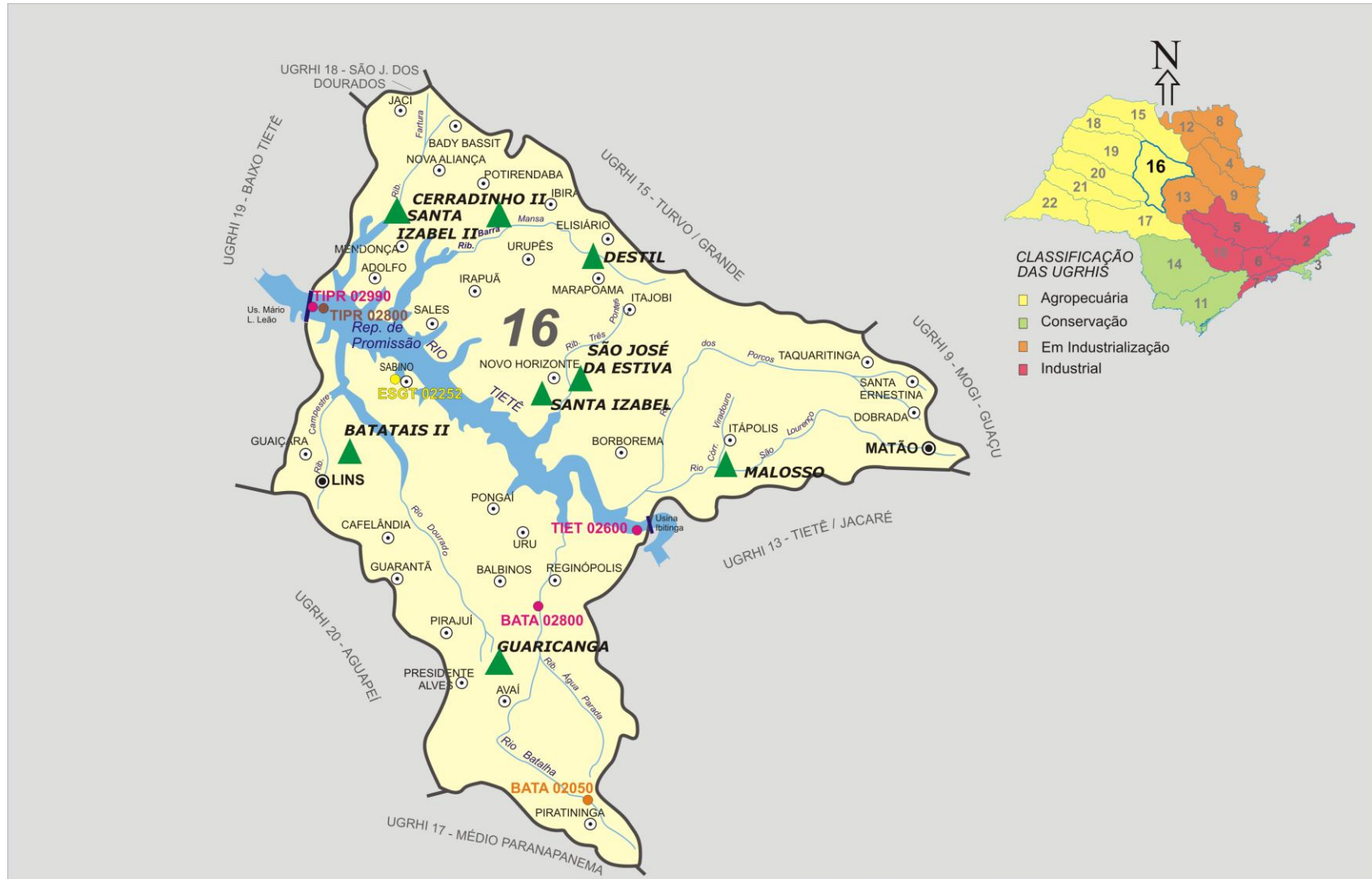


Figura 13 - Localização aproximada das oito usinas na UGRHI 16 TIETÊ/BATALHA

LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬▬ LIMITE INTERESTADUAL
- ▬▬▬ CURSO D'ÁGUA

- ▲ USINA EM OPERAÇÃO

- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL
- REDE MONITORAMENTO - SEDIMENTO
- BALNEABILIDADE DAS PRAIAS INTERIORES



CETESB

Fontes Consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.11 UGRHI 17 – MÉDIO PARANAPANEMA

A Tabela 42 mostra as 14 usinas da UGRHI Médio Paranapanema, das quais cinco são destilarias autônomas.

Tabela 42 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 17 – Médio Paranapanema

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
15 ^a	Nova América	Tarumã	3.790.257	309.819	170.799	24,0
26 ^a	Maracaí	Maracaí	3.039.682	265.578	101.971	46,8
29 ^a	Cocal	Paraguaçu Pta	2.862.523	241.854	92.012	28,2
45 ^a	São Luiz	Ourinhos	2.297.432	152.476	90.085	16,0
77 ^a	Quatá	Quatá	1.644.516	84.937	72.830	6,4
84 ^a	Agrest	Espírito S. Turvo	1.491.624	47.015	92.567	3,6
91 ^a	Pau d'Alho	Ibirarema	1.352.173	50.414	59.881	4,2
121 ^a	Paralcool	Paraguaçu Pta	920.183	58.397	38.542	3,6
129 ^a	Água Bonita	Tarumã	746.623	48.925	32.382	17,0
144 ^a	CESPT	São Pedro Turvo	420.000	0	28.500	1,4
147 ^a	Comanche	Canitar	400.000	0	31.500	-
152 ^a	Pyles	Platina	273.390	0	19.559	0,5
155 ^a	Renascença	Ibirarema	193.000	0	15.500	1,2
156 ^a	Garota	Cerqueira Cesar	183.602	0	15.020	1,2
TOTAIS	14	-	19.615.005	1.259.415	861.148	154,1

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 43 e 44, encontram-se os dados acerca dos 42 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Paraguaçu Paulista, com duas usinas, possui a maior área plantada com cana [51.410 ha (55,8%)], da qual [25.111 ha (54,0%)] são de cq. Em Alvinlândia, Fernão, Gália, Lupércio e Pardinho a cultura da cana não está presente economicamente. A área total cultivada nessa UGRHI com cana atingiu [330.444 ha (18,9%)], na safra 2007/2008.

O índice médio de mecanização da colheita foi de 38,3%. A maior taxa de ocupação do solo com cana ocorre em Tarumã [22.145 ha (72,4%)].

A Figura 14 mostra a UGRHI 17 e a localização aproximada das 14 usinas, responsáveis pela moagem de 19,615.005 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 6,7% do total moído no Estado.

Tabela 43 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 17

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Águas de Santa Barbara	0	0	0	0	41.600	1.878	4,5	686	1.180	63,2	3.249	7,8
Alvinlândia	0	0	0	0	9.100	0	0	-	-	-	1.350	14,8
Assis	0	0	0	0	46.100	12.734	27,6	5.594	6.034	51,9	3.275	7,1
Avaré	0	0	0	0	128.800	9.609	7,5	6.157	2.547	29,3	9.332	7,2
Cabrália Paulista	0	0	0	0	23.600	765	3,2	220	505	69,4	1.770	7,5
Campos Novos Paulista	0	0	0	0	47.300	2.965	6,3	1.519	1.203	44,0	4.285	9,1
Cândido Mota	0	0	0	0	58.900	23.572	40,0	15.196	7.352	32,6	957	1,6
Canitar	1	400.000	0	31.500	5.700	3.986	70,0	3.362	515	13,3	113	2,0
Cerqueira César	1	183.602	0	15.020	52.000	4.157	8,0	2.901	743	20,2	3.656	7,0
Chavantes	0	0	0	0	18.600	11.421	61,4	7.642	2.712	26,1	911	4,9
Cruzália	0	0	0	0	12.200	2.180	17,8	1.985	203	9,3	218	1,8
Duartina	0	0	0	0	27.300	315	1,1	23	276	91,7	1.309	4,8
Echaporã	0	0	0	0	50.700	5.515	10,9	950	3.796	80,0	4.875	9,6
Espírito Santo do Turvo	1	1.491.624	47.015	92.567	19.700	4.499	22,8	859	3.226	79,0	1.090	5,5
Fernão	0	0	0	0	10.200	0	0	-	-	-	585	5,7
Florínia	0	0	0	0	28.000	9.038	32,3	6.891	1.818	20,9	383	1,4
Gália	0	0	0	0	35.700	0	0	-	-	-	4.013	11,2
Iaras	0	0	0	0	39.700	1.689	4,2	737	950	56,3	4.166	10,5
Ibirarema	2	1.545.173	50.414	75.381	23.000	9.402	40,9	5.985	1.725	22,2	769	3,3
Itatinga	0	0	0	0	94.600	9	0,01	-	-	-	6.745	7,1
João Ramalho	0	0	0	0	38.400	11.699	30,5	4.107	7.488	64,6	2.091	5,4
Lucianópolis	0	0	0	0	19.300	1.407	7,3	126	1.146	90,1	1.342	7,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 43 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo agrícola, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 17
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Lupércio	0	0	0	0	15.000	0	0	-	-	-	2.185	14,6
Maracaí	1	3.039.682	265.578	101.971	65.900	17.057	25,9	11.839	3.353	22,1	1.251	1,9
Ocaucú	0	0	0	0	29.900	233	0,8	48	192	80,1	3.341	11,2
Óleo	0	0	0	0	20.100	1.244	6,2	641	283	29,7	1.019	5,1
Ourinhos	1	2.297.432	152.476	90.085	28.200	13.021	46,1	7.493	3.663	32,8	871	3,1
Palmital	0	0	0	0	54.400	19.867	36,5	16.416	1.974	10,7	1.095	2,0
Paraguaçu Paulista	2	3.782.706	300.251	130.554	92.100	51.410	55,8	25.111	20.851	45,4	4.320	4,7
Pardinho	0	0	0	0	21.600	0	0	-	-	-	1.329	6,2
Paulistânia	0	0	0	0	25.300	1.024	4,0	242	501	67,2	2.942	11,6
Pedrinhas Paulista	0	0	0	0	11.700	1.358	11,6	982	379	27,8	159	1,4
Platina	1	273.390	0	19.559	32.800	6.007	18,3	2.529	2.894	53,4	1.920	5,9
Pratânia	0	0	0	0	17.900	5.420	30,3	1.951	2.490	56,1	1.069	6,0
Quatá	1	1.644.516	84.937	72.830	58.800	25.673	43,7	8.458	14.069	62,4	4.074	6,9
Rancharia	0	0	0	0	161.600	12.606	7,8	6.197	5.131	45,2	7.329	4,5
Ribeirão do Sul	0	0	0	0	13.700	2.606	19,0	1.234	466	27,4	906	6,6
Salto Grande	0	0	0	0	22.200	2.760	12,4	1.975	388	16,4	1.304	5,9
Santa Cruz Rio Pardo	0	0	0	0	112.800	25.963	23,0	14.189	8.490	37,4	6.951	6,2
São Pedro do Turvo	1	420.000	0	28.500	78.200	5.133	6,6	3.236	1.784	35,5	7.794	10,0
Tarumã	2	4.536.880	358.744	203.181	30.600	22.145	72,4	16.682	3.956	19,2	540	1,8
Ubirajara	0	0	0	0	28.900	77	0,3	0	1	100	2.371	8,2
TOTAIS	14	19.615.005	1.259.415	861.148	1.752.200	330.444	18,9	184.163	114.284	38,3	109.251	6,2

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 44 – Síntese da UGRHI 17 – Médio Paranapanema
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	681.075 habitantes [88% na área urbana, ~ 2% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 16.794 km ²	Vazão média 155 m ³ /s	Vazão mínima 65 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/río Paranapanema[IQA = 72]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,67 m ³ /s	Total: 13,05 m ³ /s	
	Industrial: 3,4 m ³ /s		
	Irrigação: 7,98 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 95 %	Tratamento: 74 %	
Vegetação nativa remanescente	109.251 ha [6,2%], 15.465 ha em 8 UC		
Compensação financeira	8 municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	19.615.005 tc – 1.259.415 t – 861.148 m ³ – 154,1 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	39.230.010 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 784.600,20 [projeção]		
Área cultivada com cana	330.444 ha [18,9%]		
Área colhida com queima	184.163 ha [61,7%]		
Área colhida sem queima	114.284 ha [38,3%]		
Índice de mecanização da colheita	38,3% [CANASAT] [38,2% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	25.726.131 tc ≡ R\$ 771.783.942,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	40.802 empregados(as)		
Cortadores de cana	12.402 cortadores(as) [12.133 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	10.333.776 m ³ - 111.716 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	784.600 t - 1.569 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	11.145 t / 1.322 t _{ia}		
Óleo diesel	74.605.780 litros		
Queima de bagaço de cana	4.457.956 tb		
Bagaço de cana excedente	995.015 tb ≡ -201.839 t CO ₂ eq.[emis.evitadas(50%)]		
Energia elétrica excedente	207.300 MWh ≡ -92.456 t CO ₂ eq.[emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	861.148 m ³ ≡ -1.722.296 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-2.016.591 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	59.213 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	4.458 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	31.908 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	2.006 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	299.169 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	261.935 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	203.818 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	112.340 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	877.262 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007.		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

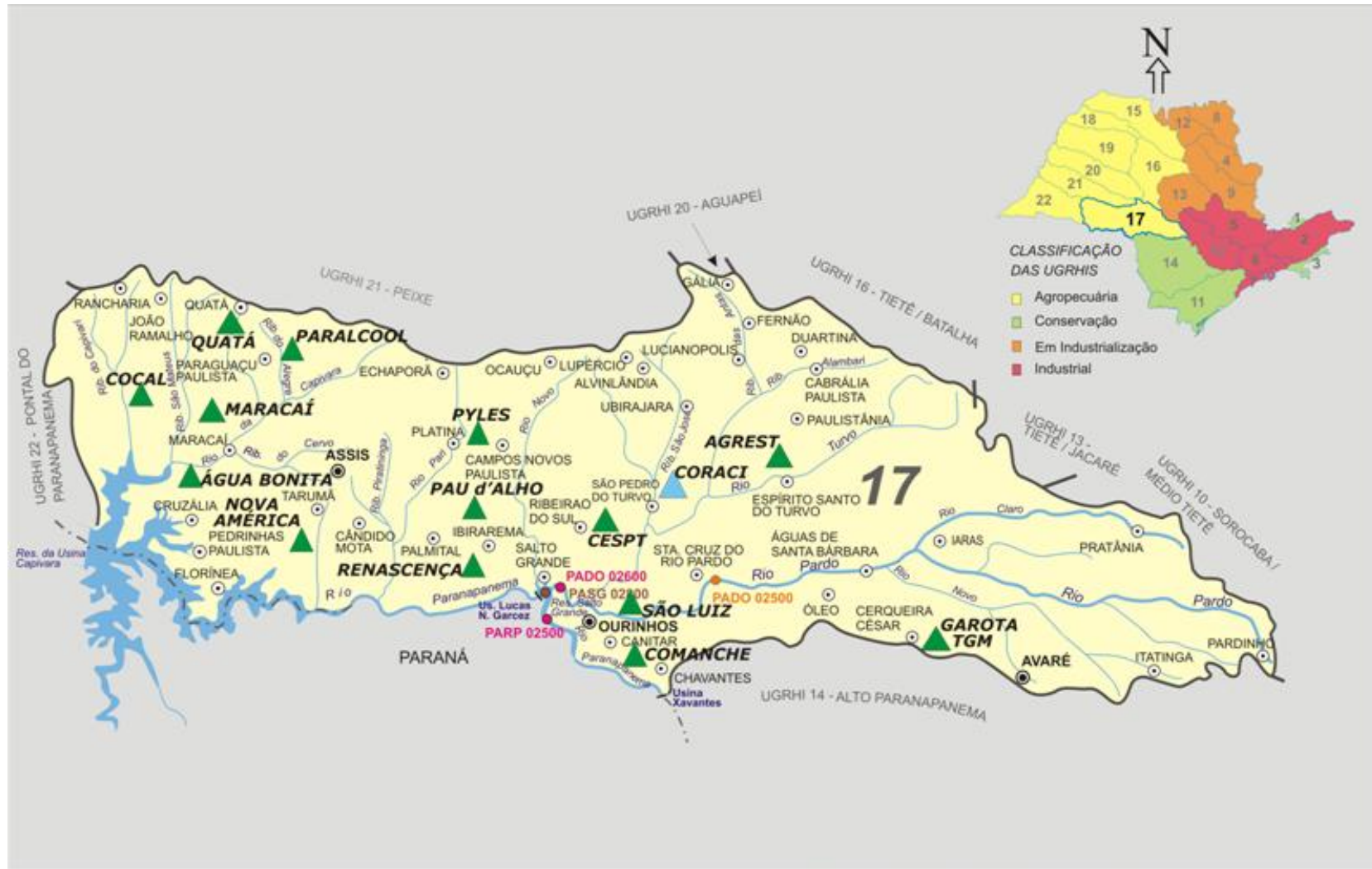


Figura 14 - Localização aproximada das 14 usinas na UGRHI 17 MÉDIO PARANAPANEMA

Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.12 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

A Tabela 45 mostra as quatro usinas em operação, (safra 2007/2008) da UGRHI São José dos Dourados, das quais duas são destilarias autônomas.

Tabela 45 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 18 – S. José dos Dourados

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
21 ^a	Dest. Moreno	Monte Aprazível	3.377.367	105.148	227.703	15,5
67 ^a	Noroeste	Sebast. do Sul	1.790.308	119.972	77.813	14,5
87 ^a	Generalco	General Salgado	1.421.965	0	119.192	3,8
133 ^a	Á. I. Oeste Pta.	Monte Aprazível	665.569	0	61.457	2,8
	Mar Verde ⁶³	S. João de Iracema	-	-	-	-
	Vale Paraná ⁶⁴	Suzanópolis	-	-	-	-
	Agroalcool ⁶⁴	Monte Aprazível	-	-	-	-
	São Jorge ⁶⁵	Santana P. Pensa	-	-	-	-
	Paisagem ⁶⁵	Aurífama	-	-	-	-
TOTAIS	4	-	7.255.209	225.120	486.165	36,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 46 e 47 encontram-se os dados acerca dos 25 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Monte Aprazível, com duas usinas, possui a maior área plantada com cana [14.121 ha (30,3%)], da qual [8.353 ha (70,1%)] são colhidos sem queima. Em Dirce Reis, Marinópolis, Nova Canaã Paulista, Palmeira d’Oeste, Santa Salete, Santana da Ponte Pensa, São Francisco e Três Fronteiras, a cultura da cana não está presente economicamente. A área total cultivada com cana nessa UGRHI atingiu [65.418 ha (20,8%)], na safra 2007/2008. O Índice médio de mecanização da colheita foi de 43,0% e a maior taxa de ocupação do solo com cana, ocorre em Sebastianópolis do Sul [5.401 ha (34,4%)]. Nessa UGRHI ocorre o menor percentual médio de vegetação nativa remanescente do Estado [17.116 ha (2,8%).

A Figura 15 mostra a UGRHI 18 e a localização aproximada das quatro usinas e uma destilaria de aguardente, responsáveis pela moagem de 7.255.209 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 2,5% do total moído no Estado.

⁶³ Destilaria de aguardente com produção anual de 1.200 m³ segundo a COPACESP.

⁶⁴ Usina com início de operação na safra 2008/2009.

⁶⁵ Destilaria em fase de licenciamento ambiental.

⁶⁵ Usina Aralco, em fase de licenciamento ambiental.

Tabela 46 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo agrícola, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 18

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Aparecida d'Oeste	0	0	0	0	18.000	564	3,1	486	7	1,5	447	2,5
Auriflama	0	0	0	0	43.300	1.647	3,8	432	340	44,1	883	2,0
Dirce Reis	0	0	0	0	8.800	0	0	-	-	-	602	6,8
Floreal	0	0	0	0	20.400	1.753	8,6	582	725	55,5	649	3,2
General Salgado	1	1.421.965	0	119.192	48.200	8.613	17,9	4.543	3.168	41,1	1.641	3,4
Guzolândia	0	0	0	0	25.000	1.944	7,8	675	804	54,4	578	2,3
Ilha Solteira	0	0	0	0	63.900	3.347	5,2	1.565	1.713	52,2	669	1,0
Jales	0	0	0	0	36.800	284	0,8	112	136	55,0	594	1,6
Marinópolis	0	0	0	0	7.700	0	-	-	-	-	66	0,9
Monte Aprazível	2	4.042.936	105.148	289.160	46.600	14.121	30,3	3.521	8.353	70,1	1.675	3,6
Neves Paulista	0	0	0	0	21.700	5.644	26,0	2.497	2.353	48,3	1.312	6,0
Nhandeara	0	0	0	0	44.300	7.230	16,3	4.032	2.752	40,5	1.643	3,7
Nova Canaã Paulista	0	0	0	0	12.400	0	-	-	-	-	195	1,6
Palmeira d'Oeste	0	0	0	0	30.400	0	-	-	-	-	653	2,1
Pontalinda	0	0	0	0	20.900	1.302	6,2	540	645	54,4	942	4,5
Rubinéia	0	0	0	0	22.200	491	2,2	425	17	3,8	427	1,9
Santa Fé do Sul	0	0	0	0	20.800	7	0,03	-	-	-	361	1,7
Santa Salete	0	0	0	0	7.800	0	0	-	-	-	134	1,7
Santana da Ponte Pensa	0	0	0	0	13.000	0	0	-	-	-	142	1,1
São Francisco	0	0	0	0	9.000	0	0	-	-	-	98	1,1
São João das Duas Pontes	0	0	0	0	12.700	148	1,1	148	0	0	276	2,2
São João de Iracema	0	0	0	0	19.200	6.159	32,0	4.086	1.858	31,3	1.028	5,4
Sebastianópolis do Sul	1	1.790.308	119.972	77.813	15.700	5.401	34,4	3.640	1.733	32,2	900	5,7
Suzanápolis	0	0	0	0	30.500	6.763	22,2	5.978	461	7,2	1.040	3,4
Três Fronteiras	0	0	0	0	14.900	0	0	-	-	-	161	1,1
4	7.255.209	225.120	486.165	614.200	65.418	10,6	33.262	25.065	43,0	17.116	2,8	

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 47 – Síntese da UGRHI 18 – São José dos Dourados
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	225.133 habitantes [84% na área urbana, ~ 0,5% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 6.783 km ²	Vazão média 51 m ³ /s	Vazão mínima 12 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/ rio S. J. Dourados [IQA = 70]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 0,45 m ³ /s	Total: 2,3 m ³ /s	
	Industrial: 0,28 m ³ /s		
	Irrigação: 1,57 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: ~ 95 %	Tratamento: 98 %	
Vegetação nativa remanescente	17.116 ha [2,8%], menor % do Estado, nenhuma UC		
Compensação financeira	Nenhum município recebe o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	7.255.209 tc – 225.120 t – 486.165 m ³ – 36,6 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	14.5210.418 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 290.208,36 [projeção]		
Área cultivada com cana	65.418 ha [10,6%]		
Área colhida com queima	33.262 ha [57,0%]		
Área colhida sem queima	25.065 ha [43,0%]		
Índice de mecanização da colheita	43,0% [CANASAT] [15,7% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	5.027.787 tc ≡ R\$ 150.833.622		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	7.974 empregados(as)		
Cortadores de cana	2.240 cortadores(as) [3.517 (IEA)]		
Vinhaça/ fertirrigação ideal	5.833.980 m ³ - 63.070 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	290.208 t - 580 t		
Cinzas / Agroquímicos	4.122 t / 262 t _{ia}		
Óleo diesel	14.580.582 litros		
Queima de bagaço de cana	1.648.911 tb		
Bagaço de cana excedente	368.037 tb ≡ -74.656 t CO ₂ eq. [emis.evitadas(50%)]		
Energia elétrica excedente	- MWh		
Etanol / emissões evitadas	486.165 m ³ ≡ -972.330 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-1.046.986 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	10.694 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	1.649 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	5.763 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	742 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	58.468 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	47.308 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	40.350 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	41.552 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	187.678t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.

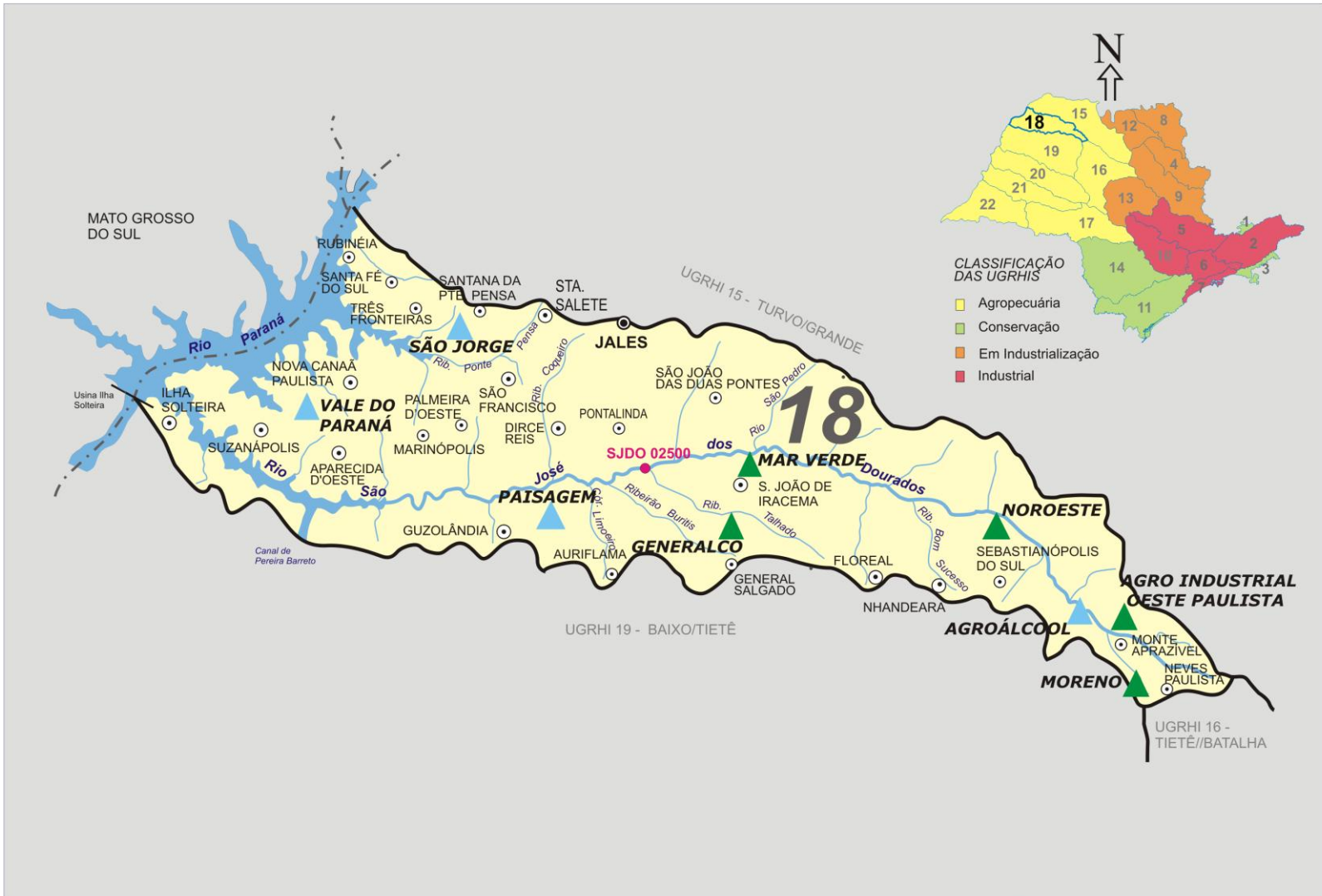


Figura 15 - Localização aproximada das quatro usinas e uma destilateria de aguardente, na UGRHI 18 SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- LIMITE DE UGRHI
- LIMITE INTERESTADUAL
- ▲ USINA À INSTALAR
- ▲ USINA EM OPERAÇÃO
- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- ▬ CURSO D'ÁGUA



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.13 UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ

A Tabela 48 mostra as 17 usinas da UGRHI Baixo Tietê, das quais duas são destilarias autônomas. As usinas Pioneiros, Gasa e Interlagos, apresentam elevados índices de geração de energia elétrica excedente por tonelada de cana moída.

Tabela 48 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 19 – Baixo Tietê

<i>Ranking Estadual</i>	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
4 ^a	Equipav ⁶⁶	Promissão	5.383.570	285.201	260.686	58,4
32 ^a	Campestre	Penápolis	2.720.483	106.911	152.546	6,3
35 ^a	Unialco	Guararapes	2.559.446	209.190	85.772	3,6
43 ^a	Univalem Fba	Valparaíso	2.311.006	137.051	118.122	8,0
49 ^a	Aralco	S.A. Aracanguá	2.190.158	109.251	101.778	4,8
75 ^a	Alcoazul	Araçatuba	1.719.684	55.092	102.523	7,4
89 ^a	Destivale	Araçatuba	1.384.690	72.252	71.964	3,2
90 ^a	Pioneiros	Sud Menucci	1.356.702	89.290	72.387	42,0
103 ^a	Gasa fba	Andradina	1.200.177	62.160	65.391	44,0
110 ^a	José Bonifácio	José Bonifácio	1.142.364	75.265	45.799	3,6
111 ^a	Viralcool II	Castilho	1.104.246	0	96.446	1,2
114 ^a	Mundial	Mirandópolis	1.074.416	70.120	55.249	3,6
118 ^a	Interlagos	Pereira Barreto	969.387	0	88.551	40,0
119 ^a	Benalcool	Bento de Abreu	955.132	78.197	34.619	4,2
127 ^a	Diana	Avanhandava	804.063	48.235	33.368	2,8
131 ^a	Coplasa	Planalto	712.635	15.143	32.247	10,0
161 ^a	Biosauro	Guararapes	100.000	0	7.500	0,5
TOTAIS	17	-	27.688.159	1.413.358	1.424.948	243,6

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana - 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 49 e 50, encontram-se os dados acerca dos 42 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Valparaíso, com uma usina, possui a maior área plantada com cana [36.303 ha (42,7%)], da qual [17.771 ha (54,1%)] são de cq. Em todos os municípios, a cultura da cana está presente economicamente. A área total cultivada com cana atingiu [420.929 ha (22,5%)], na safra 2007/2008. O índice médio de mecanização da colheita foi de 48,3%. A maior taxa de ocupação do solo ocorre em Avanhandava [18.306 ha (53,2%)].

A Figura 16 mostra a UGRHI 19 e a localização aproximada das 17 usinas, responsáveis pela moagem de 27.688.159 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 9,3% do total moído no Estado.

⁶⁶ Na safra 2008/2009, a usina Equipav moeu 6.500.000 tc, apresentando um crescimento de +20,7%, segundo a UNICA.

Tabela 49 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 19

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [tc]	Cana Crua [tc]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Alto Alegre	0	0	0	0	30.500	10.821	35,5	5.272	4.872	48,0	1.127	3,7
Andradina	1	1.200.177	62.160	65.391	96.700	16.794	17,4	4.492	8.540	65,0	2.292	2,4
Araçatuba	2	3.104.374	127.344	174.487	116.800	30.053	25,7	13.586	11.983	46,8	1.681	1,4
Avanhandava	1	804.063	48.235	33.368	34.400	18.306	53,2	7.112	9.276	56,6	1.638	4,8
Barbosa	0	0	0	0	20.500	5.594	27,3	2.345	3.178	57,5	917	4,5
Bento de Abreu	1	955.132	78.197	34.619	30.100	16.324	54,2	7.919	7.663	49,2	1.359	4,5
Bilac	0	0	0	0	17.300	2.520	14,6	838	1.546	64,9	356	2,1
Birigui	0	0	0	0	53.000	5.096	9,6	1.722	2.626	60,4	937	1,8
Braúna	0	0	0	0	17.100	6.071	35,5	2.788	2.893	50,9	664	3,9
Brejo Alegre	0	0	0	0	9.600	1.688	17,6	491	648	56,9	108	1,1
Buritama	0	0	0	0	32.700	1.083	3,3	323	456	58,6	400	1,2
Castilho	1	1.104.246	0	96.446	109.400	13.283	12,1	5.442	7.657	58,5	7.348	6,7
Coroados	0	0	0	0	35.500	5.964	16,8	2.774	2.993	51,9	701	2,0
Gastão Vidigal	0	0	0	0	16.900	2.380	14,0	1.589	350	18,1	622	3,7
Glicério	0	0	0	0	27.400	7.452	27,2	3.049	3.715	54,8	537	2,0
Guaraçai	0	0	0	0	57.100	5.551	9,7	2.235	2.416	51,8	4.809	8,4
Guararapes	2	2.659.446	209.190	93.272	95.400	35.994	37,7	15.531	17.886	53,5	2.858	3,0
Itapura	0	0	0	0	31.100	3.717	11,9	2.049	1.208	37,1	278	0,9
José Bonifácio	1	1.142.364	75.265	45.799	85.000	14.292	16,8	7.571	7.044	48,2	5.704	6,7
Lavínia	0	0	0	0	53.800	11.941	22,2	6.724	4.870	42,0	2.294	4,3
Lourdes	0	0	0	0	11.300	2.304	20,4	454	1.536	77,2	633	5,6
Macaubal	0	0	0	0	24.200	3.986	16,5	2.981	816	21,5	784	3,2
Magda	0	0	0	0	31.000	2.750	8,9	1.521	849	35,8	2.744	8,9
Mirandópolis	1	1.074.416	70.120	55.249	91.900	10.913	11,9	6.041	3.644	37,6	4.764	5,2

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 49 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 19
[continuação]

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [tc]	Cana Crua [tc]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Monções	0	0	0	0	12.700	2.032	16,0	1.464	506	25,7	286	2,3
Muritinga do Sul	0	0	0	0	24.900	3.228	13,0	2.045	887	30,2	960	3,9
Nipoã	0	0	0	0	14.200	4.953	35,0	2.746	1.890	40,8	387	2,7
Nova Castilho	0	0	0	0	19.200	2.472	12,9	1.831	370	16,8	1.029	5,4
Nova Luzitânia	0	0	0	0	7.100	983	13,8	608	153	20,1	267	3,8
Penápolis	1	2.720.483	106.911	152.546	70.200	31.313	44,6	15.165	12.842	45,8	2.410	3,4
Pereira Barreto	1	969.387	0	88.551	100.400	8.689	8,6	4.002	3.435	45,5	2.214	2,2
Planalto	1	712.635	15.143	32.247	27.700	9.526	34,4	4.182	4.673	52,8	2.676	9,7
Poloni	0	0	0	0	14.100	3.873	27,5	933	2.284	71,0	299	2,1
Promissão	1	5.383.570	285.201	260.686	78.700	20.246	25,7	6.444	11.767	64,6	5.407	6,9
Rubiácea	0	0	0	0	23.600	7.695	32,6	4.001	3.308	45,3	1.051	4,5
S.Antonio Aracanguá	1	2.190.158	109.251	101.778	131.100	27.742	21,1	14.998	8.684	36,7	4.144	3,2
Sud Menucci	1	1.356.702	89.290	72.387	59.500	10.807	18,2	7.128	2.845	28,5	898	1,5
Turiúba	0	0	0	0	12.800	1.785	13,9	559	888	61,3	384	3,0
Ubarana	0	0	0	0	20.300	7.266	35,8	3.897	2.329	37,4	845	4,2
União Paulista	0	0	0	0	8.900	2.605	29,3	1.213	1.102	47,6	438	4,9
Valparaíso	1	2.311.006	137.051	118.122	85.600	36.302	42,4	17.771	15.103	45,9	4.546	5,3
Zacarias	0	0	0	0	32.000	4.535	14,2	2.621	1.806	40,8	754	2,4
TOTAIS	17	27.688.159	1.413.358	1.424.948	1.871.700	420.929	22,5	196.457	183.537	48,3	74.550	4,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 50 – Síntese da UGRHI 19 – Baixo Tietê
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	732.486 habitantes [91% na área urbana, ~ 2% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 15.588 km ²	Vazão média 113 m ³ /s	Vazão mínima 27 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição ótima p/rios Tietê/Paraná [IQA = 85]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,81 m ³ /s	Total: 18,4 m ³ /s	
	Industrial: 2,57 m ³ /s		
	Irrigação: 14,02 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 97 %	Tratamento: 77 %	
Vegetação nativa remanescente	74.550 ha [4,0%], 2.888 ha em 2 UC		
Compensação financeira	Três municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	27.688.159 tc – 1.413.358 t – 1.424.948 m ³ – 243,6 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	55.376.318 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 1.107.526,36 [projeção]		
Área cultivada com cana	420.929 ha [22,5%]		
Área colhida com queima	196.457 ha [51,7%]		
Área colhida sem queima	183.537 ha [48,3%]		
Índice de mecanização da colheita	48,3% [CANASAT [17,5% (IEA)]		
Cana / Valor da produção	32.755.483 tc ≡ R\$ 982.664.484,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	51.950 empregados(as)		
Cortadores de cana	13.230 cortadores(as) [20.468 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	17.099.376 m ³ - 184.858 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	1.107.526 t - 2.215 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	15.732 t - 1.684 t _{ia}		
Óleo diesel	94.990.901 litros		
Queima de bagaço de cana	6.292.763 tb		
Bagaço de cana excedente	1.404.545 tb ≡ -284.912 t CO ₂ eq. [emis. evitadas (50%)]		
Energia elétrica excedente	538.600 MWh ≡ -240.215 t CO ₂ eq. [emissões evitadas]		
Etanol / emissões evitadas	1.424.948 m ³ ≡ -2.849.896 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-3.375.023 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	63.166 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	6.293 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	34.038 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	2.832 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	380.913 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	279.421 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito estufa [solo]	259.629 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	158.578 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	1.078.541 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007.		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



Figura 16 - Localização aproximada das 17 usinas na UGRHI 19 BAIXO TIETÊ



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.14 UGRHI 20 – AGUAPEÍ

A Tabela 51 mostra as quatro usinas da UGRHI Aguapeí, das quais uma é destilaria autônoma.

Tabela 51 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 20 – Aguapeí

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
7 ^a	Clealco	Clementina	4.683.488	389.245	129.275	11,2
72 ^a	Bioenergia	Lucélia ⁶⁷	1.757.563	110.926	80.140	15,7
125 ^a	Dacal	Parapuã	850.000	38.000	45.791	2,7
134 ^a	Dracena	Dracena	643.485	0	56.347	4,7
TOTAIS	4	-	7.934.536	538.171	311.553	34,3

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA[safra 2007/2008], do Anuário da cana - 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 52 e 53, encontram-se os dados acerca dos 32 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Getulina possui a maior área plantada com cana [19.469 ha (30,3%)], da qual [10.501 ha (56,6%)] são de cc, e também apresenta a maior taxa de ocupação do solo com cana.

Nos municípios de São João do Pau d’Alho e Vera Cruz a cultura da cana não está presente economicamente. Nessa UGRHI a área total cultivada com cana atingiu [110.437 ha (11,5%)], na safra 2007/2008. O índice médio de mecanização da colheita foi de 55,4%, o segundo mais elevado do Estado.

A Figura 17 mostra a UGRHI 20 e a localização aproximada das quatro usinas, responsáveis pela moagem de 7.934.536 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 2,7% do total moído no Estado.

⁶⁷ Em Lucélia, encontra-se instalada e em operação a firma Produtos Naturais Planeta Verde Ltda., com processamento anual de 10.000 tc, produção de 1.300 t de açúcar mascavo. A firma é a mais antiga empresa brasileira certificada internacionalmente para produção orgânica de açúcar. Disponível em <: www.planetaverde.com.br>. Acesso em 11.06.2009.

Tabela 52 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo agrícola, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 20

Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [tc]	Cana Crua [tc]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Álvaro de Carvalho	0	0	0	0	15.800	76	0,5	0	10	100,0	676	4,3
Arco-Íris	0	0	0	0	25.300	3.650	14,4	719	2.920	80,2	1.130	4,5
Clementina	1	4.683.488	389.245	129.275	17.500	4.895	28,0	2.080	2.574	55,3	152	0,9
Dracena	1	643.485	0	56.347	50.000	4.911	9,8	1.494	2.237	60,0	2.592	5,2
Gabriel Monteiro	0	0	0	0	13.600	2.625	19,3	736	1.889	72,0	406	3,0
Garça	0	0	0	0	54.900	1	0	-	-	-	3.904	7,1
Getulina	0	0	0	0	64.300	19.469	30,3	8.059	10.501	56,6	3.850	6,0
Guaimbé	0	0	0	0	21.900	1.082	4,9	219	759	77,6	989	4,5
Herculândia	0	0	0	0	34.200	3.437	10,0	944	1.987	67,6	568	1,7
Iacri	0	0	0	0	32.300	3.671	11,4	1.592	2.027	56,0	898	2,8
Júlio Mesquita	0	0	0	0	12.900	48	0,3	0	48	100,0	846	6,6
Lucélia	1	1.757.563	110.926	80.140	31.800	9.193	28,9	5.325	3.358	38,7	774	2,4
Luiziânia	0	0	0	0	16.800	3.240	19,3	1.152	2.064	64,2	660	3,9
Monte Castelo	0	0	0	0	23.900	59	0,2	19	0	-	2.925	12,2
Nova Guataporanga	0	0	0	0	4.700	135	2,9	0	135	100,0	23	0,5
Nova Independência	0	0	0	0	27.000	4.351	16,1	931	3.370	78,3	1.828	6,8
Pacaembu	0	0	0	0	34.300	5.639	16,4	1.514	4.106	73,1	870	2,5
Panorama	0	0	0	0	33.900	6	0	5	1	19,0	2.688	7,9
Parapuã	1	850.000	38.000	45.791	38.100	9.059	23,8	6.085	1.469	19,3	767	2,0
Paulicéia	0	0	0	0	38.000	731	1,9	340	397	53,9	3.842	10,1
Piacatu	0	0	0	0	22.400	5.050	22,5	3.036	1.999	39,7	1.571	7,0
Pompéia	0	0	0	0	82.900	4.563	5,5	767	3.788	83,2	4.378	5,3
Queiróz	0	0	0	0	21.200	3.791	17,9	1.368	2.366	63,4	1.003	4,7
Quintana	0	0	0	0	34.000	1.863	5,5	903	897	49,8	1.817	5,3

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

Tabela 52 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 20
[continuação]

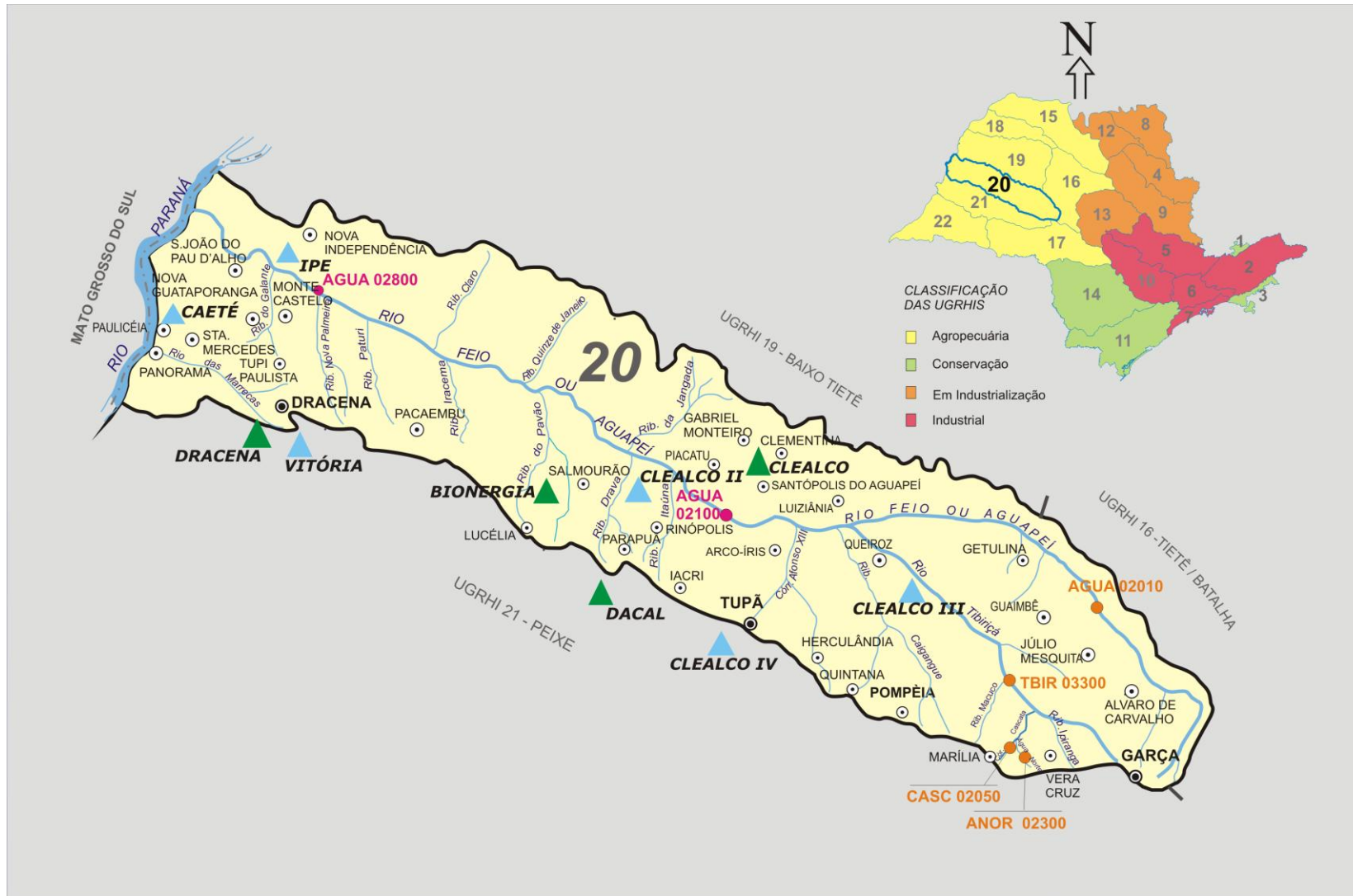
Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [tc]	Cana Crua [tc]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Rinópolis	0	0	0	0	36.000	3.979	11,0	3.000	969	24,4	1.492	4,1
Salmourão	0	0	0	0	19.300	5.578	28,9	2.692	2.115	44,0	1.884	9,8
Santa Mercedes	0	0	0	0	17.400	784	4,5	301	481	61,5	414	2,4
Santópolis do Aguapeí	0	0	0	0	18.100	4.416	24,4	2.736	1.567	36,4	399	2,2
São João do Pau d'Alho	0	0	0	0	16.200	0	0	-	-	-	655	5,4
Tupã	0	0	0	0	62.500	2.955	4,7	120	2.323	94,3	2.108	3,4
Tupi Paulista	0	0	0	0	23.300	1.186	5,1	119	1.058	89,9	445	1,9
Vera Cruz	0	0	0	0	15.200	0	0	-	-	-	1.783	7,1
TOTAIS	4	7.934.536	538.171	311.553	959.700	110.437	11,5	46.256	57.414	55,4	48.337	5,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 53 – Síntese da UGRHI 20 – Aguapeí
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	361.763 habitantes [85% na área urbana, ~ 1% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 13.196 km ²	Vazão média 97 m ³ /s	Vazão mínima 28 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o rio Aguapeí [IQA = 60]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 0,83 m ³ /s	Total: 6,84 m ³ /s	
	Industrial: 0,51 m ³ /s		
	Irrigação: 5,50 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 93 %	Tratamento: 85 %	
Vegetação nativa remanescente	48.337 ha [5,0%], sendo 6.527 ha em 4 UC		
Compensação financeira	Três municípios recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	7.934.536 tc – 538.171 t – 311.553 m ³ – 34,3 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	15.869.072 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$ 317.381,44 [projeção]		
Área cultivada com cana	110.437 ha [11,5%]		
Área colhida com queima	46.256 ha [44,6%]		
Área colhida sem queima	57.414 ha [55,4%]		
Índice de mecanização da colheita	55,4% [CANASAT [18% (IEA)]]		
Cana / Valor da produção	8.936.354 tc ≡ R\$ 268.090.620,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	14.173 empregados(as)		
Cortadores de cana	3.115 cortadores(as) [6.984 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	3.738.636 m ³ - 40.418 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	317.382 t - 635 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	4.508 t - 442 t _{ia}		
Óleo diesel	25.915,427 litros		
Queima de bagaço de cana	1.803.303 tb		
Bagaço de cana excedente	402.498 tb ≡ -81.647 t CO ₂ eq. [emis.evitas (50%)]		
Energia elétrica excedente	- MWh		
Etanol / emissões evitadas	311.553 m ³ ≡ - 623.106 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-704.753 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	14.872 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	1.803 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	8.014 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	811 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	103.921 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	65.790 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	68.117 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	45.443 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	283.271 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- LIMITE DE UGRHI
- LIMITE INTERESTADUAL
- ▬ CURSO D'ÁGUA

TIPOS DE MONITORAMENTO:

- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA
- ▲ USINA EM OPERAÇÃO
- ▲ USINA PARALISADA OU À INSTALAR



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.15 UGRHI 21 – PEIXE

A Tabela 54 mostra as cinco usinas da UGRHI Peixe, das quais uma é destilaria autônoma.

Tabela 54 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 21 – Peixe

<i>Ranking Estadual</i>	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
65 ^a	Floralco	Flórida Paulista	1.809.202	105.263	81.711	15,0
94 ^a	Ibéria	Borá	1.336.882	85.214	55.944	9,0
116 ^a	Branco Perez	Adamantina	1.040.718	43.386	64.111	4,0
124 ^a	Alta Paulista	Junqueirópolis	873.525	47.793	47.141	3,0
145 ^a	Rio Vermelho	Junqueirópolis	402.746	0	36.479	-
TOTAIS	5	-	5.463.073	281.656	285.386	31,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 55 e 56, encontram-se os dados acerca dos 26 municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Martinópolis possui a maior área plantada com cana [19.729 ha (38,3%)], da qual [10.607 ha (60,7%)] são de cc, e também apresenta a maior taxa de ocupação do solo com cana. Nos municípios de Alfredo Marcondes e Indiana, a cultura da cana não está presente economicamente.

A área total cultivada com cana nessa UGRHI atingiu [113.704 ha (13,4%)], na safra 2007/2008. O índice médio de mecanização da colheita foi de 49,7%.

A Figura 18 mostra a UGRHI 21 e a localização aproximada das cinco usinas, responsáveis pela moagem de 5.463.073 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 1,8% do total moído no Estado.

Tabela 55 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 21

Município	Usina ^c	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [tc]	Cana Crua [tc]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Adamantina	1	1.040.718	43.386	64.111	42.800	13.271	31,0	5.449	7.035	56,4	674	1,6
Alfredo Marcondes	0	0	0	0	13.600	0	0	-	-	-	119	0,9
Álvares Machado	0	0	0	0	35.700	68	0,2	0	43	100	268	0,8
Bastos	0	0	0	0	17.300	909	5,2	489	321	39,6	515	3,0
Borá	1	1.336.882	85.214	55.944	11.200	2.934	26,2	1.071	1.848	63,3	812	7,3
Caiabu	0	0	0	0	25.100	6.631	0,3	3.113	2.815	47,5	498	2,0
Emilianópolis	0	0	0	0	20.900	3.150	15,0	568	1.674	74,7	551	2,6
Flora Rica	0	0	0	0	22.000	4.676	21,2	2.761	1.047	26,9	421	1,9
Flórida Paulista	1	1.809.202	105.263	81.711	51.400	19.729	38,3	10.609	6.874	39,3	1.436	2,8
Indiana	0	0	0	0	13.300	0	0	-	-	-	407	3,1
Inúbia Paulista	0	0	0	0	8.900	1.752	19,7	751	881	54,0	558	6,3
Irapuru	0	0	0	0	22.500	2.106	9,3	1.451	424	22,1	574	2,6
Junqueirópolis	2	1.276.271	47.793	83.620	62.600	12.024	19,2	7.107	3.659	33,6	2.526	4,0
Lutécia	0	0	0	0	47.800	7.752	3,7	4.100	2.929	41,0	2.480	5,2
Mariópolis	0	0	0	0	19.000	706	3,7	533	171	24,3	236	1,2
Marília	0	0	0	0	115.400	535	0,5	182	351	65,8	11.031	9,6
Martinópolis	0	0	0	0	121.900	18.111	14,9	5.149	8.647	62,7	5.627	4,6
Oriente	0	0	0	0	23.100	1.191	5,1	55	1.130	95,4	2.295	9,9
Oscar Bressane	0	0	0	0	22.200	13	0,06	13	0	-	1.009	4,5
Osvaldo Cruz	0	0	0	0	24.100	3.764	15,6	1.734	2.031	53,9	997	4,1
Ouro Verde	0	0	0	0	29.700	4.989	16,8	1.681	2.077	55,3	1.524	5,1
Piquerobi	0	0	0	0	46.900	1.603	3,4	0	891	92,6	1.732	3,7
Pracinha	0	0	0	0	6.200	556	8,9	204	345	62,9	51	0,8
Ribeirão dos Índios	0	0	0	0	17.900	2.809	15,7	192	2.620	93,2	1.066	6,0
Sagres	0	0	0	0	12.700	3.039	23,9	1.604	1.236	43,5	305	2,4
Santo Expedito	0	0	0	0	11.100	1.386	12,5	886	401	31,2	139	1,2
6		5.463.073	281.656	285.386	845.300	113.704	13,4	49.702	49.450	49,9	37.851	4,4

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 56 – Síntese da UGRHI 21 – Peixe
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	453.749 habitantes [89% na área urbana, ~ 1% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 10.769 km ²	Vazão média 82 m ³ /s	Vazão mínima 29 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa para o rio do Peixe [IQA = 53]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,31 m ³ /s	Total: 5,28 m ³ /s	
	Industrial: 0,84 m ³ /s		
	Irrigação: 3,13 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 85%	Tratamento: 38%	
Vegetação nativa remanescente	37.851 ha [4,4%], sendo 5.563 ha em 3 UC		
Compensação financeira	Apenas Junqueirópolis recebe o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	5.463.073 tc – 281.656 t – 285.386 m ³ – 31,0 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	10.926.146 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$218.522,92 [projeção]		
Área cultivada com cana	113.704 ha [13,4%]		
Área colhida com queima	49.702 ha [50,1%]		
Área colhida sem queima	49.450 ha [49,9%]		
Índice de mecanização da colheita	49,9% [CANASAT [26% (IEA)]]		
Cana / Valor da produção	8.546.902 tc ≡ R\$ 256.407.072,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	13.555 empregados(as)		
Cortadores de cana	3.347 cortadores(as) [4.581 (IEA)]		
Vinhaça / fertirrigação ideal	3.424.632 m ³ - 37.023 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	218.523 t - 437 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	3.104 t - 455 t _{ia}		
Óleo diesel	24.786.016 litros		
Queima de bagaço de cana	1.241.607 tb		
Bagaço de cana excedente	277.127 tb ≡ -56.215 t CO ₂ eq. [emis.evitasdas (50%)]		
Energia elétrica excedente	- MWh		
Etanol / emissões evitadas	285.386 m ³ ≡ -570.772 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitadas	-626.987 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	15.980 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	1.242 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	8.611 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	559 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	111.422 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	70.691 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	70.133 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	31.288 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	283.534 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



Figura 18 - Localização aproximada das cinco usinas na UGRHI 21 PEIXE

CETESB

Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.16 UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA

A Tabela 57 mostra as seis usinas da UGRHI Pontal do Paranapanema, das quais quatro são destilarias autônomas. A destilaria Alcídia, situada em Teodoro Sampaio, foi a primeira destilaria autônoma do Brasil. Iniciou suas atividades em 1978 a partir do PROALCOOL (1975), período em que a produção nacional de álcool deixou de vir exclusivamente do mel residual da fabricação de açúcar (LEÃO, 2002).

Tabela 57 – Usinas, moagem, açúcar, álcool e potência elétrica na UGRHI 22 – Pontal Paranapanema

Ranking Estadual	Unidade	Município	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
71 ^a	Alto Alegre	P. Prudente	1.757.941	180.058	41.991	25,2
106 ^a	Alcídia	Teodoro Sampaio	1.153.024	60.727	62.259	4,0
119 ^a	Decasa	P. Wenceslau	923.733	0	86.706	2,4
129 ^a	Alvorada Oeste	Santo Anastácio	717.000	0	57.715	1,2
149 ^a	Santa Fany	Regente Feijó	380.000	0	28.500	1,2
163 ^a	Paranapanema	Narandiba	88.000	0	6.031	0
TOTAIS	6	-	5.019.698	240.785	283.202	34,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA [safra 2007/2008], do Anuário da cana – 2008 e da ANEEL.

Nas Tabelas 58 e 59, encontram-se os dados acerca dos 21 Municípios dessa UGRHI, classificada como de “agropecuária”. Teodoro Sampaio possui a maior área plantada com cana [19.654 ha (12,0%)], da qual [10.592 ha (55,8%)] são de cc, e também preserva a maior área de vegetação nativa de todos os municípios canavieiros paulistas [41.220 ha (25,2%)].

Pirapozinho apresenta a maior taxa de ocupação do solo com cana [9.982 ha (27,2%)]. Em todos os municípios dessa UGRHI, a cultura da cana está presente economicamente. A área total cultivada com cana atingiu [93.964 ha (7,0%)], na safra 2007/2008 e o índice médio de mecanização da colheita foi de 54,0%, o terceiro mais elevado do Estado.

A Figura 19 mostra a UGRHI 22 e a localização aproximada das seis usinas, responsáveis pela moagem de 5.019.698 tc, na safra 2007/2008, equivalente a 1,7% do total moído no Estado.

Tabela 58 – Moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa – UGRHI 22

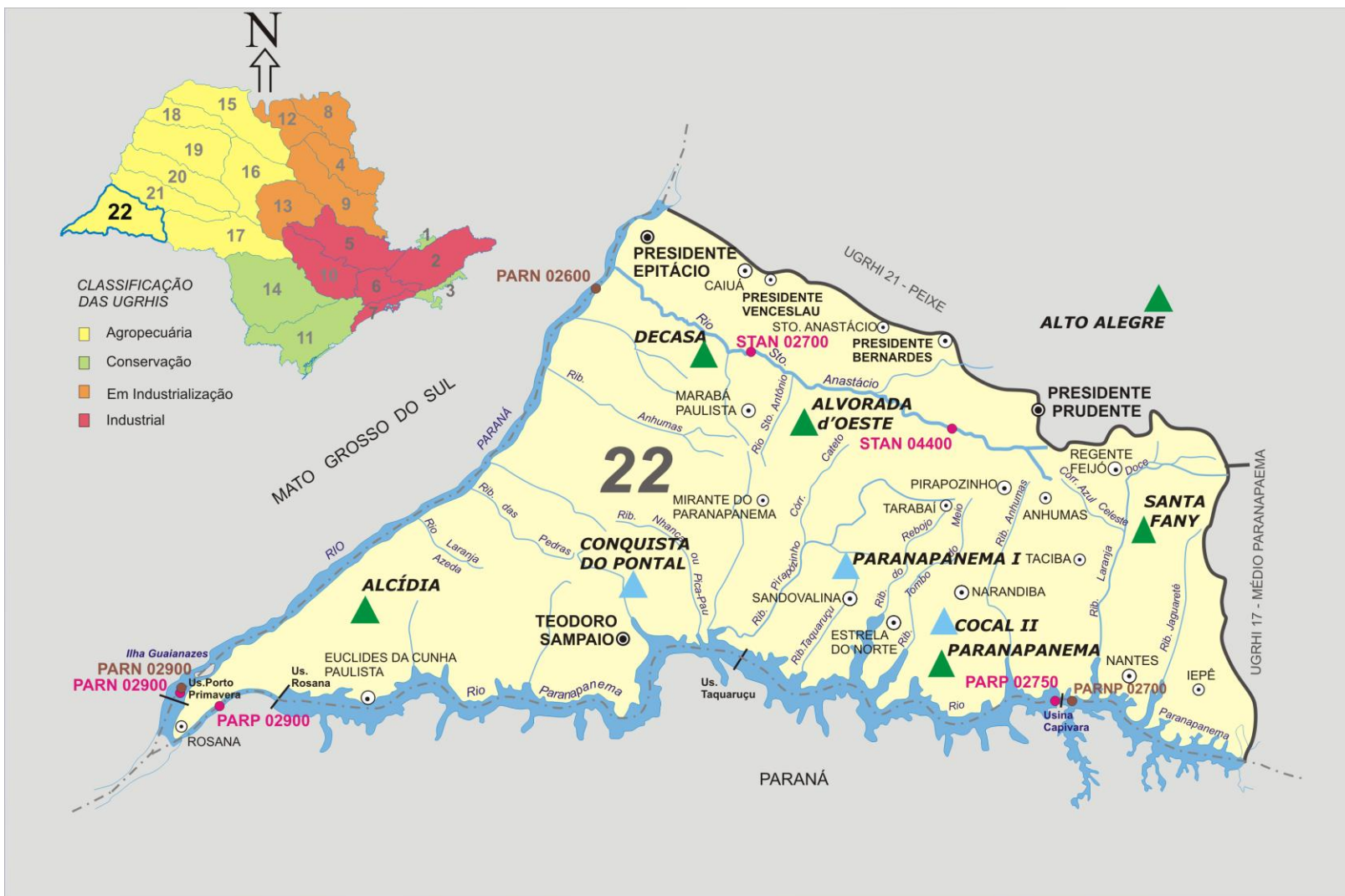
Município	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
Anhumas	0	0	0	0	32.600	1.036	3,2	407	508	55,5	1.138	3,5
Caiuá	0	0	0	0	50.500	4.250	8,4	1.409	2.851	66,9	3.491	6,9
Estrela do Norte	0	0	0	0	23.700	114	0,5	0	111	100,0	690	2,9
Euclides da Cunha Pta	0	0	0	0	55.000	1.210	2,2	656	191	22,6	2.920	5,3
Iepê	0	0	0	0	61.200	9.229	15,1	4.335	4.910	53,1	1.847	3,0
Marabá Paulista	0	0	0	0	95.000	7.284	7,7	2.128	5.013	70,2	2.827	3,0
Mirante Paranapanema	0	0	0	0	123.500	1.990	1,6	634	1.332	67,5	1.955	1,6
Nantes	0	0	0	0	38.800	1.929	5,0	1.063	832	43,9	865	2,2
Narandiba	1	88.000	0	6.031	43.600	4.883	11,2	1.742	2.944	62,8	2.557	5,9
Pirapozinho	0	0	0	0	36.700	9.989	27,2	7.156	2.584	26,3	1.107	3,0
Presidente Bernardes	0	0	0	0	77.300	2.387	3,0	722	1.430	66,4	2.983	3,9
Presidente Epitácio	0	0	0	0	127.700	507	0,4	172	333	65,9	17.207	13,5
Presidente Prudente	1	1.757.941	180.058	41.991	55.500	8.203	14,8	2.620	3.050	51,6	781	1,4
Presidente Venceslau	1	923.733	0	86.706	76.900	5.526	7,2	844	4.497	83,5	3.770	4,9
Regente Feijó	1	380.000	0	28.500	26.500	937	3,5	216	660	75,3	552	2,1
Rosana	0	0	0	0	66.000	574	0,9	572	0	-	2.789	4,2
Sandovalina	0	0	0	0	52.900	2.281	4,3	278	2.003	87,8	1.122	2,1
Santo Anastácio	1	717.000	0	57.715	56.400	4.056	7,1	1.698	2.035	53,9	1.519	2,7
Taciba	0	0	0	0	53.100	6.932	13,0	2.761	3.556	55,6	2.414	4,5
Tarabá	0	0	0	0	20.300	993	4,9	464	449	49,2	386	1,9
Teodoro Sampaio	1	1.153.024	60.727	62.259	163.300	19.654	12,0	10.593	8.382	44,2	41.220	25,2
	6	5.019.698	240.785	283.202	1.336.500	93.964	7,0	40.470	47.671	54,0	94.141	7,0

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

**Tabela 59 – Síntese da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema
[safra 2007/2008]**

População [projeção SEADE 2007]	487.754 habitantes [86% na área urbana, ~ 1% do Estado]		
Disponibilidade Hídrica [PERH 2004 – 2007]	Área de drenagem 12.395 km ²	Vazão média 92 m ³ /s	Vazão mínima 34 m ³ /s
Índice de Qualidade da Água – IQA	O Índice de Qualidade de Água – IQA, médio, 2007, acusou condição boa p/ rio Paranapanema [IQA = 67]		
Usos da água [PERH 2004-2007]	Urbano: 1,4 m ³ /s	Total: 6,36 m ³ /s	
	Industrial: 0,29 m ³ /s		
	Irrigação: 4,67 m ³ /s		
Esgotos sanitários urbanos	Coleta: 96%	Tratamento: 80%	
Vegetação nativa remanescente	94.141 ha [7,0%], sendo 36.567 ha em 3 UC		
Compensação financeira	T. Sampaio e P. Prudente recebem o ICMS ecológico		
Moagem, açúcar, álcool, energia	5.019.698 tc – 240.785 t – 283.202 m ³ – 34,0 MW		
Captação de água [200 dias/safra]	10.039.396,0 m ³		
Cobrança pelo uso da água	R\$200.787,92 [projeção]		
Área cultivada com cana	93.964 ha [07,0%]		
Área colhida com queima	40.470 ha [46,0%]		
Área colhida sem queima	47.671 ha [54,0%]		
Índice de mecanização da colheita	54,0% [CANASAT [36,1% (IEA)]]		
Cana / Valor da produção	7.597.754 tc - R\$ 227.932.626,00		
Empregados no SAG (ativos/inativos)	12.050 empregados(as)		
Cortadores de cana	2.725 cortadores(as) [4.216 (IEA)]		
Vinhaça /fertirrigação ideal	3.398.424 m ³ - 36.740 ha		
Torta de filtro/Soda Cáustica [50%]	200.788 t - 401 t [NaOH]		
Cinzas / Agroquímicos	2.852 t - 376 t _{ia}		
Óleo diesel	22.033.487 litros		
Queima de bagaço de cana	1.140.840 tb		
Bagaço de cana excedente	254.636 tb ≡ -51.653 t CO ₂ eq.[emis.evitas (50%)]		
Energia elétrica excedente	86.900 MWh ≡ -38.757 t CO ₂ eq.[emissões evitas]		
Etanol / emissões evitas	283.202 m ³ ≡ -566.404 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais evitas	-656.814 t CO₂eq.		
Material Particulado [queimadas]	13.012 t MP		
Material Particulado [caldeiras]	1.141 t MP		
Óxidos de Nitrogênio [queimadas]	7.012 t NO _x		
Óxidos de Nitrogênio [caldeiras]	513 t NO _x		
Gases de Efeito Estufa [óleo diesel]	88.354 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [queimadas]	57.560 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [solo]	57.957 t CO ₂ eq.		
Gases de Efeito Estufa [caldeiras]	28.749 t CO ₂ eq.		
Emissões Totais de GEE	232.620 t CO₂eq.		
Padrão de Qualidade do Ar – PQAR	Sem dados para a média anual de MP ₁₀ , em 2007		

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA [safra 2007/2008], CANASAT, SEADE, ANEEL, IEA, SINDAG e CETESB.



Fontes consultadas: Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, UDOP, UNICA, ANEEL, Relatório de Qualidade de Águas Interiores - CETESB

4.17 SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO DAS UGRHI[s]

O objetivo do presente capítulo foi caracterizar e inventariar a agroindústria paulista da cana-de-açúcar, com base nas 16 UGRHI[s] nas quais a atividade está presente economicamente (Tabelas 12 a 59). As 164 usinas que operaram na safra 2007/2008, segundo a UNICA, foram listadas e plotadas, aproximadamente, nas respectivas UGRHI[s] (Figuras 4 a 19). Foram relacionados ainda os 462 municípios canavieiros e as respectivas usinas, moagem, açúcar, álcool, área territorial, ocupação do solo com cana, área de cq, área de cc e vegetação nativa remanescente.

A Tabela 60, a seguir, mostra, dentre outros, a distribuição do plantio de cana [4.249.921 ha (20,7%)] e a vegetação nativa [1.479.223 ha (7,2%)] nas UGRHI[s]. A moagem industrial da cana segue uma certa linearidade com a produção de cana. Quanto maior a área plantada, maior a moagem, maior o número de usinas (vide UGRHI 9).

A UGRHI 13 apresenta as maiores áreas plantada com cana [558.155 ha (34,9%)] e de cq [287.592 ha (57,9%)]. Em decorrência, essa UGRHI possui as maiores emissões de material particulado – MP, óxidos de nitrogênio – NO_x e gases de efeito estufa – GEE. Com a operação das estações de monitoramento automático da qualidade do ar, da CETESB, situadas em Araraquara e Jaú, na safra 2009/2010 estarão disponíveis os dados diários e anuais acerca da qualidade do ar nessas bacias aéreas.

A ocupação do solo com a cana é mais intensa na faixa leste, no norte e na região central do Estado de São Paulo (UGRHI[s] 4, 8, 9, 12, 13, “em industrialização”) com taxas superiores a 29%. O mais alto valor ocorre na UGRHI 12 - Baixo Pardo [344.384 ha (48,6%)]. No noroeste e no centroeste – UGRHI[s] 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22, – os índices estão abaixo de 26%, indicando possibilidade de expansão. Nas UGRHI[s] 5 e 10 (“industrializadas”), a ocupação é inferior a 19% e as condições edafoclimáticas e topográficas não favorecem a expansão dos canaviais. Para a UGRHI 14 (“em conservação”) menor área de cana plantada do Estado [63.148 ha (3,1%)], a tendência é não haver expansão.

As regiões canavieiras não preservam o mínimo de 20% de vegetação nativa remanescente, como exigido pelo Código Florestal Brasileiro; a média, por UGRHI é de apenas 7,2%. Nas UGRHI[s] 15, 18 e 19, esse índice não ultrapassa 4%. A Figura 20 mostra a ocupação do solo agrícola pela cana, nas diversas UGRHI[s] estudadas.

Tabela 60 – Usinas, moagem, açúcar, álcool, ocupação do solo, cana queimada, cana crua e vegetação nativa nas UGRHI[s]

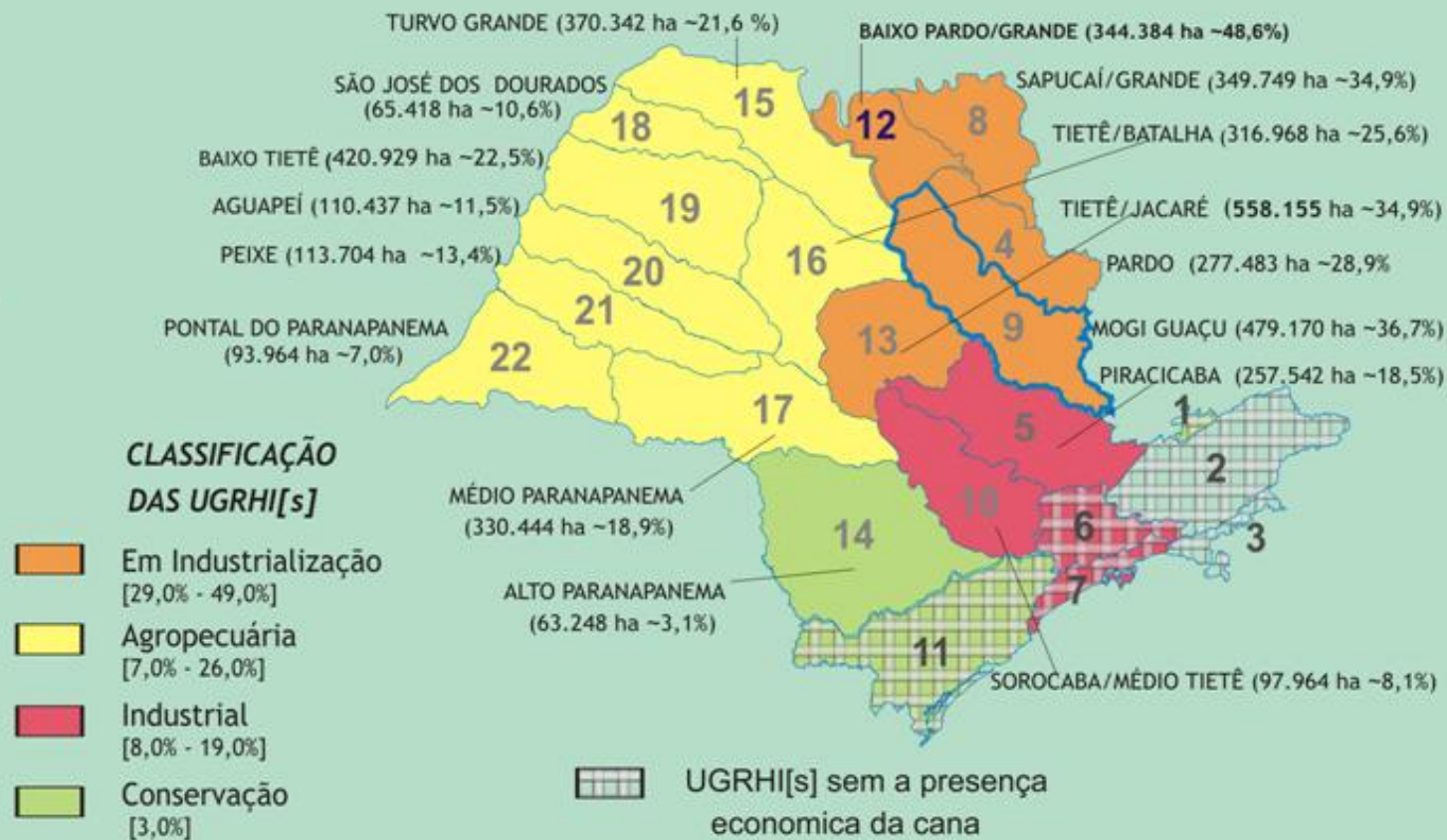
UGRHI	Usinas	Moagem ⁶⁸ [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Cana Queimada [ha]	Cana Crua [ha]	%	Veget. Nativa [ha]	%
13 – Tietê Jacaré	18	35.861.549	2.534.430	1.550.338	1.598.700	558.155	34,9	287.592	209.486	42,1	113.603	7,1
9 – Mogi Guaçu	30	68.442.329	4.622.022	2.915.802	1.306.100	479.190	36,7	195.231	214.281	50,8	77.062	5,9
19 – Baixo Tietê	17	27.688.159	1.413.358	1.424.948	1.871.700	420.929	22,5	196.457	183.537	48,3	74.550	4,0
15 – Turvo Grande	15	34.950.438	2.427.355	1.520.528	1.712.800	370.342	21,6	184.203	139.682	43,1	66.910	3,9
8 – Sapucaí/Grande	8	21.701.909	1.415.333	1.023.217	1.002.500	349.749	34,9	145.856	172.427	54,2	65.945	6,6
12 – Baixo Pardo	6	14.346.643	1.049.331	585.897	709.100	344.384	48,6	189.936	119.165	38,6	42.320	6,0
17 – Médio Paranapanema	14	19.615.005	1.259.415	861.148	1.752.200	330.444	18,9	184.163	114.284	38,3	109.251	6,2
16 – Tietê Batalha	8	10.675.432	593.681	541.736	1.238.400	316.968	25,6	154.304	136.100	46,9	75.671	6,1
4 – Pardo	7	10.665.792	617.674	503.333	960.900	277.483	28,9	135.831	100.627	42,5	78.430	8,2
5 – Piracicaba	11	18.729.882	1.479.248	647.849	1.389.500	257.542	18,5	101.721	131.398	56,4	98.730	7,2
21 – Peixe	6	5.463.073	281.656	285.386	845.300	113.704	13,4	49.702	49.450	49,7	37.851	4,4
20 – Aguapeí	4	7.934.536	538.171	311.553	959.700	110.437	11,5	46.256	57.414	55,4	48.337	5,0
10 – Sorocaba	4	2.909.524	145.958	131.165	1.209.900	97.964	8,1	40.050	49.730	55,4	181.396	15,0
22 – Pontal Paranapanema	6	5.019.698	240.785	283.202	1.336.500	93.964	7,0	40.470	47.671	54,0	94.141	7,0
18 – São José Dourados	4	7.255.209	225.120	486.165	614.200	65.418	10,6	33.262	25.065	43,0	17.116	2,8
14 – Alto Paranapanema	6	4.997.195	264.257	252.426	2.064.300	63.248	3,1	41.314	17.017	29,2	297.910	14,4
	164	296.256.373	19.107.794	13.324.693	20.571.800	4.249.921	20,7	2.026.348	1.767.334	46,6	1.479.223	7,2

Fonte: elaboração própria, com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo – 2005.

⁶⁸ Segundo a UNICA, na safra 2007/2008, a moagem atingiu 296.256.373 tc. Conforme a CONAB, a produtividade média foi de 86,2 tc/ha. Considerando a área total de cana colhida [cc + cq], a produção foi de 327.015.388 tc. O IBGE apontou 327.683.590 tc.

A diferença entre os dados de moagem da UNICA e a produção do IBGE pode ser justificada pelo fato da estatística da UNICA não abranger a cana destinada à produção de aguardente e forrageira.

Figura 20 - Mapa esquemático da ocupação do solo com cana-de-açúcar nas UGRHI[s]



Fonte: elaboração própria com dados da SEADE, do CANASAT [SAFRA 2007/2008] e da CETESB.

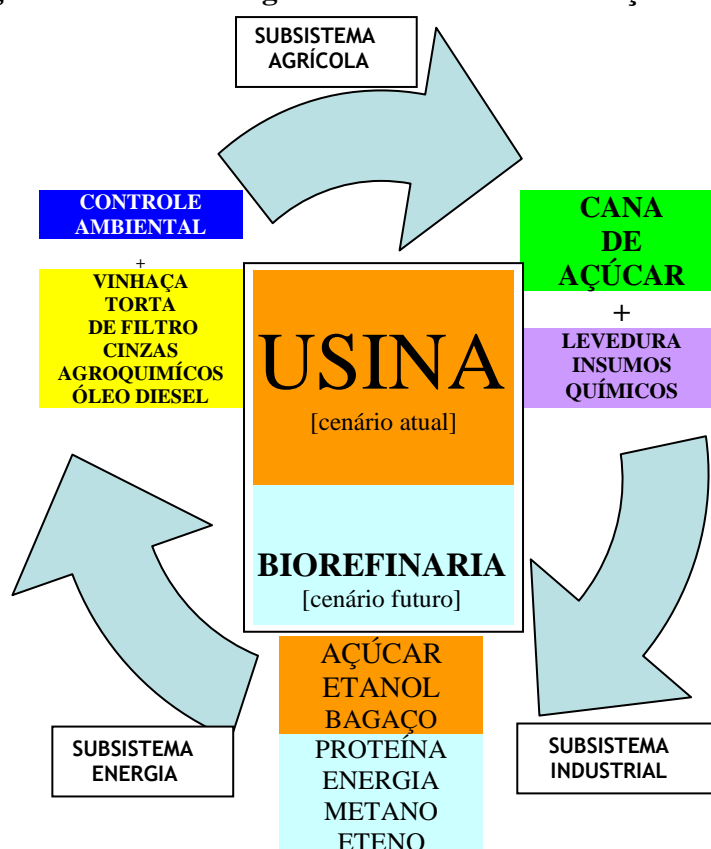
5 IMPACTOS AMBIENTAIS

A Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 23/01/1986, em seu artigo 1º, define impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente [...] resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afete: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Esses impactos podem ser reversíveis ou irreversíveis e apresentar efeitos positivos ou negativos. A Figura 21 idealiza o Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar – SAG, composto pelos subsistemas agrícola, industrial e de geração de energia. As operações e atividades do SAG são descritas a seguir para fins de reconhecimento dos impactos ambientais mais importantes.

Figura 21 – Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar - SAG



Fonte: elaboração própria com base em Lora (2000) e Leme (2005).

No SAG (Figura 21), as operações e atividades iniciam-se com o consumo de óleo diesel e outros agroquímicos empregados no preparo do solo e plantio da cana-de-açúcar. Decorridas as etapas de crescimento e maturação, a cana é transportada para a usina, na qual é processada com a adição de levedura e insumos químicos, resultando na produção de açúcar, álcool e bagaço de cana. Fração deste bagaço é empregada como combustível na geração de vapor e energia eletromecânica, responsável pelo acionamento de todo o complexo, sem a necessidade de aporte de energia externa. As usinas mais eficientes geram excedente de energia elétrica, disponibilizada ao Sistema Interligado Nacional – SIN. No atual estágio tecnológico do processamento industrial da cana, são gerados os seguintes resíduos: vinhaça, torta de filtro, cinzas, lodos do sistema de tratamento de água, dentre outros. Tais resíduos são reaproveitados nas áreas agrícolas, sob controle ambiental, para fins de fertilização e condicionamento do solo. No cenário presente, o complexo industrial é conhecido como uma USINA.

No cenário futuro, vislumbram-se:

- aumento da eficiência energética;
- aproveitamento de metano com a implementação da biodigestão da vinhaça;
- captura e sequestro do gás carbônico, hoje perdido nas dornas de fermentação;
- produção de proteínas de alta qualidade;
- comercialização intensiva de excedentes de energia elétrica;
- consumo de bicomcombustível na área agrícola, em substituição ao diesel;
- produção de eteno para obtenção de diversos alcoolquímicos.

Nesse cenário a atual USINA será transformada numa BIOREFINARIA⁶⁹.

No cenário futuro, serão introduzidas variedades de cana com alta produtividade, mais resistentes às doenças, às pragas, ao estresse hídrico, com performance voltada à produção de elevada quantidade de biomassa por hectare (cana energética). Entretanto, a transição USINA – BIOREFINARIA, deverá ser precedida pelo gerenciamento adequado dos impactos ambientais, detalhados a seguir.

⁶⁹ A biorefinaria é o processo de conversão da biomassa em uma variedade de produtos, com pouco desperdício e mínimas emissões. Através da biorefinaria, é possível transformar materiais brutos de fonte renovável, como bagaço de cana, em produtos de maior valor agregado, como combustíveis sólidos e líquidos, materiais, produtos químicos, dentre outros.

5.1 FASE AGRÍCOLA

Qualquer que seja a atividade agrícola, ao empregar recursos naturais, como água e solo, e usar insumos e defensivos químicos, como fertilizantes e praguicidas, ela apresenta algum impacto ambiental. Contudo, a partir de planejamento e ocupação criteriosa do solo agrícola, e do emprego de técnicas de conservação para cada cultura e região, é possível reduzir muito os possíveis impactos ambientais gerados e garantir proteção aos recursos ambientais, de maneira a perdurar seus serviços e permitir que as gerações futuras desfrutem de sua qualidade (STRAPASSON; JOB, 2006).

A produção de cana traz consigo:

- Redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação de monocultura;
- Contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo, por meio da prática excessiva de adubação química, do uso de corretivos minerais e da aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas;
- Compactação do solo pelo tráfego de máquinas pesadas, durante o plantio, tratos culturais e colheita;
- Assoreamento de corpos d'água, devido à erosão do solo em áreas de reforma;
- Emissão de fuligem e gases de efeito estufa na queima ao ar livre de palha, durante o período de colheita;
- Danos à flora e à fauna, causados por incêndios descontrolados;
- Consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte;
- Concentração de terras e de rendas, e condições subumanas do trabalho do(a) cortador(a) de cana.

Por se tratar de cultura adensada, a cana promove uma conservação eficaz do solo. Mesmo depois de colhida, a palha depositada protege o solo da erosão e contribui para a melhoria da quantidade de matéria orgânica no solo, com reflexos positivos sobre o balanço de nutrientes e para a microbiologia pedológica. As perdas de solo são da ordem de 12,5 t/ha.ano, número bastante inferior aos resultantes do plantio de soja, algodão, feijão, mamona, dentre outras. (BERTONI et al, 1972). A presença da palha no campo também reduz a

incidência de energia luminosa sobre o solo, inibindo o processo de fotossíntese e a germinação de algumas plantas daninhas, presentes no banco de sementes.

A expansão dos canaviais ocorre preponderantemente nas áreas de pastagens degradadas.⁷⁰ Tal ocupação é realizada por meio da aquisição de terras diretamente pelas empresas agrícolas coligadas às usinas ou via arrendamento, em virtude da falta de opção econômica aos pequenos proprietários que não conseguem lucros satisfatórios com a produção incipiente de carne e leite, principalmente.

A transformação das antigas propriedades rurais inicialmente compreende o abandono ou a demolição das edificações, a retirada das cercas que dividiam as pastagens e a demissão do(a)s antigo(a)s lavradore(a)s. A seguir, os topógrafos e tratoristas iniciam os trabalhos de demarcação dos talhões, implantação de terraços e curvas de nível. As árvores isoladas que antigamente ofereciam sombra ao gado são erradicadas e as estradas ganham nova configuração, quase que num traçado cartesiano. A paisagem bucólica dos sítios, dos pomares e das aves, transforma-se na monotonia esverdeada de um extenso canalial. Parte do gado remanescente é cercado nas áreas de preservação permanente, às margens dos rios, inservíveis à cana. Esse panorama assim permanece até a primeira colheita que acontece, em média, 18 meses após. Se ocorrem queimadas próximas aos fragmentos florestais, é comum a morte de grande quantidade de roedores e aves que, durante meses, abrigaram-se no canalial, em crescimento.

O plantio da cana, a preparação do solo, a colheita e o transporte dos resíduos industriais (vinhaça, lodos e torta de filtro), exigem grande consumo de óleo diesel. Macedo et al, (2004) estimam que são gastos de 1,561 a 1,696 litros de diesel por tonelada de cana moída, o que significa cerca de 32% de toda a energia consumida no ciclo de vida do álcool. Dados coletados diretamente com as empresas agrícolas e referentes à safra 2006-2007 apontam consumo médio de óleo diesel de 2,9 litros por tonelada de cana, o que sinaliza mecanização crescente e necessidade de otimização da logística de transportes.

Em sua fase agrícola a cana também provoca impactos ambientais decorrentes do uso de agrotóxicos e das queimadas, questões abordadas nas próximas subseções.

⁷⁰ Na safra 2007/2008, segundo a CONAB, a expansão da cana no Estado de São Paulo (351.984 ha), provocou a substituição de 242.146 ha de pastagens, 17.292 ha de milho, 42.185 ha de soja, 2.284 ha de café, 30.397 ha de laranja e 9750 ha outros.

5.1.1 EMPREGO DE AGROQUÍMICOS

A cana-de-açúcar requer poucas aplicações de agrotóxicos em comparação a outras culturas de produção extensiva em razão de sua rusticidade e adaptação às condições edafoclimáticas em que é cultivada no Brasil. Dentre os agrotóxicos aplicados nos canaviais, os herbicidas são o grupo mais utilizado. O consumo de inseticidas é relativamente baixo e o de fungicidas é quase nulo. Além disso, muitos produtores já utilizam controle biológico em escala industrial/comercial. A produção orgânica também tem aumentado em virtude do crescimento do mercado de açúcar orgânico, tanto no Brasil quanto no exterior.

Apesar desse quadro positivo, dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG (Tabela 61) mostram que, entre os anos de 2006 e 2007, houve um crescimento de 25% nos agroquímicos demandados pela cana.

Tabela 61 – Demanda por agroquímicos no Brasil, 2003-2007

[toneladas de ingrediente ativo - t_{ia}]

Cultura	2003 [t _{ia}]	2004 [t _{ia}]	2005 [t _{ia}]	2006 [t _{ia}]	2007 [t _{ia}]
Soja	75.966	96.554	102.231	97.602	130.733
Milho	25.336	26.801	28.128	28.017	41.433
Citrus	16.820	17.488	19.123	24.749	26.600
Cana-de-açúcar	13.713	15.425	16.605	22.851	28.578
Algodão	11.956	15.005	14.567	16.619	19.879
Café	6.121	7.081	8.292	9.272	8.098
Trigo	4.136	6.354	5.061	4.527	5.032
Batata inglesa	4.005	4.078	4.514	4.763	4.135
Arroz irrigado	3.899	4.207	4.050	3.711	5.585
Feijão	3.749	4.108	3.772	4.198	5.647
Outras culturas	16.745	17.624	25.889	22.407	28.311
TOTAIS	182.446	214.725	232.232	238.716	304.031

Fonte: elaboração própria com dados do SINDAG.

Em 2007, a cultura da cana utilizou 28.578 t_{ia} – toneladas de ingredientes ativos de agroquímicos, suplantada apenas pela soja (130.733 t_{ia}) e pelo milho (41.433 t_{ia}). Considerando as atuais áreas cultivadas (aproximadamente 24.000.000 ha para a soja; 14.000.000 ha para o milho; e 7.000.000 ha para cana), verifica-se que, em 2007, a cana

demandava, aproximadamente 4 Kg_{ia}/ha de ingredientes ativos de agroquímicos, contra 2,9 Kg_{ia}/ha do milho e 5,4 Kg_{ia}/ha da soja.⁷¹

A cidade de Ribeirão Preto, sede regional do mais importante polo de produção sucroalcooleira do Brasil, é 100% abastecida por água proveniente de captações tubulares (poços profundos) realizadas no aquífero Guarani. Preocupações da comunidade local motivaram diversos pesquisadores a estudar o risco de contaminação desse manancial pelo intenso uso de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. O potencial de contaminação das águas subterrâneas por agrotóxicos depende da mobilidade do produto no solo. Boeira et al, (2008) determinaram a adsorção do herbicida *tebutiuron* em três solos da microbacia do Córrego do Espriado, área de recarga do aquífero Guarani, no município de Ribeirão Preto. Todos os solos estudados mostraram baixa capacidade de adsorção. Gomes, Spadotto e Lanchotte (2001) concluíram que o *tebutiuron* atingiu a água subterrânea do aquífero Guarani. Em relação ao princípio ativo *diuron*, Gomes et al (2006) analisaram a água subterrânea na microbacia do córrego do Espriado e não identificaram contaminação.

Pessoa et al, (2007), avaliaram o potencial de transporte de agrotóxicos em águas superficiais e subterrâneas, de 142 princípios ativos. Desses, 53 apresentam alto potencial, 62 médio potencial e 27 baixo potencial. Para as águas subterrâneas, as análises de lixiviação revelaram que 41 princípios ativos apresentavam potencial. A Tabela 62 mostra as características de alguns herbicidas utilizados no controle de ervas daninhas da cana-de-açúcar. Nela estão relacionados princípio ativo, nome comercial, taxa de aplicação recomendada, potencial de transporte e lixiviação nas águas superficiais e subterrâneas, e o valor máximo permitido em água potável, de acordo com a Portaria 518, do Ministério da Saúde.

Com o aumento da colheita de cana crua e manutenção da palhada sobre o solo há expectativa de que se verifique uma supressão da germinação da maioria das plantas daninhas, o que determinaria redução das aplicações de herbicidas. Contudo, ocorrem muitas indagações acerca da dissipação e persistência dos herbicidas na nova situação. Segundo Blanco (2003), a condição de colheita sem queima é como se fosse a introdução de uma nova cultura.

⁷¹ Em 2008, segundo o SINDAG, o mercado brasileiro de agroquímicos apontou em primeiro lugar a soja com US\$ 2.152 milhões ; em segundo lugar, a cana com US\$ 667,9 milhões.

Tabela 62 – Herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar

Princípio ativo	Nome comercial	Dose [Kg _{ia} /ha]	Modo de aplicação	Grupo controlado	Potencial de transporte	Potencial de lixiviação	Máximo permitido [µg/l] (*)
2,4 D	U 46 D fluid	0,40 a 0,72	PÓS	latifoliadas	médio	provável	30
Acetochlor	Fist	1,8 - 3,6	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	médio	provável	-
Ametrina	Gesapax	2,0 a 4,0	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	-
Ametrina + 2,4D	Gesapax + U 46 D fluid	0,21 + 0,29	PRÉ PÓS	gramíneas e latifoliadas anuais (**)	médio	provável	-
Ametrina + Clomazone	Sinerge	2,5 a 3,0	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	-
Ametrina + Diuron	Ametron	(0,62 – 1,244) (0,96 – 1,92)	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	-
Clomazone	Gamit	0,50	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	médio	transição	-
Diuron	Karmex	1,6 a 3,2	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais (***)	alto	transição	-
Diuron + Hexazzone	Velpar K Advance	0,488 + 0,142 0,533 + 0,067	PRÉ PRÉ	latifoliadas e gramíneas anuais	alto	provável	-
Diuron + MSMA	Fortex	0,140 + 0,360	PÓS	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	transição	-
Diuron + Terbutiuron	Bimate	2,1 a 2,8	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	-
Glyphosate	Roundup	0,18 a 2,16	PÓS	gramíneas e latifoliadas anuais (****)	alto	sem	500
Metolachlor	Dual	2,88 – 3,84	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	10
Metribuzin	Sencor	0,72	PRÉ	latifoliadas	alto	provável	-
Halosulfuron	Sempre	0,75	PÓS	Cyperaceas (*****)	-	-	-
Imazapyr	Arsenal	0,250	PRÉ	gramíneas, latifoliadas e cyperaceas	-	-	-
Isoxaflutole	Provence	0,75	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	-	-	-
Oxyfluorfen	Goal	0,240	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	-	-	-
Sulfosate	Zapp	0,480	PÓS	gramíneas e latifoliadas anuais(****)	-	-	-
Sulfentrazone (*****)	Boral	1,2 – 1,6	PRÉ	gramíneas anuais perenes e cyperaceas	-	-	-
Tebutiuron	Combine	0,5 a 0,80	PRÉ	gramíneas e latifoliadas anuais	alto	provável	-

Fonte: elaboração própria com dados de BLANCO, (2003) e PESSOA, (2007).

(*) Portaria 518 MS. (**) Controle efetivo em pós-emergente apenas sobre latifoliadas. (***) Controle mais pronunciado nas latifoliadas. (****) Utilizado para renovação de canaviais ou para aplicações dirigidas. (*****) A *Cyperaceae* tem que estar no estágio de pré-floração no momento da aplicação.

(*****) Apresenta controle efetivo sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*).

5.1.2 O PROBLEMA DAS QUEIMADAS

Dentre todos os impactos ambientais gerados pela agroindústria da cana-de-açúcar, sem dúvida, o mais emblemático, discutido e controverso, tem sido a prática da queima da palha como método facilitador da colheita. As discussões acerca das queimadas mobilizam autoridades e especialistas em meio ambiente, como é possível observar nas três citações abaixo.

[...] um absurdo fazer inúmeras exigências ambientais às indústrias do Estado, tentar melhorar a disposição de lixo e resíduos tóxicos, multar os caminhões que emitem fumaça e inspecionar os automóveis para que estes emitam menos poluentes e, simultânea e paradoxalmente, permitir a queima descontrolada da cana-de-açúcar que, em certas épocas do ano, inferniza a população de parte do Estado.⁷²

[...] Neste ano, São Paulo terá plantado 4,2 milhões de hectares de cana. Em pelo menos 2,5 milhões de hectares (10% do território paulista) as colheitas serão realizadas mediante queimadas! É uma aberração ecológica e um atentado à saúde das pessoas. Será dever de todos nós, governo e não governo, produtores e não produtores, corrigir essa distorção, com coragem, firmeza e sabedoria. Afinal, uma das principais razões de ser do etanol é assegurar um convívio amigável com o meio ambiente.⁷³

[...] O fim do facão encerra uma triste página na história do trabalho rural. Queima-se cana desde as origens da cultura. Prática medieval, facilita o sulco do arado e limpa o colmo para o corte. A negra sujeira da fuligem afugenta peçonha e marca o rosto do cortador de cana. A dureza do trabalho, antes escravo, massacra o bóia-fria, que chega à exaustão.⁷⁴

Apesar de haver restrição ao uso de fogo nas matas e outras formas de vegetação desde 1934, quando do primeiro Código Florestal Brasileiro⁷⁵, a prática nunca deixou de ser empregada na agricultura e em áreas urbanas, como método de minimização de volume de resíduos sólidos, limpeza de terrenos, eliminação de árvores e controle e erradicação de pragas.

A Lei Estadual 997, de 1976, em seu Artigo 26, veda, implicitamente, a queima, ao ar livre, de palha de cana-de-açúcar. Não obstante, desde 1975, com o PROÁLCOOL, as áreas urbanizadas de Piracicaba, Ribeirão Preto, Araraquara, Catanduba e Jaú, convivem intensivamente com as queimadas, alternando momentos de embates calorosos, durante a safra, com períodos de esquecimento, na entressafra.

⁷² Professor José Goldemberg, ex-secretário de Meio Ambiente, *Folha de São Paulo*, 22.05.2002.

⁷³ José Serra, Governador do Estado de São Paulo, *Folha de São Paulo*, 09/03/2007, no dia que o presidente americano George Bush visitava São Paulo para conhecer o terminal de biocombustíveis da Transpetro.

⁷⁴ Xico Graziano, agrônomo, secretário de Meio Ambiente. Prática medieval. *O Estado de São Paulo*, 25.03.2008.

⁷⁵ Artigo 22 do Decreto Federal nº 23.793, de 23/01/1934.

O surgimento de legislação restritiva às queimadas deve-se :

- a desligamentos freqüentes de linhas de transmissão de energia elétrica;
- a efeitos estéticos indesejáveis causados pelas fuligens;
- a acidentes ao longo das rodovias;
- a incômodos ao bem-estar público;
- a incêndios descontrolados em matas e fragmentos florestais;⁷⁶
- à possibilidade de mecanização progressiva da colheita;
- a pressões, cada vez maiores, da sociedade civil.

A Lei 11.241, de 19/09/2002, regulamentada pelo Decreto Estadual 47.700, estabeleceu que a queima nos canaviais deve ser eliminada gradativamente, com a proibição total no ano de 2021. De 2006 até 2011, 30% da área deve ser colhida sem queima. Para as áreas não mecanizáveis, isto é, com declividade superior a 12% e/ou menor que 150 hectares, o término da queima ocorrerá em 2031. Nestas áreas, em 2011, ao menos 10% do total plantado deve ser colhido sem queima. Em junho de 2007, o governo do Estado de São Paulo firmou, com a UNICA, o protocolo agroambiental de cooperação para, dentre outras obrigações, reduzir o prazo para o fim das queimadas até 2014, nas áreas mecanizáveis, e 2017, nas não mecanizáveis. A iniciativa contou com a adesão de 127 usinas e 23 associações de fornecedores de cana.⁷⁷

O INPE, por meio do CANASAT, monitorou as queimadas no Estado de São Paulo, na safra 2007/2008, em 462 municípios canavieiros e detectou que 2.026.330 ha foram cq e 1.767.373 ha cc. As áreas de cq e cc, respectivamente, corresponderam a 53,4% e 46,6%, do total colhido. Comparativamente à safra 2006/2007, observou-se uma redução de, aproximadamente, 140.000 ha de cq.⁷⁸

A Tabela 60, (página 125) dentre outros, mostra a distribuição de cq e cc nas 16 UGRHI[s]. Na UGRHI 13, na safra 2007/2008, ocorreu a maior área de cq (287.592 ha). O *ranking* dos 10 municípios com as maiores áreas de cq está relacionado junto à Tabela 63. O

⁷⁶ MARCHIOTE, G. Incêndio consome 317 hectares de cana. *Diário da Região*, 15.08.2009. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=166&IdNoticia=124753>, Acesso em 15.08.2009.

⁷⁷ Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/listas.asp>>, acesso em 20.02.2009.

⁷⁸ Na safra 2008/2009, a área de cq foi de 1.953.980 ha (50,1%), com redução de, aproximadamente, 25.000 ha comparativamente à safra 2007/2008. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=472>>. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar é realidade em pelo menos 50% do Estado. Acesso em: 1º.04.2009. Na safra 2009/2010, foram colhidos 4.300.000 ha, 2.300.000 ha de cc (54%) e 2.000.000 ha de cq (46%). A área de cq expandiu, aproximadamente, 44.000 ha em relação à safra anterior, segundo a SMA e a UNICA.

município de Morro Agudo lidera com 64.113 ha (66,5%). Os totais de cq e cc nesses municípios correspondem à 14,2 e 9,5%, respectivamente, dos totais do Estado.

Tabela 63 – 10 maiores áreas de cana queimada e cana crua, por município
[safra 2007/2008]

<i>Ranking</i>	Município	UGRHI	Cana Queimada [ha]	%	Cana Crua [ha]	%
1º	Morro Agudo	12	64.113	66,5	32.282	33,5
2º	Jau	13	35.517	82,2	7.703	17,8
3º	Jaboticabal	9	25.674	53,9	21.996	46,1
4º	Paraguaçu Paulista	17	25.111	54,6	20.851	45,4
5º	Batatais	8	24.770	60,0	16.445	40,0
6º	Barretos	12	24.445	52,6	22.057	47,4
7º	Pederneiras	13	22.967	75,0	7.691	25,0
8º	Lençóis Paulista	13	22.580	61,8	14.040	38,2
9º	Novo Horizonte	16	21.799	61,8	13.461	38,2
10º	São Manuel	13	21.532	63,9	12.148	36,1
	TOTAL		288.508	14,2	168.674	9,5

Fonte: elaboração própria, dados do CANASAT.

A prática de submeter os canaviais à despalha com uso de fogo provoca emissões, para a atmosfera, de material particulado (MP), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Com as queimadas há aumento da temperatura do solo o que causa perda de nitrogênio e da camada bacteriana. Aves, mamíferos, anfíbios e répteis que procuram abrigo e alimento nos talhões de cana são queimados⁷⁹. A emissão de fuligem e fumaça atinge núcleos urbanos a quilômetros de distância, causando incômodos generalizados aos moradores. A queima da palha faz com que os problemas respiratórios da população aumentem e ocorram efeitos estéticos indesejáveis na atmosfera e nas residências, provocando aumento do consumo de água para limpeza.

Quanto aos custos de oportunidade, Mattos e Mattos (2004) valoraram em R\$ 14.196,60 por hectare os benefícios que poderiam ser auferidos com a cessação das queimadas e o consequente uso otimizado da palha, diminuição do emprego de herbicidas, aumento de produtividade da cana, economia de adubação nitrogenada etc.

As linhas de transmissão de energia elétrica gerada nas hidrelétricas de Marimondo, Água Vermelha, Três Irmãos, Ilha Solteira e Furnas atravessam as regiões

⁷⁹ FERRI, M. Queimadas causam a morte de vários animais. *Diário da Região*, 12/07/2003. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=166&IdNoticia=32755>. Acesso em: 12/01/2007.

canavieiras de Rio Preto, Catanduva, Bauru, Araraquara e Ribeirão Preto. As queimadas que ocorrem nas proximidades das faixas de segurança dessas linhas podem provocar ionização do ar e possíveis curtos-circuitos capazes de interromper esses sistemas de grande porte.^{80 81}

Por outro lado, tem-se observado que quando a cana não é queimada, proliferam-se nos canaviais roedores silvestres provenientes de fragmentos florestais. Esses roedores podem transmitir o hantavírus, por meio da urina, e contaminar cortadores de cana, causando uma pneumocitose, síndrome respiratória e cardíaca que levar à morte. Quando não há queima, é comum também, o aumento do ataque de cigarrinhas, com perdas significativas de produção.

Em relação ao monitoramento da qualidade do ar nas regiões canavieiras, avaliações feitas pela CETESB, por meio de estações móveis locadas temporariamente nos municípios de Araraquara (2000), Jaú (2003, 2004) e Ribeirão Preto (2004 a 2006), revelaram ultrapassagem do Padrão de Qualidade do Ar (PQAR) para o poluente ozônio (O₃)⁸². Tais episódios ocorreram em dias quentes e secos, nos meses de setembro e outubro, propícios à formação de ozônio. Deve-se destacar que, nesta época, as queimadas são fontes de óxidos de nitrogênio (NO_x), precursores de ozônio (O₃), o que pode ter influenciado nas ultrapassagens observadas.

A Lei 11.241/2002 estabelece que sempre que houver condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos, ou que forem ultrapassados os padrões de qualidade do ar, a autoridade ambiental determinará a suspensão da queima.⁸³ Diversos episódios de baixa umidade do ar motivaram a proibição das queimadas durante as safras 2007/2008 e 2008/2009. Para a safra 2009/2010, a rede de monitoramento automático da qualidade do ar da CETESB estará completa e em condições de aferir, instantaneamente,

⁸⁰ Em 2006, ao menos três desligamentos de linhas de 440 Kv e 69 Kv foram provocados por queimadas e constatados pela CETESB: 1) 27/06/2006 linha de 440 Kv, município de Penápolis; 2) 14/08/2006, linha 440 Kv, município de Ariranhã; 3) Junho/2006, Linhas de 138 Kv, 69 Kv, município de Ituverava. [Relatório de Inspeção de usinas – Sistema de Informações de Poluição (SIPOL) – CETESB].

⁸¹ De julho de 2007 até julho de 2008, a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL registrou 492 cortes no fornecimento em sua rede de distribuição de energia por queimadas, deixando sem eletricidade 173.974 consumidores das 234 cidades de sua área de atuação. Apenas na região nordeste do Estado, onde está Ribeirão Preto, foram 141 ocorrências com tempo médio de desligamento de 4h08.

Disponível em: <http://www.cpfl.com.br/new/noticias_energia/noticias_15-08-2008b.asp>. Acesso em 04.09.2008.

⁸² O ozônio, em altas concentrações, está associado à redução da capacidade pulmonar, irritação dos olhos, envelhecimento precoce e corrosão dos tecidos. Pessoas com asma estão entre as mais suscetíveis ao efeito deste poluente.

⁸³ Na safra 2009/2010 a SMA proibiu a queima no período entre 22 de junho e 30 de novembro de 2009, entre 6 e 20 horas (Resolução SMA 44 de 16.06.2009).

temperatura, umidade, velocidade do ar e concentrações de material particulado, óxidos de nitrogênio, ozônio e óxidos de enxofre.⁸⁴

Além dos prejuízos econômicos, danos à fauna e à flora, as queimadas são responsáveis pela emissão de gases justamente no período de estiagem, quando as condições de temperatura, umidade e velocidade dos ventos são desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Assim, é de se esperar agravos à saúde da população em decorrência da má qualidade do ar.

Como em toda queima ao ar livre, durante as queimadas de cana há combustão incompleta de inúmeros compostos. Conforme Bosso (2000), foram constatadas concentrações alarmantes de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), reconhecidamente carcinogênicos, na urina de cortadores de cana. Marchi (2004)⁸⁵ também mediu as concentrações destes compostos presentes em amostras de ar, coletadas em Araraquara, nos períodos de safra e entressafra.

Arbex (2001) concluiu que há associação causal entre o material particulado, decorrente da queima de plantações de cana-de-açúcar e um indicador de morbidade respiratória, na cidade de Araraquara. Internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima de palha foram inferidas por Lopes e Ribeiro (2006). Em Piracicaba, o número de internações de crianças e adolescentes com problemas respiratórios aumenta 21% durante o período das queimadas (Arbex et al, 2004).

Ante os danos econômicos, ambientais e a questão da saúde pública, o Ministério Público Estadual - MPE, durante anos tem proposto ao Poder Judiciário ações civis públicas requerendo a cessação da prática⁸⁶. Diversos municípios têm editado leis que proíbem as queimadas. Contudo, as decisões judiciais são controversas e os Tribunais têm decidido pela inconstitucionalidade dessas leis que vedam as queimadas, bem como pela ausência de nexo causal entre as mesmas e os danos à saúde pública. Ainda assim, até março/2009 estavam

⁸⁴O relatório de qualidade do ar da CETESB, revela que em 2007, a concentração média anual de material particulado, em Ribeirão Preto, ultrapassou o padrão de qualidade do ar – PQAR do Conama [50µg/Nm³].

⁸⁵Fumaça sobre a saúde. *Jornalunesp* nº198/março 2005. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/198/capa.php>>.

⁸⁶Em 10.08.2009, o Supremo Tribunal de Justiça – STF, proibiu a queima de palha de cana de açúcar. Considerou-se a [...] “necessidade de o desenvolvimento ser sustentável” e que [...] “há hoje em dia instrumentos e tecnologias modernos que podem substituir a queimada sem inviabilizar a atividade econômica industrial.” Disponível em: http://www.stj.gov.br/portal_stj/publicacao/engine.wsp?tmp.area=398&tmp.texto=93100#>. Acesso em: 12.08.2009.

vigentes, por força de decisões favoráveis do Tribunal de Justiça de São Paulo, as leis municipais 9.721, de novembro de 2006, e 4.446/03, que proibiram as queimadas nos municípios de São José do Rio Preto e Botucatu, respectivamente.^{87 88}

A indústria nacional tem capacidade para fabricar, aproximadamente, 500 colhedoras por ano. Essa capacidade produtiva aliada aos custos mais elevados da colheita manual, à falta de mão-de-obra e às pressões internacionais sobre as más condições de trabalho do(a)s cortadore(a)s de cana, poderão determinar a extinção das queimadas, nas áreas mecanizáveis, em um prazo de três a quatro anos.

5.2 FASE INDUSTRIAL

O processamento da cana nas usinas passa por diversas etapas: recepção, moagem, preparação do caldo, cozimento, fermentação, destilação, armazenamento e expedição dos produtos acabados (açúcar, álcool e proteína de levedura). Em média, cada tonelada de cana, possui 15% de açúcar total recuperável – ATR, 27,8% de fibra (bagaço de cana) e 57% de água, o que resulta na geração de grande quantidade de resíduos sólidos e águas residuárias (vinhaça). Como a maior parte da cana moída é queimada, há o arraste de, aproximadamente, 1,2 kg de terra por tonelada de cana.

As unidades industriais mais antigas cresceram nas proximidades dos mananciais de abastecimento, em terrenos de topografia inclinada, o que, ao longo dos anos, dificultou a modernização do *layout* industrial. Nas próximas três subseções são abordadas as principais fontes de poluição existentes nos complexos industriais das usinas e destilarias.

5.2.1 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

No Estado de São Paulo, é prática corrente incorporar a maior parte dos efluentes líquidos, gerados nas usinas, à vinhaça, para disposição no solo por meio da técnica que se convencionou chamar de fertirrigação. Assim é feito com as águas geradas no processo de fabricação do açúcar, as resultantes da lavagem de pisos e equipamentos e as das purgas dos

⁸⁷PAGANELLI, J. Prefeitura multa três usinas de cana. *Diário da Região*, 04.03.2009. Disponível em : < http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=1&IdNoticia=119201 >. Acesso em: 08.03.2009.

⁸⁸ Sindicatos questionam lei que proíbe queima da cana. Disponível em: < <http://www.udop.com.br/index.php?cod=1050832&item=noticias> >. Acesso em: 1º.04.2009

lavadores de gases etc. Apenas uma usina, localizada em Ariranha, promove a segregação de todas as águas residuárias (aproximadamente 250 m³/h). Nessa unidade citadas águas são tratadas separadamente da vinhaça, por meio da técnica de lodos ativados, e os efluentes líquidos são lançados ao corpo d'água receptor, dentro dos padrões legais de emissão e qualidade vigentes ⁸⁹.

No passado, época em que as águas de lavagem de cana e vinhaça eram lançadas nos rios, foram inúmeros os episódios de poluição. A alta carga orgânica, associada à baixa vazão dos rios, provocavam, freqüentemente, episódios de mortandade de peixes.⁹⁰

Técnicas de reuso, retorno de condensáveis, implementação de limpeza a seco da cana, macromedição do consumo e desassoreamento das represas de captação permitem às usinas reduzir a captação de água para limites abaixo de 1 m³/tc. Essas condições favorecem a não ocorrência de alterações prejudiciais da qualidade e da vazão mínima de jusante dos corpos de água. Há usinas, porém, que ainda captam elevadas vazões e não operam com 100% de reuso das águas de resfriamento, fatores que podem desencadear alterações negativas da qualidade das águas superficiais. Além disso, o lançamento de grandes vazões de água de resfriamento a temperaturas em torno de 35°C pode provocar a diminuição do teor de oxigênio dissolvido e causar comprometimento da vida aquática.

A qualidade das águas dos rios adjacentes aos complexos das usinas também é afetada pelo carreamento de sujeiras depositadas nas vias de circulação, quando das primeiras chuvas que, costumeiramente, ocorrem no mês de setembro. Este problema, entretanto, poderia ser facilmente contornado com a implantação de calhas nas coberturas dos prédios, a pavimentação e a construção de galerias de águas pluviais, de tanques de acúmulo e dissipação das águas de chuvas que atingem as áreas de circulação de máquinas e caminhões. Contudo, não é o que se observa na maioria dos complexos industriais.

Como as usinas se localizam em áreas desprovidas de redes de esgotos sanitários, é comum o uso de tanques sépticos e poços de absorção para a destinação final dos esgotos gerados nos escritórios, nas oficinas, nos ambulatórios e nos vestiários. Com o decorrer do tempo e crescimento das unidades, os referidos sistemas provocam a colmatção do solo e os

⁸⁹ Artigos 12 e 18, do Decreto Estadual 8.478/76.

⁹⁰ Por meio das Portarias 323/78 e 158/80, o extinto Ministério do Interior proibiu qualquer tipo de lançamento de águas residuárias de usinas de açúcar em corpos de água.

líquidos passam a ser sumariamente despejados nos corpos de água, causando poluição ambiental. Uma forma mais evoluída, aceita atualmente, é o tratamento aeróbio dos esgotos sanitários com incorporação à vinhaça, após prévia desinfecção.

Com relação às águas subterrâneas, no noroeste do Estado de São Paulo, verifica-se exploração intensiva do aquífero Bauru, cujas águas servem, principalmente, para uso sanitário nas áreas administrativas. Ocorre também uso industrial de água subterrânea proveniente de diversos poços perfurados muito próximos entre si, situação que provoca acentuado rebaixamento do nível dinâmico, nos períodos de estiagem.

A escassez de água em diversas regiões também forçou muitas usinas a explorar o aquífero Guarani em sua porção confinada, situada entre 700 e 1.600 metros de profundidade, no noroeste do Estado. Essas águas apresentam altas temperatura, dureza e concentração de sódio, o que deverão causar problemas em seu uso para geração de vapor, resfriamento e produção de álcool.

Projeções feitas para a futura cobrança pelo uso da água (R\$ 0,02/ m³), revelam que o montante a ser recolhido anualmente pelo conjunto de usinas situadas numa mesma bacia hidrográfica não será significativo frente aos custos de instalação de torres de resfriamento, tratamento eficaz de esgotos sanitários e retorno de condensáveis. Há dúvidas quanto a eficácia dessa cobrança como instrumento de planejamento e melhoria da qualidade ambiental, para a agroindústria da cana-de-açúcar.

Nas condições verificadas no Estado de São Paulo o uso industrial da água pelas usinas prepondera ao uso agrícola à vista que, de uma forma geral, não há necessidade de se irrigar os canaviais nos períodos de estiagem (irrigação de salvamento). Não há, entretanto, dados seguros sobre esse uso.

5.2.2 FONTES DE POLUIÇÃO DO SOLO

Apenas a fração média de 15% de ATR encontrado em uma tonelada de cana é possível de ser aproveitada industrialmente nas usinas para a produção de açúcar álcool. Descontado o bagaço empregado na geração de vapor, as cinzas, a torta de filtro e a vinhaça

são os principais resíduos destinados às áreas agrícolas que, a seguir, são apresentados, separadamente.

5.2.2.1 VINHAÇA

A vinhaça (vinhoto, caldas, tiborna ou garapão) é o resíduo do processo de destilação do álcool. É gerada à razão de 10,3 a 11,9 litros, por cada litro de álcool. Esse resíduo líquido apresenta: temperatura elevada; pH ácido; corrosividade; alto teor de potássio; quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos, cloretos etc., conforme mostra a Tabela 64.

Tabela 64 – Principais características físico-químicas da vinhaça

Parâmetro	Unidade	Mínimo	Média	Máximo
pH	-	3,50	4,15	4,9
Temperatura	°C	65	89	111
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	6680	16950	75330
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	9200	28450	97400
Nitrogênio	mg/L	90	357	885
Nitrogênio amoniacal	mg/L	1	11	65
Fósforo Total	mg/L	18	60	188
Potássio Total	mg/L	814	2035	3852
Cálcio	mg/L	71	515	1096
Magnésio	mg/L	97	226	456
Manganês	mg/L	1	5	12
Ferro	mg/L	2	25	200
Sódio	mg/L	8	52	220
Cloreto	mg/L	480	1219	2300
Sulfato	mg/L	790	1538	2800
Sulfito	mg/L	5	36	153
Etanol – CG	% v/v	0,01	0,09	1,19
Levedura	% v/v	0,38	1,35	5,00
Glicerol	% v/v	0,26	0,59	2,5

Fonte: elaboração própria, dados de Elia Neto e Nakahodo (1995).

No Brasil, até 1949, não se praticava outra forma de destinação final senão o despejo da vinhaça, sem tratamento, nos rios e lagos, o que provocava mortandade de peixes e grave problema ambiental (AMORIN; LEÃO, 2005, p.164).

Na década de 1970, a aplicação da vinhaça no solo tornou-se prática disseminada. As usinas escavavam imensos tanques de acumulação, chamados “maracanãs”, que permitiam o armazenamento de grandes volumes por um período de 10, 15 dias seguidos. O acúmulo de vinhaça nos tanques resultava em fortes odores durante toda a safra e o período da entressafra, quando os lodos eram removidos dos tanques. A matéria orgânica tornava-se foco de intensa proliferação de moscas. Desses tanques, a vinhaça, já em estado de decomposição anaeróbia, era destinada às áreas ditas de “inundação”, onde se formavam extensos alagados para permitir sua infiltração empírica no terreno, sem nenhum controle. Esses locais eram conhecidos como “*áreas de sacrifício*”.

Posteriormente, a distribuição da vinhaça no solo evoluiu com o emprego de canais, modalidade que prevalece em 76,6% dos casos, em 23,4%, o transporte da vinhaça é feito por caminhões. Segundo levantamento feito por Nunes Jr. et al (2004) atualmente, em 69,9% dos casos é empregado o sistema de aspersão com carretel enrolador, e em 6,7% dos casos é empregado o sistema de aspersão com canhão hidráulico, denominado “montagem direta”, que compreende um conjunto moto-bomba provido de aspersor setorial. Em relação às dosagens médias, os mesmos autores informam ser de 300 m³/ha em São Paulo.

Como um hectare de cana exige em torno de 185 Kg de K₂O e a vinhaça chega a apresentar até 4 Kg de K₂O por metro cúbico, Glória (1977) recomendou o uso da vinhaça como fertilizante, procedimento seguido pela Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR), a partir de 1978. O uso da vinhaça repõe ao solo os nutrientes que as plantas dele retiram, aumenta a produtividade agrícola, eleva o pH do solo, aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes e imobiliza outros, eleva a população microbiana, o poder de retenção de água e melhora a estrutura física do solo.

O destino final da vinhaça no solo, do ponto de vista agrônomo, foi abordado por diversos pesquisadores, na maioria das vezes, sob a ótica do aumento da produtividade da cana e da melhoria da qualidade do solo. Matioli e Meneses (1984) contribuíram para a otimização da distribuição da vinhaça na lavoura da cana.

Contudo, em virtude do uso intensivo de soda cáustica nas operações industriais, a vinhaça representa um significativo aporte de sódio no solo. Como esse elemento químico apresenta potencial para colmatar, salinizar e erodir solos arenosos, e considerando a

predominância deste tipo de solo no noroeste do Estado de São Paulo, a disposição da vinhaça no solo pode ser considerada fonte potencial de poluição. Trabalhos que se ativeram ao monitoramento da contaminação das águas subterrâneas são escassos. Hassuda (1989, por meio de estudo realizado na usina São José da Estiva, em Novo Horizonte, foi um dos primeiros pesquisadores a apontar a capacidade da vinhaça em alterar a qualidade do aquífero Bauru.

A normatização ambiental para a destinação da vinhaça teve início em 1980 com a proibição de seu lançamento nos corpos de água. No Estado de São Paulo, a Lei 7.641/91 permitiu a irrigação ou fertirrigação de solo com a aplicação de efluentes líquidos industriais de origem orgânica, desde que comprovado que suas características químicas conferem alta biodegradabilidade no solo, sem a presença de compostos orgânicos metálicos. Essa lei exigiu respeito às taxas de aplicação de acordo com as características geológicas da área, estabelecidas em prévio estudo. Manhães (2003) comprovou acúmulo de Potássio em solo de áreas canavieiras, fertirrigadas, no norte fluminense, possivelmente ocasionadas por elevadas taxas de aplicação de vinhaça. Neto (2008), em pesquisa com amostras de solos argilosos e arenosos, submetidos durante 8 meses à aplicação de vinhaça, observou que a percolação de íons no solo está diretamente relacionada com a taxa de aplicação e depende do tipo de solo.

Desde 2005, a CETESB, por meio da Norma Técnica P4.231, disciplinou a aplicação da vinhaça no solo agrícola, estabelecendo restrições nas proximidades de núcleos urbanos e em áreas de preservação permanente, exigindo impermeabilização de canais e reservatórios de acumulação. Como convencionou-se chamar de vinhaça o líquido resultante da destilação do vinho para fabricação de álcool, a norma não prevê a agregação de outros efluentes líquidos na vinhaça.

Anualmente, as usinas devem submeter à CETESB o Plano de Aplicação de Vinhaça – PAV, com apresentação de: planta georeferenciada das áreas de aplicação; monitoramento das águas subterrâneas; cronogramas para impermeabilização dos tanques e canais; análises da vinhaça e do solo etc. As análises apresentadas em tais planos têm revelado a presença de elevadas concentrações de Potássio no solo. Em consequência há a necessidade de expansão das áreas e redução das taxas de aplicação. Mesmo assim, é comum a continuidade da aplicação de vinhaça nas glebas saturadas com Potássio, uma vez que o custo para ampliação das áreas fertirrigadas é elevado e o transporte de vinhaça a distâncias acima de 15 Km da usina, tem se mostrado antieconômico. O monitoramento das águas

subterrâneas não é efetuado⁹¹. Usinas instaladas recentemente têm problemas crônicos e repetidas vezes são autuadas pela CETESB.⁹² Odor desagradável e proliferação de moscas, tem sido problemas frequentemente relacionados com a fertirrigação de vinhaça.

A Tabela 65 aponta as áreas necessárias à adequada fertirrigação da vinhaça, nas UGRHI[s]. As UGRHI[s] 9, 13, 15 e 19 concentram 55,6 % da área total de fertirrigação. Os dados apontam que a vinhaça gerada em todo o Estado demanda 1.728.608 ha, equivalentes à 40,7% da área plantada com cana. Na prática, em virtude de custos econômicos elevados, as áreas de fertirrigação se concentram num raio de 15 a 30 quilômetros da usina, com riscos potenciais de contaminação (cf.: GOLDENBERG; COELHO; NIGRO, 2008, p.117).

Tabela 65 – Usinas, moagem, álcool, vinhaça e fertirrigação⁹³ necessária, nas UGRHI[s]

UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Álcool [m ³]	Cana [ha]	Vinhaça [m ³]	Fertirrigação necessária [ha]	%
9 – Mogi Guaçu	30	68.442.329	2.915.802	479.190	34.989.624	378.266	79,0
13 – Tietê Jacaré	18	35.861.549	1.550.338	558.155	18.604.056	201.125	36,0
15 – Turvo Grande	15	34.950.438	1.520.528	370.342	18.246.336	197.258	53,3
19 – Baixo Tietê	17	27.688.159	1.424.948	420.929	17.099.376	184.858	43,9
8 – Sapucaí/Grande	8	21.701.909	1.023.217	349.749	12.278.604	132.742	37,9
17 – Médio Paranapanema	14	19.615.005	861.148	330.444	10.333.776	111.716	33,8
5 – Piracicaba	11	18.729.882	647.849	257.542	7.774.188	84.045	32,6
12 – Baixo Pardo	6	14.346.643	585.897	344.384	7.030.764	76.008	22,0
16 – Tietê Batalha	8	10.675.432	541.736	316.968	6.500.832	70.279	22,2
4 – Pardo	7	10.665.792	503.333	277.483	6.039.996	65.297	23,5
18 – São José Dourados	4	7.255.209	486.165	65.418	5.833.980	63.070	96,4
20 – Aguapeí	4	7.934.536	311.553	110.437	3.738.636	40.418	36,6
22 – Pontal Paranapanema	6	5.019.698	283.202	93.964	3.398.424	36.740	39,1
21 – Peixe	6	5.463.073	285.386	113.704	3.424.632	37.023	32,6
14 – Alto Paranapanema	6	4.997.195	252.426	63.248	3.029.112	32.747	51,8
10 – Sorocaba	4	2.909.524	131.165	97.964	1.573.980	17.016	17,4
TOTAIS	164	296.256.373	13.324.693	4.249.921	159.896.316	1.728.608	40,7

Fonte: elaboração própria com dados da UNICA, SEADE, CANASAT [safra 2007/2008] e CETESB.

Ferrero e Silva (2006) apontam a necessidade de as usinas aumentarem a área de fertirrigação, considerando as exigências ambientais e a possibilidade de saturação do solo

⁹¹ Poço raso perfurado por integrantes do Movimento dos Trabalhadores sem Terra - MST, em canal localizado no município de Presidente Alves e irrigado com vinhaça da usina Guaricanga, acusou em 2005 contaminação por excesso de ferro, manganês e alumínio (IP 012/05 - Delegacia de Polícia – Presidente Alves).

⁹² Processos CETESB: 1400821/05, 1300639/07, 1300498/08 e 1400228/09.

⁹³ Geração de vinhaça: 12 litros / litro de álcool. Concentração média de Potássio na vinhaça: 2,0Kg K₂O/m³. Taxa de extração de potássio pela cana: 185 Kg K₂O/ha.

com sais de Potássio. Os autores propõem um novo sistema de aplicação baseado no emprego de tubulações de alumínio deslocáveis e conjuntos moto-bomba de 240 m³/hora. Em relação aos equipamentos atualmente empregados (carretéis enroladores), os mesmos autores admitem grandes dificuldades em sua adaptação às novas exigências, de modo a reduzir as taxas de aplicação a valores compatíveis com os fixados pela CETESB para solos saturados com Potássio (185 Kg.K₂O/ha). A esta dificuldade, soma-se o interesse de muitas usinas em irrigar os canaviais com lâmina d'água de 20 mm [irrigação de salvamento (200 m³/ha)], o que redundaria em aumento de produtividade de 5 a 15 tc/ha.

Não há elementos seguros que permitam afirmar que a área efetivamente irrigada com vinhaça, no Estado de São Paulo, atinja o montante de 1.728.608 ha. Sabe-se, no entanto, que a aplicação da vinhaça é antieconômica à distâncias superiores a 15 Km da usina. Igualmente, nem todas as áreas apresentam condições de topografia e de acesso favoráveis. Há grandes dificuldades na transposição de áreas de preservação permanente de áreas alagadas e córregos, por exemplo. Estes fatores limitam, na prática, a aplicação da vinhaça em áreas reduzidas, o que resulta no aumento da concentração de sais de Potássio no solo, com o conseqüente risco de contaminação das águas subterrâneas.⁹⁴ Embora exigido pela Norma P4.231, não há, por parte das usinas, monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, atenção para a proteção de poços, nascentes e afloramentos de água nas áreas de fertirrigação.

Com o avanço da produção de cana e álcool na região noroeste do Estado, os riscos de contaminação das águas subterrâneas, por sucessivas e concentradas aplicações de vinhaça, parecem aumentar. São raros os usos alternativos da vinhaça, como a biodigestão anaeróbica, para fins de produção de metano e geração de energia elétrica. Usinas de grande porte e com excesso de produção de vapor começam a estudar a possibilidade de concentrar a vinhaça e reduzir o volume transportado, de forma a minimizar os custos de aplicação, (que atingem valores entre R\$ 50,00 e R\$ 150,00 o hectare fertirrigado).

5.2.2.2 TORTA DE FILTRO

Nas usinas, após a moagem da cana, obtém-se o caldo que é submetido à clarificação com emprego de polietrólitos e outras substâncias químicas. A seguir efetua-se

⁹⁴ CETESB, Parecer Técnico 16/06/ESSE, PA 12035/05, 24.11.2006.

uma sedimentação que gera cerca de 40 Kg/tc, úmidos, de um lodo escuro conhecido como torta de filtro (ELIA NETO, 2007). Após a separação industrial, tal resíduo é acumulado em áreas ao ar livre, diretamente sobre o solo, para armazenamento temporário até sua aplicação nas lavouras, na proporção de 5 t (base seca)/hectare (CTC, 2005).

Como a torta é um lodo decantado, há o efeito da concentração de diversos metais: alumínio, manganês, zinco, cobre e ferro. Em função de sua característica orgânica, o resíduo apresenta elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, o que causa poluição se carregado em direção aos corpos d'água. Também serve de meio de proliferação de moscas.

Estudos realizados por Ramalho e Amaral (2001) apontam um aumento na concentração dos teores de metais pesados em solos que tradicionalmente recebem tratamentos culturais à base de torta de filtro. A torta também representa risco potencial de contaminação do lençol freático, uma vez que os metais não são absorvidos pela planta e tendem a percolar.

A torta de filtro e a vinhaça têm largo emprego nos canaviais como composto orgânico e fertilizante, respectivamente. Desconhece-se, no entanto, registro desses insumos junto ao Ministério da Agricultura.⁹⁵ Também não foram encontrados estudos que tenham determinado as taxas de aplicação mais recomendadas, de forma a assegurar a não contaminação do solo e das águas subterrâneas. Preventivamente, é recomendável que os atuais pátios de compostagem de torta de filtro sejam pavimentados e providos de base compactada e impermeabilizada com geomembrana de Polietileno de Alta Densidade – PEAD.

5.2.2.3 CINZAS

A geração de cinzas ocorre durante a queima do bagaço de cana nas caldeiras. Ela depende da composição química elementar da biomassa e da quantidade de impurezas não combustíveis introduzidas na caldeira. Admite-se um fator de 2,5 Kg/tb, de cinzas, assumindo que toda a cinza presente no bagaço se transforme em resíduos na caldeira. Semelhantemente ao emprego da vinhaça e da torta de filtro, não foram encontrados estudos que apontassem a taxa de aplicação mais apropriada ao controle ambiental das cinzas nos canaviais.

⁹⁵ Decreto Federal 4.954, de 14/01/2004.

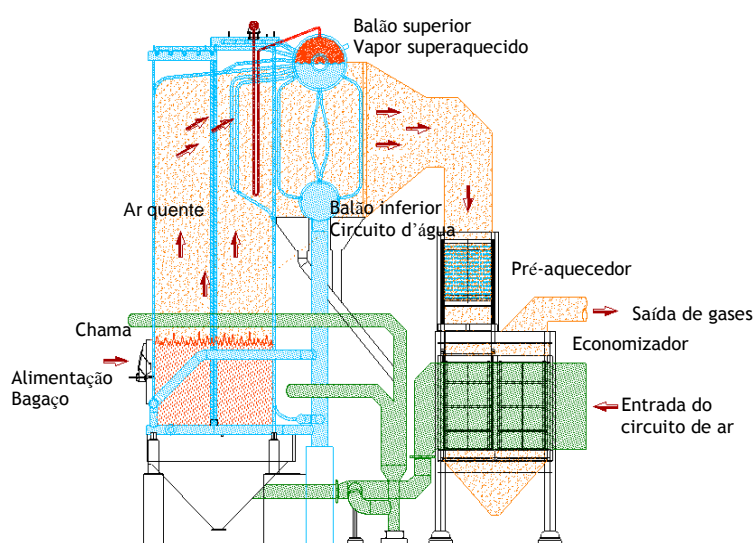
5.2.3 FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

A localização das usinas na zona rural, a prática disseminada das queimadas e a grande disponibilidade de bagaço, foram fatores que, no passado, determinaram pouca atenção às fontes de poluição do ar. Atualmente, como abordado nas três subseções seguintes, os poluentes atmosféricos das usinas passaram a ser motivo de grande atenção.

5.2.3.1 CALDEIRAS

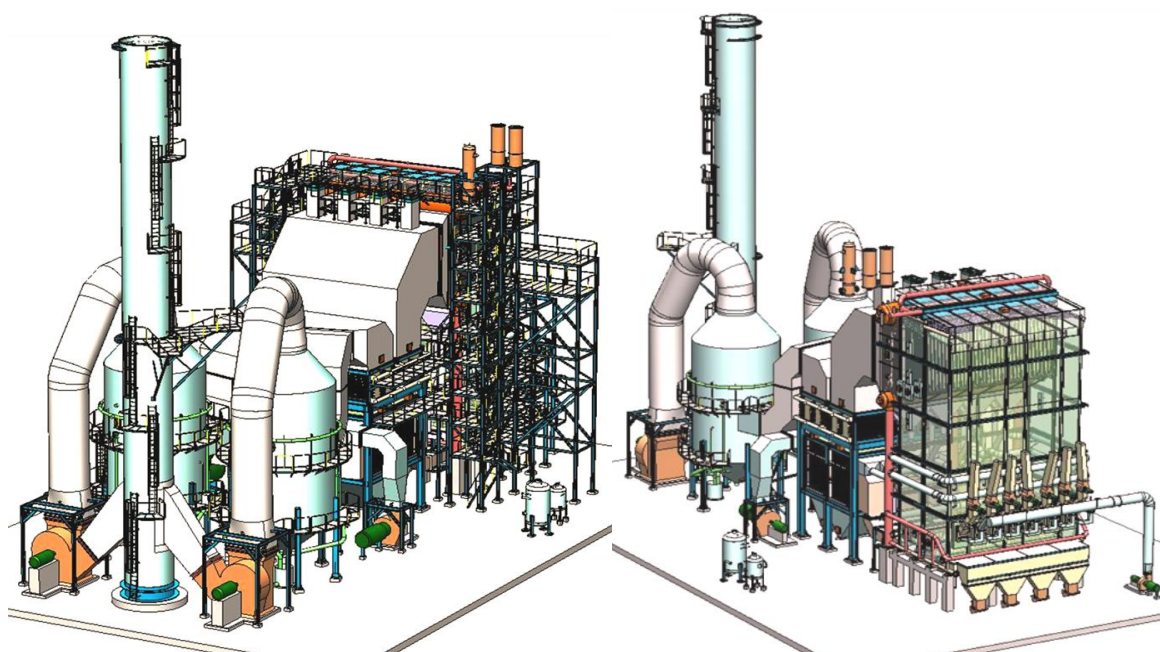
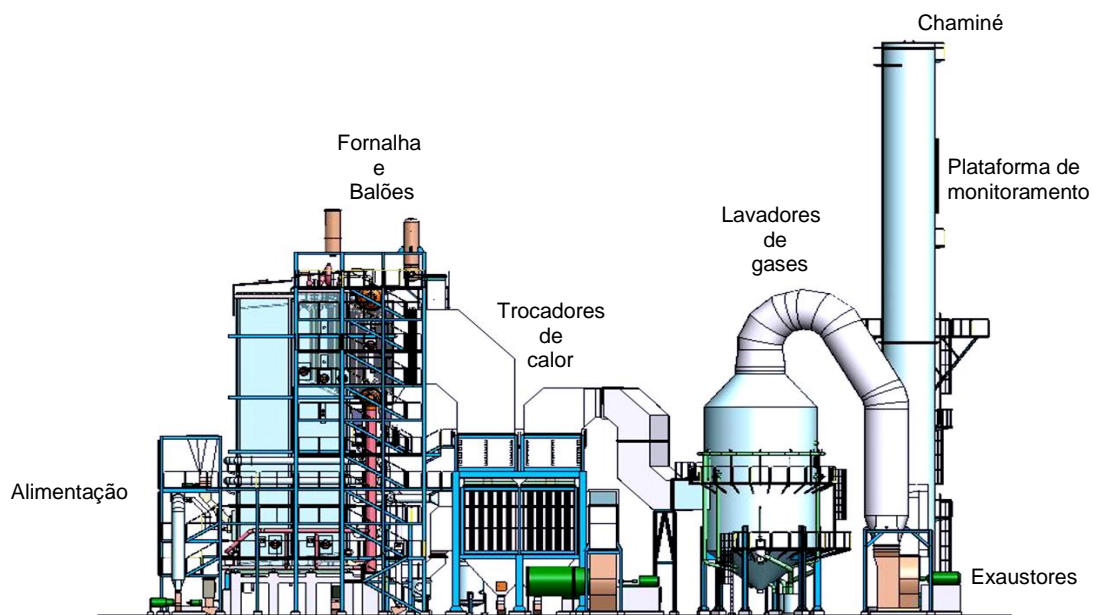
A demanda de energia térmica, elétrica e mecânica de uma usina é suprida a partir da queima de bagaço em caldeiras para geração de vapor. A partir da crise de energia elétrica, em 2001, o governo federal criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA com o objetivo de diversificar a matriz energética nacional e garantir maior confiabilidade e segurança ao abastecimento de energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional – SIN. Com esse programa ocorreu a intensificação do aproveitamento de biomassa (resíduos de madeira, casca de arroz e bagaço de cana, principalmente) para geração de energia em termelétrica. A venda de excedentes de energia elétrica exigem a substituição das antigas caldeiras por novas, mais modernas, de alta pressão, com sistemas de recuperação de condensáveis e providas de equipamentos de controle de poluição do ar (lavadores de gases] mais eficientes. As Figuras 22 e 23 mostram o esquema de caldeiras aquatubulares a bagaço de cana e os seus principais componentes.

Figura 22 – Esquema de caldeira aquatubular a bagaço de cana



Fonte: Dedini S.A.

Figura 23 – caldeira aquatubular Dedini AZ 220



Fonte: Dedini S.A.

A queima de bagaço de cana gera como principais poluentes: material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Entende-se como MP as partículas de material sólido e líquido capazes de permanecer em suspensão. O MP está associado ao residual de cinzas, fuligens e outros materiais, responsável por provocar efeitos estéticos indesejáveis e causar incômodos ao bem-estar público por sua precipitação nas residências. Sua fração inalável penetra nos pulmões e diminui a capacidade

respiratória. Para seu controle, geralmente, são empregados lavadores de gases que, ao menos no início da safra, conseguem retê-lo, satisfatoriamente.

O CO é gerado a partir de combustão incompleta e está associado à presença de fuligens e fumaça preta, acerca das quais há incertezas quanto ao potencial de emissão de GEE. Acredita-se que o CO₂ emitido nas usinas pela queima de bagaço é neutralizado pelo processo de fotossíntese, durante a safra seguinte.

Em relação aos óxidos de nitrogênio, não se tem no Brasil tecnologia prática disponível para seu controle. São gases que, na presença de compostos orgânicos voláteis e intensa radiação solar, geram o ozônio, classificado como um poluente secundário. As caldeiras atualmente fabricadas promovem a queima do bagaço em suspensão, isto é, em queda, o que limita a temperatura dos gases e gera, conseqüentemente, quantidades menores de nitrogênio.

Feitosa et al (2008) estudaram quase 200 amostragens realizadas pela CETESB (173 válidas para MP e 163 para NO_x), em 66 usinas, entre 2003 e 2007. Os fatores médios de emissão encontrados estão resumidos na Tabela 66.

Tabela 66 – Fatores de emissão de MP e NO_x

Caldeira [t/h]	MP [Kg/tb]	NO _x [Kg/tb]
≤ 80	1,05	0,60
Entre > 80 e ≤ 180	0,95	0,45
> 180	0,90	0,35

Fonte: elaboração própria, dados da CETESB, trabalhados por Feitosa et al (2008).

Para caldeiras providas de lavadores de gases, a *United States Environmental Protection* – USEPA adota como referência os seguintes fatores de emissão: 0,7 Kg de MP/tb e 0,6 Kg de NO_x/tb. No Brasil, as amostragens realizadas pela CETESB em caldeiras com lavadores indicam fatores médios de emissão de 1,0 Kg de MP/tb e 0,45 Kg de NO_x/tb.

A Resolução CONAMA n° 382 (2006) fixou em 200 mg/Nm³ e 350 mg/Nm³ as concentrações permitidas para MP e NO_x, respectivamente. As amostragens realizadas em diversas usinas geralmente indicam que tais valores podem ser atendidos. É importante ressaltar que a amostragem de chaminé é um procedimento custoso e não garante que as emissões permaneçam controladas ao longo da safra inteira. É necessária a realização de monitoramento contínuo, por meio de opacímetros, de forma a avaliar o grau de enegrecimento das emissões gasosas. Plumas claras equivalem à concentração de 85 mg.Nm³. O Banco Mundial exige que a emissão de particulados seja menor que 100 mg/Nm³.

No Estado de São Paulo continua em vigor a exigência de que o grau de enegrecimento das emissões gasosas não ultrapasse o Padrão I da Escala de Ringelman⁹⁶. Por meio dessa escala, a verificação da densidade colorimétrica da pluma das emissões é feita instantaneamente, comparando-a a uma escala padrão. A intensa evaporação de água e a qualidade não homogênea do bagaço são fatores que dificultam a praticidade desta verificação, método que administrativamente, caiu em desuso.

Dentre as opções de equipamentos para controle da poluição do ar nas caldeiras, há os lavadores, os multiciclones e, raramente, os precipitadores, capazes de reduzir os particulados a 60 mg/Nm³. Com a escassez da água, entretanto, alguns fabricantes têm destinado atenção à possibilidade de empregar esses equipamentos em maior escala.

O controle das emissões gasosas das caldeiras a bagaço deve ser realizado concomitantemente com o monitoramento da qualidade do ar nas principais cidades canavieiras. Até a safra 2007/2008, entretanto, a rede de monitoramento do interior, operada pela CETESB, não se encontrava totalmente instalada.

Com a adesão de maior número de usinas à produção de energia elétrica excedente, o bagaço tornou-se combustível escasso em algumas co-geradoras e novas alternativas, como a adição de palha, pó-de-madeira e podas de árvores, estão sendo empregadas. Nas amostragens realizadas em caldeira que emprega esta mistura, verificou-se que as emissões tinham condições de permanecer controladas, nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 382 de 2006.

⁹⁶ Artigo 31, Inciso I, do Decreto Estadual 8.468/76.

5.2.3.2 DEPÓSITO DE BAGAÇO DE CANA

Desde a época dos engenhos, quando se empregava lenha para cozimento do caldo, o bagaço de cana é sumariamente descartado ao ar livre. Nas usinas antigas, como agravante, as pilhas invadiam as margens dos córregos. Atualmente, com o crescimento anual da moagem, o volume de bagaço acumulado nos pátios tornou-se um problema nas unidades que não possuem venda de excedentes de energia elétrica e não encontram interessados na sua compra ou remoção. Seu armazenamento ao ar livre, durante a safra, não conta com proteção da ação das águas pluviais, e os ventos resuspendem e arrastam a fração microscópica do bagacilho no entorno do complexo industrial. Esse particulado tem importância em termos de saúde ocupacional, pois pode provocar pneumoconiose nos trabalhadores. O bagaço também causa efeitos estéticos indesejáveis nos telhados e vias de circulação internas das usinas, que permanecem constantemente sujos. A solução técnica para esse problema seria a deposição em galpões fechados, ou, ao menos, protegidos lateralmente da ação dos ventos. A alternativa, entretanto, não é colocada em prática, quer pelos altos custos, quer pelos riscos de combustão espontânea. Como paliativo, no período da entressafra, algumas usinas providenciam a cobertura do bagaço com lonas plásticas. É comum o armazenamento de dezenas de milhares de toneladas de bagaço em pilhas de até 50 m de altura. No período de chuvas (entressafra), há perda de qualidade do material mais antigo, depositado nas camadas mais inferiores, que entra em decomposição, gera emissões de metano. Na safra subsequente a temperatura superficial, nas pilhas, se eleva e os riscos de incêndios aumentam consideravelmente.

O bagaço pode ser briquetado, usado alternativamente como ração animal, na composição de chapas estruturais, na fabricação de papel, na produção de furfural e até na hidrólise para produção de álcool. O seu destino principal, entretanto, é servir como fonte de combustível de caldeiras, quer nas próprias usinas, quer nas indústrias alimentícias, notadamente as cítricas.

5.2.3.3 EMISSÕES GASOSAS NAS TORRES DE DESTILAÇÃO E DORNAS DE FERMENTAÇÃO

Nas usinas, nas etapas de fermentação e destilação ocorrem emissões de dióxido de carbono, aldeídos, álcool e ciclohexano. Quando do PROÁLCOOL, as unidades de

fermentação e destilação tinham volumes diários de fabricação de 60 a 120 m³/dia. Atualmente, há aparelhos de destilação que atingem até 1.000 m³/dia. Esse aumento localizado da capacidade de processamento industrial motivou relevância destas emissões, cujos odores são perceptíveis aos transeuntes externos às destilarias.

Apesar de ser aceito que as emissões de gás carbônico são reabsorvidas pelo crescimento dos canaviais na safra subsequente, tem-se que, estequiometricamente, para cada 92 g de álcool produzidos, são gerados 88 g de gás carbônico, lançados na atmosfera sem reaproveitamento.⁹⁷ A captura e o aprisionamento dessas emissões, por meio da fabricação de carbonato, são medidas que poderão contribuir significativamente para o sequestro de CO₂.

5.2.4 ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS, GERENCIAMENTO DE RISCOS, PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

As operações desenvolvidas nas usinas de açúcar e álcool implicam na geração de vapor em elevadas temperaturas e pressões e no armazenamento de milhares de metros cúbicos de álcool, melão e vinhaça. Essas características significam riscos potenciais de grandes acidentes, com danos que podem comprometer a segurança das pessoas e a qualidade do meio ambiente.⁹⁸

As exigências destinadas à prevenção e ao combate a incêndios nas instalações industriais foram fixadas legalmente pelo Decreto Estadual 46.071/2001. A orientação para elaboração de estudos de análise de riscos foi estabelecida pela Norma P4261/2003, da CETESB. Entretanto, não são usuais o atendimento integral dessas normas de prevenção e a obtenção do necessário Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB, nas usinas em operação.⁹⁹

⁹⁷ BARROS, B. Empresa aproveita CO₂ do álcool e atrai investidor. *Valor Econômico*, 27.08.2007. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br/idea/vernews.asp?id=63258>>.

Acesso em: 04.10.2009.

⁹⁸ Acidente matou 208 t de peixes. *Folha de São Paulo*, 15.11.2005. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1511200519.htm>>. Acesso em: 04.10.2009.

Explosão em usina deixa um morto e feridos no interior de São Paulo. *Folha de São Paulo*, 06.12.2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u102726.shtml>>. Acesso em: 07.06.2007.

⁹⁹ Segundo estatísticas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, em 2007 houve 15 ocorrências de incêndios em usinas; em 2008, nove. Apenas cinco usinas possuem o AVCB e 38 elaboraram o projeto técnico de proteção contra incêndios. (Vide comunicação pessoal em Anexos).

5.3 IMPACTOS SOCIECONÔMICOS LOCAIS

Desde o Império, a agroindústria da cana-de-açúcar traz consigo três impactos socioeconômicos negativos característicos da monocultura: concentração fundiária, concentração de renda e condições desumanas de trabalho,¹⁰⁰ notadamente para os cortadores(as) de cana. Gonçalves (2005) aborda, com propriedade, os problemas sociais que a monocultura da cana causa nos municípios da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

A expansão da cana-de-açúcar pelas regiões de Barretos, São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente teve seu ápice entre 2006/2007. Ao mesmo tempo em que nas cidades de Piracicaba e Sertãozinho, locais onde a indústria de equipamentos para as usinas se encontra estabelecida, o trabalho do soldador, eletricista, mecânico e metalúrgico era muito valorizado, nas regiões onde as pastagens haviam sido substituídas pela cana-de-açúcar, a oferta de trabalho se restringia, basicamente, aos tratos culturais e ao seu corte.

Naquela época, em virtude da escassez de mão-de-obra, houve intensa migração de nordestinos e mineiros do Vale do Jequitinhonha, atraídos pela oportunidade de primeiro emprego. Segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, em 2007, havia no Estado de São Paulo, cerca de 215.735 trabalhadores¹⁰¹ diretamente envolvidos com a cana-de-açúcar, com remuneração média de R\$ 1.398,68, 32,7% acima da média nacional.¹⁰²

O piso salarial dos cortadores oscila entre R\$ 500,00 e R\$ 600,00, segundo a Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo – FERAESP. Esse montante é acrescido por remuneração que varia de acordo com a quantidade de cana colhida diariamente, o chamado pagamento por produção. A maioria dos cortadores recebem entre R\$ 800,00 a R\$ 900,00 por mês. Aqueles com maior rendimento, chegam a ganhar R\$ 1.300,00 mensais. O valor pago pelas usinas por uma tonelada de cana colhida chegou até R\$ 3,45, segundo o Instituto de Economia Agrícola de São Paulo – IEA.

¹⁰⁰ ALVES, F. J. C. Porque morrem os cortadores de cana? Disponível em: <<http://www.pastoraldomigrante.org.br>>. Acesso em: 12/02/2007.

¹⁰¹ Segundo o Ministério do Trabalho, em 2007, havia no Estado de São Paulo 519.618 vínculos ativos e inativos. In: Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-açúcar, Secretaria Geral da Presidência da República. Disponível em:

<http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/sec_geral/>. Acesso em : 1º/08/2009.

¹⁰² Esses dados se referem exclusivamente aos trabalhadores que mantinham contrato formal com as empresas.

Na ânsia por melhores salários, o[a] cortador[a] de cana ultrapassa os limites de sua própria capacidade física, apela ao consumo de drogas e, não raro, morre por excesso de trabalho, segundo a Pastoral do Migrante, entidade ligada à Igreja católica, com sede em Guariba, SP. O excesso de atividade física, as altas temperaturas no campo, a baixa umidade e a alta incidência de radiação ultravioleta, provocam diversos tipos de acidentes do trabalho. Estatísticas do Ministério da Previdência Social – MPS indicam ocorrência, em 2006, no Estado de São Paulo, de 5.379 acidentes envolvendo cortadore[a]s de cana. Contudo, os especialistas observam que, devido à subnotificação, o índice de acidentes de trabalho na lavoura da cana pode ser 50% maior (BIONDI et al, 2009).

Cidades como Palmares Paulista, Palestina, Paulo de Faria, Monte Aprazível e Sebastianópolis do Sul recebem número tão elevado de migrantes que os serviços de saúde chegam a dobrar os atendimentos no período da safra. Condições insalubres de moradia, intermediação de trabalho (“gatos”), acidentes de trabalho, mortes por exaustão, homicídios, abandono da família prostituição e consumo de drogas, são ocorrências frequentes na periferia das cidades que acolhem esses trabalhadores¹⁰³.

Em 2006, o Ministério do Trabalho emitiu mais de 800 autos de infração por irregularidades trabalhistas, constatadas em mais de 80 usinas. A pastoral do migrante¹⁰⁴ estima em 60.000 o número de cortadores de cana no Estado de São Paulo, em sua maioria com pouco ou nenhum grau de instrução.

A queda dos preços de mercado do álcool e do açúcar, nos anos de 2007 e 2008, principalmente, determinaram redução drástica do valor da tonelada de cana, que de R\$ 50,00 passou, em média, para R\$ 30,00 na safra 2007/2008. A partir de setembro de 2008, esse quadro agravou-se com a crise financeira internacional e houve desistência nos investimentos em novas usinas, problemas de liquidez, aumento do endividamento de curto prazo, atraso de

¹⁰³ LIMA, L. *Diário da Região*, 09.01.2007. Prefeitos declaram guerra aos migrantes. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=1&IdNoticia=88180>.

ABREU, A de. *Diário da Região*, 24.05.2009. Migrantes da cana somem após a safra e deixam legião de órfãos e viúvas. Disponível em:

<http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=62&IdNoticia=121719>

ABREU, A de. *Diário da Região*, 08.06.2008. Bóias-frias se viciam em crack para cortar mais cana-de-açúcar. Disponível em:

<http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=62&IdNoticia=108845>. Acessos em: 04.10.2009.

¹⁰⁴ <www.pastoraldomigrante.org.br>

pagamentos aos fornecedores de cana e indústrias de equipamentos. Muitos dos migrantes retornaram às cidades de origem antes do término da safra, pois a renda auferida não compensava mais.¹⁰⁵

Segundo Balsadi:

No entanto, apesar dos indiscutíveis avanços no mercado de trabalho assalariado da cana-de-açúcar (redução do trabalho infantil, aumento do nível de formalidade, ganhos reais de salário, aumento de alguns benefícios, aumento da escolaridade dos empregados), constataram-se problemas muito relevantes que ainda merecem um melhor equacionamento, destacando-se aqueles relacionados com a exploração e com o desrespeito aos direitos trabalhistas mais elementares dos empregados, verificados tanto nas áreas tradicionais quanto nas áreas de expansão da atividade canavieira (BALSADI, 2007, p.51).

Ante questionamentos, a UNICA se defendia e afirmava que não haviam condições impróprias de trabalho, de acordo com os preceitos da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e legislação penal brasileira. De pronto, a Procuradoria Regional do Trabalho – 15, de Campinas (PRT-15), rebatia tais argumentos.¹⁰⁶

(GARCIA, 2007, p.1) é emblemático: “Os ideais de lucro e enriquecimento econômico não podem ter conotação que afaste a necessária defesa da segurança, saúde e da própria dignidade da pessoa humana nas relações do trabalho.” Dados do MTE mostram que, entre 2005 e 2008, no Estado de São Paulo, 161 trabalhadores foram resgatados de condições análogas à de trabalho escravo.¹⁰⁷

Conforme Assis, Zucarelli e Ortiz (2007), o crescimento da monocultura canavieira energética está provocando o desaparecimento da criação de bovinos em duas tradicionais regiões produtoras de carne e leite: oeste paulista¹⁰⁸ e triângulo mineiro. Diante da falta de opção econômica, os antigos pecuaristas são levados a venderem ou arrendarem as

¹⁰⁵ CAMPOS, F. *Diário da Região*, 30.08.2007. Insatisfeitos, cortadores deixam os canaviais. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=2&IdNoticia=97719>. Acesso em: 04.10.2009.

¹⁰⁶ Em cartilha, patrões negam trabalho impróprio em lavouras de cana. Disponível em: <http://www.prt15.gov.br/site/imprensa/noticia_detalhe.php?seq=4906>. Acesso em: 30/05/2007.

¹⁰⁷ *Folha de São Paulo*, 17.06.2009. Etanol aparece em relatório dos EUA sobre trabalho escravo. Disponível em : <<http://www1.folha.uol.com.br/foha/brasil/ult96u582224.shtml>>. Acesso em 17.06.2009.

¹⁰⁸ BORTOLETO, G. *Diário da Região*, 22.01.2006. Família Cabrera troca produção de leite por cana. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=2&IdNoticia=72332>. Acesso em: 23.01.2006.

propriedades e reiniciarem as atividades nos Estados de Rondônia, Mato Grosso, Pará e Tocantins. Entre os anos de 2002 e 2005 esses Estados registraram um incremento de mais de 11 milhões de cabeças de rebanho bovino (IBGE – PPM 2006). Dessa maneira, vislumbrava-se uma iminente pressão da produção pecuária sobre os ecossistemas amazônico e de cerrado.¹⁰⁹ Segundo a FGV 2008, entretanto, a expansão dos biocombustíveis não foi um fator relevante para a alta dos preços dos alimentos. Na prática, as áreas de reforma de canaviais são importantes módulos de produção de alimentos, como por exemplo, o amendoim que, conforme Bolonhesi 2007, aproximadamente 41% da produção brasileira provém desses locais. A reforma de canaviais é um fator que favorece a segurança alimentar.

Outros problemas também são relatados, nas áreas de assentamentos e de reforma agrária, dedicados à agricultura familiar e localizados nos municípios de Castilho e Andradina. Esses locais tem sido ilhados pelo avanço da cana, o que cria dificuldades para o cultivo frutífero, de hortaliças e de produtos para subsistência familiar, (ASSIS et al, 2007).

As novas usinas paulistas, com módulos de moagem na casa de quatro milhões de toneladas, estendem o raio de influência por locais distantes 40, 50 km. Tradicionais áreas de lazer, representadas por pequenos sítios e chácaras localizadas ao longo dos represamentos dos rios Grande, Tietê e Paraná, foram disputadas com frequentes propostas de venda ou arrendamento para cultivo de cana. Estâncias turísticas ou termais, como Santa Fé do Sul e Termas de Ibirá, não se precaveram com cautelas de planejamento viário, uso e ocupação do solo rural, de forma a conseguir convívio harmonioso entre a atividade canavieira e o turismo, impactado negativamente, logo com as primeiras queimadas e migração descontrolada.

Os problemas socioeconômicos causados pelo crescimento vertiginoso da produção de cana, açúcar e álcool, no Estado São Paulo, adquirem sinergia com fenômenos semelhantes que ocorrem no triângulo mineiro, haja vista que municípios como Uberaba, Delta, Iturama, Fronteira e Frutal são separados apenas pelo rio Grande, de municípios paulistas em que, historicamente, há grande concentração da atividade canavieira (como Igarapava, Colômbia, Ouroeste, Icém, Orindiuva, Paulo de Faria e Riolândia). Contudo, a cana-de-açúcar tem propiciado aos pequenos proprietários rurais, que durante anos se

¹⁰⁹ Em Editorial intitulado “Biocombustíveis não precisam nos deixar famintos”, o *Financial Times*, de 02.06.07, advertia quanto ao aumento dos preços dos alimentos na Europa e nos Estados Unidos e aos riscos da perda de florestas tropicais e da biodiversidade no Brasil, ambos causados pela corrida desenfreada ao etanol. Disponível em: <<http://www.ft.com/cms/s/67a22228-107c-11dc-96d3-000b5df10621.html>>. Acesso em: 02.06.2007.

mantiveram trabalhando no campo, relativa segurança econômica, com obtenção de renda complementar àquela proveniente da Previdência Social.

Avanços na área trabalhista, como a redução gradativa da terceirização do trabalho (“gatos”), estão sendo obtidas com presença ativa do Ministério Público do Trabalho nas regiões canavieiras¹¹⁰ Todavia, parece ser inevitável o alijamento do mercado de trabalho de vasto contingente de cortadores de cana que, gradativamente, serão substituídos pela mecanização das etapas de plantio e colheita da cana.

A introdução do álcool como aditivo à gasolina em diversos países, a aceitação dos veículos *flex* no Brasil, as incertezas quanto às reservas mundiais provadas de petróleo, seus preços elevados e a experiência brasileira consolidada na produção e distribuição do etanol, tornaram o Estado de São Paulo destino importante de investidores internacionais. Em setembro de 2008, com a crise financeira internacional, esses investimentos arrefeceram-se.

Apesar dos problemas locais, há consenso de que a agroindústria da cana-de-açúcar tem propiciado melhoria da qualidade de vida e da renda, aumento da formalidade de contratação e da arrecadação fiscal em diversos municípios paulistas canavieiros (CAMPOS et al, 2007), (SILVA, 2008), (CAMARGO JUNIOR e TONETO JUNIOR, 2008)).

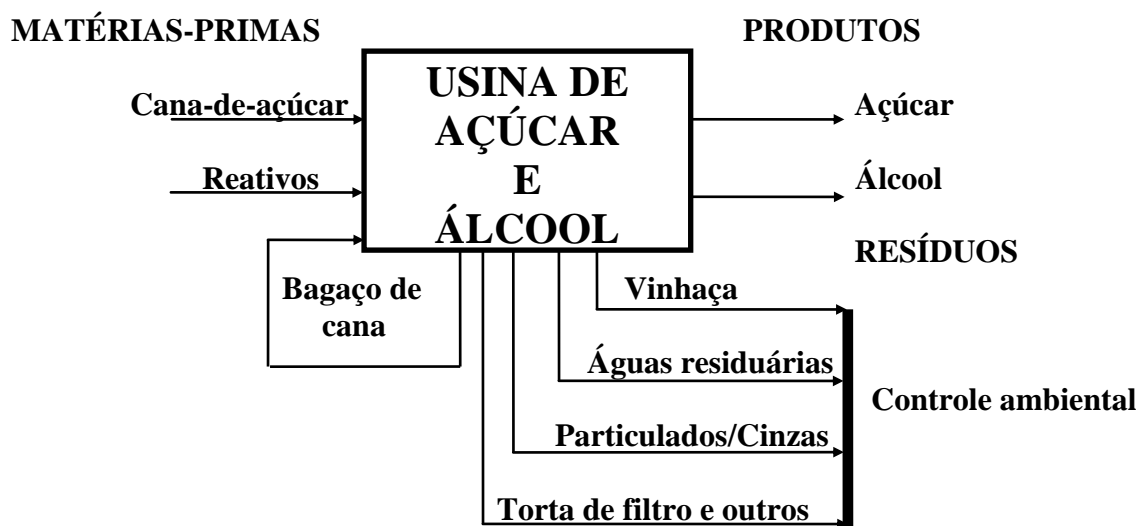
5.4 IMPACTOS NOS TRANSPORTES

A Figura 24 mostra o fluxo de massa nas usinas de açúcar e álcool. A cana produzida nas lavouras é transportada imediatamente às usinas. Não é possível armazenamento nos pátios em virtude da perda de sacarose e contaminação bacteriana. De cada tc produzida, o aproveitamento industrial ocorre apenas sobre a fração de açúcar total recuperável – ATR, em média de 13, 14%. Assim, ocorre a geração de grande quantidade de resíduos (torta de filtro, particulados, cinzas, vinhaça, bagaço, retornáveis às áreas agrícolas ou utilizados por outras unidades industriais). O fluxo de transportes no entorno das usinas é ininterrupto durante a safra, com intensidade que pode ultrapassar 100 veículos/hora.

¹¹⁰ Em março/2007, o Ministério Público do Trabalho firmou Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta com a Cosan, com a obrigação de cessar a contratação de trabalho terceirizado no corte da cana em todas suas 17 usinas, até 2010. Disponível em: <http://www.prt15.gov.br/site/imprensa/noticia_detalhe.php?seq=4589>. Acesso em: 02/04/2007.

Estatísticas da Polícia Rodoviária do Estado de São Paulo registraram, em 2007, 1.251 acidentes com veículos transportadores de cana, bagaço, vinhaça, álcool e trabalhadores agrícolas.

Figura 24 – Fluxo de massa nas usinas



Fonte: Lora (2000)

Simultaneamente ao elevado índice de acidentes, os caminhões e treminhões transportadores de cana, próprios das usinas ou de fornecedores, usam rotas de desvios de pedágios. Essa prática causa perda de arrecadação municipal, uma vez que parte dos impostos embutidos nas tarifas é restituída aos municípios. Também é comum o tráfego desses caminhões com sobrecarga, o que danifica a pavimentação das estradas vicinais, dificulta o escoamento da produção de pequenas propriedades e o deslocamento de veículos leves.

5.5 PRESSÕES SOBRE A FLORA, FAUNA E BIODIVERSIDADE

As extensas e contínuas áreas de produção em monocultivo, como consequência da concentração da posse da terra, geram empobrecimento da biodiversidade e afetam drasticamente flora e fauna local e regional. O monocultivo é considerado o fator de maior impacto ambiental ligado à cana-de-açúcar (ROSSETO, 2008, p. 871).

Conforme apresentado na Tabela 60 (página 125), a cana-de-açúcar ocupa, em média, 20,7% das áreas das UGRHI[s], contrapondo-se a apenas 7,2%, de áreas de vegetação nativa. Entre 2003 e 2007, segundo o CANASAT, a cultura da cana-de-açúcar expandiu no

Estado de São Paulo, aproximadamente, 1.250.000 ha. A CONAB aponta que 68,8% dessa expansão ocorreu sobre as pastagens, na safra 2007/2008. Com a hipótese de que existem, em média, 10 árvores nativas por hectare de pastagem, pode-se inferir que, entre 2003-2007, foram derrubadas, aproximadamente, 8.600.000 árvores, o correspondente, em área, a 5.159 ha.¹¹¹ As árvores isoladas têm grande importância para facilitar a passagem de aves entre fragmentos florestais em qualquer que seja o cultivo (canavial, pastagem, soja, milho etc.), reduzindo o isolamento genético das populações desses fragmentos.

Até julho de 2006, o Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais – DEPRN autorizava a supressão de árvores isoladas mediante compensação de 10 exemplares. A partir de abril/2007, essa razão passou para 25.¹¹² Entre julho de 2006 e abril de 2007, o DEPRN vinculou a autorização para corte de árvores à averbação de área de 20% de reserva florestal, o que afugentou os proprietários rurais e os impeliu à prática de cortes não autorizados, em completa desobediência ambiental. Conforme dados do 4º Batalhão de Polícia Ambiental, de São José do Rio Preto, entre 2005 e março de 2007 houve 151 ocorrências, com 98 hectares desmatados, 4.652 árvores derrubadas, 151 autos de Infração emitidos, que totalizaram multas de R\$ 306.000,00¹¹³. Desde 2003, apenas uma usina foi multada 47 vezes, no total de R\$ 554.000,00¹¹⁴.

Além da derrubada de árvores isoladas e de fragmentos florestais, a expansão da cana determinou a destruição de cobertura florestal exótica de frutíferas, eucaliptos e seringueiras, com perdas totais não contabilizadas. Em decorrência, houve grande crescimento da produção clandestina de carvão vegetal¹¹⁵.

¹¹¹ Segundo o DEPRN, nos últimos 10 anos foi autorizada a supressão de 61.433 ha de vegetação nativa (5.289,8 ha em 2007) e o corte de 721.684 árvores nativas isoladas.

¹¹² Resolução SMA, 18 de 11/04/2007.

¹¹³ LEAL, A. C. *Diário da Região*, 1º.04.2007. Natureza pede socorro. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=166&IdNoticia=91436>. Acesso em 06.09.2009

¹¹⁴ Usina se compromete em reparar danos. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/2007/03/22_usineiros.htm>. Acesso em: 1º.04.2007.

¹¹⁵ BERTI, M. *Diário da Região*, 24.04.2009. Polícia interdita cinco carvoarias na região. Disponível em: <http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=166&IdNoticia=120649>. Acesso em 24.04.2009.

Para as propriedades rurais que mantêm reservas florestais averbadas, há a possibilidade de obtenção de autorização para supressão de árvores.¹¹⁶ Apenas uma grande empresa agrícola, coligada à usina Guariroba, obteve autorização para derrubada de 18.125 árvores isoladas.¹¹⁷

Se por um lado a expansão da cana determina a derrubada de milhões de árvores isoladas, perdas de fragmentos florestais e ameaça a integridade das reservas com as inevitáveis queimadas, por outro, a remoção de milhares de cabeças de gado pode favorecer o isolamento das Áreas de Preservação Permanente – APP. Nos casos em que a APP não foi danificada irreversivelmente, a restauração natural e revigoramento, em um período de 10 a 15 anos, são possíveis. Numa previsão otimista, de 1.250.000 hectares de novos canaviais implantados entre 2003 e 2007, possivelmente 100.000 hectares de APP poderiam ficar livres do pisoteio de gado e ser recuperados naturalmente, ou, ao menos, adquirir melhores condições ambientais que as verificadas atualmente. Todavia, no dia a dia, observa-se que a maioria dos arrendatários não abandona totalmente a pecuária e insiste em manter o gado que sobrou, nos remanescentes de APP[s].

As APP[s] têm importância para a conservação da biodiversidade, das características climáticas e dos recursos hídricos, florísticos e faunísticos. Diversas usinas estão em fase de elaboração/implementação de projetos de recuperação das APP[s] dos cursos d'água, das nascentes e dos rios.¹¹⁸ A APP ocupada irregularmente pela cana, segundo a UNICA e o CTC (2005), perfaz 0,6% do total plantado no Estado de São Paulo.

Miranda (2004) aferiu que a produção orgânica de cana-de-açúcar, realizada pela usina São Francisco, de Sertãozinho, sem o emprego de agroquímicos e queimadas, com a manutenção de corredores ecológicos e a preservação das matas ciliares, determinou índices surpreendentes de riqueza e de biodiversidade faunística, mesmo quando comparados a ecossistemas naturais. O conjunto dessas práticas conservacionistas permite que a usina tenha baixíssima emissão de GEE (34,08 Kg CO₂eq./tc), segundo Seabra e Macedo (2007).

¹¹⁶ Em maio de 2009, a Assembléia Legislativa aprovou o Projeto de Lei 817, tornando mais severa a proteção ao bioma cerrado, o qual, no Estado de São Paulo, ocupa 0,84% dos 14% originais.

¹¹⁷ CFM, antiga Companhia dos Ingleses. Fazenda Guariroba, município de Pontes Gestal. Processo SMA 76.130/2006.

¹¹⁸ Usinas Branco Peres, Moema, Vale do Rosário, Mandu, Batatais, Junqueira, Cerradinho, Santa Elisa, Alta Mogiana, Jardest. Disponível em: <www.lerf.esalq.usp.br/adapres.php>. Acesso em 22/03/2007.

Em relação às áreas de reserva legal, previstas desde a criação do Código Florestal¹¹⁹, o governo paulista editou o Decreto 53.939, de 06.01.2009, que fixou a obrigação de reserva de área equivalente a 20% de cada imóvel rural. O decreto permite que a recuperação/recomposição florestal se dê também em outras áreas fora da propriedade produtiva (compensação), em prazo de até 30 anos, sendo possível sua utilização econômica, mediante plano de manejo.

A Reserva Legal é uma área necessária em propriedades ou posses rurais para o uso sustentável dos recursos naturais, para conservação e reabilitação da biodiversidade e para proteção da fauna e flora nativas. O seu tamanho varia de acordo com o bioma e dimensão da propriedade. No Estado de São Paulo, toda propriedade rural tem que ter 20% de sua área dedicada à RL e, em caso de não atender a esse percentual, o proprietário tem por obrigação recompor ou compensar a área exigida por lei.¹²⁰

Embora o Código Florestal date de 1934, as reservas florestais obrigatórias não são observadas entre os produtores de cana. Sob alegação de impactos econômicos significativos, há resistências generalizadas¹²¹. A Tabela 7 (vide página 38) mostra que os 10 principais municípios moageiros têm, em média, 62,80% de seus territórios ocupados com a cana, ao mesmo tempo em que a vegetação nativa não ultrapassa 3,9%. Por isso, há a necessidade de se ampliar essas áreas, o que, no entanto, não deverá ocorrer por força exclusiva de decreto. A expectativa é que a certificação socioambiental das propriedades de cana será exigida pelo mercado, o que determinará o início da restauração das reservas florestais no prazo de até 30 anos, conforme exigido pelo Decreto 53.939. Também por força de sentenças judiciais, os produtores estão sendo impelidos a averbar e restaurar as devidas reservas florestais.¹²²

As exigências ambientais, decisões judiciais e ações voluntárias dos produtores de cana, tentam saldar um passivo histórico do setor que, na época dos engenhos, não poupou a mata atlântica brasileira de grandes desmatamentos para o emprego de lenha como combustível na produção do açúcar (WWF – Brasil, 2008).

¹¹⁹ Lei Federal 4.771, de 15/09/1965.

¹²⁰ Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=392>>. Acesso em: 10.01.2009.

¹²¹ GONÇALVES, J. S. e CASTANHO FILHO, E. P. Reserva Legal: obrigatoriedade e impactos na agropecuária paulista. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out.verTexto.php?codTexto+6371>>. Acesso em 10.01.2007.

¹²² Em 2003, a Promotoria de Justiça de Piracicaba ajuizou ação civil pública exigindo de fornecedores de cana e usinas a recomposição das áreas de reserva legal. (Processo 00491/2003).

Na comarca de Tanabi, por força de sentença judicial transitada e julgada, os proprietários rurais foram obrigados a averbar as respectivas reservas florestais legais.

5.6 GASES DE EFEITO ESTUFA, BALANÇO ENERGÉTICO E BIOELETRICIDADE

Segundo o relatório do Banco Mundial, de 2009, o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática – IPCC, concluiu que “*o aquecimento do sistema climático é indiscutível*”. Com 95% de certeza, a causa do fenômeno é debitada às emissões de carbono de origem antropogênica. A queima de combustível fóssil, as mudanças do uso do solo (queimadas), o emprego intenso de fertilizantes na agricultura seriam as principais fontes emissoras dos GEE. Conforme o relatório, sem considerar as alterações no uso do solo, o etanol brasileiro pode reduzir as emissões de GEE em 70% a 90% , em relação à gasolina.

No Brasil, diversos estudos foram realizados a fim de avaliar os impactos energéticos e ambientais dos biocombustíveis, mais especificamente, do álcool de cana-de-açúcar. Macedo et al (2008), avaliaram que para cada unidade de energia fóssil empregada na produção de bioetanol de cana, mais de nove unidades de energia renovável são geradas. Com a produção de bioetanol, mais bagaço, mais eletricidade, instalação de caldeiras mais eficientes e aproveitamento da palha, em cenário previsto para 2020, essa razão passaria para uma unidade por 11,6. Segundo os mesmos pesquisadores, os combustíveis fósseis e as queimadas de cana, respondem por 48% e 20%, respectivamente, das emissões de GEE, presentes no ciclo de vida do etanol brasileiro. A pesquisa baseou-se nas médias dos principais parâmetros agrícolas e industriais de 44 usinas da região Centro Sul. Seabra, (2008), avaliou em 9,4 a razão de energia renovável/energia fóssil, no ciclo de vida do etanol.

Não há, entre os pesquisadores, unanimidade quanto à metodologia, fatores de emissão empregados e delimitação das fronteiras da Análise do Ciclo de Vida - ACV de um biocombustível. Os fatores de emissão estimados para a queima de bagaço e palha de cana, ao ar-livre e em caldeiras, não foram quantificados experimentalmente nas condições verificadas no Brasil e o consumo de óleo diesel pode variar muito. Não há medições recentes acerca das emissões provenientes do acúmulo e do transporte de vinhaça em canais, bem como do armazenamento prolongado de bagaço de cana nas pilhas das usinas. Para que se consiga minimizar as emissões de GEE da agroindústria da cana-de-açúcar, é fundamental que as suas principais fontes, (óleo diesel, queimadas, solo e queima de bagaço nas caldeiras) sejam continuamente inventariadas e monitoradas. Pereira (2008) demonstra que a cadeia do etanol não é sustentável a longo prazo pois atualmente é dependente de energia fóssil.

Tabela 67 – Usinas, moagem, etanol, GEE¹²⁶ nas UGRHI[s]

UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Etanol [m ³]	GEE Diesel [t CO ₂ eq.]	GEE Queimadas [t CO ₂ eq.]	GEE Solo [t CO ₂ eq.]	GEE Caldeiras [t CO ₂ eq.]	Emissões totais ¹²³ [t CO ₂ eq.]	Emissões evitadas ¹²⁴ [t CO ₂ eq.]	Balanco líquido ¹²⁵ [t CO ₂ eq.]
9 – Mogi Guaçu	30	68.442.329	2.915.802	410.503	277.677	295.564	391.988	1.375.732	- 6.882.954	- 5.507.222
13 – Tietê Jacaré	18	35.861.549	1.550.338	498.281	409.042	344.270	205.389	1.456.982	- 3.719.942	- 2.262.960
15 – Turvo Grande	15	34.950.438	1.520.528	324.669	261.992	228.427	200.171	1.015.259	- 3.650.947	- 2.635.688
19 – Baixo Tietê	17	27.688.159	1.424.948	380.913	279.421	259.629	158.578	1.078.541	- 3.375.023	- 2.296.482
8 – Sapucaí/Grande	8	21.701.909	1.023.217	319.053	207.451	215.725	124.293	866.522	- 2.410.817	- 1.544.295
17 – Médio Paranapanema	14	19.615.005	861.148	299.169	261.935	203.818	112.340	877.262	- 2.016.591	- 1.139.329
5 – Piracicaba	11	18.729.882	647.849	233.683	144.678	158.852	107.272	644.485	- 1.600.598	- 956.113
12 – Baixo Pardo	6	14.346.643	585.897	309.849	270.146	212.416	82.167	874.578	- 1.505.225	- 630.647
16 – Tietê Batalha	8	10.675.432	541.736	291.107	219.466	195.506	61.141	767.220	- 1.355.621	- 588.401
4 – Pardo	7	10.665.792	503.333	236.669	193.192	171.151	61.086	662.098	- 1.157.717	- 495.619
20 – Aguapeí	4	7.934.536	311.553	103.921	65.790	68.117	45.443	283.271	- 704.753	- 421.482
18 – São José Dourados	4	7.255.209	486.165	58.468	47.308	40.350	41.552	187.678	- 1.046.986	- 859.308
21 – Peixe	6	5.463.073	285.386	111.422	70.691	70.135	31.288	283.534	- 626.987	- 343.453
22 – Pontal Paranapanema	6	5.019.698	283.202	88.354	57.560	57.957	28.749	232.620	- 656.814	- 424.194
14 – Alto Paranapanema	6	4.997.195	252.426	58.472	58.761	39.011	28.620	184.864	- 556.273	- 371.409
10 – Sorocaba	4	2.909.524	131.165	89.997	56.963	60.424	16.664	224.048	- 292.269	- 68.221
TOTAIS	164	296.256.373	13.324.693	3.807.422	2.882.073	2.621.352	1.696.741	11.014.694	- 31.559.517	- 20.544.823

Fonte: elaboração própria, com dados da CETESB, UNICA [safra 2007/2008], Seabra (2008) e Alves et al, (2009).

¹²³ GEE [diesel + queimadas + solo + caldeiras].

¹²⁴ Emissões evitadas pela substituição de óleo combustível por 50% do bagaço excedente + as evitadas pela substituição da gasolina por etanol + aquelas evitadas pela geração de energia elétrica excedente disponibilizada no SIN.

¹²⁵ Emissões evitadas (-) + as emissões totais (+).

¹²⁶ GEE evitados pela substituição do óleo combustível pelo bagaço de cana excedente: 405,7 Kg CO₂eq./tb (Leme, 2005).

GEE evitados pela substituição da gasolina pelo etanol: 2.0 t CO₂eq./m³ (Seabra,2008), média para o etanol hidratado e o anidro.

GEE gerados pelo consumo de gasolina (emissões diretas + indiretas) : 3.650 Kg CO₂eq./m³ (Alves et al, 2009).

GEE gerados pelo consumo de óleo diesel (emissões diretas + indiretas) : 4,01 Kg CO₂eq./litro(Alves et al, (2009).

GEE gerados pelo solo [óxidos de nitrogênio (torta de filtro + uréia) + metano (vinhaça)]: 616,8 Kg CO₂eq./ha (Alves et al, 2009).

A Tabela 67 aponta as usinas, a moagem, a produção de etanol, as emissões totais [diesel + queimadas + solo + caldeiras], as emissões evitadas [consumo de etanol em substituição à gasolina + consumo de bagaço em substituição ao óleo combustível + geração de energia elétrica excedente disponibilizada ao SIN] e o balanço líquido [-(emissões evitadas) + (totais)].

Para estimativa das emissões evitadas (negativas) pelo do uso do bagaço, assumiu-se que 50% do bagaço excedente é consumido em substituição ao óleo combustível. Na prática, apesar de as indústrias cítricas e moageiras de soja serem as principais consumidoras, grande parte do bagaço se decompõe nas pilhas durante o armazenamento, ou é destruído intencionalmente nas caldeiras, como forma de diminuir custos no transporte dos resíduos (cinzas) às áreas agrícolas. No cômputo das emissões evitadas totais, levou-se em conta a energia elétrica excedente disponibilizada no SIN. Para sua estimativa, considerou-se que, em média, sejam consumidos 19,4 Kwh/tc processada, conforme dado da CONAB. Também estimou-se em 200 dias corridos, a média da safra paulista.

O balanço líquido das emissões de GEE é negativo e indica que são evitados, em média, -1.542 Kg CO₂eq./m³ de etanol ¹²⁷, ou - 69,3 Kg CO₂eq./tc. Uma vez que o consumo de 1 m³ de gasolina brasileira apresenta um potencial de emissão de GEE (emissões diretas + indiretas) de, aproximadamente, 2.000 Kg CO₂eq./m³, pode-se afirmar que o etanol produzido no Estado de São Paulo, ¹²⁸ na safra 2007/2008, reduziu, em média, 79,0% as emissões de GEE de gasolina. Seabra (2008), quantificou essas emissões em -1.700 Kg CO₂eq./m³ de etanol hidratado, com redução de 87,0% frente à gasolina, para uma amostra de 44 usinas (safra 2006/2007) situadas no centro sul do Brasil. Alves et al (2009), pesquisadores da

¹²⁷ Macedo et al, (2004) calcularam o balanço líquido das emissões evitadas em -2.600 Kg CO₂eq./m³ [etanol anidro] e -1.700 Kg CO₂eq. [etanol hidratado]. Seabra, (2008) avaliou em, média, -1.800 Kg CO₂eq. /m³ de etanol. No presente inventário de emissões, para as condições do Estado de SP, o etanol foi considerado uma mistura ponderada [63% hidratado + 37% anidro], com emprego de um fator de emissão de -2.000 Kg CO₂eq./m³ de etanol, para as emissões evitadas pela substituição da gasolina pelo etanol.

¹²⁸ Conforme áreas de cana crua (cc) e cana queimada (cq) levantadas pelo INPE e considerando uma produtividade de 86,2 tc/ha (CONAB), na safra 2007/2008 foram produzidas em SP 327.015.388 tc. O IBGE relata 327.683.590 tc. A UNICA aponta moagem total de 296.256.373 tc. A diferença de 30.759.015 tc ocorreu porque parte da produção paulista de cana é destinada à fabricação de aguardente e forrageira, as quais ficam fora das estatísticas da UNICA. Na hipótese de que este montante de 30.759.015 tc viesse a ser destinado à produção de açúcar e etanol, no mesmo *mix* de produção da safra 2007/2008, haveria uma produção adicional de 1.383.445 m³ de etanol, perfazendo 14.708.136 m³ no Estado. As emissões líquidas evitadas atingiriam - 24.870.120 t CO₂eq., equivalentes a -1.691 Kg CO₂eq./m³ de etanol, o que corresponderia a uma redução de 84,5% comparativamente a um litro de gasolina. Importante destacar que, na prática, as emissões evitadas não contribuem para redução efetiva dos GEE. No Estado de São Paulo, na safra 2007/2008, para cada metro cúbico de etanol produzido, houve a emissão de 749 Kg CO₂eq..

EMBRAPA Agrobiologia, calcularam em 80% o valor teórico dessa redução para as condições médias de produção no Brasil. Sem levar em conta as emissões evitadas, entretanto, a produção de etanol em SP gera uma emissão efetiva de 749 Kg CO₂eq./m³ (vide Tabela 67 e nota de rodapé 128).

No ciclo de vida do etanol, para as condições do Estado de São Paulo, o consumo de óleo diesel na área agrícola (2,9 litros/tc produzida) participa com 34,6% das emissões totais de GEE; as queimadas são responsáveis por 26,1%; o óxido nitroso e o metano provenientes do solo e da vinhaça, por 23,8%; e a queima de bagaço nas caldeiras, por 15,4%. (vide Tabela 67, página 164). As emissões indiretas decorrentes da fabricação de insumos químicos (herbicidas, inseticidas, fertilizantes, soda cáustica, cal etc.), cimento, aço e equipamentos, não foram contabilizadas.

O inventário de emissões realizado partiu de dados de monitoramento do CANASAT (áreas de plantio, cana crua e cana queimada) e das estatísticas de moagem e produção de etanol da UNICA (safra 2007/2008). A produção de cana foi aferida com o emprego de valor médio de produtividade da CONAB, para o Estado de São Paulo (86,2 tc/ha). Foram realizadas também, estimativas criteriosas para queima de bagaço em caldeiras, queimadas, consumo de óleo diesel¹²⁹, emissões do solo e aproveitamento do bagaço em substituição ao óleo combustível e geração de energia elétrica excedente. Independentemente do grau de acerto e precisão obtidos no balanço líquido das emissões, o estudo evidencia que é factível mensurar e rastrear as emissões de GEE por UGRHI, municípios e usinas. Essa capacidade pode contribuir para um plano de redução de GEE a longo prazo.

A Tabela 68 mostra as emissões de GEE evitadas pela energia elétrica excedente das usinas interligadas ao SIN. A energia gerada a partir do bagaço de cana contribui para a mitigação dos GEE, pela substituição de óleo combustível, gás natural e carvão mineral queimados nas termelétricas convencionais¹³⁰. Conforme diretrizes do Plano Nacional de Mudanças do Clima – PNMC, a bioeletricidade deverá ampliar sua participação na matriz energética brasileira, atingindo um percentual de 11,4% da oferta total de eletricidade no país, até 2030. Em 2007 esta participação foi de 4,1% (MME, 2008). Nas buscas realizadas junto às usinas, à ANEEL, ONS, CONAB, UNICA e Câmara de Comercialização de Energia

¹²⁹ ÁLVARES JR. O. M. ; LINKE, R. R. *Metodologia simplificada de cálculo das emissões de Gases de Efeito Estufa de Frotas de veículos diesel no Brasil.*

¹³⁰ Leme, (2005) estimou as emissões evitadas pela geração de energia elétrica excedente em: 446 Kg CO₂eq./MWh.

Elétrica - CCEE, não foram localizados dados efetivos de geração de energia elétrica excedente, por usina.

Tabela 68 – Energia elétrica excedente e emissões evitadas de GEE ¹³¹

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Potência Inst/exced. [MW]	Energia 10 ³ [MWh]	E.Evitadas GEE [t CO ₂ eq.]
3 ^a	Vale Rosário	Morro Agudo	12	5.717.163	93,0 / 70,0	336,0	- 149.856
4 ^a	Equipav	Promissão	19	5.383.570	58,4 / 36,6	175,7	- 78.362
5 ^a	Santa Elisa	Sertãozinho	9	5.166.420	62,0 / 41,1	197,3	- 87.996
6 ^a	Colombo	Ariranha	15	5.003.431	65,5 / 45,3	217,4	- 96.960
8 ^a	Colorado	Guairá	8	4.551.827	52,8 / 34,4	165,1	- 73.635
9 ^a	Moema	Orindiuva	15	4.538.707	24,0 / 5,6	26,9	- 11.997
10 ^a	Cruz Alta	Olímpia	15	4.168.067	39,4 / 22,5	108,0	- 48.168
13 ^a	Costa Pinto	Piracicaba	5	3.989.362	65,5 / 49,4	237,1	- 105.747
14 ^a	Da Pedra	Serrana	4	3.878.452	35,0 / 19,3	92,6	- 41.300
15 ^a	Nova América	Tarumã	17	3.790.257	24,0 / 8,68	41,7	- 18.598
16 ^a	Barra Grande	Lençóis Pta.	13	3.707.544	62,9 / 47,9	229,9	- 102.535
17 ^a	Alta Mogiana	S. J. da Barra	8	3.681.114	30,0 / 14,8	71,0	- 31.666
18 ^a	São José	Macatuba	13	3.628.898	24,8 / 13,5	64,8	- 28.900
20 ^a	Cerradinho	Catanduva	15	3.464.590	75,0 / 61,0	292,8	- 130.589
22 ^a	Santa Cruz	A. Brasiliense	9	3.376.220	36,4 / 22,7	109,0	- 48.614
26 ^a	Maracaí	Maracaí	17	3.039.682	46,8 / 34,5	165,6	- 73.858
30 ^a	Cândida	Bocaína	13	2.804.486	29,0 / 17,6	84,5	- 37.687
31 ^a	Iracema	Iracemápolis	5	2.721.795	14,0 / 3,0	14,4	- 6.422
34 ^a	Nardini	V. Alegre Alto	15	2.603.023	21,4 / 10,9	52,3	- 23.326
44 ^a	Sto. Antonio	Sertãozinho	9	2.307.824	23,0 / 13,7	65,8	- 29.347
47 ^a	Santa Adélia	Jaboticabal	9	2.241.274	42,0 / 33,0	158,4	- 70.646
48 ^a	S. José Estiva	N. Horizonte	16	2.192.883	19,5 / 10,6	50,9	- 22.701
51 ^a	Santa Fé	Nova Europa	13	2.110.877	46,4 / 37,9	181,9	- 81.127
54 ^a	Viralcool	Pitangueiras	9	2.079.261	25,0 / 16,6	79,7	- 35.546
56 ^a	Mandu	Guairá	8	2.042.109	25,0 / 16,7	80,2	- 35.769
58 ^a	Cia. E.S.José	Colina	12	2.015.606	25,0 / 16,8	80,6	- 35.948
62 ^a	Ant. Ruette	Paraíso	15	1.870.766	28,0 / 20,4	97,9	- 43.663
66 ^a	Cresciumal	Leme	9	1.804.234	42,3 / 35,0	168,0	- 74.928
68 ^a	Cerradinho 2	Potirendaba	16	1.780.457	40,2 / 33,0	158,4	- 70.646
69 ^a	Santa Izabel II	Mendonça	16	1.767.262	39,4 / 32,2	154,6	- 68.952
71 ^a	Alto Alegre	P. Prudente	22	1.757.941	25,2 / 18,1	86,9	- 38.757
90 ^a	Pioneiros	Sud Menucci	19	1.356.702	42,0 / 36,5	175,2	- 78.139
103 ^a	Gasa Fba	Andradina	19	1.200.177	44,0 / 39,1	187,7	- 83.714
	TOTAIS			101.741.981	918,38 ¹³²	4.408,3	-1.966.100

Fonte: elaboração própria, com dados da UNICA [safra 2007-2008], ANEEL, ONS e CETESB.

¹³¹ Estimativa de energia excedente com base em 4.800 horas de geração anual e consumo próprio de 19,4Kwh/tc.

¹³² Potência elétrica disponibilizada no SIN.

5.7 RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A responsabilidade socioambiental de uma empresa consiste na qualidade das ações e relações da organização com todas as partes interessadas: acionistas, investidores, trabalhadores, clientes, governo, meio ambiente e qualquer entidade ou indivíduo com o qual ela mantenha relação de interdependência.¹³³

Para evidenciar a responsabilidade social de uma empresa, elabora-se o seu balanço social, divulgado anualmente, com o objetivo de estabelecer parâmetros comparativos e avaliar a sua evolução. O balanço social pode ser acompanhado de parecer de auditoria independente e tem sido uma das formas mais utilizadas para se mensurar e mostrar as práticas socialmente responsáveis de uma empresa. Outra forma, mais estruturada e consistente, que começa a ser mais utilizada no Brasil, é a certificação em Responsabilidade Social, padrão SA-8000, obtida por meio de critérios e procedimentos reconhecidos por padrões internacionais.

O Instituto Brasileiro de Análise Sociais e Econômicas – IBASE define o balanço social como:

[...] demonstrativo publicado anualmente pela empresa reunindo um conjunto de informações sobre os projetos, benefícios e ações sociais dirigidas aos empregados, investidores, analistas de mercado, acionistas e à comunidade. É também um instrumento estratégico para avaliar e multiplicar o exercício de responsabilidade social corporativa. No balanço social, a empresa mostra o que faz por seus profissionais, dependentes, colaboradores e comunidade, dando transparência às atividades que buscam melhorar a qualidade de vida para todos. Ou seja, sua função principal é tornar pública a responsabilidade social empresarial, construindo maiores vínculos entre a empresa, a sociedade e o meio ambiente.¹³⁴

Em 1998, para estimular a participação de um maior número de corporações, o IBASE lançou o selo Balanço Social IBASE/Betinho. O selo é conferido, anualmente, a todas as empresas que publicam o balanço social no modelo sugerido pelo IBASE, segundo a metodologia e os critérios propostos, dentre eles os indicadores sociais e ambientais. Por este modelo de balanço, as corporações informam, dentre outros, o total dos investimentos ambientais e as suas metas para reduzir a geração de resíduos e aumentar a eficácia na utilização de recursos naturais. A análise dos dados disponíveis nos balanços sociais

¹³³ DELBONI, R. Responsabilidade social empresarial. Artigo. *Revista Opiniões*, julho-setembro/2007.

Disponível em: < <http://www.revistaopinioes.com.br/aa/materia.php?id=49>>. Acesso em: 04.10.2009.

¹³⁴ Disponível em: < <http://www.balancosocial.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>>. Acesso em: 04.10.2009.

publicados até 2005 indicaram uma tendência de declínio nos investimentos socioambientais (IBASE, 2008).

Conforme o relatório de sustentabilidade – 2008, da UNICA, 70 usinas elaboram o balanço social no modelo do IBASE. Até abril/2009, apenas as usinas Ruette, Nardini e São Domingos, no Estado de São Paulo, haviam publicado o balanço social e recebido o Selo Social IBASE/Betinho. O selo certifica que a empresa:

- não utiliza mão-de-obra infantil e trabalho análogo à escravidão;
- não está envolvida direta ou indiretamente em prostituição ou exploração sexual infantil;
- não se envolve em corrupção.

A certificação do IBASE também exige da empresa compromisso com a diversidade de seu corpo funcional, ao fixar uma cota mínima (2% a 5%) para as pessoas com deficiência.

Ao longo dos anos, o IBASE observou que algumas empresas não informavam integralmente os números solicitados. Alguns dados eram sistematicamente omitidos, numa tentativa de mostrar mais o lado positivo e não dar tanta visibilidade àqueles considerados negativos. Em 2004 o instituto suspendeu o Selo Social IBASE/Betinho concedido a uma das maiores empresas da área de açúcar e álcool, a partir de denúncia do Ministério Público por utilização de trabalho análogo à condição de escravo.

De maneira a assegurar ao Balanço Social as características de uma ferramenta de compromisso com mudanças nas práticas sociais e ambientais, o IBASE adotou critérios rigorosos para avaliação de conteúdo e divulgação das informações que devem integrar a documentação apresentada. Em 2007, das 60 empresas que solicitaram o Selo Social IBASE/Betinho, apenas 17 obtiveram a certificação. Em 2008 a concessão do Selo Social foi suspensa até a completa revisão dos critérios adotados.

5.8 EXTERNALIDADES E CUSTOS AMBIENTAIS

As vantagens de se produzir álcool, açúcar, energia elétrica, bagaço de cana (biomassa como combustível) e proteína de levedura com o emprego da cana, são reconhecidas por diversos autores. Em 2005, a UNICA reuniu em uma só publicação, 12 estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar e sua sustentabilidade (Macedo et al, 2005). Na maioria dos trabalhos, prevalecem análises convencionais, sem mensuração dos custos e das externalidades ambientais. Segundo Coelho (2004), na avaliação econômica tradicional, os custos ambientais não são incluídos diretamente, a sociedade é que paga por eles.

A atividade da agroindústria da cana ocupa cerca de 5.000.000 ha, no Estado de São Paulo, unidade da federação responsável por aproximadamente 60% da produção nacional de açúcar e álcool. Há no Estado intensiva utilização de recursos naturais e geração de milhões de toneladas de resíduos sólidos industriais potencialmente poluidores. Neste quadro, a mensuração e valoração dos custos ambientais podem subsidiar o planejamento de políticas públicas, bem como nortear os investimentos da iniciativa privada em busca da sustentabilidade ambiental.

Ainda segundo Coelho,

A valoração das externalidades é, de fato difícil, como todos os estudos existentes reconhecem, mas na verdade não atribuir valor nenhum significa – implicitamente – impor que o ambiente não tem valor algum (BLAND, 1986). Desta forma é quase um consenso, entre os especialistas, que é preferível optar por um sistema de avaliação das externalidades, ainda que quase sempre imprecisas, do que ignorá-las completamente. (COELHO, 2004, p.6).

No Estado de São Paulo, encontravam-se em operação, na safra 2007/2008, aproximadamente 164 usinas de açúcar e álcool. As suas instalações, a tecnologia empregada, o uso dos recursos naturais e o relacionamento com as partes interessadas, devem passar por contínua modernização frente ao grau de competitividade e as exigências fixadas pelo mercado e o poder público. De uma maneira geral, pode-se avaliar o estágio de um empreendimento sucroenergético pela sua capacidade de geração e venda de energia elétrica excedente. Conforme indicado na Tabela 68, apenas 33 usinas paulistas, responsáveis por 35% da moagem estadual, encontram-se interligadas ao SIN e geram energia elétrica excedente. Para atingirem essa condição, necessariamente substituíram caldeiras antigas, de baixa pressão, por equipamentos modernos. Esse avanço, usualmente, é precedido pela

modernização do *layout* industrial, diminuição de perdas, aumento da eficiência térmica, racionalização do uso da água, treinamento e capacitação do pessoal técnico-operacional, regularização do licenciamento ambiental, além de outros investimentos necessários à participação do empreendimento nos leilões de energia promovidos pela ANEEL – EPE. O desempenho do setor agrícola, nessas usinas, acompanha os ganhos de produtividade industrial, com redução de queimadas, logística mais eficiente, respeito aos direitos dos trabalhadores etc.

A Tabela 69 aponta os itens básicos e os custos estimados para adequação ambiental de unidade antiga de 2.000.000 tc. Em virtude da impossibilidade prática de estimar valores para adequações de usinas de diferentes capacidades de moagem, a normalização da moagem de cana foi estabelecida na razão de 2.000.000 tc.

Tabela 69 – Estimativa de custos para adequação ambiental de usina antiga de 2.000.000 tc

Adequação	Custos [R\$]
Implantação de duas caldeiras de 150 tv/h/90 Kg/cm ²	50.000.000,00
Implantação de turbogerador de 25MW	20.000.000,00
Pavimentação de vias de circulação e construção de galerias pluviais	1.500.000,00
Gerenciamento de riscos, prevenção e combate a incêndios	4.000.000,00
Tratamento de esgotos e águas residuárias	2.000.000,00
Fertirrigação ambientalmente equilibrada da vinhaça	15.000.000,00
Recirculação e reuso das águas	1.000.000,00
Limpeza da cana a seco (em substituição à lavagem)	2.000.000,00
Substituição dos lavadores de gases por precipitadores eletrostáticos	4.000.000,00
Restauração de 3.000 hectares de APP (Área de Preservação Permanente)	18.000.000,00
Compensação de 6.000 hectares de Reserva Legal florestal obrigatória	36.000.000,00
Colheita mecânica sem queima	10.000.000,00
Produção de óleo vegetal para substituição do diesel	11.000.000,00
Substituição e redução do consumo de soda cáustica	1.000.000,00
Proteção do depósito de bagaço	500.000,00
Aplicação agronômica da torta de filtro e das cinzas	1.000.000,00
Implantação de central para preparação e dosagem de agroquímicos	2.000.000,00
Desassoreamento e preservação de represas de captação	1.000.000,00
TOTAL	180.000.000,00

Fonte:elaboração própria com valores apurados junto a especialistas, consultores e projetistas.

Em um prazo de 30 anos, considerando que 65% da moagem necessite de adequações, o investimento anual atingiria R\$ 575.000.000,00 ou R\$ 3,00/tc.ano. Este valor parece razoável frente à extensão, à complexidade e ao porte das adequações mínimas para se garantir sustentabilidade à agroindústria da cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo.

A cifra obtida, no entanto, revela uma magnitude de investimentos mínimos. Outras externalidades, como: manutenção e implantação de anéis viários; não recolhimento de pedágios; alfabetização e requalificação dos cortadores de cana, que ficarão sem emprego com o avanço da mecanização da colheita; rateio da compensação pela derrubada de árvores isoladas e processos erosivos; e fim da terceirização de mão de obra (“gatos”) poderiam ser estimados, o que ampliaria a complexidade e as incertezas quanto à razoabilidade da análise.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, se encontram em fase de organização para a cobrança do uso da água prevista na Lei 12.183/05, regulamentada pelo Decreto 50.667/06. Com base no preço de R\$ 0,02 por m³ (metro cúbico) captado, usinas de dois milhões de toneladas com consumo otimizado de 1m³/tc pagarão, anualmente, R\$ 40.000,00. Entre os empresários não há preocupação com os custos que advirão a partir dessa cobrança. Por outro lado, o preço previsto, por si só, aparentemente não terá força para promover o uso comedido e eficiente dos recursos hídricos, uma vez que os custos da instalação dos equipamentos necessários atingem milhões de reais.

Nascimento (2007) elenca diversas vantagens que a limpeza a seco da cana traz em substituição ao processo convencional de lavagem. A estimativa é de um custo de implantação de R\$ 2.000.000,00 para usina de 2.000.000 tc, com previsão de benefício de R\$ 9.000.000,00 já no primeiro ano de safra.

Falta de infraestrutura ambiental, desmatamentos, problemas com queimadas e acidentes com vinhaça têm sido as infrações ambientais mais frequentes no setor. Segundo a CETESB¹³⁵, até setembro/2006, entre os 30 maiores devedores ambientais, encontravam-se 13 usinas que respondiam por R\$ 52.886.000,00. Pode-se estimar que, do total devido no Estado em 2006, (R\$ 411.029.000,00), aproximadamente R\$ 150.000.000,00 sejam de autuações debitadas às usinas. Em 2007/2008 as usinas continuaram liderando o *ranking* de multas por poluição em São Paulo¹³⁶, confirmando necessidade de investimentos e atitude proativa na busca de melhoria ambiental. Na safra 2008/2009, até início de agosto, a polícia ambiental de São José do Rio Preto tinha aplicado 17 multas por queima irregular de palha de cana-de-açúcar, totalizando R\$ 639.613,55 em infrações e 402,23 hectares atingidos.¹³⁷

¹³⁵ Relatório de Gestão 2003-2006.

¹³⁶ C REDENDIO, J. E.; BALAZINA, A. *Folha de São Paulo*, 1º de Junho de 2008. Usinas lideram ranking de multas por poluição em SP.

¹³⁷ SOUZA, H. *Diário da Região*, 05.08.2009. Queimadas eliminaram 400 campos de futebol.

6 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Desde 1976, o Estado de São Paulo conta com legislação ambiental pioneira¹³⁸ que estabeleceu a necessidade de prévio licenciamento ambiental de usinas e destilarias de álcool. A validade das licenças emitidas, contudo, prolongou-se até 04/12/2002, quando o Decreto 47.397 passou a exigir sua renovação.

Conforme definição da CETESB:

O Licenciamento Ambiental é um procedimento pelo qual o órgão ambiental competente permite a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, e que possam ser consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.¹³⁹

Em 1981, a Lei Federal 6.938 estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA, fixando como seus instrumentos o zoneamento ambiental, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. Em 1986, a Resolução CONAMA n° 1, Inciso XII, conceituou o entendimento de Impacto Ambiental e fixou a necessidade de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e sua aprovação por órgão estadual (ou federal), quando do licenciamento de atividades consideradas modificadoras do meio ambiente, tais como usinas e destilarias de álcool.

A Constituição de 1989, Artigo 225, Inciso IV, exigiu, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, elaboração de estudo prévio de impacto ambiental. Somente o Brasil e mais 37 países possuem norma Constitucional expressa nesse sentido. Contudo, segundo Ronza (1998), no Estado de São Paulo, historicamente, a responsabilidade pela implementação da Avaliação de Impacto Ambiental foi delegada a uma estrutura burocrática já instituída, cujos procedimentos a distanciaram de seus objetivos principais. De acordo com Munno (2005), apesar de reconhecida como um poderoso instrumento da política ambiental, a avaliação de impacto

¹³⁸ Lei 997/76 regulamentada pelo Decreto 8468/76.

¹³⁹ CETESB. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/onde_fazer/define_licenciamento.asp>. Acesso em: 12.04.2007.

realizada no Estado de São Paulo não é acompanhada por um eficaz monitoramento. Falta de compromisso com a qualidade ambiental e a *sustentabilidade*, [grifo nosso], falta de estrutura dos órgãos ambientais, burocratização e conseqüente lentidão do processo e baixa participação da sociedade são fatores que conferiram descrédito à avaliação de impacto, transformando-a em mais um dos numerosos entraves burocráticos. O setor sucroalcooleiro, por meio da UNICA, queixa-se, enfaticamente, quanto à lentidão na aprovação dos estudos e emissão das licenças ambientais.¹⁴⁰

A Lei 7.641, de 19 de dezembro de 1991, que dispõe sobre a proteção ambiental das bacias dos rios Pardo, Mogi Guaçu e Médio Grande, foi a primeira a reiterar a necessidade da aprovação do EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental) para os empreendimentos sucroalcooleiros.

A Lei Estadual 9.472/96, por sua vez, estabeleceu algumas restrições às atividades situadas nas zonas de uso predominantemente industrial, da Região Metropolitana de São Paulo. O conteúdo do seu artigo 4º, se aplica aos empreendimentos industriais em geral, e em todo o território estadual:

Artigo 4º – Na avaliação para a criação, ampliação ou alteração do processo produtivo de estabelecimentos industriais, **o órgão estadual responsável pelo controle da poluição ambiental** [grifo nosso] deverá observar os seguintes aspectos:

II – o gerenciamento do uso e conservação das formas de energia utilizadas;

III – o uso racional e econômico de matéria-prima e de transporte;

IV – o uso racional, conservação e reutilização com reciclagem da água do processo;

V – a minimização, reciclagem, tratamento ou disposição segura de resíduos sólidos, líquidos e gasosos;

VI – o aperfeiçoamento de métodos de produção, com o objetivo de torná-los menos agressivos ao meio ambiente;

VII – o planejamento de produtos, com vistas a eliminar ou minimizar seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

X – a informação ao público externo sobre as atividades da instituição e relacionamento com a comunidade localizada em seu entorno e, também, do direito de conhecimento de riscos involuntários a que está submetida.

Os princípios elencados tratam da prevenção à poluição. Segundo Souza (2004), apesar de autoaplicável desde 1996, o artigo 4º, da Lei 9.472, não teve assimilação

¹⁴⁰ TETTI, L. *Revista Opiniões*, julho - setembro/2006. Falta governo no licenciamento ambiental. Disponível em: < <http://www.revistaopinioes.com.br/aa/materia.php?id=215> >. Acesso em: 07.10.2009.

administrativa consistente. Os aspectos relativos aos GEE e à conservação eficiente de água, energia e transportes, por exemplo, não são abordados nos processos de licenciamento ambiental.

Até julho/2007 havia seis tipos de licenças: prévia, de instalação, de operação, de operação-parcial, de operação a título precário e de renovação, emitidas pelo Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental – DAIA, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA e CETESB.¹⁴¹ Participam ainda dos procedimentos de licenciamento, as Prefeituras Municipais, o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e o Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais – DEPRN. Embora a atividade sucroalcooleira seja eminentemente interiorana e regionalizada, não há uma unicidade nas licenças, bem como uma integração horizontal entre as diversas instituições envolvidas. Com a ampliação e instalação de novas unidades e o prazo de validade exíguo das licenças de operação (2 anos), é provável que aproximadamente 200 pedidos de licença, estejam em análise, atualmente.

Em virtude do grande número de licenciamentos de novas unidades e ampliações, observa-se que algumas empresas de consultoria produzem EIA(s) e RAP(s) em série, com notórios prejuízos ambientais. Além disso os estudos elaborados (Avaliação de Impacto Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental, Relatório de Impacto Ambiental, Estudo Ambiental Simplificado – EAS, ou Relatório Ambiental Preliminar – RAP), não fixam cronogramas físico-financeiros para mitigação dos impactos.

Em 16/05/2007 a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA editou a resolução SMA-22 com o objetivo de agilizar, integrar e unificar o licenciamento ambiental no Estado. Preliminarmente, o DEPRN e a CETESB atuarão em conjunto, sob a forma do que se convencionou chamar de “balcão único”. Em 08/05/2009 a Lei 13.542 alterou o nome da CETESB para Companhia Ambiental do Estado, constituindo-se em único órgão licenciador e assumindo competências até aquele momento compartilhadas com o DAIA e DEPRN. Com a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, o licenciamento realizado pela CETESB se firmará como importante instrumento para a meta de redução de 20% dos GEE, até 2020.

¹⁴¹ A Resolução SMA 42, de 14/10/2006, estabeleceu critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental prévio de destilarias de álcool, usinas de açúcar e unidades de fabricação de aguardente. Estão vigentes as resoluções SMA-SAA 4 de 18.09.2008, SMA 88 de 19.12.2008 e SMA-SAA-006 de 24.09.2009, referentes ao Zoneamento Agroambiental da cana-de-açúcar e aos critérios para licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo.

7 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 1987, o documento “Nosso futuro Comum”, também conhecido como relatório Brundtland, chamou a atenção para os riscos do modo como ocorria o crescimento da sociedade humana. Os efeitos danosos do aquecimento global ainda não estavam tão evidentes como nos dias atuais, mas o relatório já apontava a necessidade do crescimento econômico respeitar os recursos naturais. O documento almejava a formação de um pacto global para planejar um futuro em que não houvesse esgotamento desses recursos e as desigualdades entre pobres e ricos fossem reduzidas.

A médica norueguesa Gro Harlem Brundtland foi a responsável pela redação do relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente, da Organização das Nações Unidas. A definição mais difundida de Desenvolvimento Sustentável: [...] “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias” [...], (BRUNDTLAND, 1987) é constantemente atribuída a ela.

Como afirma Vieira (2005, p.31): “No passado a sustentabilidade da sociedade humana era um pressuposto, não uma meta. As mudanças ambientais eram lentas e permitiam respostas adaptativas ou mudança de ambiente sem grandes pressões de tempo.” Atualmente, os ritmos de crescimento da população mundial e do consumo de bens e energia motivam preocupação quanto à capacidade do meio e da sociedade de se manterem sustentáveis. O conceito de sustentabilidade inicialmente estava ligado à qualidade ambiental. Hoje, ele permeia diversos segmentos da sociedade. Há uma miríade¹⁴² de definições, nos diversos campos de conhecimento humano e o consenso não parece ser possível.

Além do equilíbrio ambiental, a manutenção da paz entre as nações e a segurança mundial, têm sido vinculadas à sustentabilidade do planeta. Corrobora essa assertiva a premiação do Nobel da Paz, nos últimos anos, à personalidades e entidades (IPCC) que se destacaram na luta contra a pobreza e em prol do meio ambiente. As preocupações com as mudanças climáticas, em 2007, chegaram a ser colocadas na ordem do dia do fórum econômico mundial de Davos. De um lado, os adeptos da política Bush de redução voluntária das emissões; de outro, os defensores de um acordo mundial para as emissões de

¹⁴² Moreira (2005), afirma que haveria na biblioteca do Congresso dos Estados Unidos 85 definições distintas de desenvolvimento sustentável. Segundo Van Bellen (2002), seriam 160 definições.

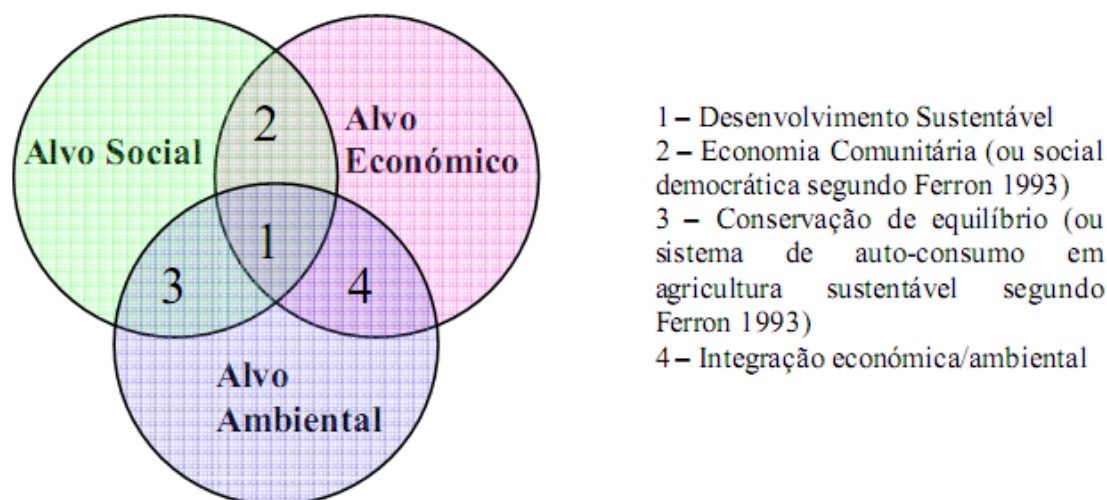
CO₂. De acordo com Moreira (2005):

“O desenvolvimento sustentável é, fundamentalmente, um processo de organização da sociedade, ao nível das mentalidades e dos procedimentos, tendente a garantir a sobrevivência da espécie humana através da equidade social e da preservação ambiental, permitindo o acesso de cada vez maior número de pessoas aos níveis de vida socialmente aceitáveis e, simultaneamente, garantindo uma utilização progressivamente mais eficiente dos recursos existentes.” (MOREIRA, 2005 p.16).

Por ocasião dos 20 anos do documento “Nosso Futuro Comum”, em outubro de 2007, Gro Brundtland afirmou, em São Paulo: “O direito ao desenvolvimento é tão crucial quanto ao direito a um ambiente limpo.”

Segundo Sadler e Jacobs (1990), o conceito de desenvolvimento sustentável tem um carácter transversal, abarcando um conjunto vasto de áreas do conhecimento. A Figura 25 sintetiza esse modelo.

Figura 25 – Modelo de Sadler e Jacobs¹⁴³

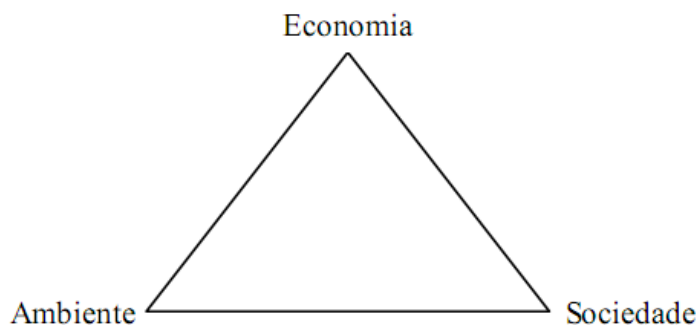


Fonte: Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia (MOREIRA, 2005).

¹⁴³ SADLER, B. ; JACOBS, P. Définir lés reports entre l’evaluation environnementale et les développement durable: la clé de l’avenir. In : *Developpement durable et evaluation environnementale : perspectives de planification d’un avenir commun*. Ottawa. Conseil canadien de recherher sur l’evaluation environnementale, 1990.

O modelo de Sadler e Jacobs funda-se na teoria dos conjuntos e propõe analisar o desenvolvimento sustentável como um equilíbrio entre três alvos: social, econômico e ambiental. Desse modelo, surgiu o triângulo do desenvolvimento sustentável (Figura 26).

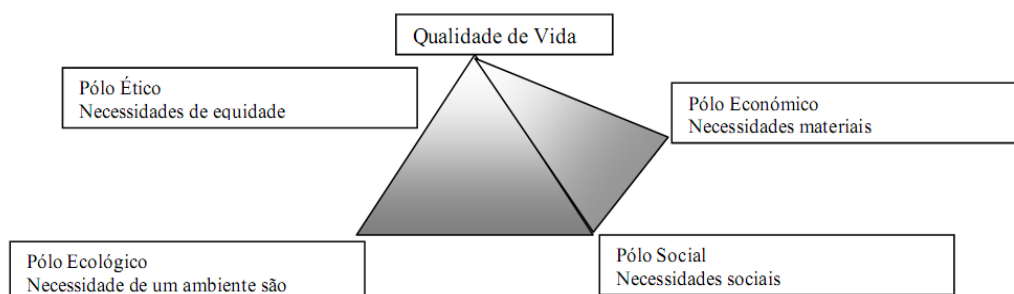
Figura 26 – Triângulo de Sadler e Jacobs



Fonte: Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia (MOREIRA, 2005).

A busca da sustentabilidade, na simples justaposição dos vértices econômico, ambiental e social, em um triângulo equilátero, não exprime em profundidade a transversalidade e a complexidade do comportamento humano. Por isso é proposto o modelo da região-laboratório do desenvolvimento sustentável, com a inserção do quarto flanco, o Polo Ético. (Figura 27). O vértice superior do tetraedro representa a plena qualidade de vida, respeitadas as limitações ecológicas, econômicas e sociais, e observadas, também, a equidade entre as atuais e futuras gerações.

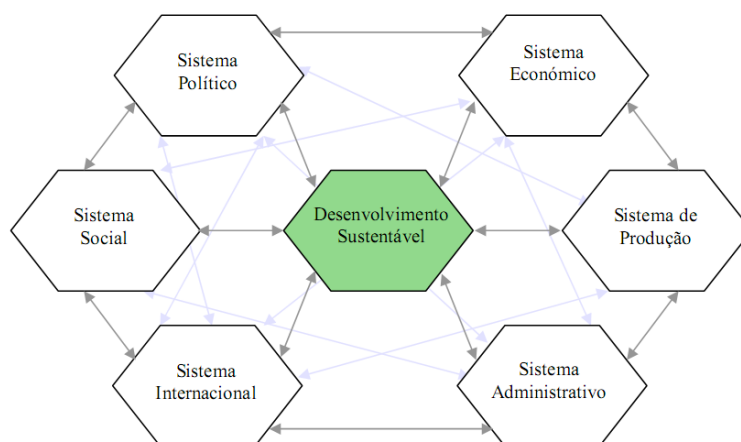
Figura 27 – Modelo da região-laboratório do desenvolvimento sustentável



Fonte: Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia (MOREIRA, 2005).

Os quatro polos, base da plena qualidade de vida expressão do desenvolvimento sustentável, interagem entre si em uma complexa rede de sistemas e criam a idéia da transversalidade do desenvolvimento, conforme mostra a Figura 28, a seguir.

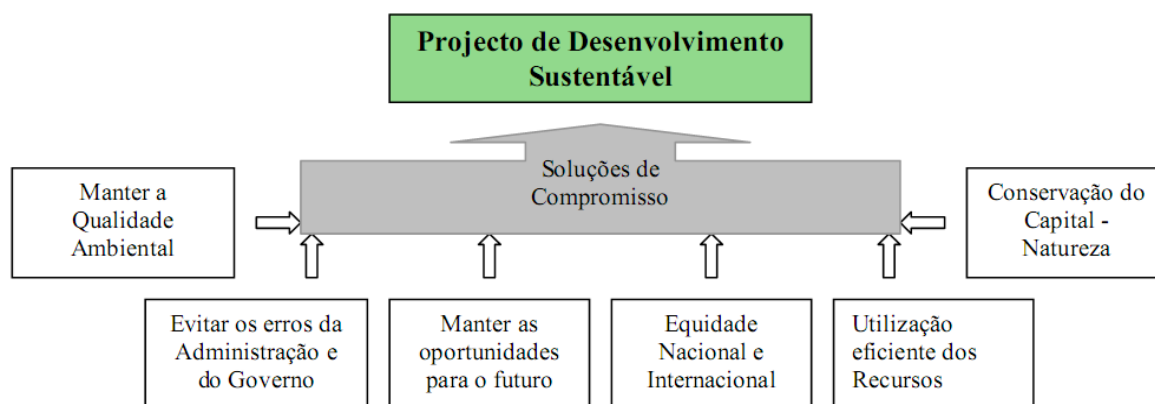
Figura 28 – Transversalidade dos sistemas e o desenvolvimento sustentável



Fonte: Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia (MOREIRA, 2005).

Young¹⁴⁴ apresentou as condições que devem ser integradas num projeto de desenvolvimento sustentável. Em sua proposta, tentou compatibilizar a economia ambiental e a economia clássica, e introduziu o conceito “Capital-Natureza”, que corresponde à capacidade de uma região ou país em gerir os recursos parcialmente renováveis e os não-renováveis. Para os primeiros, defendeu que os custos de renovação devem ser incorporados aos preços dos próprios recursos, introduzindo o conceito do utilizador/pagador, tão em moda nos dias de hoje. Para os não-renováveis, propôs a sua revalorização, com reinvestimento dos valores na busca de soluções alternativas de substituição. Conservação do “Capital-Natureza”, é o fundamento para o desenvolvimento sustentável como mostra a Figura 29.

Figura 29 – Compatibilização da economia ambiental e a economia clássica



Fonte: Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia(MOREIRA, 2005).

¹⁴⁴ YOUNG, M. D. *Sustainable Investment and Resources Use*. Parthenon: UNESCO, 1992.

Almeida (2007) enfatiza a necessidade da participação das empresas, dos governos e das partes interessadas (*stakeholders*) em uma nova ordem, com a internalização pela economia dos custos dos serviços ambientais prestados pela natureza, como a água, a pesca, dentre outros. Em seus estudos, enaltece a necessidade do surgimento de lideranças empresariais em resposta à crescente deterioração dos recursos naturais e aponta o “estadista corporativo” não como uma pessoa, mas um conjunto de indivíduos presente nas empresas, no Estado, e na sociedade, como instrumento catalisador das mudanças necessárias para se enfrentar os desafios da sustentabilidade. Nesse mundo de dimensão tripolar (governo, partes interessadas e empresas), estas teriam prioridade de ação, em virtude de reunir melhores condições para uma resposta rápida e mais eficaz.

A falta de consenso sobre o conceito de sustentabilidade, a qual permeia diversos sistemas políticos, econômicos e sociais, não impede sua popularização e o reconhecimento cada vez maior de sua validade, inclusive para criação de valor econômico para as empresas, acionistas e a comunidade, conforme Hart et al (2004). Como em toda mudança, a introdução de novo processo ou de nova tecnologia, requer um período de maturação, um tempo para que a curva de seu aprendizado se estabilize e comece a frutificar resultados práticos.

É sintomático que a própria agroindústria da cana-de-açúcar, representada pela UNICA, abandonou um comportamento histórico, refratário aos reclamos socioambientais, e passou a agir com mais pró-atividade. Questões incômodas, como as queimadas e a humanização das condições de trabalho dos cortadore(a)s de cana, se ainda não estão totalmente equacionadas, ao menos hoje são encaradas como demandas naturais, que devem ser mitigadas com respostas e investimentos concretos.¹⁴⁵

A publicação em 2008, pela UNICA, do relatório de sustentabilidade acerca das atividades de suas afiliadas, no modelo preconizado pela *Global Reporting Initiative* (nível “b” GRI, *versão G3 Checked*), significa o reconhecimento da importância da comunicação do desempenho social, ambiental e econômico do setor. Mensurar esse desempenho, empreendimento por empreendimento, no Estado de São Paulo, por meio da construção de um índice de sustentabilidade, é a próxima etapa.

¹⁴⁵ Em 25.06.2009, a UNICA lançou com o Governo Federal, o Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-açúcar, com a adesão voluntária das usinas e meta de cumprimento de 30 “práticas empresariais exemplares”. Até agosto/2009, 109 usinas paulistas tinham aderido.

8 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA AGROINDÚSTRIA PAULISTA DA CANA-DE-AÇÚCAR [ISAAC]

A partir da ascensão dos Estados Unidos à liderança mundial na produção de etanol e da perspectiva do seu crescente uso na Europa, como aditivo à gasolina, diversos questionamentos quanto à sustentabilidade de sua produção passaram a ser feitos pelos países importadores, Organizações Não Governamentais – ONG(s) e pelo meio acadêmico. Capacidade de mitigação de GEE, emprego de mão-de-obra análoga à condição de escravo, queimadas, competição com a produção de alimentos e desmatamentos indiretos na Amazônia, são pontos frequentemente arguidos. Diversas iniciativas estão em curso em países como Alemanha, Holanda, Inglaterra e Suíça, visando ao estabelecimento de critérios para certificação da sustentabilidade de biocombustíveis.

No Brasil o Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO, desenvolve o programa brasileiro para certificação de biocombustíveis. A avaliação de conformidade para etanol combustível, objetiva, dentre outros, atestar que o etanol brasileiro atende a requisitos de sustentabilidade (sociais, ambientais e econômicos) consensados internacionalmente. Quatro princípios socioambientais estão sendo elencados:

- racionalidade no uso dos recursos naturais em busca da sustentabilidade;
- proteção, recuperação e conservação da biodiversidade;
- respeito às águas, ao solo e ao ar;
- respeito às condições trabalhistas, previdenciárias, de saúde e de segurança do trabalhador.

Também a EMBRAPA monitoramento por satélite, em parceria com Departamento de Sistemas de Produção e Sustentabilidade – DEPROS da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – SDC (MAPA), está desenvolvendo uma pesquisa para definir um Índice de Sustentabilidade – IS para produtos agropecuários brasileiros, voltados para a exportação, em bases territoriais, apoiado em geotecnologias e informações de monitoramento por satélite. Os trabalhos objetivam definir, de forma participativa, princípios, critérios, indicadores e padrões de sustentabilidade¹⁴⁶.

¹⁴⁶ MIRANDA, E. E. de et al. *Índice de Sustentabilidade para Produtos Agropecuários em Base Territorial*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.machadinho.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 14.10. 2009.

No Estado de São Paulo, encontra-se vigente o Protocolo Agroambiental, firmado por 130 usinas e 23 associações de fornecedores de cana com a Secretaria de Meio Ambiente – SMA, com o objetivo de:

- reduzir prazos para eliminação das queimadas;
- proteger e recuperar áreas de preservação permanente;
- racionalizar a captação de água;
- destinar adequadamente embalagens de agrotóxicos.

Os resultados do Protocolo Agroambiental, referentes às safras 2007/2008 e 2008/2009, revelaram que as queimadas foram reduzidas em 109.000 e 23.000 ha, respectivamente. As 130 usinas, em conjunto com 23 associações de fornecedores, comprometeram-se a atuar na preservação e na recuperação de 226.950 ha de áreas de preservação permanente¹⁴⁷, e fixaram metas para captação de água entre 0,7 e 1,0 m³/tc. A adesão ao protocolo foi obtida de forma voluntária, com o registro de uma pró-atividade da agroindústria sem precedente. O programa constituiu-se em um marco desejável de racionalidade para mitigação de alguns dos impactos mais relevantes desse setor. Não obstante, não se avalia, por meio de critérios e indicadores, a performance de sustentabilidade das usinas, em seus setores agrícola e industrial. Por conseguinte, também não se tem o *ranking* de sustentabilidade, empreendimento por empreendimento, no Estado de São Paulo.

8.1 PRESSUPOSTOS PARA FORMULAÇÃO DO ISAAC

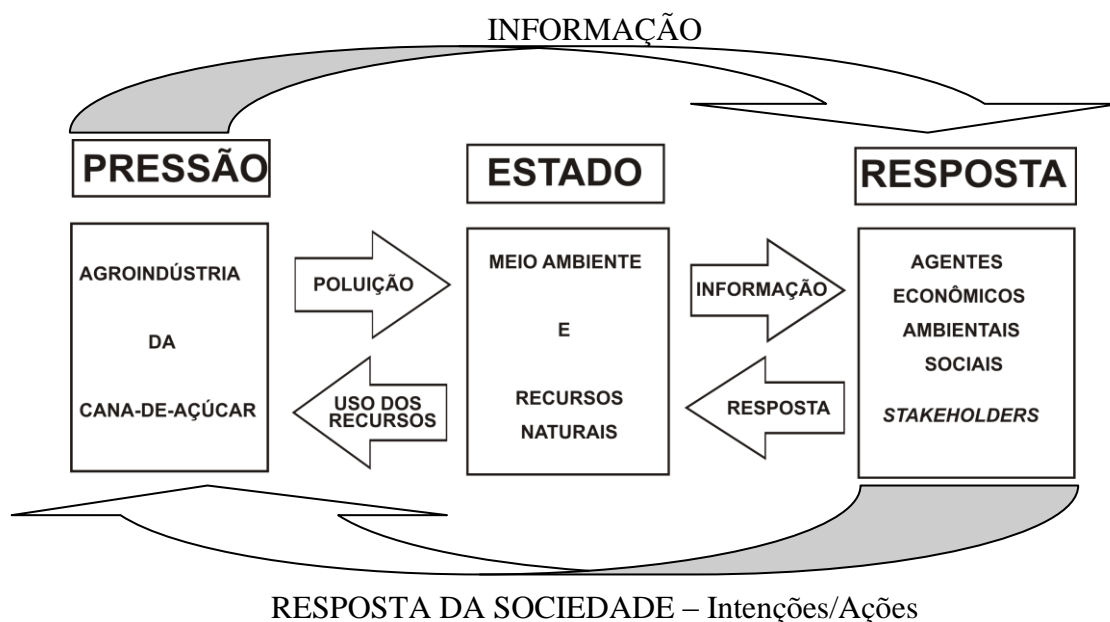
Embora o conceito de desenvolvimento sustentável, ao ser estendido à agroindústria da cana-de-açúcar, envolva muitas questões e dimensões sobre as quais é muito difícil atingir um entendimento consensual, há a necessidade de se desenvolver ferramentas para mensurar sua sustentabilidade. Segundo Gallopín (1997), para organizar os diferentes indicadores relevantes para o desenvolvimento sustentável, faz-se necessário a adoção de algum tipo de sistema.

O modelo PRESSÃO – ESTADO – RESPOSTA – PER, proposto pela OECD, considera que as atividades humanas exercem a PRESSÃO (P) sobre o meio ambiente, afetam

¹⁴⁷ Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/projetos18.php>>. Acesso em 14.10.2009.

sua qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, o ESTADO do meio ambiente (E). Da sociedade origina a RESPOSTA (R) a essas alterações por meio de políticas ambientais, econômicas e setoriais, além de propor mudanças na consciência e no comportamento dos indivíduos. Tais ações formam um elo de retro-alimentação com o primeiro elemento (P). O modelo PER permite a conexão entre aspectos ambientais econômicos e sociais, e baseia-se em um conceito de causalidade (OECD, 2001). O sistema sugere relações lineares na interação entre as atividades humanas e o meio ambiente. A Figura 30 mostra a adaptação do modelo PER ao foco da pesquisa, a agroindústria da cana-de-açúcar.

Figura 30 – Sistema PRESSÃO – ESTADO – RESPOSTA – PER



Fonte: elaboração própria, a partir de adaptação do modelo da OCDE – *Environmental Indicators: Towards Sustainable Development* – 2001.

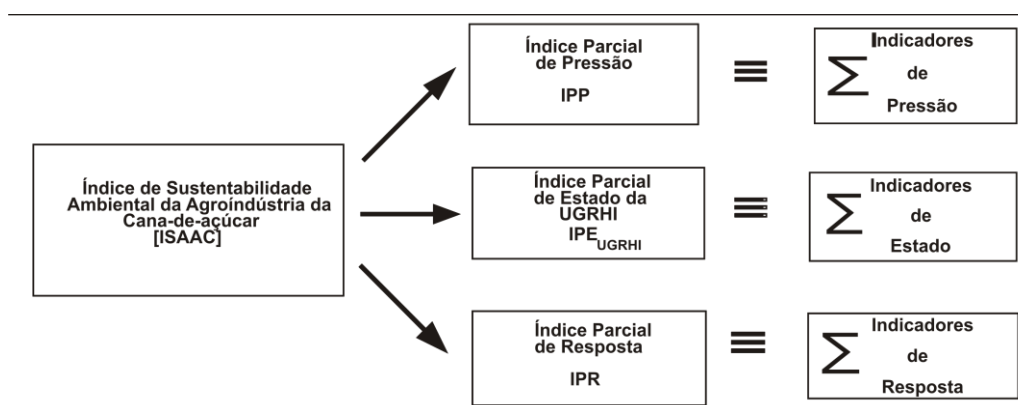
Dentre as diversas metodologias consultadas, adotou-se a PER da OCDE para a construção do ISAAC porque trata-se de um método internacionalmente aceito, com facilidade de execução e entendimento. Além disso o PER permite a agregação de diversos indicadores necessários para se construir e implementar o ISAAC, nas dimensões ambiental, social e econômica. As bases conceituais da pesquisa de Silva, 2007, para construção de um índice de sustentabilidade ambiental agrícola, foram consideradas como embasamento.

Com o emprego da metodologia PER, as informações inventariadas acerca da agroindústria da cana-de-açúcar foram agrupadas em três tipos de indicadores, agregados em três subíndices:

- indicadores de PRESSÃO das atividades da agroindústria da cana sobre o meio e o ambiente de trabalho (consumo de agroquímicos, água, óleo diesel, infrações ambientais e trabalhistas etc.). São os indicadores das causas dos problemas ambientais e sociais que integram o Índice Parcial de Pressão – **IPP**;
- indicadores de ESTADO, que apontam a qualidade do meio (água, ar, solo e vegetação nativa), o valor econômico da produção e a ocupação do solo como resultado e efeito das atividades da agroindústria da cana. São indicadores que se relacionam aos aspectos da qualidade e da quantidade de recursos naturais, que integram o Índice parcial de Estado da UGRHI – **IPE_{UGRHI}**;
- indicadores de RESPOSTA para avaliar a eficácia da gestão ambiental (produção orgânica, investimentos socioambientais, conservação de vegetação nativa, captura de CO₂, geração de energia elétrica excedente, produção de outros alimentos etc.). São indicadores que mostram as medidas mitigadoras tomadas pelo empreendimento para reduzir ou evitar os impactos negativos da atividade e que integram o Índice Parcial de Resposta – **IPR**.

A Figura 31 apresenta o diagrama de composição do Índice de Sustentabilidade Ambiental da Agroindústria paulista da Cana-de-açúcar – ISAAC.

Figura 31 – Composição do ISAAC¹⁴⁸



Fonte: elaboração própria, a partir de adaptação de modelo de Silva (2007).

A sustentabilidade ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar, nesta pesquisa, foi definida como o conjunto de atividades agrícolas e industriais destinadas à produção de cana, açúcar, álcool e bioenergia, que a longo prazo, apresenta tendência de produtividade

¹⁴⁸ No glossário (páginas 245 a 252), estão definidos os significados dos indicadores e dos subíndices utilizados.

crecente, com o emprego de práticas conservacionistas do solo, da biodiversidade, da qualidade da água e do ar. Essas práticas tendem a resultar na mitigação da emissão de GEE, na segurança alimentar, na geração de empregos, no aumento de seu valor econômico, com a desconcentração da produção agrícola e com o respeito aos direitos do(a)s trabalhadore(a)s.¹⁴⁹

A construção e a futura implementação do ISAAC contribuirão para que o anseio de importadores, produtores, ONG(s), da mídia, da academia, com relação à sustentabilidade da agroindústria paulista da cana-de-açúcar, materialize-se por meio de uma ferramenta de avaliação prática, exequível e transparente. O objetivo da formulação desse índice é oferecer às partes interessadas, à administração pública ambiental, em especial à CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, um instrumento para a aferição da sustentabilidade das, aproximadamente, 200 usinas de açúcar e álcool em operação.

Nas bases conceituais nesta pesquisa o ISAAC é uma ferramenta, um meio para informar os *stakeholders* e os tomadores de decisão acerca do grau de sustentabilidade de um empreendimento sucroenergético. Assim o ISAAC contém um conjunto de indicadores representativos da qualidade do meio (ESTADO), do potencial de degradação (PRESSÃO) e da gestão compatível com a sustentabilidade (RESPOSTA). Esses indicadores são úteis para a comparação entre a sustentabilidade de diferentes empreendimentos, em suas respectivas UGRHI(s), nas três dimensões citadas, permitindo avaliar o seu desempenho ao longo do tempo. Quanto ao escopo, o ISAAC está fundamentado essencialmente na dimensão ambiental da sustentabilidade, porém possui indicadores socioeconômicos significativos: moagem de cana, investimentos socioambientais, respeito aos direitos do(a)s trabalhadore(a)s, qualidade de contratação e desconcentração da produção de cana.

No tocante aos indicadores da dimensão ESTADO foram selecionados aqueles que contêm atributos passíveis de mensuração numérica, a partir de dados disponíveis nos relatórios da UNICA, da CETESB, do CANASAT e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo. Os dados primários referentes às dimensões PRESSÃO e RESPOSTA podem ser obtidos por meio de coletas, pesquisas, questionários e entrevistas, realizadas por profissionais capacitados e que convivem com realidade ambiental do setor. A principal fonte desses dados, são as próprias usinas. A mensuração do ISAAC e a elaboração

¹⁴⁹ Adaptado de Larson e Pierce (1994) e Karlen et al. (1997), apud Silva (2007).

do respectivo relatório de sustentabilidade dependerão da qualidade dessa coleta de dados primários junto à 200 usinas em operação, atualmente.

Os dados coletados para obtenção do ISAAC são agregados conforme mostra a pirâmide de informações (Figura 32). O topo da pirâmide corresponde ao grau máximo de agregação e a base representa os dados primários desagregados.

Figura 32 – pirâmide de informações do ISAAC



Fonte: elaboração própria, a partir de modelos propostos por Hammond et al (1995) e Silva (2007).

O termo indicador vem do latim *indicare*, que pode ser traduzido como descobrir, apontar, anunciar, estimar ou valorar (HAMOND et al, 1995). Para que um indicador seja efetivo é necessário que ele reflita o sistema que precisa ser conhecido, seja fácil de ser entendido, confiável e baseado em dados acessíveis (HART, 2008). Os indicadores são as variáveis e os dados são as reais medições ou observações (GALLOPÍN, 1996). A característica mais importante de um indicador em relação a outras fontes de informação é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. **Para ser representativo, um indicador tem de ser considerado importante não só pelos tomadores de decisão, mas também pelos diversos agentes relacionados ao processo** (g. n.). Segundo Bell (2003) um indicador desejável deve ser, por exemplo:

- específico (deve ser claramente relacionado a resultados);
- mensurável (implicando que deve ser quantitativo);
- utilizável (prático);
- sensível (deve variar rapidamente com alterações de cenário);
- disponível (a coleta de dados deve ser razoavelmente simples);
- custo-efetivo (a coleta de dados não deve ser excessivamente onerosa).

A Tabela 70, a seguir, mostra o diagrama de composição do ISAAC.

Tabela 70 – Índices, subíndices e indicadores componentes do ISAAC

Índices Parciais dimensão	Subíndices	Indicadores
Índice Parcial de ESTADO [IPE _{UGRHI}]	Índice de Qualidade da Água [IQA]	IQA – CETESB
	Índice de Qualidade do Ar [IQAR]	MP ₁₀ – CETESB
	Índice de Vegetação Nativa [IVN _{UGRHI}]	[%] de Vegetação Nativa na UGRHI
	Índice de Qualidade do Solo [IQS _{UGRHI}]	[%] de áreas fertirrigadas com [K ₂ O] < 5% CTC
	Índice de Moagem de Cana [IMC _{UGRHI}] (*)	{Moagem cana na UGRHI} ÷ {Moagem de cana no Estado} [%]
	Índice de Ocupação do Solo com Cana [IOSC _{UGRHI}] (*)	{Área de cana na UGRHI} ÷ {Área total da UGRHI} [%]
	Índice de Colheita de Cana Crua [ICC _{UGRHI}]	{Área de cana crua} ÷ {Cana crua + cana queimada} [%]
Índice Parcial de PRESSÃO [IPP]	Índice de Consumo de Agroquímicos [ICA _{GR}] (*)	Quantidade de agroquímicos [Kg _{ia} /ha]
	Índice de Consumo de Óleo Diesel [ICOD]	Quantidade de óleo diesel consumido [litros/tc]
	Índice de Captação de Água [ICA]	Vazão de captação [m ³ /tc]
	Índice de Consumo de Soda Cáustica [ICSC]	Quantidade de soda cáustica consumida [g/tc]
	Índice de Consumo de Vapor [ICV] (*)	Quantidade de vapor/tonelada de cana [tv/tc]
	Índice de Segurança Industrial [ISI] (*)	Áreas em conformidade com normas de prevenção e combate a incêndios. [%]
	Índice de Moagem de Cana Queimada [IMCQ]	Moagem de cana queimada ÷ (cana queimada + cana crua) [%]
	Índice de Moagem de Cana Própria [IMCP] (*)	Moagem de cana própria [%]
	Índice de Fertirrigação com Vinhaça [IFV]	[%] de canaviais irrigados com vinhaça
	Índice de Infrações Ambientais [IIA] (*)	Número de infrações ambientais [n°]
	Índice de Infrações do Trabalho [IIT] (*)	Número de infrações de natureza trabalhista [n°]
	Índice de Trabalhador(a)s Rurais Terceirizado(a)s [ITRT] (*)	[%] de trabalhador(a)s terceirizado(a)s
	Índice de Emissões de Material Particulado - caldeiras [IMPC]	Concentração média de MP nas caldeiras [mg/Nm ³]

Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

Tabela 70 – Índices, subíndices e indicadores componentes do ISAAC
[continuação]

Índices Parciais dimensão	Subíndices	Indicadores
Índice Parcial de RESPOSTA [IPR]	Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada [IPCOC]	[%] de cana orgânica certificada
	Índice de Investimentos Socioambientais [IISA] (*)	Investimentos anuais por tonelada de cana moída [R\$/tc]
	Índice de Conservação de Vegetação Nativa [ICVN]	[%] de Vegetação Nativa na área agrícola
	Índice de Produção de outros Alimentos nas áreas de reforma de canaviais [IPA] (*)	[%] de áreas de reformas destinadas à produção de outros alimentos
	Índice de Captura das emissões de CO ₂ gerado nas dornas de fermentação [ICCO ₂] (*)	[%] de aproveitamento das emissões de CO ₂ geradas nas dornas de fermentação
	Índice de Caldeiras com precipitadores eletrostáticos [ICPE]	[%] de caldeiras com precipitadores eletrostáticos
	Índice de Geração de Energia Elétrica Excedente disponibilizada no SIN [IGEEE] (*)	[%] da potência elétrica instalada destinada à geração de energia elétrica excedente disponibilizada no SIN
	Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça [IITCV]	[%] de tanques e canais de vinhaça impermeabilizados
	Índice de Reuso de Água [IRA]	[%] de água captada com reuso
	Índice de Consumo de Biocombustíveis [ICB]	[%] de consumo de biocombustíveis nos transportes [área agrícola + industrial].

Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

A definição dos 30 indicadores elencados acima, ocorreu a partir de uma escolha criteriosa, com base na experiência profissional e o cuidado de se observar uma relação causa – efeito – controle, isto é: PRESSÃO – ESTADO – RESPOSTA (PER). 13 Indicadores (*)¹⁵⁰, entretanto, não apresentam, a princípio, essa tríplice relação. Eles foram computados em função da importância para a mitigação dos GEE, para as seguranças alimentar e industrial, e para o equilíbrio ecológico e socioeconômico. Bell (2003), aponta seis atributos de qualidade que os indicadores devem apresentar, sintetizados na Tabela 71, a seguir.

¹⁵⁰ IMC, IOSC, ICA_{GR}, ICV, ISI, IMCP, IIA, IIT, ITRT, IISA, IPA, ICCO₂ e IGEEE.

Tabela 71 – Análise dos atributos dos indicadores¹⁵¹

Indicadores/atributos Subíndices	Específico	Mensurável	Utilizável	Sensível	Disponível	Custo efetivo	Significado Limitações
Qualidade da água [IQA]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	O IQA da CETESB é amplo e efetuado bimestralmente em todas as UGRHI(s). Pode captar influências externas à agroindústria da cana.
Qualidade do ar [IQAR] [MP ₁₀]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	A média anual de MP ₁₀ é dada pelo monitoramento automático da CETESB. Indica a qualidade de longo prazo e pode captar influências externas à agroindústria da cana.
% de Vegetação Nativa [IVN _{UGRHI}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica potencial de biodiversidade. O mais recente Inventário Florestal data de 2005.
Qualidade do solo [IQS _{UGRHI}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica potencial de risco de poluição pela vinhaça. Relatório apresentado anualmente à CETESB, pelas usinas, não é aferido.
Moagem de cana [IMC _{UGRHI}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica condição socioeconômica. Número de postos de trabalho e valor econômico são diretamente proporcionais à moagem de cana.
Ocupação do solo com cana [IOSC _{UGRHI}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica concentração de monocultura. Há sobreposição de áreas de diversos municípios em UGRHI[s] diferentes.

Fonte: elaboração própria, com atributos especificados por Bell (2003).

¹⁵¹ No glossário (páginas 245 a 252) estão os significados e a descrição detalhada de cada um dos 30 indicadores elencados.

Tabela 71 – Análise dos atributos dos indicadores

[continuação]

Indicadores/atributos Subíndices	Específico	Mensurável	Utilizável	Sensível	Disponível	Custo efetivo	Significado Limitações
Colheita de Cana Crua – cc na UGRHI [ICCC _{UGRHI}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica minimização dos impactos das queimadas. Dados do CANASAT. Há erros devido a sobreposições de áreas de municípios pertencentes a duas ou mais UGRHI(s) diferentes.
Consumo de Agroquímicos [ICA _{GR}]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica potencial de risco de toxicidade. Dado das usinas. Não abrange consumo de fornecedores.
Consumo de Óleo Diesel [ICOD]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica emissão de GEE. Não abrange consumo dos fornecedores.
Captação de Água [ICA]	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica uso racional da água. Não abrange irrigação de salvamento. Difícil monitoramento.
Consumo de Soda Cáustica NaOH [50%] [ICSC]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica risco de poluição do solo pelo Sódio contido na vinhaça. Dado obtido na usina.
Consumo de Vapor [ICV]	SIM	Parcialmente	SIM	NÃO	Parcialmente	–	Indica eficiência energética. Difícil checagem.
Segurança Industrial [ISI]	SIM	Parcialmente	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica condição de prevenção e combate a incêndios. Instalações são rurais e anteriores às normas.
Cana Queimada [IMCQ]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica extensão das queimadas. Dados de moagem obtidos exclusivamente junto às usinas.

Fonte: elaboração própria, com atributos especificados por Bell (2003).

Tabela 71 – Análise dos atributos dos indicadores

[continuação]

Indicadores/atributos Subíndices	Específico	Mensurável	Utilizável	Sensível	Disponível	Custo efetivo	Significado Limitações
Cana Própria [IMCP]	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica concentração de renda. Difícil checagem.
Fertirrigação com Vinhaça [IFV]	SIM	Parcialmente	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica risco de poluição do solo/água. As áreas variam com os custos econômicos. Difícil checagem
Infrações Ambientais [IIA]	SIM	Parcialmente	SIM	Parcialmente	Parcialmente	–	Indica desconformidade. Elevada subnotificação.
Infrações do Trabalho [IIT]	SIM	Parcialmente	SIM	Parcialmente	Parcialmente	–	Indica desconformidade. Elevada subnotificação.
Trabalhadore(a)s Rurais Terceirizados[ITRT]	SIM	Parcialmente	SIM	NÃO	Parcialmente	–	Indica qualidade nas relações do trabalho. Dado obtido exclusivamente junto às usinas.
Emissões de Material Particulado [IMPC]	SIM	Parcialmente	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica controle da poluição do ar gerada pelas caldeiras. Variação na safra. Difícil monitoramento.
Produção de Cana Orgânica Certificada [IPCOC]	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	–	Indica excelência de qualidade. Apenas duas usinas certificadas no Estado, até 2009.
Investimentos Socioambientais [IISA]	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica compromisso com a responsabilidade socioambiental. Não há padronização nos balanços.
Conservação de Vegetação Nativa [ICVN]	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcialmente	ALTO	Indica compromisso com a conservação da biodiversidade. Sem inventário periódico.

Fonte: elaboração própria, com atributos especificados por Bell (2003).

Tabela 71 – Análise dos atributos dos indicadores

[continuação]

Indicativos/atributos Subíndices	Específico	Mensurável	Utilizável	Sensível	Disponível	Custo efetivo	Significado Limitações
Produção de Alimentos nas áreas de reforma [IPA]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica compromisso com a segurança alimentar. Não abrange produção de fornecedores.
Captura de CO ₂ das dornas de fermentação [ICCO ₂]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica mitigação importante dos GEE. Custos elevados do processo. Nenhuma usina faz captura desses gases no Estado.
Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos [ICPE]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica eficiência máxima na minimização da emissão de poluentes atmosféricos. Equipamento de custo elevado.
Energia Elétrica Excedente – SIN [IGEE]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica mitigação eficiente dos GEE. Aproximadamente 40 usinas estão interligadas ao SIN.
Impermeabilização Tanques /canais de Vinhaça [IITCV]	SIM	Parcialmente	SIM	SIM	Parcialmente	–	Indica minimização de riscos de poluição do solo e das águas subterrâneas. Difícil checagem.
Reuso de Água captada [IRA]	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcialmente	ALTO	Indica uso racional da água. Difícil monitoramento.
Consumo de Biocombustíveis [ICB]	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	–	Indica importante mitigação de GEE. Falta de competitividade.

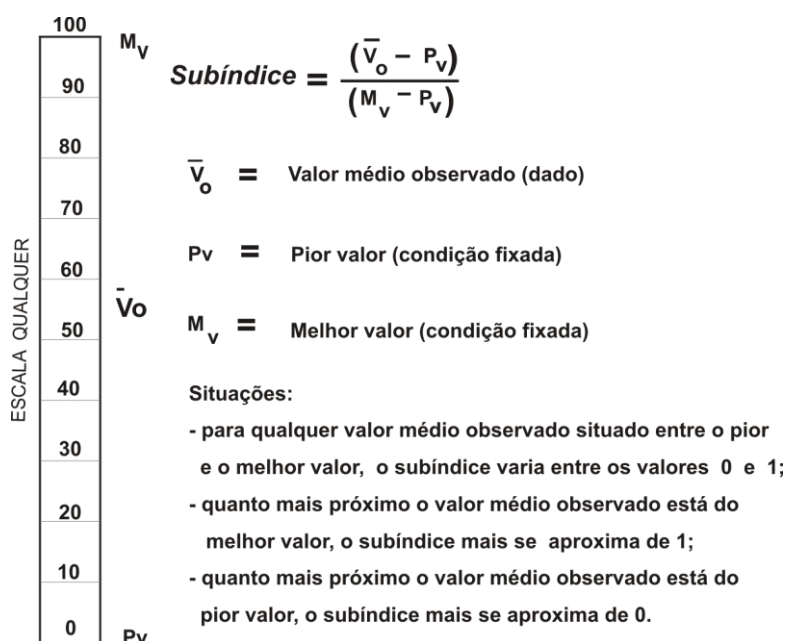
Fonte: elaboração própria, com atributos especificados por Bell (2003).

A maioria dos indicadores empregados no ISAAC são específicos, mensuráveis, e utilizáveis. As restrições encontradas quanto aos atributos de sensibilidade, disponibilidade e custo-efetivo não inviabilizam a utilização pretendida.

A próxima etapa consiste em transformar os diversos indicadores em subíndices variáveis entre zero (0) e um (1), de forma que valores mais elevados indiquem maior sustentabilidade. Essa condição implica em fixar os piores e os melhores valores possíveis, uma situação sem referências na literatura pesquisada. Os piores e melhores valores adotados fundamentam-se na percepção de sustentabilidade e nas tendências observadas a curto e longo prazo. Os valores usuais são os que refletem uma condição média real para a maioria das usinas. Na Tabela 72 (páginas 194 a 196), esses três tipos de valores estão discriminados.

Estabelecer uma razão da diferença entre o valor médio observado $[\bar{V}_o]$ e o pior valor $[P_v]$, isto é: $[(\bar{V}_o - P_v)]$; e a diferença entre os extremos $[(M_v - P_v)]$, assegura que o valor de qualquer indicador será sempre inferior a 1 (um). Igualmente, pela fórmula de cálculo adotada, isto é: Índice = $(\bar{V}_o - P_v) \div (M_v - P_v)$, quanto mais o valor observado $[\bar{V}_o]$ se aproximar do melhor valor $[M_v]$, mais o índice tenderá ao valor máximo 1 (um). Na situação oposta, quanto mais o valor observado $[\bar{V}_o]$ se aproximar do pior valor $[P_v]$, o índice tenderá a 0 (zero). A Figura 33 mostra a formulação dos subíndices, ante os dados em uma escala qualquer.

Figura 33 – Redução dos subíndices



Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

Tabela 72 – Índices, subíndices e indicadores [melhor valor/pior valor] componentes do ISAAC

Índice	Subíndices	Indicadores	Melhor valor	Pior valor	Valor usual
Índice Parcial de ESTADO [IPE _{UGRHI}]	Índice de Qualidade da Água [IQA]	IQA – rede básica de monitoramento da CETESB	100	0	60
	Índice de Qualidade do Ar ¹⁵² [IQAR] [MP ₁₀]	Média anual de MP ₁₀ - estações automáticas de monitoramento da CETESB	25 µg/Nm ³	108 µg/Nm ³	35
	Índice de Vegetação Nativa ¹⁵³ [IVN _{UGRHI}]	[%] de Vegetação Nativa na UGRHI	20%	2,8%	5
	Índice de Qualidade do Solo ¹⁵⁴ [IQS _{UGRHI}]	[%] de áreas fertirrigadas com concentração [K ₂ O] < 5% CTC	100%	0%	30
	Índice de Moagem de Cana ¹⁵⁵ [IMC _{UGRHI}]	{Moagem cana na UGRHI} ÷ {Moagem de cana no Estado} [%]	23%	1%	20
	Índice de Ocupação do Solo com Cana ¹⁵⁶ [IOSC _{UGRHI}]	Taxa de ocupação do solo com cana na UGRHI [%]	21%	49%	25
	Índice de Colheita de Cana Crua [ICCC _{UGRHI}]	{Área de cana crua} ÷ {Cana crua + cana queimada} [%]	100%	0%	45

Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

¹⁵² Adotou-se o pior valor como a maior média anual de Material Particulado [MP₁₀ = 108 µg/Nm³], obtida em 2007, registrada pela estação de monitoramento automático da CETESB situada na Vila Parisi, no município de Cubatão.

¹⁵³ Adotou-se o pior valor como o menor índice de vegetação nativa no Estado [UGRHI 18 (~ 2,8%)]. O melhor valor [20,0%] é o exigido pelo Código Florestal para Reserva Legal obrigatória. A princípio, quanto maior a área de vegetação nativa, mais rica é a biodiversidade.

¹⁵⁴ O Índice de Qualidade do Solo [IQS] refere-se à [%] de áreas fertirrigadas com vinhaça que apresentam concentração de [K₂O] < 5% CTC. Os dados são obtidos por meio dos Planos de Aplicação de Vinhaça – PAV, apresentados anualmente à CETESB. Tem-se observado, em média, 30% de áreas saturadas.

¹⁵⁵ Com o Índice de Moagem de Cana [IMC_{UGRHI}], objetiva-se mensurar o valor da produção agrícola [R\$] e a geração de postos de trabalho. Quanto maior a moagem de cana, maiores o valor da produção e o número de postos de trabalho. Na safra 2007/2008, a maior moagem ocorreu na UGRHI 9 MOGI GUAÇU [~ 23%]; a menor [~ 1%], na UGRHI 10 Sorocaba/Médio Tiête.

¹⁵⁶ Com o Índice de Ocupação da Cana [IOSC], pretende-se mensurar o impacto negativo da monocultura. Na safra 2007/2008 a taxa média de ocupação do solo com a cana foi de ~ 21,0% e a taxa maior foi de ~ 49,0% (UGRHI 12). O melhor valor, ~21%, a princípio, permite uma ocupação mais equilibrada. O pior valor, 49,0%, indica excesso.

Tabela 72 – Índices, subíndices e indicadores [melhor valor/pior valor] componentes do ISAAC
[continuação]

Índice	Subíndices	Indicadores	Melhor valor	Pior valor	Valor usual
Índice Parcial de PRESSÃO [IPP]	Índice de Consumo de Agroquímicos [ICA _{GR}] ¹⁵⁷	Quantidade de agroquímicos [Kg _{IA} /ha]	0 Kg _{IA} /ha	4,0 Kg _{IA} /ha	3
	Índice de Consumo de Óleo Diesel [ICOD] ¹⁵⁸	Quantidade de óleo diesel consumido [litros/tc]	0 litros/tc	5,0 litros/tc	3
	Índice de Captação de Água [ICA]	Vazão de captação [m ³ /tc]	0,3 m ³ /tc	6,0 m ³ /tc	2
	Índice de Consumo de Soda Cáustica {NaOH 50%} [ICSC]	Quantidade de soda cáustica consumida [g/tc]	40 g/tc	160 g/tc	80
	Índice de Consumo de Vapor [ICV]	Quantidade de vapor/tonelada de cana [tv/tc]	400 Kg.v/tc	600 Kg.v/tc	500
	Índice de Segurança Industrial [ISI]	Áreas conformes [%]	100%	0%	0
	Índice de Moagem de Cana Queimada [IMCQ]	Moagem de cana queimada ÷ (cana queimada + cana crua) [%]	0%	90%	55
	Í. de Moagem Cana Própria [IMCP]	Cana própria [%]	0%	100%	75
	Índice Fertirrigação Vinhaça [IFV]	[%] de canaviais irrigados	70%	30%	35
	Índice Infrações Ambientais [IIA]	Infrações ambientais [n°]	0	100	8
	Índice Infrações do Trabalho [IIT]	Infrações do trabalho [n°]	0	100	50
	Índice de Trabalhadore[a]s Rurais Terceirizado(a)s [ITRT]	[%] de trabalhadore[a]s terceirizado(a)s	5%	95%	40
	Índice de Emissões de Material Particulado nas caldeiras [IMPC]	Concentração média de MP nas caldeiras [mg/Nm ³]	60 mg/Nm ³	400 mg/Nm ³	250

Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

¹⁵⁷ Adotou-se o melhor valor para o Índice de Consumo de Agroquímicos – ICA_{GR} = 0 Kg_{ia}/ha em razão de sua toxicidade e da viabilidade de produção orgânica.

¹⁵⁸ Adotou-se o melhor valor para o Índice de Consumo de Óleo Diesel – [ICO = 0 litro/tc] como uma meta para mitigação dos GEE. Na prática, observa-se consumo médio de 2,9 litros/tc.

Tabela 72 – Índices, subíndices e indicadores [melhor valor/pior valor] componentes do ISAAC
[continuação]

Índice	Subíndices	Indicadores	Melhor valor	Pior valor	Valor usual
Índice parcial de RESPOSTA [IPR]	Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada [IPCOC]	[%] de cana orgânica certificada	100%	0%	0
	Índice de Investimentos Socioambientais [IISA]	Investimentos anuais por tonelada de cana moída [R\$/tc.ano]	R\$ 3,00/tc.ano	R\$ 0,50/tc.ano	0,5
	Índice de Conservação de Vegetação Nativa [ICVN]	[%] de Vegetação Nativa na área agrícola	30%	1%	5
	Índice de Produção de outros Alimentos nas áreas de reforma de canaviais [IPA]	[%] de áreas de reformas destinadas à produção de outros alimentos	100%	0%	4
	Índice de Captura das emissões de CO ₂ nas dornas de fermentação [ICCO ₂]	[%] de captura das emissões de CO ₂ geradas nas dornas de fermentação	100%	0%	0
	Índice de Caldeiras equipadas com Precipitadores Eletrostáticos [ICPE]	[%] de caldeiras com precipitadores eletrostáticos	100%	0%	0
	Índice de Geração de Energia Elétrica Excedente disponibilizada no SIN [IGEEE] ¹⁵⁹	[%] da potência elétrica instalada destinada à geração de energia elétrica excedente	67%	0	5
	Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais Vinhaça [IITCV]	[%] de tanques e canais de vinhaça impermeabilizados	100%	0%	30
	Índice de Reuso de Água [IRA]	[%] de água captada com reuso	90%	0%	60
Índice de Consumo de Biocombustíveis em substituição ao óleo diesel [ICB]	[%] de consumo de biocombustíveis nos transportes [área agrícola + industrial]	100%	0%	0	

Fonte: elaboração própria, a partir de proposta metodológica de Silva (2007).

¹⁵⁹ O melhor valor adotado [67%] corresponde à média entre as 33 maiores usinas geradoras de energia elétrica excedente [safra 2007/2008] (vide Tabela 68, página 167).

Definida a composição dos índices parciais e subíndices, estudados os atributos de qualidade e fixados os piores e melhores valores dos indicadores, a próxima etapa é atribuir uma ponderação de pesos aos subíndices e aos Índices Parciais, de modo a formular o ISAAC.

O Índice Parcial de ESTADO [IPE_{UGRHI}] corresponde à seguinte equação:

$$IPE_{UGRHI} = \{(P_1) \times [IQA] + (P_2) \times [IQAR] + (P_3) \times [IVN_{UGRHI}] + (P_4) \times [IQS_{UGRHI}] + (P_5) \times [IMC_{UGRHI}] + (P_6) \times [IOSC_{UGRHI}] + (P_7) \times [ICCC_{UGRHI}]\} \div \{(P_1) + (P_2) + (P_3) + (P_4) + (P_5) + (P_6) + (P_7)\}$$

A Tabela 73 mostra os valores dos pesos adotados para os subíndices.

Tabela 73 – Ponderação dos subíndices Parciais de Estado componentes do [IPE_{UGRHI}]

Subíndices	Pesos	Valores
Índice de Qualidade da Água [IQA]	P_1	1,0
Índice de Qualidade do Ar [IQAR] [MP_{10}]	P_2	2,0
Índice de Vegetação Nativa [IVN_{UGRHI}]	P_3	4,0
Índice de Qualidade do Solo [IQS_{UGRHI}]	P_4	2,0
Índice de Moagem de Cana [IMC_{UGRHI}]	P_5	3,0
Índice de Ocupação do Solo com Cana [$IOSC_{UGRHI}$]	P_6	2,0
Índice de Colheita de Cana Crua [$ICCC_{UGRHI}$]	P_7	4,0
TOTAL		18

Fonte: elaboração própria.

As maiores ponderações [(P_3) e $(P_7) = 4$] majoram os Índices de Vegetação Nativa [IVN_{UGRHI}] e de Colheita de Cana Crua [$ICCC_{UGRHI}$], de modo refletir a maior importância dos mesmos para a qualidade ambiental (biodiversidade e minimização das queimadas). Com o peso ($P_5 = 3$), reconhece-se como relevante o Índice de Moagem de Cana [IMC_{UGRHI}], pois o valor econômico da produção e o número de postos de trabalho são diretamente proporcionais à moagem de cana. Aos Índices de Ocupação do Solo com Cana [$IOSC_{UGRHI}$] e de Qualidade do Ar [IQAR], foi atribuído um valor intermediário ($P_6 = P_2 = 2,0$). Ao Índice de Qualidade da Água [IQA], foi agregado o menor peso ($P_1 = 1,0$) em decorrência da característica do indicador de ser influenciado por diversos fatores externos à agroindústria da cana, principalmente os esgotos sanitários urbanos não tratados.

O Índice Parcial de PRESSÃO [IPP] corresponde à seguinte equação:

$$\text{IPP} = \{(P_8)_x[\text{ICA}_{GR}] + (P_9)_x[\text{ICOD}] + (P_{10})_x[\text{ICA}] + (P_{11})_x[\text{ICSC}] + (P_{12})_x[\text{ICV}] + (P_{13})_x[\text{ISI}] + (P_{14})_x[\text{IMCQ}] + (P_{15})_x[\text{IMCP}] + (P_{16})_x[\text{IFV}] + (P_{17})_x[\text{IIA}] + (P_{18})_x[\text{IIT}] + (P_{19})_x[\text{ITT}] + (P_{20})_x[\text{IMPC}]\} \div \{(P_8) + (P_9) + (P_{10}) + (P_{11}) + (P_{12}) + (P_{13}) + (P_{14}) + (P_{15}) + (P_{16}) + (P_{17}) + (P_{18}) + (P_{19}) + (P_{20})\}.$$

A Tabela 74 mostra os valores dos pesos adotados para os subíndices. Os maiores ponderadores [(P₈ = 4 e P₁₄ = 5)] majoram os Índices de Consumo de Agroquímicos [ICA_{GR}] e o de Moagem de Cana Queimada [IMCQ], respectivamente, fatores mais impactantes. Valor intermediário de majoração (P₉ = P₁₅ = P₁₆ = P₁₉ = 3,0) foi atribuído ao Consumo de Óleo Diesel [ICOD] (diretamente relacionado à emissão de GEE), à porcentagem de Áreas Fertirrigadas com Vinhaça [IFV] e aos aspectos socioeconômicos mais relevantes {(produção de cana própria e terceirização do trabalho [ICP] e [ITT])}.

Tabela 74 – Ponderação dos subíndices Parciais de Pressão componentes do [IPP]

Subíndices		Pesos	Valores
Índice de Consumo de Agroquímicos	[ICA _{GR}]	P ₈	4
Índice de Consumo de Óleo diesel	[ICOD]	P ₉	3
Índice de Captação de Água	[ICA]	P ₁₀	2
Índice de Consumo de Soda Cáustica {NaOH50%}	[ICSC]	P ₁₁	1
Índice de Consumo de Vapor	[ICV]	P ₁₂	2
Índice de Segurança Industrial	[ISI]	P ₁₃	2
Índice de Moagem de Cana Queimada	[IMCQ]	P ₁₄	5
Índice de Moagem de Cana Própria	[IMCP]	P ₁₅	3
Índice de Fertirrigação com Vinhaça	[IFV]	P ₁₆	3
Índice de Infrações Ambientais	[IIA]	P ₁₇	2
Índice de Infrações do Trabalho	[IIT]	P ₁₈	2
Índice de Trabalhadore(a)s Rurais Terceirizado(a)s	[ITRT]	P ₁₉	3
Índice de emissões de Material Particulado nas Caldeiras	[IMPC]	P ₂₀	2
TOTAL			34

Fonte: elaboração própria.

Os índices relativos à Captação de Água [ICA], ao Consumo de Vapor [ICV], à Segurança Industrial [ISI], às Infrações Ambientais [IIA], às Infrações do Trabalho [IIT] e à

Emissão de Material Particulado nas caldeiras [IMP], foram ponderados com o peso ($P_{10} = P_{12} = P_{13} = P_{17} = P_{18} = P_{20} = 2,0$), em virtude de representar impactos localizados. O Índice de Consumo de Soda Cáustica [ICSC] está relacionado ao risco de sodificação do solo, efeito indesejável, porém reversível, razão pela qual tem a menor ponderação [$P_{11} = 1,0$].

O Índice Parcial de RESPOSTA [IPR] corresponde à seguinte equação:

$$\text{IPR} = \{(P_{21}) \times [\text{IPCOC}] + (P_{22}) \times [\text{IISA}] + (P_{23}) \times [\text{ICVN}] + (P_{24}) \times [\text{IPA}] + (P_{25}) \times [\text{ICCO}_2] + (P_{26}) \times [\text{ICPE}] + (P_{27}) \times [\text{IGEEE}] + (P_{28}) \times [\text{ITCV}] + (P_{29}) \times [\text{IRA}] + (P_{30}) \times [\text{ICB}]\} \div \{(P_{21}) + (P_{22}) + (P_{23}) + (P_{24}) + (P_{25}) + (P_{26}) + (P_{27}) + (P_{28}) + (P_{29}) + (P_{30})\}$$

A Tabela 75 mostra os valores dos pesos adotados para os subíndices.

Tabela 75 – Ponderação dos subíndices Parciais de Resposta componentes do [IPR]

Subíndices	Pesos	Valores
Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada [IPCOC]	P_{21}	5
Índice de Investimentos Socioambientais [IISA]	P_{22}	5
Índice de Conservação de Vegetação Nativa [ICVN]	P_{23}	4
Índice de Produção de outros Alimentos nas áreas de reforma de canaviais [IPA]	P_{24}	4
Índice de Captura das emissões de CO ₂ geradas nas dornas de fermentação [ICCO ₂]	P_{25}	3
Índice de Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos [ICPE]	P_{26}	2
Índice de Geração de Energia elétrica Excedente disponibilizada no SIN [IGEEE]	P_{27}	3
Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça [IITCV]	P_{28}	2
Índice de Reuso de Água captada [IRA]	P_{29}	1
Índice de Consumo de Biocombustíveis em substituição ao óleo diesel [ICB]	P_{30}	3
TOTAL		32

Fonte: elaboração própria.

Os maiores ponderadores [$(P_{21} = P_{22} = 5$ e $P_{23} = P_{24} = 4,0)$] majoram os Índices de Produção de Cana Orgânica [IPCOC], de Investimentos Socioambientais [IISA], de Conservação de Vegetação Nativa [ICVN] e de Produção de Alimentos nas áreas de reforma [IPA], considerados instrumentos muito eficazes para se alcançar excelência de produção agrícola. Um valor também elevado de majoração ($P_{25} = P_{27} = P_{30} = 3,0$) foi atribuído aos

Índices de Captura de CO₂ [ICCO₂], de Geração de Energia Elétrica Excedente [IGEEE] e de Consumo de Biocombustíveis [ICB], considerados muito relevantes para mitigação dos GEE. Os Índices relativos às Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos [ICPE], Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça [IITCV], foram ponderados com o peso ($P_{26} = P_{28} = 2,0$), em virtude de sua menor abrangência.

Quanto mais elevado o Índice de Reuso de Água [IRA], menor torna-se o risco de escassez e de má qualidade das águas superficiais, impactos negativos, cujo saneamento depende também de outras medidas de gerenciamento. Por conseguinte, esse subíndice foi ponderado com o menor peso [$P_{29} = 1,0$].

Finalmente, o Índice de Sustentabilidade Ambiental para a Agroindústria paulista da Cana-de-açúcar [ISAAC] é expresso pela seguinte equação:

$$\text{ISAAC} = \{(P_{31}) \times [\text{IPE}_{\text{UGRHI}}] + (P_{32}) \times [\text{IPP}] + (P_{33}) \times [\text{IPR}]\} \div \{(P_{31}) + (P_{32}) + (P_{33})\}$$

O conceito de Sustentabilidade da Agroindústria da Cana-de-açúcar que subsidiou a formulação do ISAAC, requer a adoção de uma ponderação que valorize a qualidade do meio, a busca de alta produtividade, a longo prazo, para a cana, sem elevação dos índices de ocupação do solo (monocultura), com conservação da qualidade do solo, do ar, da água e da biodiversidade e com respeito aos direitos dos trabalhadore(a)s. A maior parte desses indicadores foram agrupados nos Índices Parcial de Estado [IPE_{UGRHI}] e de Resposta [IPR], aos quais foram atribuídos pesos mais elevados. Em decorrência, os pesos adotados foram: $P_{31} = 2,0$; $P_{32} = 1,0$ e $P_{33} = 4,0$. O ISAAC assume a seguinte fórmula:

$$\text{ISAAC} = \{(2,0) \times [\text{IPE}_{\text{UGRHI}}] + (1,0) \times [\text{IPP}] + (4,0) \times [\text{IPR}]\} \div \{(7,0)\}$$

8.2 ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO ISAAC

No Brasil, não há pesquisa publicada acerca da construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental para Agroindústria da Cana-de-açúcar. Silva (2005) propôs uma metodologia para construção de um Índice de Sustentabilidade Agrícola, cujos pressupostos foram seguidos na construção do ISAAC. Além do setor agrícola, o ISAAC abrange a fase industrial do ciclo da cana (usinas). Nessas, inúmeros fatores afetam a sustentabilidade do sistema: uso de insumos, eficiência energética, geração de energia elétrica excedente, uso

racional da água, controle eficaz de poluentes gerados, prevenção e combate a incêndios etc. Adicionalmente, ocorre a gestão socioeconômica-ambiental do conglomerado agroindustrial. O volume de recursos financeiros, sua qualidade e a priorização de investimentos contribuem, decisivamente, para que se alcance elevado grau de sustentabilidade. Nessas circunstâncias, o processo de busca de um Índice de Sustentabilidade, como o ISAAC, é complexo e requer, a todo momento, provações, de modo a assegurar a sua consistência. Como afirma Silva (2007):

O Relatório Brundtland, de 1987, e a Agenda 21, resultado da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, ressaltam a necessidade de pesquisar e desenvolver novas ferramentas para a avaliação da sustentabilidade. Em resposta a esse desafio, diversas iniciativas vêm sendo implementadas nos mais diferentes níveis, para avaliar a performance do desenvolvimento. Em novembro de 1995, um grupo de especialistas e pesquisadores em avaliação de todo o mundo reuniu-se no Centro de Conferências de Bellagio, na Itália, apoiado pela Fundação Rockefeller, para revisar os dados e as diferentes iniciativas de avaliação de sustentabilidade. A partir daí, sintetizou-se a percepção geral sobre os aspectos relacionados à avaliação de desenvolvimento sustentável. O resultado desse encontro ficou conhecido como os Princípios de Bellagio, que servem, segundo HARDI e ZDAN (1997), como guia para a avaliação de um processo, desde a escolha e o projeto de indicadores, a sua interpretação até a comunicação de resultados. [...] Os 10 princípios selecionados servem como orientação para avaliar e melhorar a escolha, utilização, interpretação e comunicação de indicadores. (SILVA, 2007, p.59).

Na Tabela 76, estão relacionados os 10 princípios de Bellagio, sugeridos como guia para avaliação de um processo de mensuração de sustentabilidade. As etapas que se seguiram durante a construção do ISAAC foram confrontadas a esses pressupostos. O desenvolvimento sequencial da pesquisa, desde a caracterização do objeto de estudo e a adoção de sistema metodológico, até a escolha de indicadores, a ponderação e a formulação matemática do índice, está coerente com tais recomendações. No futuro, para a implementação do ISAAC, antevê-se a viabilidade do atendimento aos princípios de Bellagio.

Em se tratando de proposta inovadora, sem similar no Brasil, o aceite e o reconhecimento do valor do ISAAC como uma ferramenta de mensuração de sustentabilidade ambiental dependerão da transparência de seu processo de implementação e do compromisso a longo prazo do setor agroindustrial com as partes interessadas. O índice desenvolvido não se presta a identificar práticas danosas, poluidoras e degradadoras do meio ambiente. Tampouco tem o objetivo de execrar as empresas, imputando a elas notas de desempenho abaixo de um padrão considerado aceitável. Sua principal função é mensurar e apontar um patamar factível de sustentabilidade, fomentando um ambiente salutar de competitividade entre as usinas.

Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio

Princípio	Situação do ISAAC	Atendimento
<p>1. Guia de visão e metas: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve ser guiada por uma visão clara do que seja desenvolvimento sustentável e das metas que definam esta visão.</p>	<p>A sustentabilidade ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar, nesta pesquisa, foi definida como o conjunto de atividades agrícolas e industriais destinadas à produção de cana, açúcar, álcool e bioenergia que, em longo prazo, apresenta tendência de produtividade crescente, com emprego de práticas conservacionistas do solo, da biodiversidade, da qualidade da água e do ar. Tais práticas devem resultar na mitigação de GEE, na geração de empregos e em valor econômico e respeito aos direitos do(a)s trabalhadore(a)s. Para construção do ISAAC foram escolhidos 30 indicadores mensuráveis, fixadas metas (melhores e piores valores) e ponderados os subíndices, à luz de uma percepção de desenvolvimento sustentável aplicável às condições da agroindústria da cana-de-açúcar.</p>	SIM
<p>2. Perspectiva holística: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve incluir uma revisão do sistema e de suas partes. Para isso faz-se necessário considerar o bem-estar dos subsistemas ecológico, social e econômico, seu estado atual, bem como sua direção e sua taxa de mudança, seus componentes e a interação entre as suas partes. A avaliação precisa levar em conta ainda as conseqüências positivas e negativas da atividade humana, de modo a refletir os custos e benefícios para os sistemas ecológico e humano, em termos monetários e não monetários.</p>	<p>A agroindústria paulista da cana-de-açúcar foi inventariada por UGRHI, considerada a unidade geográfica ideal para o gerenciamento ambiental. Nesse processo foram relacionados e mensurados 30 parâmetros socioeconômicos e ambientais, (vide síntese de cada UGRHI), que compreendem produção, cana queimada, emissões de GEE, resíduos, consumo de água, empregos, valor da produção etc. Essa sequência de estudos e levantamentos resultou na consolidação de uma visão integrada da agroindústria da cana, com reconhecimento de impactos positivos (mitigação dos GEE e geração de postos de trabalho, por exemplo), mas com ênfase também aos problemas, como as queimadas, a vinhaça, as condições desumanas de trabalho dos cortadore(a)s de cana. As externalidades negativas foram estimadas em termos de custos ambientais, com estimativa de investimentos necessários nos próximos 30 anos, para se encerrar o ciclo das queimadas e restaurar as reservas florestais, áreas de preservação permanente, etc.</p>	SIM

Fonte: elaboração própria, a partir de pesquisa de Silva (2007).

Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio

[continuação]

Princípio	Situação do ISAAC	Atendimento
<p>3. Elementos essenciais: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve considerar a equidade e a disparidade dentre a população atual e dentre as gerações presente e futuras, lidando com utilização de recursos, superconsumo, pobreza, direitos humanos e acesso a serviços. É preciso considerar o desenvolvimento econômico e outros aspectos que não são oferecidos pelo mercado e que contribuem para o bem-estar social e humano.</p>	<p>A sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar foi conceituada no contexto das mudanças climáticas, determinadas pelo aquecimento global provocado pelo consumo desmensurado das fontes fósseis de energia. O Brasil é reconhecido como um dos únicos países do mundo que teve capacidade de implementar um programa de biocombustíveis eficiente para substituição de energia não renovável. A agroindústria paulista da cana é responsável por 60% da produção nacional de cana, açúcar, álcool e bioeletricidade, cuja competitividade, dependerá de compromisso de longo prazo com a sustentabilidade. Nesse propósito o ISAAC incorpora indicadores de metas, como a captura de Dióxido de Carbono das dornas, substituição do diesel, conservação de vegetação nativa, produção de alimentos nas áreas de reformas. Esses atributos podem contribuir para o bem-estar social, humano e o desenvolvimento econômico.</p>	SIM
<p>4. Escopo adequado: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve adotar um horizonte de tempo suficientemente longo, para abranger as escalas de tempo humana e dos ecossistemas, a fim de atender as necessidades das futuras gerações, bem como da geração presente em termos de processo de tomada de decisão a curto prazo; definir o espaço de estudo para abranger não apenas impactos sociais, mais também impactos de longa distância sobre pessoas e ecossistemas.</p>	<p>A formulação matemática do ISAAC atribui valoração integrada da qualidade socioeconômica e ambiental. Fatores como preservação e restauração da biodiversidade, medidas pelo montante de vegetação nativa existente nas UGRHI[s] e nas áreas de preservação permanente que, paulatinamente, serão reconstituídas pelas usinas foram ponderados numa expectativa de longo prazo. Da mesma forma, a adoção de tecnologias inovadoras no controle de poluentes emitidos (precipitadores eletrostáticos nas caldeiras, captação do carbono perdido das dornas de fermentação e substituição do consumo de diesel por biocombustíveis) somente se viabilizarão a longo prazo. Contudo, desde já se constituem em indicadores incorporados pelo ISAAC, ponderados proporcionalmente ao papel que terão na sustentabilidade das gerações futuras.</p>	SIM

Fonte: elaboração própria, a partir de pesquisa de Silva (2007).

Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio

[continuação]

Princípio	Situação do ISAAC	Atendimento
<p>5. Foco prático: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve ser baseada: em um sistema organizado, que relacione as visões e metas dos indicadores e os critérios de avaliação; em um número limitado de questões-chave para análise; em um número limitado de indicadores ou combinação de indicadores, capaz de fornecer um sinal claro de progresso na padronização das medidas, quando possível, e permitir comparações; na comparação dos valores dos indicadores com as metas, os valores de referência, o padrão mínimo e as tendências.</p>	<p>O ISAAC foi obtido a partir de uma combinação de princípios, critérios, indicadores e atributos práticos, capazes de mensurar a sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar. Tais princípios se ajustaram a um sistema teórico (Pressão-Estado-Resposta), reconhecido internacionalmente. No entanto, os seus fundamentos, e a sua base teórica, são brasileiras, e baseiam-se em proposta metodológica existente para a construção de um indicador de sustentabilidade ambiental agrícola. Apesar de possuir uma característica ambiental predominante, o ISAAC contempla aspectos socioeconômicos, como a qualidade nas relações do trabalho (níveis de terceirização e conformidade com a legislação trabalhista) e o valor econômico da produção (quanto maior a produção/moagem de cana, maior o valor econômico). Todos os indicadores são mensuráveis, confiáveis e capazes de apresentar, tendências e permitir comparações ao longo do tempo, além de possibilitar a obtenção de valor numérico de sustentabilidade, usina por usina.</p>	SIM
<p>6. Abertura/transparência: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve construir os dados e indicadores de modo que sejam acessíveis ao público e deve tornar explícitos todos os julgamentos, as suposições e as incertezas nos dados e nas interpretações.</p>	<p>A construção do ISAAC foi precedida pela elaboração de amplo diagnóstico da agroindústria paulista da cana-de-açúcar. As 164 usinas que operaram na safra 2007/2008 e os 462 municípios, onde a cultura da cana-de-açúcar está presente economicamente foram inventariados, com a geração de um banco de dados completo, de forma, a configurar um relatório, UGRHI por UGRHI. Balanço das emissões de GEE, potencial de geração de bioeletricidade, externalidades e custos ambientais e identificação precisa de todas usinas, são detalhes que garantem transparência pública a todas a informações.</p>	SIM

Fonte: elaboração própria, a partir de pesquisa de Silva (2007).

Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio

[continuação]

Princípio	Situação do ISAAC	Atendimento
<p>7. Comunicação efetiva: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve ser projetada para atender às necessidades do público e do grupo de usuários. Tal avaliação também deve ser feita de forma que os indicadores e as ferramentas estimulem e engajem os tomadores de decisão. Deve ainda procurar a simplicidade na estrutura do sistema e utilizar linguagem simples e clara.</p>	<p>A estrutura do ISAAC incorpora: dados da área plantada, de cana queimada e de cana crua, levantados pelo CANASAT; os monitoramentos da qualidade do ar, da água e do solo, realizados pela CETESB; e os dados de inventário, por sensoriamento remoto, da vegetação nativa. As principais demandas de informação dos grupos de interesse (<i>stakeholders</i>) podem ser atendidas com o uso das modernas tecnologias de informática. Além dos dados de qualidade, os elementos que indicam eventuais desconformidades ambientais e trabalhistas integram o ISAAC. Sua concepção teve como principal objetivo criar um instrumento expedito de aferição de sustentabilidade, acessível, e que possa ser divulgado sob a forma de relatório anual, a todos segmentos interessados.</p>	SIM
<p>8. Ampla participação: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve obter ampla representação do público: profissional, técnico e comunitário. Esse público deve incluir a participação de jovens, de mulheres e de indígenas para garantir o reconhecimento de valores que são diversos e dinâmicos. É necessário que possa garantir também a participação dos tomadores de decisão para assegurar uma forte ligação entre a adoção de políticas e os resultados de ação.</p>	<p>Pretende-se que a construção do ISAAC seja acompanhada de consulta às partes interessadas, via Comitês de Bacias Hidrográficas, colegiados tripartites (Estado, usuários e sociedade civil) responsáveis pela gestão integrada, descentralizada e participativa dos Recursos Hídricos. A apresentação junto aos técnicos, especialistas e tomadores de decisão poderá ocorrer no âmbito da Câmara Ambiental Sucoalcooleira, da CETESB, fórum apropriado para proposituras das demandas ambientais da cadeia produtiva do setor. Desta forma, espera-se assegurar a participação e engajamento de amplos segmentos envolvidos. Deve-se destacar que todo o projeto foi estruturado durante o Mestrado Profissional de Agroenergia, ao que se tem notícia, o primeiro do mundo, sendo que também não se conhece a existência da operacionalização de um índice similar de sustentabilidade ambiental para uma agroindústria sucoenergética, em qualquer outro lugar.</p>	SIM

Fonte: elaboração própria, a partir de pesquisa de Silva(2007).

Tabela 76 – Consistência do ISAAC frente aos princípios de Bellagio

[continuação]

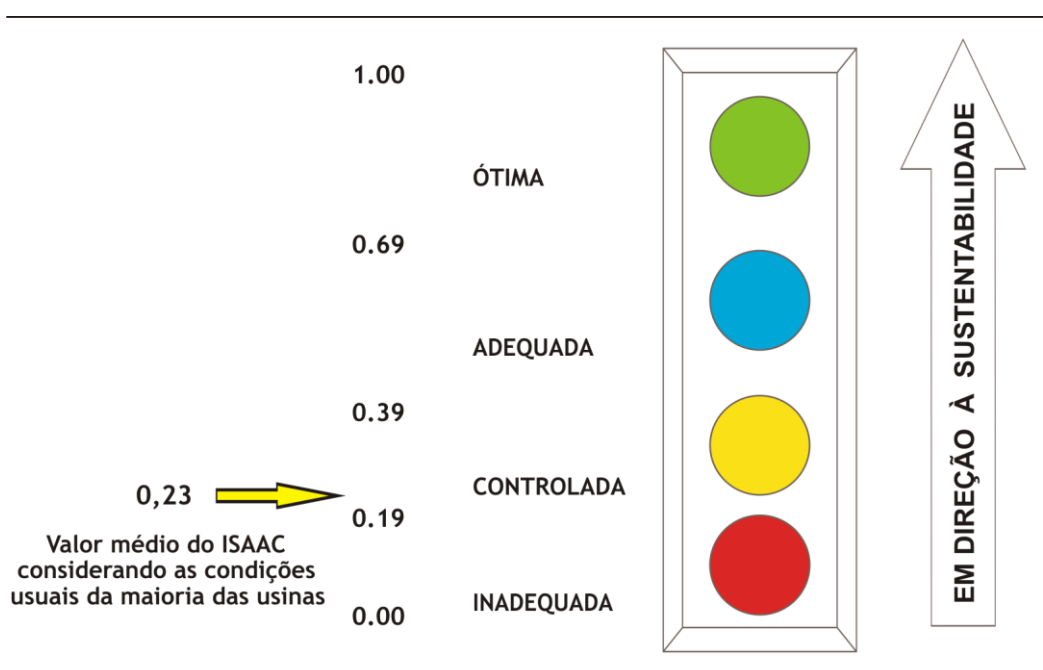
Princípio	Situação do ISAAC	Atendimento
<p>9. Avaliação constante: A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve desenvolver a capacidade de repetidas medidas para determinar tendências e ajustar as metas, sistemas e indicadores aos <i>insights</i> decorrentes do processo. Deve ainda promover o desenvolvimento do aprendizado coletivo e do <i>feedback</i> necessário para a tomada de decisão.</p>	<p>A proposta do ISAAC prevê a elaboração de relatório de sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar. Espera-se que, anualmente, os dados, as entrevistas, e os levantamentos de campo necessários à sua elaboração sejam pesquisados por agentes ambientais, treinados e capacitados para o desafio da mensuração da sustentabilidade de 200 usinas sucroalcooleiras paulistas. A consolidação do ISAAC, por meio de amostragens periódicas e publicação de um relatório anual, permitirá um aprendizado coletivo, com possibilidade de avaliação de tendências e ajuste de valores ao cumprimento de seus objetivos.</p>	SIM
<p>10. Capacidade institucional : A continuidade da avaliação rumo ao desenvolvimento sustentável deve ser assegurada por delegação clara de responsabilidade e provimento de suporte constante no processo de decisão, e por apoio ao desenvolvimento da capacitação local de avaliação.</p>	<p>O Sistema Estadual de Meio Ambiente passa por reestruturação organizacional, com expansão do número de agências ambientais da CETESB. O foco das ações ambientais estará cada vez mais voltado às demandas por qualidade e sustentabilidade ambiental, as quais exigem instrumentos mais modernos que não apenas os mecanismos de comando e controle, empregados na rotina coercitiva dos organismos estatais. A experiência, porém, revela crescentes desgaste e ineficácia desse modelo de atuação. A implementação do ISAAC, pela CETESB, cuja missão institucional “é promover a melhoria e garantir a qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo, visando o desenvolvimento social e econômico sustentável”, é uma possibilidade tangível. Sobretudo porque os reclamos de mercado e dos <i>stakeholders</i> pela sustentabilidade das energias renováveis, em especial do bioetanol, determinarão que a CETESB assumo papel de protagonista na mensuração do ISAAC e na política continuada de sua melhoria.</p>	SIM

Fonte: elaboração própria, a partir de pesquisa de Silva(2007)

8.3 CENÁRIOS E O FAROL DA SUSTENTABILIDADE

Para ilustração gráfica do ISAAC, foi criado o farol da sustentabilidade com valores variando entre 0,00 e 1,00, este o grau máximo da sustentabilidade de acordo com a definição adotada nesta pesquisa. A primeira faixa de valores, $0,00 \leq \text{ISAAC} \leq 0,19$, corresponde a uma situação INADEQUADA. A segunda faixa de valores, $0,2 \leq \text{ISAAC} \leq 0,39$, indica uma situação CONTROLADA. A terceira faixa de valores, $0,4 \leq \text{ISAAC} \leq 0,69$, aponta uma situação ADEQUADA. A última faixa de valores, situada entre $0,7 \leq \text{ISAAC} \leq 1,0$ equivale a uma situação ÓTIMA. A Figura 34 mostra o critério de classificação adotado. Quanto mais o valor do ISAAC se aproxima de 1,00, maior é o grau de sustentabilidade.

Figura 34 – Farol da sustentabilidade



Fonte: elaboração própria, a partir de proposta de Silva (2007).

Para o cálculo do ISAAC em cenários de sustentabilidade considerados inadequado, controlado, adequado e ótimo, foram arbitrados valores piores, intermediários e melhores para os 30 indicadores. No primeiro cenário (INADEQUADO), foram arbitrados dados muito ruins, o que resultou na obtenção do ISAAC de 0,109345. No segundo cenário, (CONTROLADO), arbitraram-se dados intermediários e o ISAAC foi igual a 0,320955. No terceiro cenário (ADEQUADO), arbitraram-se dados melhores e o ISAAC foi igual a 0,43979. No quarto cenário (ÓTIMO), arbitraram-se dados otimizados, o ISAAC foi igual a

0,728111. Para valores tidos como usuais (vide Tabela 72, páginas 194 a 196), o ISAAC obtido foi de 0,235379, o que permite antever que atualmente a maior parte das usinas consegue atingir uma sustentabilidade CONTROLADA, porém muito próxima de INADEQUADA (vide Figura 34).

A Tabela 77 mostra os valores do ISAAC para os diferentes cenários fixados.

Tabela 77 – Valores do ISAAC para cenários inadequado, controlado, adequado e ótimo

SUBÍNDICES	Unidade	INADEQUADO	CONTROLADO	ADEQUADO	ÓTIMO
$0 \leq IQA \leq 100$	-	20	60	80	90
$25 \leq IQAR \leq 108$	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	90	49	40	30
$2,8 \leq IVN_{\text{UGRHI}} \leq 20$	%	3	8	11	14
$0 \leq IQS_{\text{UGRHI}} \leq 100$	%	50	60	80	90
$1 \leq IMC_{\text{UGRHI}} \leq 23$	%	5	15	17	21
$21 \leq IOSC_{\text{UGRHI}} \leq 49$	%	35	24	22	21
$0 \leq ICC_{\text{UGRHI}} \leq 100$	%	30	45	70	90
$0 \leq ICA_{\text{GR}} \leq 4$	$\text{Kg}_{\text{ia}}/\text{ha}$	4	3	2,0	0
$0 \leq ICOD \leq 5,0$	litros/tc	4	3	2,0	1
$0,3 \leq ICA \leq 6,0$	m^3/tc	3	2,5	1,0	0,3
$40 \leq ICSC \leq 160$	g/tc	100	80	60	40
$400 \leq ICV \leq 600$	Kgv/tc	550	500	430	400
$0 \leq ISI \leq 100$	%	10	50	55	70
$0 \leq IQ \leq 90$	%	80	40	30	5
$0 \leq IMCP \leq 100$	%	90	50	45	5
$30 \leq IFV \leq 70$	%	30	35	45	60
$0 \leq IIA \leq 100$	-	20	10	3	0
$0 \leq IIT \leq 100$	-	100	10	5	0
$5 \leq ITRT \leq 95$	%	50	10	10	10
$60 \leq IMPC \leq 400$	mg/Nm^3	300	240	220	200
$0 \leq IPCOC \leq 100$	%	0	0	0	100
$0,5 \leq IISA \leq 3$	R\$/tc	0,5	1	1,5	3
$1 \leq ICVN \leq 30$	%	2,0	5	6	15
$0 \leq IPA \leq 100$	%	0	5	20	30
$0 \leq ICCO_2 \leq 100$	%	0	0	0	5
$0 \leq ICPE \leq 100$	%	0	0	0	30
$0 \leq IGEE \leq 67$	%	0	40	55	60
$0 \leq IITCV \leq 100$	%	10	50	60	90
$0 \leq IRA \leq 100$	%	10	50	60	100
$0 \leq ICB \leq 100$	%	0	0	1	10
ISAAC		0,109345	0,324737	0,43979	0,728111

Fonte: elaboração própria com valores calculados por meio de planilha EXCEL.

9 CONCLUSÃO

A pesquisa teve o escopo inicial de construir um índice de sustentabilidade ambiental para a agroindústria paulista da cana-de-açúcar, com base em metodologia teórica reconhecida internacionalmente. Em sequência, o instrumento seria testado mediante avaliação de um grupo de usinas situadas numa mesma bacia hidrográfica. No entanto, durante a análise de consistência do ISAAC frente aos 10 princípios de Bellagio, formou-se a convicção de que a eficácia de sua implementação depende de vários atributos:

- praticidade;
- capacidade institucional;
- objetividade de metas;
- aceitabilidade pelas partes interessadas;
- pluralidade;
- equidade;
- mensurabilidade;
- transparência.

Esse conjunto de requisitos aponta que a tarefa de implementar o ISAAC deve ser realizada com muitos cuidados, sob o risco de não se obter os resultados delineados. Ademais, para se conseguir uma avaliação confiável de tendências, o processo tem de ser contínuo, uma vez que a visão de longo prazo prevalece sobre às mensurações pontuais. Por essas razões, declinou-se de colocar em prática o ISAAC e elaborar o seu primeiro relatório de sustentabilidade. Essa decisão, no entanto, não invalida o mérito do estudo, sem similar no Brasil. A pesquisa atingiu o seu objetivo de construir um índice de sustentabilidade para a agroindústria paulista da cana-de-açúcar, fundamentado em metodologia reconhecida. A avaliação da consistência do ISAAC e os testes de sua sensibilidade, em diferentes cenários, validaram a robustez metodológica do processo empregado.

A construção do ISAAC foi precedida pela realização de vasto relatório acerca da produção e moagem de cana, geração de bioenergia, ocupação do solo, geração de resíduos e emissão de Gases de Efeito Estufa, município por município, usina por usina, UGRHI por UGRHI. Esse relatório pode ser conhecido como o “relatório zero de sustentabilidade da agroindústria paulista da cana-de-açúcar”.

No Brasil, não é comum o órgão ambiental empregar relatório de sustentabilidade de uma atividade como um instrumento de fomento à melhoria continuada. A exceção ocorre com o inventário estadual que a CETESB realiza desde 1998, com o objetivo de avaliar as condições de destinação final de resíduos sólidos domiciliares. Essa destinação é avaliada por meio de pontuação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, formado por um conjunto de indicadores ponderados, que mensuram as condições operacionais dos aterros de resíduos. O respectivo relatório é divulgado anualmente. Após 10 anos de aplicação, o IQR tornou-se uma fonte referencial.

No Estado de São Paulo, a CETESB é o órgão executor do sistema estadual de meio ambiente, com atribuições para realizar estudos, pesquisas e monitoramento ambiental em seu campo de interesse. A CETESB tem como missão promover e garantir a qualidade do meio ambiente visando o desenvolvimento social e econômico sustentável. Em 1998, foi signatária da Declaração Internacional de Produção mais Limpa – P + L, das Nações Unidas.

A proposta decorrente desta pesquisa é que a performance de sustentabilidade das 200 usinas de açúcar e álcool atualmente em operação no Estado de São Paulo seja mensurada continuamente pela CETESB com o emprego do ISAAC, empreendimento por empreendimento. O *ranking* consolidado geraria o primeiro relatório de sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar.

O êxito da institucionalização de relatório de sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar, acompanhado da implementação do ISAAC, depende de duas premissas básicas: transparência e participação das partes interessadas. Dois fóruns ideais podem ser acionados para citados objetivos: a câmara ambiental do setor sucroalcooleiro, da própria CETESB, e os 16 Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, nos quais a cultura da cana-de-açúcar está presente economicamente.

Não obstante as diversas vantagens de competitividade que a cadeia produtiva da cana pode aferir com a mensuração de sua sustentabilidade, a implementação do ISAAC por um órgão ambiental público requer que a proposta tenha consenso entre as partes interessadas. Se por um lado, não há impedimentos legais à implementação do ISAAC, por outro lado, também, não existe nenhum dispositivo que exija a sua realização. A experiência demonstra que, nessa situação, buscar o consenso sobre critérios de sustentabilidade é tarefa complexa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. *Os desafios da sustentabilidade. Uma ruptura urgente*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ÁLVARES JR. O. M.; e LINKE, R. R. *Metodologia simplificada de cálculo das emissões de Gases de Efeito Estufa de Frotas de veículos diesel no Brasil*.
- ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; SOARES, L. H. B.; URQUIAGA, S. *Mitigação das Emissões de Gases Efeito Estufa pelo Uso de Etanol da Cana-de-açúcar Produzido no Brasil*. Circular Técnica 27. Embrapa. Seropédia, Rio de Janeiro, abril de 2009.
- ALVES, F. J. C. *Porque Morrem os Cortadores de Cana? Pastoral do Migrante*. Guariba: Diocese de Jaboticabal. Disponível em: <<http://www.pastoraldomigrante.org.br>>. Acesso em: 12.02.2007.
- AMORIN, H. V.; LEÃO, R. M. *Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia*. Piracicaba: Fermentec, 2005.
- ANDRADE, J. M. F. de. *Álcool: uma alternativa energética*. FIAT AUTOMÓVEIS S/A. Belo Horizonte, 1979.
- ANDRADE, J. M. F. de; DINIZ, K. M. *Impactos ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: subsídios para a gestão*. ESALQ, Piracicaba, 2007.
- ANDREOLI, C. *Cana-de-açúcar: A melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol*. Embrapa Soja, Londrina/PR, 2006.
- ARBEX, M. A. *Avaliação dos efeitos do Material Particulado proveniente da queima da palha de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória da população de Araraquara*. 2001. 188 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A. et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, volume 30, nº 02, p. 58-175, março/abril 2004.
- ASSIS, W. F. T.; ZUCARELLI, M. C.; ORTIZ, L. S. *Despoluindo Incertezas: Impactos Locais da Expansão das Monoculturas Energéticas no Brasil e Replicabilidade de Modelos Sustentáveis de Produção e Uso de Biocombustíveis*. 2007. Núcleo Amigos da Terra/Brasil, Instituto Vitae Civilis e ECOA – Ecologia e Ação. Disponível em: <<http://www.ecoa.org.br/arquivos/1081780957.pdf>>. Acesso em: 18.10.2009.
- BACCHI, M. R. P. Brasil gerando energia de biomassa limpa e renovável. In: BARROS, G. S. de C.(org.). *Agronegócio Brasileiro*. Perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA – ESALQ/USP, Piracicaba, julho de 2006.

BALSADI, O. V. Mercado de trabalho assalariado na cultura da cana-de-açúcar no Brasil no período 1992-2004. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.37, n.2, p.38-54, fev.2007. Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8746>. Acesso em: 18.10.2009.

BELL, S.; MORSE, S. *Measuring sustainability: Learning by doing*. Londres: Earthscan Publications, 2003.

BERTONI, J. et al. *Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo*. Campinas, 1972.

BIONDI, A.; MONTEIRO, M.; GLASS, V. *O Brasil dos Agrocombustíveis: impactos das lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade – cana-de-açúcar*. ONG Repórter Brasil, Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, São Paulo, janeiro de 2009. Disponível em: <<http://www.reporterbrasil.org.br/agrocombustiveis/>>. Acesso em: 18.10.2009.

BLANCO, F. M. G. *Controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar*. Instituto Biológico, Campinas, 2003.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, 2008.

_____, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Glossário de Termos Usados em Atividades Agropecuárias, Florestais e Ciências Ambientais*. Rio de Janeiro, 2006.

BOEIRA, R. C.; SOUZA, M. D. de; MAIA, A. H. N.; FERRACINI, V. L.; GOMES, M. A. F.; *Adsorção de Tebutiurum em áreas de recarga do aquífero Guarani*. Embrapa meio ambiente, Jaguariúna, 2008.

BOLONHESI, D. *Sistemas de manejo conservacionista do solo para cultivares de amendoim em sucessão à cana crua e pastagens*. 2007. 158f. Tese (Doutorado em produção vegetal) – UNESP – Jaboticabal.

BOSSO, R. M. V. *Avaliação da atividade mutagênica da fuligem sedimentável proveniente da queima da cana-de-açúcar e da urina dos cortadores de cana através de ensaios com mutação gênica reversa em Salmonella Typimurim*. 2000. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – IBILCE – UNESP – São José do Rio Preto.

BRASIL, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. *Prospecção Tecnológica: Avaliação da Expansão de Etanol no Brasil*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br>>.

_____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Produção Pecuária Municipal*. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

_____, Instituto Euvaldo Lodi – IEL/NC e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *O Novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a Competitividade do*

Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospecção de novos Empreendimentos. Brasília, 2005.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. Brasília, 2007.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento. *Perfil do setor do Açúcar e do álcool no Brasil*. Brasília, 2008.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Balanço Nacional da Cana-de-açúcar e Agroenergia*. Brasília, 2007.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Anuário Estatístico da Agroenergia*. Brasília, 2009.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Meio Ambiente e Empresa de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. *Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar*. Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. Brasília, setembro de 2009.

_____, Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP – *Reservas provadas e produção diária de petróleo*. Rio de Janeiro, 2006.

_____, Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. *Relação de Usinas de Álcool Cadastradas*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em 21.05.2008.

_____, Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. *Relação dos auto produtores de energia elétrica*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 13.08.2008.

_____, Ministério de Minas e Energia. *Plano de Energia 2030*. Brasília, 18 de Abril de 2006.

_____, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. *Balanço Energético Nacional – BEN 2009 ano base 2008. Resultados preliminares*. Rio de Janeiro, 2009.

_____, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. *Perspectivas para o etanol no Brasil*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em 10.40.2009.

_____, Presidência da República. Secretaria de Planejamento. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Avaliação Tecnológica do álcool etílico*. Brasília, 1979.

_____, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – NAE. *Biocombustíveis*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.nae.gov.br>>. Acesso em 12.03.2007.

_____, Secretaria Geral da Presidência da República. *Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-açúcar*. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/sec_geral/>. Acesso em 15.08.2009.

BRUNDTLAND, G. H. et al. *Our common future: the world commission on environment and development*. New York: Oxford University Press, 1987.

CAMARGO JUNIOR, A. S.; TONETO JUNIOR, R. *Indicadores sócio-econômicos e a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo*. 1º Workshop do Setor Sucroalcooleiro. FEA-RP – USP. Ribeirão Preto, 2008.

CAMPOS, C.; STOCCO, L. ; et al. *A expansão da cana-de-açúcar e o impacto sobre a arrecadação fiscal dos municípios paulistas*. 1º workshop do Observatório do Setor Sucroalcooleiro. FEA-RP – USP. Ribeirão Preto, 2008.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Avaliação da qualidade do ar nos municípios de Araraquara, Jaú e Ribeirão Preto*. Relatórios. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/relatorios/relatorios.asp>>. Acesso em: 10/01/2007.

_____, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo*. Série Relatórios, 2007. São Paulo, 2008.

_____, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Série Relatórios, 2007. São Paulo, 2008.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo – Fase I*. Campinas: Nipe/Unicamp e Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2005.

COELHO, S. T. *Externalidades e custos ambientais no setor de açúcar e álcool*. Universidade Federal de Itajubá, Curso Energia na Indústria de Açúcar e Álcool, 12 a 16 de julho de 2004.

COPERSUCAR. *Aproveitamento da vinhaça: viabilidade técnico econômica*. Boletim técnico Copersucar, pp.1-66, 1978.

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. *Síntese do controle mútuo agroindustrial*. Piracicaba, 2005.

ELIA NETO, A.; NAKAHODO, T. *Caracterização físico-química da vinhaça*. Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 1995.

ELIA NETO, A. *Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar*. In: MACEDO, I.C. (org.). *A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. UNICA, São Paulo, 2005.

_____, *Meio ambiente e setor sucroalcooleiro*. “Canasul 2007, I Congresso da Cadeia Produtiva da Cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul”, Campo Grande, 2007

FARIA, A.; FRATA, A. *Biocombustíveis: a cana-de-açúcar na região hidrográfica do rio Paraná. A produção de grãos, a pecuária e a cana na sub-bacia do rio Ivinhema*. Ecoa. Campo Grande/MS, novembro 2008. Disponível em:
<<http://www.ecoa.org.br/canal.php?mat=13205>>. Acesso em: 18.10.2009.

FEITOSA, A. P. A.; POMPIARI, L. F. F.; JR, W. F. S. *Fatores de emissão para material particulado e óxidos de nitrogênio provenientes de queima de biomassa em caldeiras de usinas de açúcar e álcool*. Faculdades Oswaldo Cruz. São Paulo, 2008.

FERRERO, M.; SILVA, J. L. G. *Nova solução para vinhaça*. Disponível em:
<http://www.ideaonline.com.br/boletins_especiais/arquivos/BoletimEspecial25_3.pdf>. Acesso em: 14.06.2006.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. FGV projetos. *Fatores determinantes dos Preços dos Alimentos*. O impacto dos Biocombustíveis. São Paulo, novembro de 2008.

GALLOPÍN, G. C. Indicators and their use: Information for decision making. Part one – Introduction. In; MOLDAN, B.; BILLARZ, S. (editores). *Sustainability Indicators: A report on the Project on indicators of sustainable development*. Chichester: John Wiley and sons, 1997.

_____, Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. *Environmental Modelling & Assessment*. Netherlands: Springer, 1:101-117, 1996.

GARCIA, G. F. B. *Relações de trabalho no setor canavieiro na era do etanol e da bioenergia*. Campinas, maio de 2007. Disponível em:
<http://www.prt15.gov.br/site/artigos/menu_artigos.php>. Acesso em: 30.05.2007.

GLÓRIA, N. A. da. *Emprego da vinhaça na adubação*. In: Seminário Internacional sobre tratamento de vinhoto. Anais. Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Tecnologia, pp. 4-53; 4-57, 1977.

GOLDENBERG, J.; COELHO, S. T.; NIGRO, F. E. B. *Bioenergia no Estado de São Paulo*. Situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTTE, V. L. Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do córrego do Espirado, Ribeirão Preto/SP. Pesticidas. *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, v.11, p. 65 - 76, 2001.

GOMES, M. A. F.; QUEIRÓZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; PEREIRA, A. S.; SANTOS, G.L.; *Monitoramento do Herbicida Diuron em água subterrânea na microbacia do córrego Espirado, região de Ribeirão Preto/SP*. Embrapa, meio ambiente, Jaguariúna, 2006.

GONÇALVES, D. B. *Mar de cana, Deserto Verde? Dilemas do Desenvolvimento Sustentável na Produção Canavieira Paulista*. 2005. 256f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – CCET) – UFSCAR.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P. *Reserva Legal: obrigatoriedade e impactos na agropecuária paulista*. Disponível em:

<<http://www.iea.sp.gov.br/out.verTexto.php?codTexto+6371>>. Acesso em: 10.01.2007.

GUARDABASSI, P. M. *Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia: perspectivas para países em desenvolvimento*. 2006. 123f. Dissertação (mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, EP/FEA/IEE/IF) – Universidade de São Paulo.

HAMMOND, A. et al. *Environmental Indicators: A systemic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. Washington, DC, USA: World Resources Institute, 1995.

HART, Maureen. *Sustainable Measures*. Disponível em:

<<http://www.sustainablemeasures.com/Indicators/index.html>>. Acesso em: 16.11.2008.

HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Criando valor sustentável. *Revista de Administração de Empresas – RAE executivo*. São Paulo: vol. 3, nº 2, PP 65-79, Maio/julho 2004. Disponível em: <www.rae.com.br/artigos/3363.pdf>. Acesso em 16.11.2008.

HASSUDA, S. et al. *Impactos da Infiltração da vinhaça de cana no aquífero Bauru*. Boletim IG-USP, pp. 169-171, 1991.

IBASE. *Balanco social, dez anos: o desafio da transparência*. Rio de Janeiro, 2008.

Disponível em: <<http://www.balancosocial.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>>, acesso em 22.03.2009.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reference Manual (Volume 3)*.1996; Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>>

LEÃO, R. M. *Álcool Energia Verde*. São Paulo: Igual – Instituto de Qualificação e Editora Ltda., 2002.

LEME, R. M. *Estimativa das Emissões de poluentes atmosféricos e uso de água na produção de eletricidade com biomassa de cana-de-açúcar*. 2005. 144f. Dissertação (Mestrado em planejamento de sistemas energéticos) – Universidade Estadual de Campinas.

LORA, E. S. *Controle da poluição do ar na indústria açucareira*. Itajubá: Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Sociedade dos Técnicos Açucareiros do Brasil – STAB, 2000.

MACEDO, I. C. (org.). *Energia da Cana-de-açúcar*. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. UNICA, São Paulo, 2005.

MACEDO, I. C. et al. *Balanco das emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil*. Secretaria de Meio Ambiente, Governo de São Paulo, abril de 2004.

MACEDO, I. C. et al. *Balanco das emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil*. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas – NIPE/UNICAMP, 2004.

- MACEDO, I. C. et al. Greenhouse gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass and Bioenergy*, v.32(4), 2008.
- MANHÃES, M. dos S. et al. *Acúmulo de Potássio em solo de áreas canavieiras fertirrigadas no norte fluminense*. *Agronomia*, V.37, p.64-68, 2003.
- MATIOLI, C. S.; MENESES, J. A. *Otimização dos sistemas de aplicação de resíduos na lavoura*. In: Reunião Técnica Agrônômica, Piracicaba, 1984. Anais. Copersucar, pp. 67-70, 1984.
- MATTOS, A. R. *Açúcar e álcool no Brasil*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.
- MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, A. *Valoração econômica do Meio ambiente – uma abordagem teórica e prática*. São Carlos: Rima, Fapesp, 2004.
- MESSIAS, J. *Anuário da cana 2008*. Brazilian Sugar and Ethanol Guide. *Jornal da Cana*, Ribeirão Preto, 2008.
- MIRANDA, J. R. *Biodiversidade e sistemas de produção orgânicos: recomendações no caso da cana-de-açúcar*. EMBRAPA, Campinas 2004.
- MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. C. M. de ; LANDELL, M. G. A.(editores). *Cana-de-açúcar*. Instituto Agrônômico de Campinas – IAC . Campinas, 2008.
- MOREIRA, D. de A. *Desenvolvimento Sustentável – Um conceito no limiar da utopia*. Outubro de 2005, disponível em:
<<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/publicacoes/publicacoes.asp>. Acesso em: 25.07.2009.
- MUNNO, C. M. *Análise de monitoramento pós estudo de impacto ambiental no Estado de São Paulo*, 2005. Dissertação (mestrado) – UFSCAR.
- NASCIMENTO, D. *Cana limpa a seco*. IDEANEWS, edição 78, maio/2007. Disponível em:
<<http://www.ideaonline.com.br>>. Acesso em: 08.06.2007.
- NETO, J. A. L. *Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo*. 2008. 89 f. Dissertação (mestrado) – ESALQ.
- NUNES, Jr. D. et al. *Indicadores agrícolas do Setor Sucroalcooleiro safra 2003/2004*. Ribeirão Preto, Grupo IDEA, p. 111, 2004.
- OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. *OECD Environmental Indicator 2001: Toward sustainable development*. Paris, OECD, 2001.
- PEREIRA, C. de L. F. *Avaliação da sustentabilidade ampliada de produtos agroindustriais*. Estudo de caso: suco de laranja e etanol. 2008. 268f. Tese de doutorado (programa de pós-graduação em engenharia de alimentos) – Universidade Estadual de Campinas.

PESSOA, M. C. P. Y.; SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; FERRACINI, V. L. *Avaliação do potencial de transporte de agrotóxicos usados no Brasil por modelos screening e planilha eletrônica*. Embrapa meio ambiente, Jaguariúna, 2007.

RAMALHO, J. F.; AMARAL Sobrinho, N. M. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. *Revista Floresta Ambiente*, V. 8, Nº 1 jan./dez. de 2001.

ROSSETO, R. *A cana de açúcar e a questão ambiental*. Capítulo 41, in: MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (editores). *Cana-de-açúcar*. Instituto Agrônomo de Campinas – IAC . Campinas, 2008.

RONZA, C. *A política de Meio Ambiente e as contradições do Estado. A Avaliação de Impacto Ambiental em São Paulo*. 1998. Dissertação (mestrado – Instituto de Geociências) – Universidade Estadual de Campinas.

SÃO PAULO, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool: manual de recomendações*. 1990.

SEABRA, J. E. A.; MACEDO, I. C. *Balço de energia e emissões de GEE na produção do açúcar e álcool orgânicos na Usina São Francisco*. Campinas, 2007.

SEABRA, J. E. A. *Avaliação técnico-econômica de opções para o aproveitamento integral da biomassa de cana no Brasil*. 2008. 274 f. Tese. (Doutorado – Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, Governo do Estado, Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria da Agricultura e Abastecimento. *Protocolo ambiental do setor sucroalcooleiro paulista*. São Paulo, 04.06.2007. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.go.vbr/destaque/2007/06/04/04...protocolo.htm>>. Acesso em: 07.06.2007.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M.; (organizadores). *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba, CP 2, 2006.

SILVA, C. B.; GUIMARÃES, D. D. *Caracterização e análise da cadeia produtiva da cachaça*. XLIII Congresso da Sober – Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto, 2005.

SILVA, L. F. *A Construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental agrícola (ISA): uma proposta metodológica*. 2007. 214 f. Tese (doutorado – Instituto de Economia) – Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, R. *Setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo: mensurando impactos sócio-econômicos*. 1º Workshop do Observatório do Setor Sucroalcooleiro. FEA-RP – USP. Ribeirão Preto, 2008.

SILVESTRIN, R. C. *Dependência Elétrica de São Paulo: Desafios & Oportunidades*. Cogen-SP, Secretarias de Desenvolvimento, de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, março de 2007.

SOUZA, J. C. R. *A Importância da Renovação do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo*. 5º Congresso do Ministério Público Estadual, 2004.

STRAPASSON, A. B.; JOB, L. C. M. de A. *Etanol, Meio Ambiente e Tecnologia*. Artigo em fase de publicação na Revista de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, edição especial Agroenergia, ano XV, nº 3, julho/agosto/setembro 2006.

TETTI, L. Falta governo no licenciamento ambiental. *Revista Opiniões*, julho - setembro/2006. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/aa/materia.php?id=215>>. Acesso em: 07.10.2009

THE WORLD BANK. *Desenvolvimento com menos carbono: Respostas da América Latina ao Desafio da Mudança Climática*. Washington, 2009.

UNICA. *Produção e Uso do etanol combustível no Brasil*. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_livros-3-Arquivo.pdf>. Acesso em: 30.05.2007.

_____, *Ranking da produção de cana, açúcar e álcool da Região Centro-Sul na safra 2007-2008*. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 1º.05.2008.

_____, *Relatório de Sustentabilidade 2008*. São Paulo 2008.

_____, *Etanol e Bioeletricidade*. A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/>>. Acesso em: 21.10.2009.

_____, *Mapeamento e quantificação do setor sucroenergético em 2008*. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/>>. Acesso em: 21.10.2009.

VIEIRA, T. M. de P. *Proposta de indicadores de sustentabilidade para o setor de distribuição de combustíveis: o caso da Petrobras Distribuidora*. 2005. 261 f. Dissertação (mestrado – Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.

WWF – Brasil. *Análise da expansão do complexo agroindustrial canavieiro no Brasil*. Programa Agricultura e Meio Ambiente. Brasil, maio de 2008.

ANEXOS

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica das usinas paulistas [safra 2007/2008]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
1 ^a	Da Barra ¹⁶⁰	Barra Bonita	13	6.815.821	489.723	290.126	15,8
2 ^a	São Martinho ¹⁶¹	Pradópolis	9	6.762.246	361.580	336.490	19,0
3 ^a	Vale Rosário	Morro Agudo	12	5.717.163	386.460	233.853	93,0
4 ^a	Equipav ¹⁶²	Promissão	19	5.383.570	285.201	260.686	58,4
5 ^a	Santa Elisa	Sertãozinho	9	5.166.420	317.636	222.473	62,0
6 ^a	Colombo	Ariranha	15	5.003.431	390.627	192.958	65,5
7 ^a	Clealco	Clementina	20	4.683.488	389.245	129.275	11,2
8 ^a	Colorado ¹⁶³	Guaiúra	8	4.551.827	345.336	197.751	52,8
9 ^a	Moema	Orindiuva	15	4.538.707	300.942	205.489	24,0
10 ^a	Cruz Alta	Olímpia	15	4.168.067	475.664	69.275	39,4
11 ^a	Bonfim	Guariba	9	4.132.634	345.775	167.691	18,0
12 ^a	Catanduva	Ariranha	15	4.005.476	227.396	206.280	9,0
13 ^a	Costa Pinto	Piracicaba	5	3.989.362	312.902	159.918	65,5
14 ^a	Da Pedra	Serrana	4	3.878.452	187.795	209.104	35,0
15 ^a	Nova América	Tarumã	17	3.790.257	309.819	170.799	24,0
16 ^a	Barra Grande	Lençóis Pta.	13	3.707.544	261.627	180.130	62,9
17 ^a	Alta Mogiana	S.J. da Barra	8	3.681.114	320.666	103.261	30,0
18 ^a	São José	Macatuba	13	3.628.898	232.467	189.900	24,8
19 ^a	São João	Araras	9	3.564.437	235.850	148.445	12,0
20 ^a	Cerradinho	Catanduva	15	3.464.590	217.374	162.290	75,0
21 ^a	Dest. Moreno	M. Aprazível	18	3.377.367	105.148	227.703	15,5
22 ^a	Santa Cruz	A.Brasiliense	9	3.376.220	207.445	156.570	36,4
23 ^a	Moreno	Luiz Antonio	9	3.284.953	260.694	119.847	5,5
24 ^a	Bazan	Pontal	9	3.257.513	254.237	132.773	10,2
25 ^a	Batatais	Batatais	8	3.230.129	242.015	124.660	3,9
26 ^a	Maracaí	Maracaí	17	3.039.682	265.578	101.971	46,8
27 ^a	Andrade	Pitangueiras	9	3.018.926	195.644	158.317	7,2
28 ^a	Dedini S.Luiz	Pirassununga	9	2.996.198	244.669	58.533	10,0
29 ^a	Cocal	Paraguaçu Pta.	17	2.862.523	241.854	92.012	28,2
30 ^a	Cândida	Bocaina	13	2.804.486	195.983	125.821	29,0
31 ^a	Iracema	Iracemópolis	5	2.721.795	127.345	145.310	14,0

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, Anuário da cana - 2008 , ANEEL e CETESB.

¹⁶⁰ Na safra 2008/2009 a usina Da Barra moeu 7.378.408 tc, segundo a UNICA assumindo a 2^a posição no ranking estadual.

¹⁶¹ Na safra 2008/2009 a usina São Martinho moeu 8.004.221 tc, segundo a UNICA, assumindo a 1^a posição.

¹⁶² Na safra 2008/2009 a usina Equipav moeu 6.518.126 tc, assumindo a 3^a posição no ranking estadual.

¹⁶³ Na safra 2008/2009 a usina Colorado moeu 6.103.406 tc, assumindo a 4^a posição no ranking estadual.

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica das usinas paulistas [safra 2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Potência [MW]
32 ^a	Campestre	Penápolis	19	2.720.483	106.911	152.546	6,3
33 ^a	S. João SJBV	S.J. BoaVista	9	2.653.225	207.058	84.360	7,0
34 ^a	Nardini	V.Alegre Alto	15	2.603.023	153.949	135.350	21,4
35 ^a	Unialco	Guararapes	19	2.559.446	209.190	85.772	3,6
36 ^a	Junqueira	Igarapava	8	2.541.083	207.323	111.894	7,2
37 ^a	MB	Morro Agudo	12	2.537.219	136.915	140.011	16,4
38 ^a	Guaíra	Guaíra	8	2.512.990	183.486	99.289	13,8
39 ^a	Guarani	Severinia	15	2.508.131	221.759	86.468	8,2
40 ^a	Rafard	Rafard	5	2.501.241	211.368	88.453	10,2
41 ^a	Bela Vista	Pontal	9	2.498.365	196.409	99.924	9,8
42 ^a	São Manoel	São Manoel	13	2.357.002	158.895	105.680	4,4
43 ^a	Univalem fba	Valparaíso	19	2.311.006	137.051	118.122	8,0
44 ^a	S.Antonio	Sertãozinho	9	2.307.824	140.650	111.360	23,0
45 ^a	São Luiz	Ourinhos	17	2.297.432	152.476	90.085	16,0
46 ^a	Zanin	Araraquara	13	2.262.199	149.088	90.200	8,0
47 ^a	Santa Adélia	Jaboticabal	9	2.241.274	116.094	127.866	42,0
48 ^a	SJosé Estiva	N.Horizonte	16	2.192.883	80.213	138.970	19,5
49 ^a	Aralco	S.A.Aracanguá	19	2.190.158	109.251	101.778	4,8
50 ^a	Ipaussu fba	Ipaussu	14	2.174.147	198.941	65.525	6,0
51 ^a	Santa Fé	Nova Europa	13	2.110.877	136.500	93.998	46,4
52 ^a	Santa Rita	S.R.P.Quatro	9	2.103.525	129.924	91.493	5,2
53 ^a	Santa Helena	Rio Pedras	5	2.079.622	201.609	55.114	3,1
54 ^a	Viralcool	Pitangueiras	9	2.079.261	150.016	86.952	25,0
55 ^a	NSAp.Carolo	Pontal	9	2.059.515	214.610	50.410	8,0
56 ^a	Mandu	Guaíra	8	2.042.109	116.507	107.993	25,0
57 ^a	Continental	Colômbia	12	2.031.541	167.100	75.594	8,0
58 ^a	Cia. E.S.José	Colina	12	2.015.606	205.795	46.245	25,0
59 ^a	São Carlos	Jaboticabal	9	1.948.448	90.875	108.351	6,8
60 ^a	Diamante	Jaú	13	1.876.679	148.277	71.470	7,0
61 ^a	Buriti	Buritizal	8	1.875.283	0	168.210	5,0
62 ^a	Ant. Ruelle	Paraíso	15	1.870.766	134.101	67.478	28,0
63 ^a	Maringá	Araraquara	13	1.862.595	118.491	80.500	8,0
64 ^a	Pitangueiras	Pitangueiras	9	1.837.067	136.806	80.608	15,0
65 ^a	Floralco	Flórida Pta	21	1.809.202	105.263	81.711	15,0
66 ^a	Cresciumal	Leme	9	1.804.234	108.485	78.899	42,3
67 ^a	Noroeste	S. Sul	18	1.790.308	119.972	77.813	14,5

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, Anuário da cana – 2008, ANEEL e CETESB.

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica das usinas paulistas [safra 2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Potência [MW]
68 ^a	Cerradinho 2	Potirendaba	16	1.780.457	164.262	50.045	40,2
69 ^a	Santa Izabel II	Mendonça	16	1.767.262	161.108	54.425	39,4
70 ^a	Santa Luiza	Motuca	9	1.760.633	92.228	92.555	6,0
71 ^a	Alto Alegre	P. Prudente	22	1.757.941	180.058	41.991	25,2
72 ^a	Bioenergia	Lucélia	20	1.757.563	110.926	80.140	15,7
73 ^a	S. Domingos	Catanduva	15	1.754.089	132.331	71.673	12,0
74 ^a	Ester	Cosmópolis	5	1.729.440	110.200	72.563	16,4
75 ^a	Alcoazul	Araçatuba	19	1.719.684	55.092	102.523	7,4
76 ^a	Da Serra	Ibaté	13	1.717.381	164.564	55.546	15,0
77 ^a	Quatá	Quatá	17	1.644.516	84.937	72.830	6,4
78 ^a	S. Francisco	Elias Fausto	5	1.567.389	177.303	0	4,2
79 ^a	Vertente	Guaraci	12	1.564.744	103.747	74.794	8,0
80 ^a	Ferrari	Pirassununga	9	1.535.428	116.914	62.267	4,0
81 ^a	Furlan	Sta. B. Oeste	5	1.530.797	120.270	48.510	3,6
82 ^a	Albertina	Sertãozinho	9	1.511.731	148.562	33.772	4,2
83 ^a	Santa Isabel	N. Horizonte	16	1.501.884	146.877	35.234	6,0
84 ^a	Agrest	E. Santo Turvo	17	1.491.624	47.015	92.567	3,6
85 ^a	Paraíso	Brotas	13	1.475.100	103.987	57.642	7,7
86 ^a	NS Aparecida	Itapira	9	1.455.015	88.236	60.944	5,8
87 ^a	Generalco	General Salgado	18	1.421.965	0	119.192	3,8
88 ^a	Sto.Alexandre	Mococa	4	1.394.963	89.733	60.696	2,4
89 ^a	Destivale	Araçatuba	19	1.384.690	72.252	71.964	3,2
90 ^a	Pioneiros	Sud Menucci	19	1.356.702	89.290	72.387	42,0
91 ^a	Pau D'Alho	Ibirarema	17	1.352.173	50.414	59.881	4,2
92 ^a	Santa Maria	Cerquillo	10	1.345.791	76.439	60.120	3,8
93 ^a	Onda Verde	Onda Verde	15	1.340.547	92.935	62.751	4,4
94 ^a	Ibéria	Borá	21	1.336.882	85.214	55.944	9,0
95 ^a	Barra	Dois Córregos	13	1.335.014	128.338	38.745	3,6
96 ^a	Della Coletta	Bariri	13	1.284.923	108.550	42.606	4,0
97 ^a	Cevasa	Patrocínio Pta	8	1.267.374	0	110.159	16,0
98 ^a	Jardest	Jardinópolis	4	1.263.529	95.853	52.317	8,0
99 ^a	Santa Lúcia	Araras	9	1.247.700	70.001	54.316	4,4
100 ^a	Cerp	Ribeirão Preto	4	1.235.987	44.793	75.310	9,0
101 ^a	Batatais II	Lins	16	1.225.987	0	103.775	-
102 ^a	São Francisco	Sertãozinho	9	1.219.561	81.049	51.300	6,7
103 ^a	Gasa fba	Andradina	19	1.200.177	62.160	65.391	44,0

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, Anuário da cana – 2008, ANEEL e CETESB.

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica das usinas paulistas [safra 2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Potência [MW]
104 ^a	Ibirá	S.R de Viterbo	4	1.192.529	83.152	52.454	7,9
105 ^a	Bom Retiro	Capivari	5	1.171.550	89.607	60.760	3,6
106 ^a	Ipiranga	Descalvado	9	1.165.100	96.084	39.109	3,0
107 ^a	Alcídia	Teodoro Sampaio	22	1.153.024	60.727	62.259	4,0
108 ^a	Vista Alegre	Itapetininga	14	1.152.973	65.316	56.174	1,2
109 ^a	Tamoio	Araraquara	13	1.145.718	137.940	0	3,6
110 ^a	José Bonifácio	José Bonifácio	19	1.142.364	75.265	45.799	3,6
111 ^a	Viralcool 2	Castilho	19	1.104.246	0	96.446	1,2
112 ^a	Nova União	Serrana	4	1.082.404	57.109	53.452	9,2
113 ^a	Bertolo	Pirangi	15	1.075.462	61.396	39.496	3,8
114 ^a	Mundial	Mirandópolis	19	1.074.416	70.120	55.249	3,6
115 ^a	São José	Rio das Pedras	5	1.067.320	107.698	15.272	2,4
116 ^a	Branco Perez	Adamantina	21	1.040.718	43.386	64.111	4,0
117 ^a	Alcooeste	Fernandópolis	15	996.338	0	85.848	4,0
118 ^a	Interlagos	Pereira Barreto	19	969.387	0	88.551	40,0
119 ^a	Benalcool	Bento de Abreu	19	955.132	78.197	34.619	4,2
120 ^a	Decasa	P. Wenceslau	22	923.733	0	86.706	2,4
121 ^a	Paralcool	Paraguaçu Pta	17	920.183	58.397	38.542	3,6
122 ^a	Londra	Itaí	14	910.075	0	75.706	1,2
123 ^a	Guaricanga	Presidente Alves	16	897.119	0	72.160	1,6
124 ^a	Alta Paulista	Junqueirópolis	21	873.525	47.793	47.141	3,0
125 ^a	Dacal	Parapuã	20	850.000	38.000	45.791	2,7
126 ^a	Santa Rosa	Boituva	10	824.445	33.313	41.287	1,6
127 ^a	Diana	Avanhandava	19	804.063	48.235	33.368	2,8
128 ^a	Destil	Marapoama	16	764.207	41.221	40.224	3,4
129 ^a	Água Bonita	Tarumã	17	746.623	48.925	32.382	17,0
130 ^a	Alvorada Oest	Santo Anastácio	22	717.000	0	57.715	1,2
131 ^a	Coplasa	Planalto	19	712.635	15.143	32.247	10,0
132 ^a	Colombo II	Palestina	15	709.112	0	69.552	15,0
133 ^a	Água Limpa	Monte Aprazível	18	665.569	0	61.457	2,8
134 ^a	Dracena	Dracena	20	643.485	0	56.347	4,7
135 ^a	Itaiquara	Tapiratiba	4	607.928	59.239	0	1,2
136 ^a	Iacanga	Iacanga	13	605.042	0	56.870	12,0

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, Anuário da cana – 2008, ANEEL e CETESB.

Tabela 5 – Moagem, açúcar, álcool e potência elétrica das usinas paulistas [safra 2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Unidade	Município	UGRHI	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Potência [MW]
137 ^a	Pederneiras	Tiete	10	559.288	36.206	16.358	2,4
138 ^a	Iracema	Itáí	14	550.000	0	39.521	1,4
139 ^a	Malosso	Itápolis	16	545.633	0	46.903	1,2
140 ^a	Santa Inês	Sertãozinho	9	521.533	0	47.981	2,6
141 ^a	Guararoba	Pontes Gestal	15	489.750	18.881	31.509	12,0
142 ^a	CBAA	Icem	12	480.370	49.314	15.400	1,2
143 ^a	Guarani II	Tanabi	15	422.949	0	34.111	4,0
144 ^a	CESPT	São P. do Turvo	17	420.000	0	28.500	1,4
145 ^a	Rio Vermelho	Junqueirópolis	21	402.746	0	36.479	-
146 ^a	Santa Maria	Lençóis Paulista	13	400.000	0	35.000	3,0
147 ^a	Comanche	Canitar	17	400.000	0	31.500	-
148 ^a	Santa Fany	Regente Feijó	22	380.000	0	28.500	1,2
149 ^a	Grizzo	Jaú	13	342.270	0	25.604	0,8
150 ^a	Lopes Silva	Sertãozinho	9	317.174	0	27.503	0,7
151 ^a	Dedini	S.Ant. da Posse	5	295.040	20.946	0	1,8
152 ^a	Pyles	Platina	17	273.390	0	19.559	0,5
153 ^a	Líder	Pirassununga	9	269.938	14.491	6.297	0,7
154 ^a	Irmãos Baldim	Pirassununga	9	200.708	0	14.776	-
155 ^a	Renascença	Ibirarema	17	193.000	0	15.500	1,2
156 ^a	Garota	Cerqueira Cesar	17	183.602	0	15.020	1,2
157 ^a	Rosa	Boituva	10	180.000	0	13.500	2,8
158 ^a	Foltran	Leme	09	145.523	0	3.620	-
159 ^a	B.Campos	B. de Campos	14	140.000	0	10.000	-
160 ^a	Nova Era	Ibaté	13	130.000	0	10.500	-
161 ^a	Biosauro	Guararapes	19	100.000	0	7.500	0,5
162 ^a	Paranapanema	Narandiba	22	88.000	0	6.031	-
163 ^a	José Granelli	Charqueada	5	76.326	0	1.949	2,0
164 ^a	Sta. Maria	Manduri	14	70.000	0	5.500	-
TOTAIS				296.246.373	19.107.794	13.324.793	2.105,15

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, Anuário da cana - 2008, ANEEL e CETESB

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra2007/2008]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
1°	Sertãozinho	9	7	11.044.243	687.989	494.389	40.500	29.081	71,8	941	2,3
2°	Guaíra	8	3	9.106.926	645.329	405.033	124.100	44.773	36,0	6.934	5,6
3°	Ariranha	15	2	9.008.207	618.023	399.238	13.200	9.596	77,2	287	2,2
4°	Morro Agudo	12	2	8.254.382	523.375	373.864	137.200	106.007	77,0	7.537	5,5
5°	Pontal	9	3	7.815.393	665.256	283.107	38.000	28.543	75,1	797	2,1
6°	Pitangueiras	9	3	6.935.234	482.466	325.877	44.000	33.637	76,4	717	1,6
7°	Barra Bonita	13	1	6.815.821	489.723	290.126	14.200	10.180	71,6	118	0,8
8°	Pradópolis	9	1	6.762.246	361.580	336.490	17.000	10.540	62,0	163	1,0
9°	Promissão	19	1	5.383.570	285.201	260.686	78.700	20.246	25,6	5.407	6,9
10°	Araraquara	13	3	5.270.512	405.519	170.700	101.100	44.021	43,5	5.818	5,8
11°	Catanduva	15	2	5.218.679	349.705	233.963	29.300	15.540	53,0	433	1,5
12°	Pirassununga	9	4	5.002.272	376.074	141.873	72.200	23.214	32,1	4.467	6,2
13°	Serrana	4	2	4.956.856	244.904	262.556	12.800	8.091	62,0	554	4,3
14°	Araras	9	2	4.812.137	305.851	202.761	61.000	30.254	49,6	2.947	4,8
15°	Clementina	20	1	4.683.488	389.245	129.275	17.500	4.895	28,0	152	0,9
16°	Orindiuva	15	1	4.538.707	300.942	205.489	25.200	14.872	59,0	1.494	5,9
17°	Tarumã	17	2	4.536.880	358.744	203.181	30.600	22.145	72,4	540	1,8
18°	Jaboticabal	9	3	4.189.722	206.969	236.217	70.400	54.800	77,8	1.105	1,6
19°	Olímpia	15	1	4.168.067	475.664	69.275	81.200	33.186	40,9	4.027	5,0
20°	Guariba	9	1	4.132.634	345.775	167.691	26.400	22.355	84,7	247	0,9
21°	Lençóis Pta.	13	2	4.107.544	261.627	215.130	80.800	43.483	53,8	4.082	5,1
22°	M. Aprazível	18	2	4.042.936	105.148	289.160	46.600	14.121	30,3	1.675	3,6
23°	Piracicaba	5	1	3.989.362	312.902	159.918	135.300	50.767	37,5	6.118	4,5
24°	Paraguaçu Pta.	17	2	3.782.706	300.251	130.554	92.100	51.410	55,8	4.320	4,7

Fonte: elaboração própria, dados da ÚNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB.

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
25°	N. Horizonte	16	2	3.694.767	227.090	174.204	93.100	36.745	39,5	9.353	10,0
26°	S. J. da Barra	8	1	3.681.114	320.666	103.261	41.200	28.660	69,6	1.901	4,6
27°	Macatuba	13	1	3.628.898	232.467	189.900	22.600	16.849	74,6	289	1,3
28°	A. Brasiliense	9	1	3.376.220	207.445	156.570	12.700	8.239	64,8	973	7,7
29°	Luiz Antonio	9	1	3.284.953	260.694	119.847	61.100	27.392	44,8	7.377	12,1
30°	Batatais	8	1	3.230.129	242.015	124.660	83.800	45.175	53,9	4.049	4,8
31°	Rio das Pedras	5	2	3.146.942	107.900	162.812	22.100	14.917	67,5	272	1,2
32°	Araçatuba	19	2	3.104.374	127.344	174.487	116.800	30.053	25,7	1.681	1,4
33°	Maracaí	17	1	3.039.682	265.578	101.971	65.900	17.057	25,9	1.251	1,9
34°	Bocaina	13	1	2.804.486	195.983	125.821	36.100	15.732	43,6	4.590	12,7
35°	Iracemápolis	5	1	2.721.795	127.345	145.310	10.500	8.139	77,5	221	2,1
36°	Penápolis	19	2	2.720.483	106.911	152.546	70.200	31.313	44,6	2.410	3,4
37°	Guararapes	19	1	2.659.446	209.190	93.272	95.400	35.994	37,7	2.858	3,0
38°	S. J. B. Vista	9	1	2.653.225	207.058	84.360	50.000	6.741	13,5	4.434	8,9
39°	Vista A. Alto	15	1	2.603.023	153.949	135.350	9.400	4.427	47,1	66	0,7
40°	Igarapava	8	1	2.541.083	207.323	111.894	46.900	23.998	51,1	3.346	7,1
41°	Severinia	15	1	2.508.131	221.759	86.468	13.200	5.761	43,6	281	2,1
42°	Rafard	5	1	2.501.241	211.368	88.453	14.000	8.248	58,9	413	3,0
43°	São Manoel	13	1	2.357.002	158.895	105.680	84.500	34.604	40,9	2.912	3,4
44°	Valparaíso	19	1	2.311.006	137.051	118.122	85.600	36.302	42,4	4.546	5,3
45°	Ourinhos	17	1	2.297.432	152.476	90.085	28.200	13.021	46,1	871	3,1
46°	Jau	13	2	2.218.949	148.277	97.074	68.700	46.263	67,2	1.032	1,5
47°	S.A.Aracanguá	9	1	2.190.158	109.251	101.778	131.100	27.742	21,1	4.144	3,2
48°	Ipaussu	14	1	2.174.147	198.941	65.525	19.500	11.430	58,6	1.886	9,7

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB.

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra2007/2008]

[continuação]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [t]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
49°	Nova Europa	13	1	2.110.877	136.500	93.998	15.900	6.647	41,8	571	3,6
50°	S.R. P.Quatro	9	1	2.103.525	129.924	91.493	73.800	14.986	20,3	6.978	9,5
51°	Colômbia	12	1	2.031.541	167.100	75.594	72.500	21.133	29,1	5.818	8,0
52°	Colina	12	1	2.015.606	205.795	46.245	40.400	21.854	54,1	1.625	4,0
53°	Leme	9	2	1.949.757	108.485	82.519	39.600	16.482	41,6	1.065	2,7
54°	Buritizal	8	1	1.875.283	0	168.210	26.800	9.273	34,6	2.606	9,7
55°	Paraíso	15	1	1.870.766	134.101	67.478	17.600	7.403	42,0	431	2,5
56°	Ibaté	13	2	1.847.381	164.564	66.046	29.600	14.030	47,4	2.211	7,5
57°	Florida Paulista	21	1	1.809.202	105.263	81.711	51.400	19.729	38,3	1.436	2,8
58°	Sebastianópolis	18	1	1.790.308	119.972	77.813	15.700	5.401	34,4	900	5,7
59°	Potirendaba	16	1	1.780.457	164.262	50.045	40.200	6.366	15,8	1.583	4,6
60°	Mendonça	16	1	1.767.262	161.108	54.425	19.200	3.097	16,1	1.256	6,5
61°	Motuca	9	1	1.760.633	92.228	92.555	23.200	15.923	68,6	1.223	5,3
62°	P.Prudente	22	1	1.757.941	180.058	41.991	55.500	8.203	14,8	781	1,4
63°	Lucélia	20	1	1.757.563	110.926	80.140	31.800	9.193	28,9	774	2,4
64°	Cosmópolis	5	1	1.729.440	110.200	72.563	16.600	6.603	39,8	796	4,8
65°	Quatá	17	1	1.644.516	84.937	72.830	58.800	25.673	43,7	4.074	6,9
66°	Elias Fausto	5	1	1.567.389	177.303	0	20.300	8.342	41,1	538	2,6
67°	Guaraci	12	1	1.564.744	103.747	74.794	64.300	18.712	29,1	3.035	4,7
68°	Ibirarema	17	2	1.545.173	50.414	75.381	23.000	9.402	40,9	769	3,3
69°	Sta. B. Oeste	5	1	1.530.797	120.270	48.510	27.000	16.952	63,0	501	1,9
70°	E.Sto. Turvo	17	1	1.491.624	47.015	92.567	19.700	4.499	22,8	1.090	5,5

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra 2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [t]	Açúcar [t]	Álcool [m³]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
71°	Brotas	13	1	1.475.100	103.987	57.642	106.200	24.018	22,6	10.565	9,9
72°	Itaí	14	1	1.460.075	0	115.227	120.500	18.009	14,9	9.628	8,0
73°	Itapira	9	1	1.455.015	88.236	60.944	52.900	7.280	13,8	3.811	7,2
74°	G. Salgado	18	1	1.421.965	0	119.192	48.200	8.613	17,9	1.641	3,4
75°	Mococa	4	1	1.394.963	89.733	60.696	84.500	17.790	23,0	8.524	10,1
76°	Sud Menucci	19	1	1.356.702	89.290	72.387	59.500	10.807	18,2	898	1,5
77°	Cerquilha	10	1	1.345.791	76.439	60.120	12.600	3.216	25,7	155	1,2
78°	Onda Verde	15	1	1.340.547	92.935	62.751	24.200	9.416	38,9	1.272	5,3
79°	Borá	21	1	1.336.882	85.214	55.944	11.200	2.934	26,2	812	7,3
80°	Dois Córregos	13	1	1.335.014	128.338	38.745	59.900	35.775	59,7	3.500	5,8
81°	Bariri	13	1	1.284.923	108.550	42.606	44.400	22.738	51,2	1.372	3,1
82°	Junqueirópolis	21	2	1.276.271	47.793	83.620	62.600	12.024	19,2	2.526	4,0
83°	Patrocínio Pta.	8	1	1.267.374	0	110.159	63.500	9.492	14,9	8.126	12,8
84°	Jardinópolis	4	1	1.263.529	95.853	52.317	50.400	33.530	67,0	2.262	4,5
85°	Ribeirão Preto	4	1	1.235.987	44.793	75.310	64.200	31.266	50,0	2.103	3,3
86°	Lins	16	1	1.225.987	0	103.775	56.400	17.320	30,7	3.778	6,7
87°	Andradina	19	1	1.200.177	62.160	65.391	96.700	16.794	17,4	2.292	2,4
88°	S.R. de Viterbo	4	1	1.192.529	83.152	52.454	28.400	9.394	35,0	2.336	8,2
89°	Capivari	5	1	1.171.550	89.607	60.760	31.900	21.092	66,1	1.014	3,2
90°	Descalvado	9	1	1.165.100	96.084	39.109	74.300	22.368	30,1	7.660	10,3
91°	Itapetininga	14	1	1.152.973	65.316	56.174	176.700	8.054	4,6	17.180	9,7
92°	T.Sampaio	22	1	1.153.024	60.727	62.259	163.300	19.654	12,0	41.220	25,2
93°	José Bonifácio	19	1	1.142.364	75.265	45.799	85.000	14.292	16,8	5.704	6,7

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB.

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [t]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	%	Vegetação Nativa [ha]	%
94°	Castilho	19	1	1.104.246	0	96.446	109.400	13.283	12,1	7.348	6,7
95°	Pirangi	15	1	1.075.462	61.396	39.496	20.100	9.185	45,7	642	3,2
96°	Mirandópolis	19	1	1.074.416	70.120	55.249	91.900	10.913	11,9	4.764	5,2
97°	Adamantina	21	1	1.040.718	43.386	64.111	42.800	13.271	31,0	674	1,6
98°	Boituva	10	2	1.004.445	33.313	54.787	24.800	6.198	0,2	1.024	4,1
99°	Fernandópolis	15	1	996.338	0	85.848	54.500	7.229	13,3	1.417	2,6
100°	Pereira Barreto	19	1	969.387	0	88.551	100.400	8.689	8,6	2.214	2,2
101°	Bento Abreu	19	1	955.132	78.197	34.619	30.100	16.324	54,2	1.359	4,5
102°	P. Wenceslau	22	1	923.733	0	86.706	76.900	5.526	7,2	3.770	4,9
103°	Presid. Alves	16	1	897.119	0	72.160	30.700	2.050	6,6	1.762	5,7
104°	Parapuã	20	1	850.000	38.000	45.791	38.100	9.059	23,8	767	2,0
105°	Avanhandava	19	1	804.063	48.235	33.368	34.400	18.306	53,2	1.638	4,8
106°	Marapoama	16	1	764.207	41.221	40.224	11.300	6.157	54,5	353	3,1
107°	Santo Anastácio	22	1	717.000	0	57.715	56.400	4.056	7,1	1.519	2,7
108°	Planalto	19	1	712.635	15.143	32.247	27.700	9.526	34,4	2.676	9,7
109°	Palestina	15	1	709.112	0	69.552	70.100	11.394	16,2	4.204	6,0
110°	Dracena	20	1	643.485	0	56.347	50.000	4.911	9,8	2.592	5,2
111°	Tapiratiba	4	1	607.928	59.239	0	22.800	3.433	16,0	2.174	9,5
112°	Iacanga	21	1	605.042	0	56.870	55.100	9.365	17,0	3.006	5,5
113°	Tiete	13	1	559.288	36.206	16.358	39.800	12.250	31,1	973	2,4
114°	Itápolis	16	1	545.633	0	46.903	101.000	28.054	27,8	5.007	5,0
115°	Pontes Gestal	15	1	489.750	18.881	31.509	21.800	6.963	31,9	1.100	5,0
116°	Icem	12	1	480.370	49.314	15.400	36.600	13.024	35,6	3.006	8,2

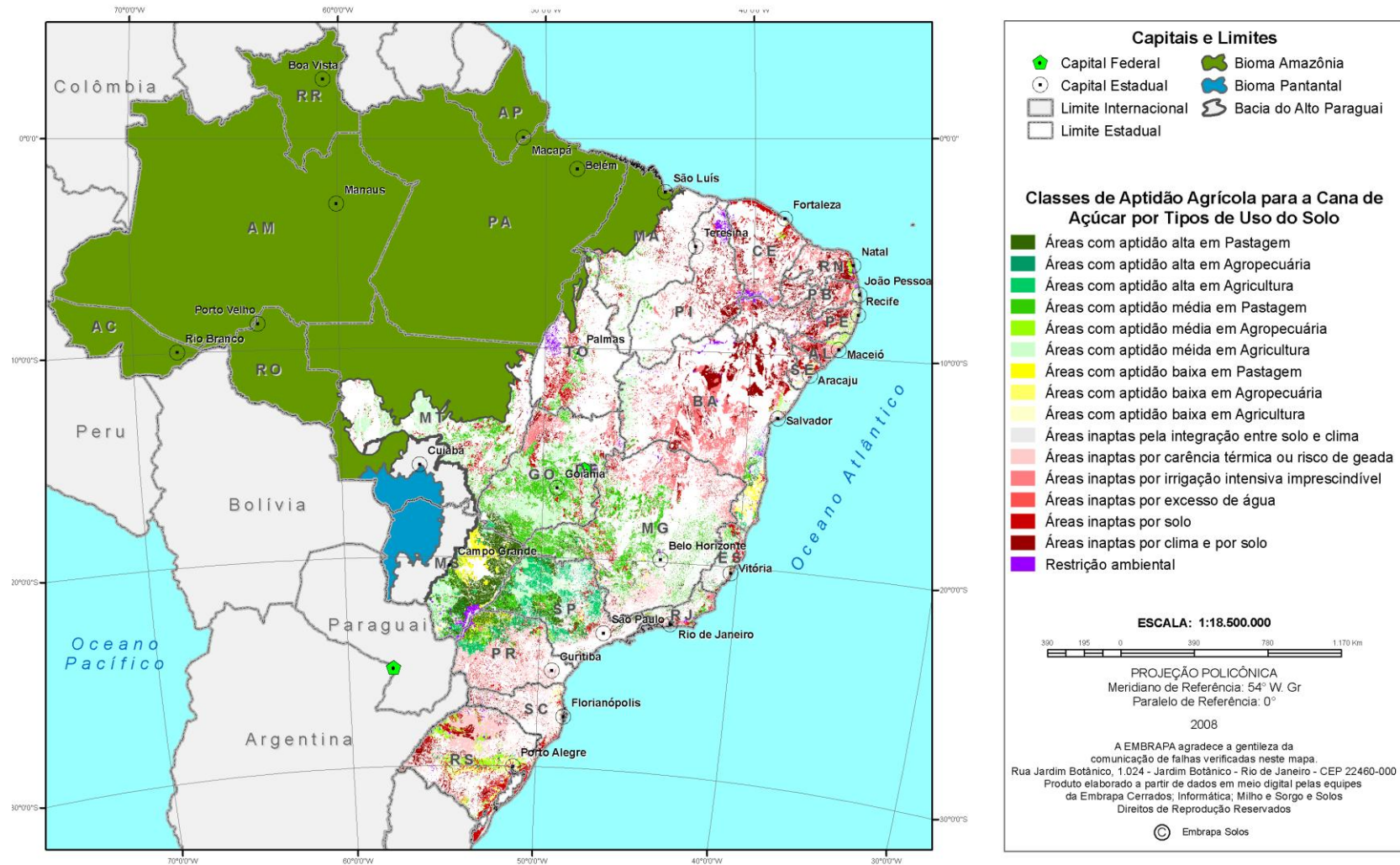
Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB.

Tabela 7 – Principais Municípios Canavieiros [safra2007/2008]
[continuação]

Ranking Estadual	Município	UGRHI	Usinas	Moagem [tc]	Açúcar [t]	Álcool [m ³]	Território [ha]	Cana [ha]	[%]	Vegetação Nativa [ha]	[%]
117°	Tanabi	15	1	422.949	0	34.111	74.800	8.170	10,9	4.067	5,4
118°	São Pedro Turvo	17	1	420.000	0	28.500	78.200	5.133	6,6	7.794	10,0
119°	Canitar	10	1	400.000	0	31.500	5.700	3.986	70,0	113	2,0
120°	Regente Feijó	22	1	380.000	0	28.500	26.500	937	3,5	552	2,1
121°	S.A. da Posse	5	1	295.040	20.946	0	14.100	2.982	21,1	388	2,8
122°	Platina	17	1	273.390	0	19.559	32.800	6.007	18,3	1.920	5,9
123°	Cerqueira Cesar	17	1	183.602	0	15.020	52.000	4.157	8,0	3.656	7,0
124°	B.Campos	14	1	140.000	0	10.000	23.900	6.596	27,6	1.444	6,0
125°	Narandiba	22	1	88.000	0	6.031	43.600	4.883	11,2	2.557	5,9
126°	Charqueada	5	1	76.326	0	1.949	17.900	8.867	49,5	886	4,9
127°	Manduri	14	1	70.000	0	5.500	17.500	1.906	10,9	1.459	8,3

Fonte: elaboração própria, dados da UNICA, SEADE, Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, CANASAT e CETESB.

Figura 35 – zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Brasil (2008)



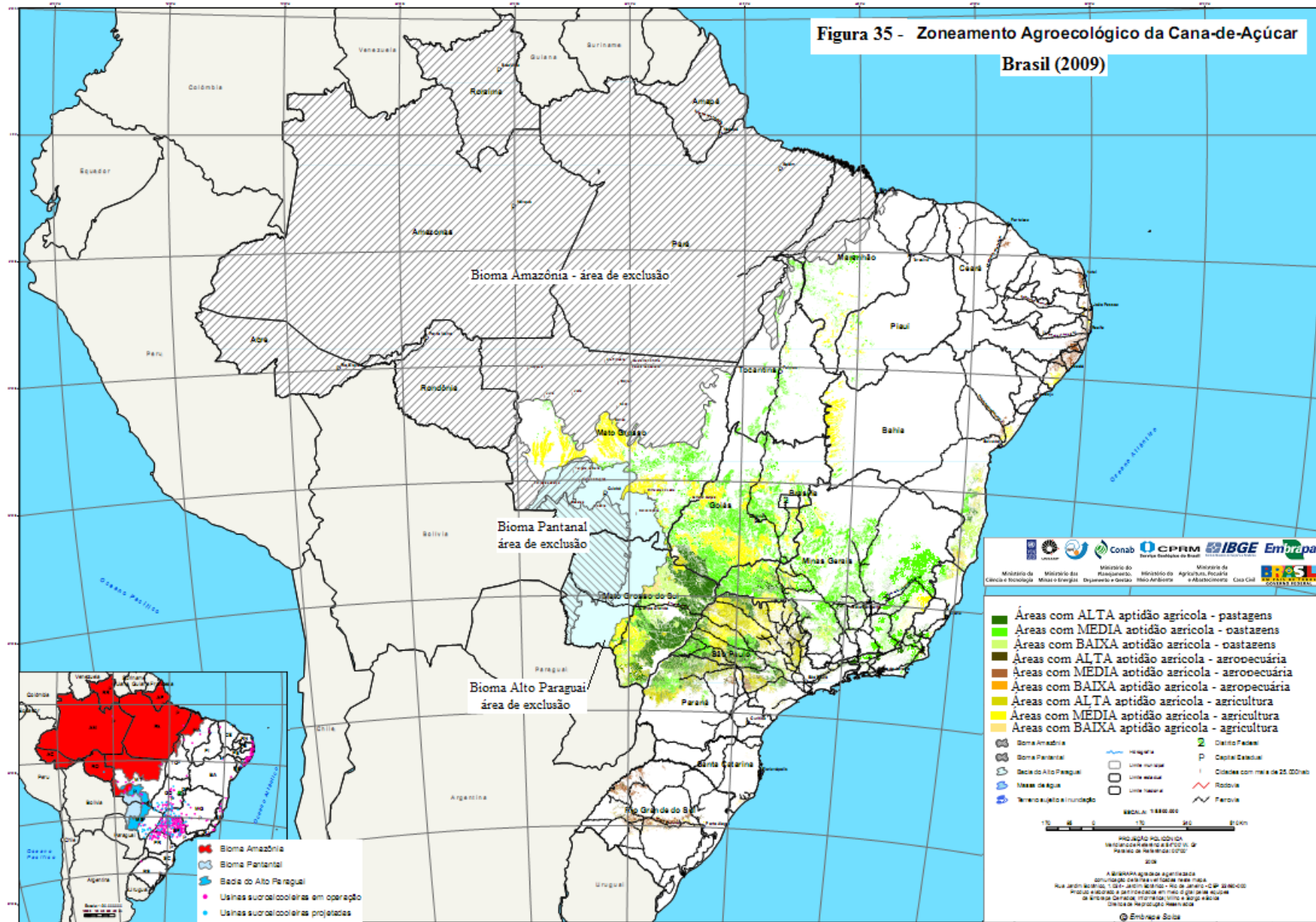
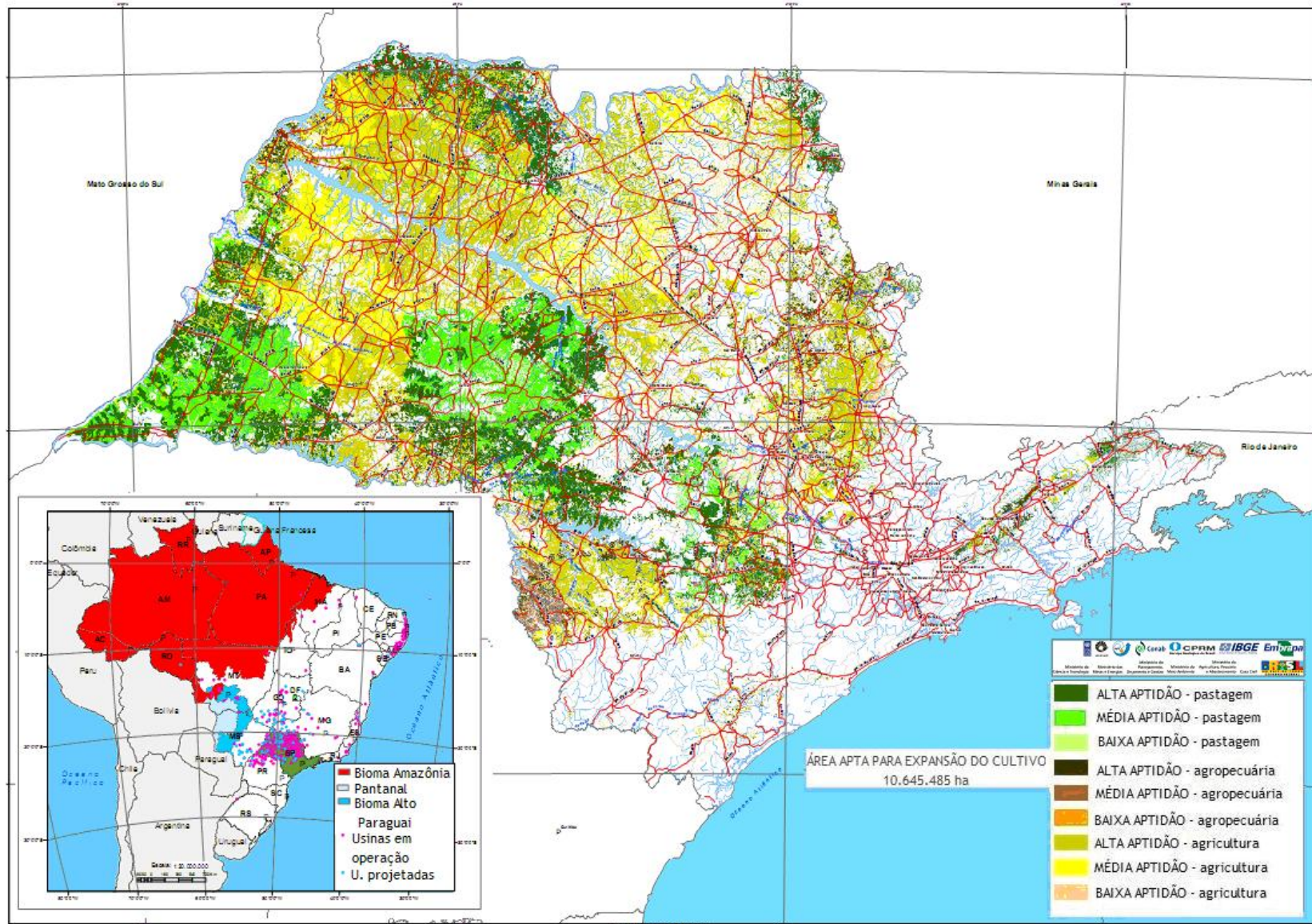
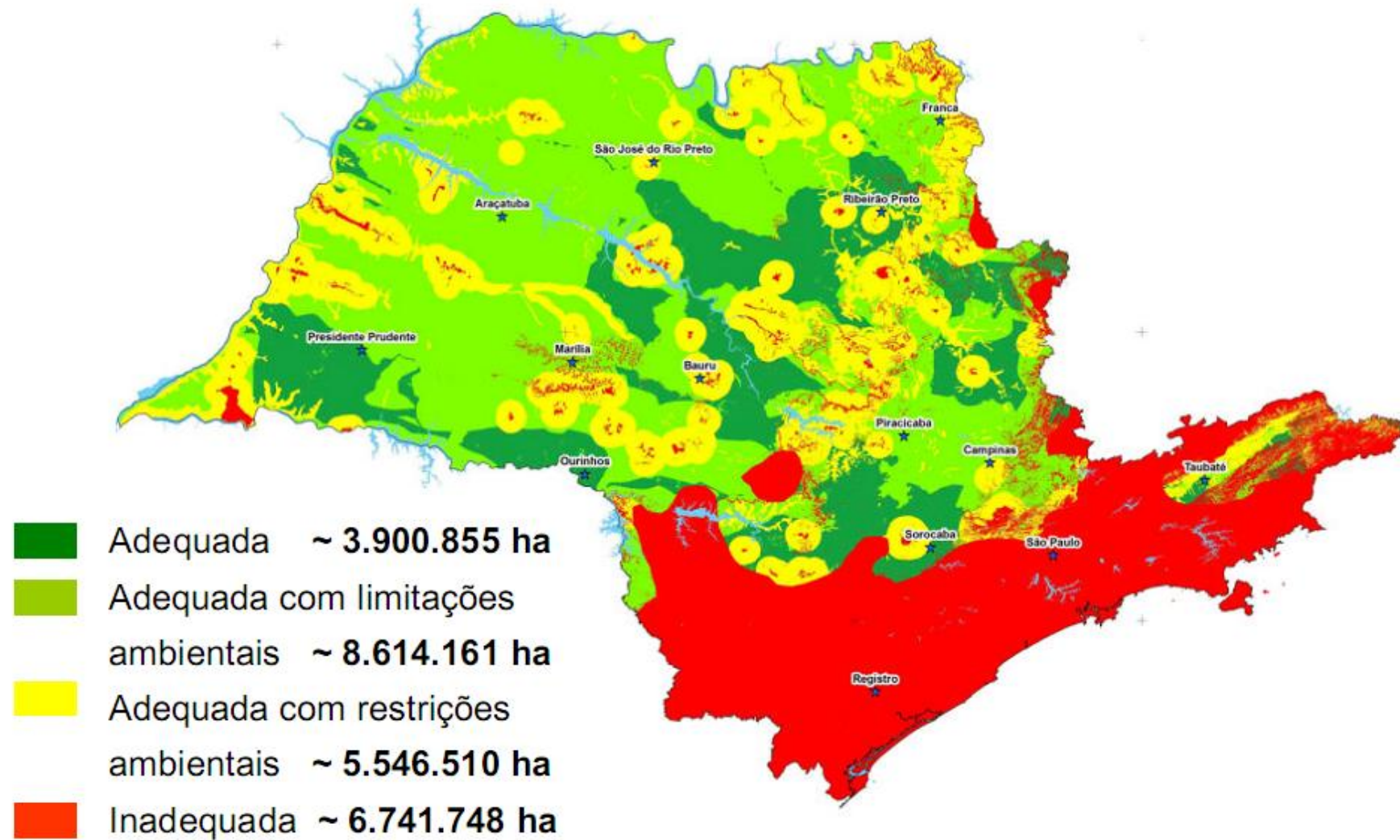


Figura 36 – zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo



Fonte: EMBRAPA

Figura 37 – zoneamento agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente

USINAS DE AÇUCAR E ÁLCOOL

1. OCORRÊNCIAS ATENDIDAS EM 2007:

Grupamento de Bombeiros	Município	Quantidade de Ocorrências (Incêndio)
07	COSMÓPOLIS	01
09	SERTÃOZINHO	01
12	BAURU	01
13	CATANDUVA	01
14	PRESIDENTE PRUDENTE	01
14	SANTO ANASTÁCIO	02
16	PIRASSUNUNGA	06
16	IRACEMÓPOLIS	01
20	ARAÇATUBA	01
TOTAL		15

2. OCORRÊNCIAS ATENDIDAS EM 2008:

Grupamento de Bombeiros	Município	Quantidade de Ocorrências (Incêndio)
09	ORLÂNDIA	01
10	SANTA CRUZ RIO PARDO	01
12	JAÚ	01
13	CATANDUVA	01
15	ITAPETININGA	01
16	CAPIVARI	02
16	LEME	01
20	ADAMANTINA	01
TOTAL		09

3. USINAS QUE POSSUEM PROJETO TÉCNICO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO: 38 (trinta e oito)

4. USINAS QUE POSSUEM AVCB: 05 (cinco)

ÁTILA GREGÓRIO RIBEIRO PEREIRA

Maj PM – Chefe Div Pesquisa
e Controle de Qualidade

CARLOS HENRIQUE DE ARAÚJO

Ten Cel PM – Chefe do DSCI

CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A AGROINDÚSTRIA PAULISTA DA CANA-DE-AÇÚCAR [ISAAC]¹⁶⁴

José Mário Ferreira de Andrade, engenheiro civil/sanitarista da agência ambiental da CETESB de São José do Rio Preto-SP, especialista em Gerenciamento Ambiental pela ESALQ, USP, Piracicaba-SP, 2007. Mestrando em Agroenergia pela EESP – FGV/2009.

<josemariofandrade@gmail.com>, <josefa@cetesbnet.sp.gov.br>.

I. RESUMO

A pesquisa supracitada realizou o diagnóstico ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar em 16 UGRHI[s], abrangendo 462 municípios canavieiros e 164 usinas (páginas 44 a 124). A seguir, abordou os impactos e temas transversais mais significativos (páginas 127 a 176). Ao final, propôs a construção e implementação do ISAAC (páginas 181 a 207). Para o desenvolvimento do trabalho, adotou-se o seguinte conceito de sustentabilidade ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar:

Conjunto de atividades agrícolas e industriais destinadas à produção de cana, açúcar, álcool e bioenergia, que a longo prazo, apresenta tendência de produtividade crescente, com o emprego de práticas conservacionistas do solo, da biodiversidade, da qualidade da água e do ar. Essas práticas tendem a resultar na mitigação da emissão de GEE, na segurança alimentar, na geração de empregos, no aumento de seu valor econômico, com a desconcentração da produção agrícola e com o respeito aos direitos do(a)s trabalhadore(a)s.

O ISAAC contém 30 indicadores mensuráveis, ponderados em conformidade com o conceito de sustentabilidade ambiental acima. Vislumbra-se que a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB execute sua implementação por meio de relatório anual.

II. CONSULTA ÀS PARTES INTERESSADAS

1. Com base na proposta do ISAAC e em sua percepção individual, a sustentabilidade da agroindústria paulista da cana-de-açúcar pode ser considerada:

() Inadequada;

¹⁶⁴ O ISAAC foi apresentado a diversos mestrandos, pesquisadores, especialistas e outras partes interessadas. Houve respostas por parte de apenas dois entrevistados. Essa situação não permitiu uma validação segura do índice proposto.

- Controlada;
 Adequada;
 Ótima.
2. O conceito de sustentabilidade ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar empregado nesta pesquisa (ver parte I) expressa as necessidades atuais e das futuras gerações?

SIM
 NÃO

3. Você considera importante que a CETESB passe a elaborar o relatório de sustentabilidade ambiental da agroindústria da cana-de-açúcar? Por quê?

SIM
 NÃO

4. O relatório de situação proposto por UGRHI apresenta dados ambientais, valores socioeconômicos importantes e de interesse público?

SIM
 NÃO

5. O emprego da metodologia *PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA*, da OCDE — segundo a qual os agentes econômicos e sociais exercem uma *PRESSÃO* sobre os recursos naturais, a biodiversidade, por meio da exploração do solo, do consumo da água, o que provoca uma alteração da qualidade ambiental (*ESTADO*) à qual a sociedade responde com mecanismos de gestão e gerenciamento ambiental (*RESPOSTA*) — é eficaz para se construir um índice de mensuração da sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar?

SIM
 NÃO

6. O ISAAC é capaz de, com alguma precisão, mensurar a sustentabilidade da agroindústria da cana-de-açúcar?

SIM
 NÃO

7. A ponderação dos 30 indicadores e subíndices parciais do ISAAC foi equilibrada?
- SIM
 NÃO
8. A publicação de um *ranking* de sustentabilidade, apontando as 200 usinas de açúcar e álcool em operação no Estado de São Paulo, pode contribuir para a tomada de decisão dos consumidores, acionistas, empresários, exportadores, importadores e da mídia?
- SIM
 NÃO
9. O ISAAC e o seu respectivo relatório anual poderão fomentar a competitividade da agroindústria da cana-de-açúcar?
- SIM
 NÃO
10. O mercado de bioenergia (cana, açúcar, etanol, bagaço e bioeletricidade) estabelecerá no futuro alguma conectividade entre o preço desses produtos e a respectiva sustentabilidade ambiental dos empreendimentos (usinas)?
- SIM
 NÃO
11. A opção pelo consumo de etanol, como biocombustível, é motivada, ainda que de forma tênue, pela sustentabilidade ambiental?
- SIM
 NÃO
12. Você deixaria de consumir etanol produzido por uma usina, caso relatório emitido por instituição pública apontasse que tal unidade produtora teve a sua sustentabilidade ambiental avaliada como inadequada?
- SIM
 NÃO

GLOSSÁRIO

:: A

- **Ação antrópica**

- Atividades e intervenções do homem no ambiente natural.

- **Açúcar**

(1) Grupo de carboidratos composto por substâncias de sabor adocicado, geralmente solúveis em água, como a sacarose, a glicose e a frutose. (2) Substância derivada do metabolismo vegetal e animal, encontrada em abundância nos frutos, no mel, no sangue e na urina.

- **Açúcar branco ou refinado**

Açúcar muito refinado e clarificado, em que a sacarose está presente em alto grau de pureza.

- **Açúcar cristal**

Açúcar parcialmente refinado e clarificado, em forma de pequenos cristais. Nele a sacarose está presente em menor grau de pureza que no açúcar branco.

- **Açúcar demerara**

Açúcar obtido com poucos processos de beneficiamento, apresenta coloração amarelada e formato de cristais.

- **Açúcar mascavo**

Variedade de açúcar produzido em engenho ou usinas, sem processo de clarificação e que apresenta coloração amarelo-queimada.

- **Aeróbio**

Organismo que depende de oxigênio para sua sobrevivência ou processo que pode ocorrer somente com a presença de oxigênio.

- **Agroenergia**

Termo utilizado para identificar a concepção e as ações estratégicas necessárias para o aproveitamento de produtos agrícolas e florestais na produção de energia renovável. Essas ações podem ser desenvolvidas por meio da utilização de matérias-primas como: a cana empregada na produção de álcool combustível; o bagaço, a casca de arroz e resíduos de madeira destinados à geração de energia elétrica; os óleos e as gorduras vegetais e animais para a produção de biodiesel; as florestas (plantadas ou nativas) e seus produtos e co-produtos; e outros resíduos agropecuários, como por exemplo, esterco para produção de biogás.

- **Agroindústria**

Indústria que processa ou beneficia matéria-prima oriunda da agricultura e que a comercializa como produto para consumo ou matéria-prima para outras indústrias.

- **Agroquímicos**

Denominação genérica dada aos fertilizantes e defensivos agrícolas de origem química ou petroquímica.

- **Água residuária**

Despejo ou resíduo líquido, oriundo de atividades domésticas, industriais, entre outras, com potencial para causar poluição; esgoto.

- **Água subterrânea**

(1) Água encontrada abaixo do nível hidrostático, ocupando todos os espaços vazios do solo. (2) Água contida em formações geológicas, com características de porosidade e transmissibilidade, denominadas aquíferos. É encontrada entre e intra rochas (poros, falhas, fraturas) e abaixo do lençol freático. É possível distinguir duas zonas no subsolo: a saturada e a subsaturada, que estão separadas pelo nível hidrostático. Este nível pode variar de acordo com as condições climáticas, com a topografia e com a permeabilidade das rochas.

- **Água superficial**

Águas que escoam sobre a superfície do solo, geralmente oriundas do afloramento de nascentes ou de parcela das águas pluviais que nele se infiltram formando rios, lagos, olhos d'água etc.

- **Álcool**

(1) Composto orgânico que contém hidroxila ligada diretamente a átomo de carbono saturado.

(2) Líquido incolor, volátil, com cheiro e sabor característicos, obtido por fermentação de substâncias açucaradas e amiláceas, ou mediante processos sintéticos; etanol ou álcool etílico são dois exemplos.

- **Álcool anidro**

Etanol do qual se retirou, praticamente, toda a água, e que pode ser misturado à gasolina para uso como combustível.

- **Álcool hidratado**

Líquido resultante do processo de destilação do caldo de cana fermentado. As moléculas que formam esse composto possuem grande quantidade de água, se comparadas às dos demais álcoois₂ produzidos na indústria sucroalcooleira.

- **Álcool etílico combustível**

Álcool anidro ou hidratado, usado como combustível. A ANP, considerando a necessidade de uniformização das nomenclaturas internacionalmente utilizadas para designar os biocombustíveis, estabeleceu que o álcool etílico combustível também poderá ser chamado de etanol combustível (Resolução ANP N° 09 de 1º.04.2009).

- **Anaeróbio**

Organismo que não depende de oxigênio para sua sobrevivência ou processo que pode ocorrer sem a presença de oxigênio.

- **Aquífero**

Formação geológica de rochas permeáveis, seja pela porosidade granular ou pela porosidade fissural, capaz de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. Pode ter extensão de poucos a milhares de km², e também pode apresentar espessuras de poucos a centenas de metros.

- **Aquífero confinado**

Aquífero situado entre duas camadas confinantes e contém água com pressão suficiente para elevá-la acima do seu topo ou da superfície do solo.

- **Área contaminada**

Área onde há comprovadamente poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, que provocam impactos negativos sobre a qualidade do solo, da água, do ar, com riscos à fauna, ou à flora, ou à incolumidade humana.

- **Área degradada**

Área onde há alterações negativas das propriedades físicas do solo, tais como sua estrutura ou seu grau de compactação, perda de matéria devido à erosão e alteração de características químicas em decorrência de processos como salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes.

- **Arranjo Produtivo Local**

Grupo de pessoas que exercem uma atividade ou profissão, ou de empresas que atuam no mesmo ramo de negócio em uma mesma região. Geralmente desenvolvem atividades ou negócios que se complementam e/ou apresentam elevado grau de interdependência; envolvem grande número de pessoas que se beneficiam da cultura regional e se relacionam de forma conjunta com instituições públicas e/ou privadas e com governos locais.

:: B

▪ **Bacia hidrográfica**

Área de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes.

▪ **Balanco dos Gases de Efeito Estufa**

▪ Exame das emissões de GEE, no ciclo de vida de um produto ou atividade.

▪ **Biocombustível**

Combustível derivado de bioma renovável, destinado uso em motores à combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil (Lei 9.471, de 6.08.1997).

▪ **Biodegradável**

Substância que se decompõe pela ação de seres vivos.

▪ **Biodiversidade**

Conjunto de espécies animais e vegetais viventes.

▪ **Bioeletricidade**

Energia elétrica gerada a partir de biomassa (bagaço de cana, lenha, matéria orgânica etc.).

▪ **Biomassa**

(1) Quantidade total de organismos vivos existentes em um determinado território e em um dado momento. (2) Termo utilizado para designar a massa de matéria vegetal existente nas florestas ou a matéria orgânica não fóssil de origem biológica. (3) Qualquer matéria de origem vegetal, utilizada como fonte de energia, para adubação verde ou para proteger o solo da erosão.

▪ **Biorefinaria**

Unidade industrial que, possivelmente, no futuro, converterá a biomassa em uma ampla gama de produtos (combustíveis sólidos e líquidos, adoçantes, proteínas, plásticos etc.) com baixos índices de desperdício e de emissão de gases de efeito estufa.

▪ **Biota**

Conjunto de seres vivos que ocorrem em uma determinada área.

:: C

▪ **Cadeia produtiva**

Conjunto formado por todas as ações e agentes interligados (elos) que estão relacionados à produção e à distribuição de um bem ou serviço, desde a produção da matéria-prima até a comercialização do produto final.

▪ **Capacidade instalada**

Capacidade máxima de geração de energia elétrica de uma usina, também conhecida como potência instalada, expressa em megawatts (MW).

▪ **Capacidade de troca catiônica (CTC)**

Capacidade que tem um solo de reter ou liberar nutrientes para serem absorvidos e aproveitados pelas plantas.

▪ **Carga orgânica**

Quantidade de matéria orgânica expressa em massa, por unidade de tempo, transportada ou lançada num corpo d'água, ou conduzida para um sistema de tratamento de esgoto.

▪ **Carga difusa**

Quantidade de poluentes expressa em massa, por unidade de tempo, transportada ou lançada num corpo d'água, ou conduzida para um sistema de tratamento, oriunda de uma grande quantidade de fontes espalhadas em uma vasta área de contribuição.

- **Certificação de produto orgânico**

Certificação dada por uma instituição credenciada pelos órgãos governamentais, de que um produto está isento de contaminação por produtos químicos e foi obtido por técnicas de manejo em conformidade com a legislação específica. Garantia de que o produto é resultado de manejo agrícola e/ou processamento preocupado em recuperar e manter a qualidade do meio ambiente, as funções biológicas do solo e a capacidade nutricional dos alimentos.

- **Certificação socioambiental**

Documento fornecido por instituição reconhecida, geralmente utilizado em áreas de extrativismo, que garante ao consumidor que o produto foi obtido por meio de técnica de manejo sustentável, que considera critérios econômicos, sociais e ambientais.

- **Chorume**

Líquido escuro e com alta carga poluidora, resultante da fermentação e decomposição biológica da parte orgânica do lixo e de outros resíduos sólidos.

- **Chumbo tetraetila**

Substância líquida [Pb(C₂H₅)₄], organometálica, tóxica, utilizada como aditivo anti-detonante em gasolina até ser condenada por causar poluição grave. O Brasil tornou-se o primeiro país do mundo a eliminar totalmente, em 1992, o uso desse aditivo à gasolina automotiva com o emprego do álcool anidro como aditivo (Resolução CONAMA 18 de 06.05.1986). Na gasolina de aviação, entretanto, o seu uso é permitido (Resolução ANP 05 de 03.02.2009). Outros países substituíram o chumbo tetraetila pelo MTBE, mas estão sendo obrigados, como os Estados Unidos, a substituí-lo também pelo álcool, por razões ambientais de contaminação do subsolo. A ausência de chumbo na gasolina permitiu antecipar para 1992 o uso de catalisadores nos automóveis brasileiros.

- **Chuva ácida**

Precipitação de água sob a forma de chuva, neve ou vapor, tornada ácida por resíduos gasosos provenientes, principalmente, da queima de carvão e derivados de petróleo ou de gases de núcleos industriais poluidores. As precipitações ácidas podem causar desequilíbrio ambiental quando penetram nos lagos, rios e florestas, e são capazes de destruir a vida aquática.

- **Cinza**

Resíduo mineral (inorgânico) resultante da combustão incompleta de uma matéria orgânica.

- **Ciperáceas**

Família de plantas monocotiledôneas, semelhantes às gramíneas, porém dotadas de caule de formato triangular e folhas com bainhas fechadas.

necessidade de uniformização das nomenclaturas internacionalmente utilizadas para designar os biocombustíveis

- **Commodity**

Termo usado para designar produtos de origem agrícola ou industrial que podem sofrer processamento, como café em grão, soja, algodão, açúcar, suco de laranja, celulose, aço, óleo vegetal bruto, petróleo, minério de ferro, toras de madeira etc., e que normalmente são comercializados em grandes quantidades em bolsas de mercadoria, para entrega futura.

- **Compostagem**

Técnica empregada no manejo de resíduos sólidos orgânicos, animais ou vegetais, capaz de acelerar o processo natural de fermentação e de estabilizar a matéria orgânica. Como resultado, gera um composto rico em húmus, empregado como condicionador de solos.

- **Condições edafoclimáticas**

Características definidas por meio de fatores do meio tais como o clima, o relevo, a litologia, a temperatura, a umidade do ar, a radiação, o tipo de solo, o vento, a composição atmosférica e a precipitação pluvial.

- **Conservação do solo**

Conjunto de métodos de manejo que objetiva o uso adequado do solo agrícola.

- **Contaminação**

Introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana. É um caso particular de poluição.

- **Controle ambiental**

Conjunto de ações que objetivam manter em níveis satisfatórios as condições do ambiente.

- **Cogeração**

Processo de produção combinada de calor útil e energia mecânica, geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia química disponibilizada por um ou mais combustíveis. No setor sucroenergético, o principal combustível para o processo de cogeração é o bagaço da cana-de-açúcar.

- **Crime ambiental**

Conduta ou atividade considerada lesiva ao meio ambiente.

- **Custo ambiental**

Conjunto de bens ambientais afetados negativamente em consequência de um empreendimento. O termo também é empregado para designar o valor monetário necessário à correção ou minimização dos prejuízos ambientais.

:: D

- **Dados**

Informações significativas que auxiliam a tomada de decisão, o acompanhamento, a avaliação, a comparação temporal e espacial de determinados fatores econômicos, sociais, e ambientais.

- **Déficit hídrico**

Quantidade de água que falta para satisfazer as necessidades de uma população vegetal.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20}**

Quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, em um período de cinco dias, a 20° Celsius. Os maiores aumentos de DBO num corpo de água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Pode, também, produzir sabores e odores desagradáveis, além de obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água e possibilitar a proliferação de microrganismos tóxicos e/ou patogênicos. Quanto maior a DBO, pior é a qualidade da água.

- **Demanda Química de Oxigênio – DQO**

Quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico. Os valores da DQO são maiores que os da DBO, o seu teste é realizado num prazo menor e em primeiro lugar. Os resultados desse teste servem de orientação para o da DBO. O aumento da concentração de DQO num corpo de água se deve, principalmente, a despejos de origem industrial.

- **Desenvolvimento sustentável**

Desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras. Deve significar o desenvolvimento econômico e social estável e equilibrado, considerando as fragilidades dos sistemas naturais.

:: E

▪ **Efeito estufa**

Fenômeno natural de aquecimento da superfície terrestre, formado por gases que permitem a penetração da luz do sol na sua superfície, mas bloqueiam a irradiação do calor impedindo seu retorno ao espaço, o que resulta em uma elevação da temperatura da Terra.

▪ **Efluente**

Qualquer líquido descartado após seu uso. Esse descarte de poluente pode ser feito sem nenhum tratamento, após tratamento parcial ou após ser totalmente tratado. Essa denominação é comumente utilizada para as águas servidas ou esgotos de origem doméstica e industrial. O termo também é usado para emissões atmosféricas.

▪ **Ecossistema**

Qualquer unidade funcional básica (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área. Esses organismos interagem com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produz estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes bióticas e abióticas.

▪ **Energia**

(1) Capacidade de realizar trabalho. A energia pode ter várias formas (calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química, radiante), transformáveis umas nas outras, cada uma delas é capaz de provocar fenômenos bem determinados e característicos nos sistemas físicos. Em todas as transformações de energia há completa conservação dela, o que significa que a energia não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da termodinâmica).

▪ **Entressafra**

Período compreendido entre uma safra e outra.

▪ **Escala de Ringelman**

Consiste em uma escala gráfica para avaliação colorimétrica de densidade de fumaça, constituída de seis padrões com variações uniformes de tonalidade entre o branco e o preto.

▪ **Estação de tratamento de esgotos – ETE**

Conjunto de estruturas, dispositivos, instalações, equipamentos e aparelhos de maior ou menor complexidade, usado para tratamento de esgoto e disposição final do lodo resultante.

▪ **Estudo de Impacto Ambiental – EIA**

Sigla do termo *Environment Impact Assessment*, que significa Avaliação de Impactos Ambientais.

▪ **Externalidade**

Impacto das ações de uma pessoa (ou sistema) sobre o bem-estar de outras pessoas (ou sistema) que não tomam parte da ação.

:: F

▪ **Fertirrigação**

Técnica de aplicação de fertilizantes dissolvidos em água usada na irrigação.

▪ **Forrageira**

Qualquer espécie de vegetação, natural ou plantada, que cobre uma área e é utilizada para alimentação de animais, seja ela formada por espécies de gramíneas, leguminosas ou plantas produtoras de grãos.

:: G

▪ Gases de Efeito Estufa – GEE

São os gases responsáveis pela intensificação do efeito estufa: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorcarbonos (HFC) e perfluorcarbonos (PFC). Eles absorvem a radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e radiam, por sua vez, parte da energia absorvida de volta em direção à Terra. O excesso de gases de efeito estufa desencadeia um fenômeno conhecido como aquecimento global, causador do aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra.

▪ Gestão ambiental

Conjunto de princípios, estratégias, diretrizes, ações e procedimentos para proteger a integridade dos meios físicos e bióticos, bem como a dos grupos sociais que deles dependem.

:: I

▪ ICA – Índice de Captação de Água

Vazão de água captada por uma usina [m³/h] dividida pela sua moagem [tc/h]. No ISAAC o ICA é um indicador de PRESSÃO que objetiva verificar a captação racional da água. A sua principal limitação está relacionada à inexistência de medições seguras nas usinas. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0,3 m³/tc, como o melhor valor e 6 m³/tc, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso P₁₀ = 2,0 em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ ICA_{GR} – Índice de Consumo de Agroquímicos

Quilogramas de ingrediente ativo químico demandados em um hectare de cana-de-açúcar [Kg_{ia}/ha]. O emprego do IC A_{GR}, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva verificar o uso controlado de agroquímicos. A sua principal limitação é não abranger o consumo pelos fornecedores. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0 Kg_{ia}/ha, como o melhor valor e 4 Kg_{ia}/ha, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso P₈ = 4,0 em razão do indicador representar potencial de toxicidade.

▪ ICB – Índice de Consumo de Biocombustíveis

Porcentagem do consumo total de combustíveis, nas operações agrícolas de uma usina, provenientes de fontes renováveis. O emprego do ICB, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva verificar a substituição de fontes fósseis de energia (óleo diesel). A sua característica é a de um indicador de longo prazo. Atualmente o consumo de combustível, nas usinas, é 100% diesel. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso P₃₀ = 3,0 em razão do indicador representar, a longo prazo, redução da emissão dos GEE.

▪ ICC_{UGRHI} – Índice de Colheita de Cana Crua

Área de colheita de cana crua (cc), dividida pela somatória das áreas de cana crua (cc) e cana queimada (cq) [cc ÷ (cc + cq)]. O emprego do ICC_{UGRHI}, no ISAAC, como indicador de ESTADO da UGRHI, objetiva mensurar a eliminação das queimadas. A sua principal limitação está relacionada à sobreposição de áreas de municípios pertencentes a duas ou mais UGRHI[s]. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve máxima ponderação com o Peso P₇ = 4,0 em razão do indicador representar, a curto prazo, redução dos impactos negativos das queimadas.

▪ ICCO₂ – Índice de Captura de CO₂

Porcentagem de CO₂ proveniente das dornas de fermentação, capturado para a produção de carbonatos. O emprego do ICCO₂, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva verificar o aprisionamento de gás de efeito estufa. A sua característica é a de um indicador de longo prazo. A sua principal limitação está relacionada à inexistência de aproveitamento

econômico desse gás, no Estado de São Paulo. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{25} = 3,0$ em razão do indicador representar, a longo prazo, redução da emissão de GEE.

▪ **ICOD – Índice de Consumo de Óleo Diesel**

Quantidade de óleo diesel (litros), demandada para a produção/processamento de uma tonelada de cana-de-açúcar (litros/tc). O emprego do ICOD, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva mensurar o consumo de energia fóssil. A sua principal limitação é não abranger o consumo dos fornecedores. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0 litros/tc, como o melhor valor e 5 litros/tc, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_9 = 3,0$ em razão do indicador representar, a longo prazo, redução da emissão de GEE.

▪ **ICPE – Índice de Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos**

Porcentagem das caldeiras providas de precipitadores eletrostáticos para retenção de poluentes atmosféricos. O emprego do ICPE, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva verificar o uso de tecnologia segura e de máxima eficiência para retenção dos poluentes atmosféricos. A sua característica é de um indicador de longo prazo. Atualmente, a opção pelo emprego de precipitadores é inviável economicamente. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor, 0% como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{26} = 2,0$ em razão do indicador representar, a longo prazo, redução da emissão de material particulado (MP), cujo impacto é localizado.

▪ **ICSC – Índice de Consumo de Soda Cáustica**

Quantidade de soda cáustica (a 50% de concentração) demandada para a lavagem de pisos e desobstrução de equipamentos, na moagem e no processamento industrial de uma tonelada de cana. O emprego do ICSC, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva controlar o consumo de insumo químico (Sódio), indesejável no solo. A sua principal limitação está relacionada aos custos econômicos inviáveis de produtos alternativos (Hidróxido de Potássio). Para o ISAAC, foram arbitrados: 40 g/tc, como o melhor valor e 160 g/tc como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação mínima com o Peso $P_{11} = 1,0$ em razão do indicador representar impacto negativo, porém, reversível e localizado.

▪ **ICV – Índice de Consumo de Vapor**

Quantidade de vapor demandada pela moagem e pelo processamento industrial de uma tonelada de cana. O emprego do ICV, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva mensurar o uso racional de energia. A sua principal limitação está relacionada à obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 400 Kg.v/tc como o melhor valor e 600 Kg.v/tc, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{12} = 2,0$ em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ **ICVN – Índice de Conservação de Vegetação Nativa**

Porcentagem das áreas cultivadas com cana (propriedades da usina mais as terras arrendadas) mantidas com vegetação nativa. O emprego do ICVN, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva mensurar a biodiversidade do empreendimento, que é diretamente proporcional à área de vegetação nativa. A sua principal limitação está relacionada à inexistência de inventários periódicos. O dado pode ser obtido exclusivamente junto às usinas e é de difícil checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 30%, como o melhor valor e 1,0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_{23} = 4,0$ em razão do indicador representar, a médio prazo, aumento da biodiversidade.

▪ **IFV – Índice de Fertirrigação com Vinhaça**

Porcentagem da área total de cana utilizada para fertirrigação com vinhaça. O emprego do IFV, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva verificar um balanço equilibrado da

reciclagem dos sais contidos na vinhaça. Quanto maior a área de aplicação, menores os riscos de concentração de Potássio no solo e de poluição do aquífero subterrâneo. A sua principal limitação está relacionada à obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 70%, como o melhor valor e 30%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{16} = 3,0$ em razão do indicador representar impacto negativo em extensas áreas.

▪ **IGEEE – Índice de Geração de Energia Elétrica Excedente**

Porcentagem da potência elétrica instalada destinada à geração de energia elétrica excedente, disponibilizada no SIN. O emprego do IGEEE, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva mensurar a eficiência energética e compromisso com a redução dos gases de efeito estufa. A sua principal limitação está relacionada à obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 67%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{27} = 3,0$ em razão do indicador representar, a longo prazo, redução da emissão de GEE.

▪ **IIA – Índice de Infrações Ambientais**

Número de infrações ambientais cometidas por um empreendimento sucroalcooleiro, durante a safra em estudo. O emprego do IIA, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva avaliar a conformidade do complexo (área agrícola e a industrial) com a legislação ambiental. A sua principal limitação está relacionada à subnotificação de muitas infrações e a outras consideradas improcedentes. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0, como o melhor valor e 100, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{17} = 2,0$ em razão do indicador representar impactos localizados.

▪ **IIT – Índice de Infrações do Trabalho**

Número de infrações do trabalho cometidas por um empreendimento sucroalcooleiro, durante a safra em estudo. O emprego do IIT, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva avaliar a conformidade do complexo (área agrícola e a industrial) com a legislação trabalhista. A sua principal limitação está relacionada à subnotificação de muitas infrações e a outras consideradas improcedentes. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0, como o melhor valor e 100, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{18} = 2,0$ em razão do indicador representar impactos localizados.

▪ **IITCV – Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça**

Porcentagem de tanques e canais de vinhaça impermeabilizados. O emprego do IITCV, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA objetiva verificar riscos de poluição do solo e das águas subterrâneas, causada pela vinhaça. A sua principal limitação está relacionada com a obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100, como o melhor valor e 0, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{28} = 2,0$ em razão do indicador representar impactos localizados.

▪ **IISA – Índice de Investimentos Socioambientais**

Montante de recursos financeiros, por tonelada de cana, aplicados anualmente para a melhoria socioambiental do empreendimento. O emprego do IISA, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva avaliar o investimento sustentado, de longo prazo. A sua principal limitação está relacionada à inexistência de balanços sociais padronizados. Para o ISAAC, foram arbitrados: R\$ 3/tc, como o melhor valor e R\$ 0,50/tc como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_{21} = 5,0$ em razão do indicador representar, a curto prazo, redução de diversos impactos negativos.

▪ **IMC_{UGRHI} – Índice de Moagem de Cana**

Porcentagem de cana moída processada nas usinas situadas na UGRHI, em relação ao total moído no Estado. O emprego do IMC_{UGRHI}, no ISAAC, como indicador de ESTADO,

objetiva mensurar o valor econômico da produção e a geração de postos de trabalho. Quanto maior a moagem de cana, maiores o valor econômico e a geração de postos de trabalho. Para o ISAAC, foram arbitrados: 23%, como o melhor valor e 1%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_5 = 3,0$ em razão do indicador representar, importância menor, comparativamente à cana crua e vegetação nativa.

▪ **IMCP – Índice de Moagem de Cana Própria**

Porcentagem de cana própria moída nas usinas. O emprego do IMCP, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva mensurar a verticalização da produção. A sua principal limitação está relacionada à obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0%, como melhor valor; 100% como pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{15} = 3,0$ em razão do indicador representar desconcentração da produção.

▪ **IMCQ – Índice de Moagem de Cana Queimada**

Porcentagem de cana queimada moída. O emprego do IMCQ, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva avaliar o impacto da cana queimada. Sua principal limitação está relacionada à obtenção do dado exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 0%, como o melhor valor e 90%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_{14} = 3,0$ em razão do indicador representar, a curto, redução dos impactos negativos das queimadas.

▪ **Impacto Ambiental**

Qualquer alteração das propriedades físico-químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, enfim, a qualidade dos recursos ambientais.

▪ **IMPC – Índice de emissões de Material Particulado nas Caldeiras**

Concentração média [mg/Nm^3], das emissões de material particulado havidas nas caldeiras a bagaço de cana, durante a safra. O emprego do IMPC, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva mensurar a eficiência da retenção de poluentes atmosféricos. A sua principal limitação está relacionada à obtenção de dados por meio de amostragens de chaminés custosas e à variação de valores durante a safra. A eficiência dos equipamentos de controle de poluição do ar (lavadores de gases) tende a diminuir com o avanço da safra. Para o ISAAC, foram arbitrados: $60 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, como melhor valor e $400 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, como pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{20} = 2,0$ em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ **Indicador**

Fator usado para demonstrar a ocorrência e a intensidade de alterações das características estudadas.

▪ **Índice**

Valor usado para medir um conjunto de variáveis expressas pelo indicador.

▪ **IOSC_{UGRHI} – Índice de Ocupação do Solo com Cana**

Porcentagem do solo agrícola da UGRHI, ocupada com cana-de-açúcar. O emprego do IOSC_{UGRHI}, no ISAAC, como indicador de ESTADO, objetiva mensurar a concentração de monocultura. Sua limitação está relacionada à sobreposição de áreas de municípios pertencentes a duas ou mais UGRHI[s]. Para o ISAAC, foram arbitrados: 21%, como o melhor valor e 49%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_6 = 2,0$ em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ **IPA – Índice de Produção de outros Alimentos**

Porcentagem da área de reforma de canaviais de uma usina, utilizada para o cultivo de outros alimentos (milho, amendoim etc.). O emprego do IPA, no ISAAC, como indicador de

RESPOSTA, objetiva mensurar a eficiência da rotação de culturas e a segurança alimentar. A sua característica é a de um indicador de médio prazo. A sua principal limitação é não abranger a produção de fornecedores. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_{24} = 4,0$ em razão do indicador representar, a médio prazo, segurança alimentar.

▪ **IPE_{UGRHI} – Índice Parcial de Estado**

Somatória dos subíndices: Índice de Qualidade da Água [IQA]; Índice de Qualidade do Ar [IQAR] [MP₁₀]; Índice de Vegetação Nativa [IVN_{UGRHI}]; Índice de Qualidade do Solo [IQS_{UGRHI}]; Índice de Moagem de Cana [IMC_{UGRHI}]; Índice de Colheita de Cana Crua [ICC_{UGRHI}]. Todos esses subíndices são ponderados pelos respectivos pesos (P_1 a P_7). O IPE_{UGRHI} é calculado pela seguinte fórmula: $\{(P_1) \times [IQA] + (P_2) \times [IQAR] + (P_3) \times [IVN_{UGRHI}] + (P_4) \times [IQS_{UGRHI}] + (P_5) \times [IMC_{UGRHI}] + (P_6) \times [IOSC_{UGRHI}] + (P_7) \times [ICC_{UGRHI}]\} \div \{(P_1) + (P_2) + (P_3) + (P_4) + (P_5) + (P_6) + (P_7)\}$, isto é: $\{(1) \times [IQA] + (2,0) \times [IQAR] + (4,0) \times [IVN_{UGRHI}] + (2,0) \times [IQS_{UGRHI}] + (3,0) \times [IMC_{UGRHI}] + (2,0) \times [IOSC_{UGRHI}] + (4,0) \times [ICC_{UGRHI}]\} \div \{(1) + (2,0) + (4,0) + (2,0) + (3,0) + (2,0) + (4,0)\}$

▪ **IPP – Índice Parcial de Pressão**

Somatória dos subíndices: Índice de Consumo de Agroquímicos [ICA_{GR}]; Índice de Consumo de Óleo Diesel [ICOD]; Índice de Captação de Água [ICA]; Índice de Consumo de Soda Cáustica {NaOH50%} [ICSC]; Índice de Consumo de Vapor [ICV]; Índice de Segurança Industrial [ISI]; Índice de Queimadas [IQ]; Índice de Moagem de Cana Própria [IMCP]; Índice de Fertirrigação com Vinhaça [IFV]; Índice de Infrações Ambientais [IIA]; Índice de Infrações do Trabalho [IIT]; Índice de Trabalhador(a)s Rurais Terceirizado(a)s [ITRT]; Índice de emissões de Material Particulado nas Caldeiras [IMPC]. Todos esses subíndices são ponderados pelos respectivos pesos (P_8 a P_{20}). O IPP é calculado pela seguinte fórmula: $\{(P_8) \times [ICA_{GR}] + (P_9) \times [ICOD] + (P_{10}) \times [ICA] + (P_{11}) \times [ICSC] + (P_{12}) \times [ICV] + (P_{13}) \times [ISI] + (P_{14}) \times [IMCQ] + (P_{15}) \times [IMCP] + (P_{16}) \times [IFV] + (P_{17}) \times [IIA] + (P_{18}) \times [IIT] + (P_{19}) \times [ITRT] + (P_{20}) \times [IMPC]\} \div \{(P_8) + (P_9) + (P_{10}) + (P_{11}) + (P_{12}) + (P_{13}) + (P_{14}) + (P_{15}) + (P_{16}) + (P_{17}) + (P_{18}) + (P_{19})\}$, isto é:

$\{(4) \times [ICA_{GR}] + (3) \times [ICOD] + (2) \times [ICA] + (1) \times [ICSC] + (2) \times [ICV] + (2) \times [ISI] + (5) \times [IMCQ] + (3) \times [IMCP] + (3) \times [IFV] + (2) \times [IIA] + (2) \times [IIT] + (3) \times [ITRT] + (2) \times [IMPC]\} \div \{(4) + (3) + (2) + (1) + (2) + (2) + (5) + (3) + (3) + (2) + (2) + (3) + (2)\}$

▪ **IPR – Índice Parcial de Resposta**

Somatória dos subíndices: Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada [IPCOC]; Índice de Investimentos Socioambientais [IISA]; Índice de Conservação de Vegetação Nativa [ICVN]; Índice de Produção de outros Alimentos nas áreas de reforma de canaviais [IPA]; Índice de Captura das emissões de CO₂ geradas nas dornas de fermentação [ICCO₂]; Índice de Caldeiras com Precipitadores Eletrostáticos [ICPE]; Índice de Geração de Energia Elétrica Excedente disponibilizada no SIN [IGEEE]; Índice de Impermeabilização de Tanques e Canais de Vinhaça [IITCV]; Índice de Reuso de Água captada [IRA]; Índice de Consumo de Biocombustíveis em substituição ao óleo diesel [ICB]. Todos esses subíndices são ponderados pelos respectivos pesos (P_{21} a P_{30}). O IPR é calculado pela seguinte fórmula: $\{(P_{21}) \times [IPCOC] + (P_{22}) \times [IISA] + (P_{23}) \times [ICVN] + (P_{24}) \times [IPA] + (P_{25}) \times [ICCO_2] + (P_{26}) \times [ICPE] + (P_{27}) \times [IGEEE] + (P_{28}) \times [IITCV] + (P_{29}) \times [IRA] + (P_{30}) \times [ICB]\} \div \{(P_{21}) + (P_{22}) + (P_{23}) + (P_{24}) + (P_{25}) + (P_{26}) + (P_{27}) + (P_{28}) + (P_{29}) + (P_{30})\}$, isto é: $\{(5) \times [IPCOC] + (5) \times [IISA] + (4) \times [ICVN] + (4) \times [IPA] + (3) \times [ICCO_2] + (2) \times [ICPE] + (3) \times [IGEEE] + (2) \times [IITCV] + (1) \times [IRA] + (3) \times [ICB]\} \div \{(5) + (5) + (4) + (4) + (3) + (2) + (3) + (2) + (1) + (3)\}$

▪ **IPCOC – Índice de Produção de Cana Orgânica Certificada**

Porcentagem de produção de cana certificada como orgânica. O emprego do IPCOC, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva avaliar a excelência de produção agrícola. A sua característica é a de um indicador de longo prazo. Sua principal limitação está

relacionada a existência de apenas duas usinas com produção de cana orgânica certificada, no Estado de São Paulo. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_{21} = 5,0$ em razão do indicador representar, a excelência em produção agrícola.

▪ **IQA – Índice de Qualidade da Água**

Indicador de qualidade de águas doces utilizadas para fins de abastecimento público. O IQA é obtido a partir de uma fórmula matemática que usa como parâmetros a temperatura, o pH, o oxigênio dissolvido, a demanda bioquímica de oxigênio, a quantidade de coliformes fecais, o nitrogênio, o fósforo, os resíduos totais e a turbidez, medidos na água. Sua classificação, segundo as faixas estabelecidas pela CETESB é: **ótima** – de 80 a 100; **boa** – de 52 a 79; **regular** – de 37 a 51; **ruim** – de 20 a 36; e **péssima** – de 0 a 19. Quanto maior o valor do IQA, melhor a qualidade da água. Esse indicador foi adaptado e desenvolvido pela CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970, pela *National Sanitation Foundation*, dos Estados Unidos. A avaliação desse índice é realizada pela CETESB por meio de amostragens bimestrais em 167 pontos de monitoramento distribuídos nas 22 UGRHI[s], das quais 16 tem a cana-de-açúcar como atividade econômica significativa.

O emprego do IQA, no ISAAC, como indicador de ESTADO da UGRHI, objetiva avaliar o impacto causado pela ocupação do solo pela cana e pelo uso da água pelas usinas. A sua principal limitação está relacionada à possibilidade de captar influências outras que não propriamente as causadas pela agroindústria da cana, como esgotos sanitários urbanos, poluição industrial, irrigação etc. Para o ISAAC foram arbitrados: 100, como o melhor valor e 0, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação mínima com o Peso $P_1 = 1,0$ em razão do indicador ser influenciado por diversos fatores externos à agroindústria da cana, como por exemplo, os esgotos sanitários urbanos não tratados.

▪ **IQAR – Índice de Qualidade do Ar**

O IQAR é usado para aferir, na UGRHI, a influência das queimadas, da queima de bagaço de cana nas caldeiras, da resuspensão de poeiras nas operações agrícolas e no transporte de cana, sobre a qualidade do ar. A qualidade principal do IQAR, no ISAAC, como indicador de ESTADO da UGRHI, está ligada ao impacto das queimadas e ao monitoramento contínuo pelas estações telemétricas da CETESB, localizadas em: Araçatuba, Araraquara, Bauru, Campinas, Catanduva, Jaú, Limeira, Marília, Piracicaba, Presidente Prudente, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Sorocaba. Sua principal limitação está relacionada à possibilidade de captar influências outras que não propriamente as causadas pela agroindústria da cana, como poluição veicular, queima de combustíveis pelas indústrias etc. A concentração média anual de material particulado [MP_{10}] é o parâmetro básico. A resolução CONAMA N°03/90 fixou em $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ o valor máximo para a média anual de material particulado. Para o ISAAC, foram arbitrados: $25 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, como o melhor valor e $108 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_2 = 2,0$ em razão do indicador ser influenciado por diversos fatores externos à agroindústria da cana, como por exemplo, poluição veicular, queimadas de pastagens, queima de combustíveis em outras indústrias etc.

▪ **IQS_{UGRHI} – Índice de Qualidade do Solo**

Porcentagem das áreas irrigadas com vinhaça que apresentam concentração de sais de Potássio no solo abaixo de 5% da Capacidade de Troca Catiônica – CTC. É expresso pela razão entre a somatória das áreas irrigadas que apresentam teor de sais Potássio abaixo de 5% da CTC e o total de áreas irrigadas. A Norma P4.231 da CETESB, exige das usinas a realização de caracterização da qualidade do solo nas áreas de aplicação de vinhaça. Para isso é utilizada amostragem composta, constituída de quatro subamostras, coletadas em gleba homogênea de, no máximo, 100 (cem) hectares. As subamostras devem ser coletadas uma no centro de um círculo com raio de 10 metros e as outras três ao longo do perímetro, distanciadas cerca de 120

graus uma da outra. Essa amostragem deverá estar georeferenciada com suas coordenadas. As amostras devem ser coletadas com trado, de maneira contínua, até a profundidade de 0,80 metros. O solo deverá ser colocado em recipiente limpo, específico para essa finalidade. Após a coleta das quatro subamostras, é feita a homogeneização e, por quarteamento, a retirada de uma amostra de 500 gramas, que é encaminhada para análise de solo em laboratório integrado ao Instituto Agrônomo – IAC.

São determinados nas amostras compostas, conforme descrito acima, os seguintes parâmetros: Al – alumínio trocável; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio; (SO₄) – sulfato; hidrogênio dissociável; K – potássio; Matéria orgânica; CTC – capacidade de troca catiônica; pH – potencial hidrogeniônico e V% – saturação de bases. O Plano de Aplicação de Vinhaça – PAV, juntamente às análises do solo, são apresentados anualmente às agências ambientais da CETESB. O emprego do IQS_{UGRHI}, no ISAAC, como indicador de ESTADO da UGRHI, objetiva avaliar a qualidade do solo agrícola utilizado para o plantio de cana e para a fertirrigação da vinhaça. Sua qualidade está relacionada à periodicidade anual com que as usinas monitoram o teor de sais de Potássio no solo, em milhares de hectares. Sua principal limitação está ligada à inexistência de aferição laboratorial da qualidade do solo pela CETESB. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso P₄ = 2,0 em razão do indicador representar impactos extensos, porém reversíveis.

▪ **IRA – Índice de Reuso de Água**

Porcentagem de água reusada pelas usinas. É expresso na razão da vazão de recirculação [Vr] com a soma das vazões de recirculação e a vazão de captação [Vc] de uma usina. $[(Vr) \div (Vr + Vc)]$. O emprego do IRA no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, tem como principal atributo o fato de expressar o uso racional da água. Quanto maior o reuso da água, menor a vazão de captação. A sua principal limitação está relacionada à inexistência de medição segura nas usinas. Para o ISAAC, foram arbitrados: 90%, como o melhor valor; e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação mínima com o Peso P₂₉ = 1,0 em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ **ISAAC – Índice de Sustentabilidade Ambiental da Agroindústria da Cana-de-açúcar**

Somatória dos Índices parciais de ESTADO [IPE_{UGRHI}], de PRESSÃO [IPP] e de RESPOSTA [IPR]. Todos esses três índices parciais são ponderados pelos respectivos pesos (P₃₁ a P₃₃). O ISAAC é calculado pela seguinte fórmula: $\{(P_{31}) \times [IPE_{UGRHI}] + (P_{32}) \times [IPP] + (P_{33}) \times [IPR]\} \div \{(P_{31}) + (P_{32}) + (P_{33})\}$, isto é: $\{(2) \times [IPE_{UGRHI}] + (1) \times [IPP] + (4) \times [IPR]\} \div \{(2) + (1) + (4)\}$. O índice parcial de Resposta [IPR] obteve a máxima ponderação em razão de representar a gestão ambiental do empreendimento, fator considerado essencial à sustentabilidade.

▪ **ISI – Índice de Segurança Industrial**

Porcentagem das áreas industriais das usinas, regularizadas perante as normas de prevenção e combate a incêndios. O ISI indica a porcentagem das instalações industriais que tem condições de receber o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB. O emprego do ISI, no ISAAC, como indicador de RESPOSTA, objetiva avaliar o nível de segurança das instalações industriais. A sua principal limitação está relacionada à falta de jurisdição das unidades do corpo de bombeiros sobre as áreas rurais, em que, comumente, estão instaladas as usinas. Por conseguinte, não há fiscalização dessas instalações. No Estado de São Paulo apenas cinco usinas conseguiram obter o AVCB para suas instalações e 38 possuem projetos aprovados. Para o ISAAC, foram arbitrados: 100%, como o melhor valor e 0%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso P₁₃ = 2,0 em razão do indicador representar impacto localizado.

▪ **ITRT – Índice de Trabalhador(a)s Rurais Terceirizado(a)s**

Porcentagem de trabalhador(a)s contratado(a)s por terceiros. O emprego do ITRT, no ISAAC, como indicador de PRESSÃO, objetiva avaliar a qualidade do regime de contratação

de mão-de-obra rural. A sua principal limitação está ligada à obtenção dos dados exclusivamente junto às usinas e à impossibilidade de checagem. Para o ISAAC, foram arbitrados: 5%, como o melhor valor e 95%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação média com o Peso $P_{19} = 3,0$ em razão do indicador representar respeito aos direitos do(a)s trabalhador(a)s.

▪ **IVN_{UGRHI} – Índice de Vegetação Nativa**

Porcentagem de vegetação nativa na UGRHI. O emprego do IVN_{UGRHI}, no ISAAC, como indicador de ESTADO, objetiva mensurar a biodiversidade da UGRHI em que a usina se encontra localizada. A sua característica é a de um indicador de longo prazo. Quanto maior a área de vegetação nativa, mais rica é a biodiversidade. Sua principal limitação, está relacionada com a periodicidade longa (cinco anos) com que o inventário florestal é realizado. Para o ISAAC, foram arbitrados: 20%, como o melhor valor e 2,8%, como o pior valor. O respectivo subíndice parcial obteve ponderação máxima com o Peso $P_3 = 4,0$ em razão do indicador representar potencial efetivo de biodiversidade.

:: L

▪ **Lençol freático**

Camada de água existente abaixo da superfície do solo que se forma a pequenas profundidades e que se origina da infiltração da água da chuva no.

▪ **Lençol subterrâneo**

O mesmo que água subterrânea.

▪ **Lenha**

Material lenhoso fino ou grosso, sem aproveitamento para a produção de toras devido à sua pequena dimensão ou à sua própria forma, utilizado normalmente como combustível.

▪ **Licença**

Autorização formal concedida por uma instituição ou órgão público para que se possa executar determinada atividade.

▪ **Licença ambiental**

Autorização dada pelo poder público para o uso de um recurso natural ou ambiental.

▪ **Logística**

Termo surgido no meio militar para designar o conjunto de tarefas de suporte às atividades de combate, tais como: planejamento, mobilização, estocagem, distribuição de materiais e equipamentos e suprimento às tropas. Sua incorporação ao vocabulário empresarial é recente, e seu uso tem se tornado mais intenso na medida em que avançam a adoção das técnicas de gerenciamento da produção em condições de estoque-zero (*just-in-time*) e a adoção de descentralização das atividades industriais, que se expressa em plantas produtivas especializadas. O termo logística, em sua versão empresarial, compreende as atividades de planejamento para o estabelecimento de critérios para a seleção de fornecedores em uma dada sua localização geográfica, os serviços associados às cargas, como preparo, embalagem, transporte, armazenamento e distribuição, e também o gerenciamento e a administração da execução desses serviços, sejam eles realizados diretamente ou por outras empresas prestadoras de serviços.

:: M

▪ **Manejo do solo**

Todas as operações e técnicas realizadas no solo (calagem, fertilização, correção e outros tratamentos), com o objetivo de prepará-lo para o cultivo de plantas ou para manutenção, conservação ou melhoramento de suas qualidades e características.

- **Mata ciliar**

Termo que engloba diversas formações vegetais, inclusive as estreitas faixas de florestas encontradas nas margens dos rios e nascentes.

- **Material Particulado – MP**

Material Particulado (MP), Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (MP₁₀) e Fumaça (FMC). A denominação geral de Material Particulado engloba um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. As principais fontes de emissão de particulado para a atmosfera são: veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, resuspensão de poeira do solo, entre outros. O material particulado pode também se formar na atmosfera a partir de gases, como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV_s), que são emitidos principalmente em atividades de combustão e se transformam em partículas como resultado de reações químicas no ar. O tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde, sendo que quanto menores, maiores os efeitos provocados. O particulado pode também reduzir a visibilidade na atmosfera. O material particulado pode ser classificado como:

- Partículas Totais em Suspensão (PTS): podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 50 µm. Uma parte destas partículas é inalável e pode causar problemas à saúde; outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade.
- Partículas Inaláveis (MP₁₀): podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm. Essas partículas podem ainda ser classificadas como partículas inaláveis finas (MP_{2,5}) (<2,5 µm) e partículas inaláveis grossas (2,5 a 10 µm). As partículas finas, devido ao seu tamanho diminuto, podem atingir os alvéolos pulmonares; já as grossas ficam retidas na parte superior do sistema respiratório.
- Fumaça (FMC): está associada ao material particulado suspenso na atmosfera proveniente dos processos de combustão. O método de determinação da fumaça é baseado na medida de refletância da luz que incide na poeira (coletada em um filtro), o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionado ao teor de fuligem na atmosfera.

- **Matriz energética**

Conjunto de registros, normalmente sob a forma de tabelas, que identificam e estabelecem as relações entre as atividades produtoras e consumidoras de energia, considerando as diferentes fontes de produção, sejam elas primárias ou secundárias. É um instrumento bastante utilizado para o planejamento de curto, médio e longo prazo das necessidades de energia e as fontes de onde serão obtidas.

- **Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL**

Ações que permitem a redução das emissões de gás de efeito estufa, de maneira economicamente viável. Essas ações contribuem para o desenvolvimento sustentável e apresentam a possibilidade da emissão de créditos de gases, especialmente o carbono, com o objetivo de satisfazer as próprias metas das instituições ou serem vendidos no mercado de Comércio de Emissões.

- **Metais Pesados**

Do ponto de vista químico, são metais com massa atômica superior a 22 unidades de massa atômica. Do ponto de vista ambiental são aqueles que apresentam toxicidade para a saúde humana. Incluem-se nesse grupo metais como cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel.

- **Mitigar**

Abrandar, amansar, suavizar, aliviar, diminuir, aclamar, atenuar os impactos ambientais negativos de uma atividade.

- **Monitoramento automático**

Estações fixas que coletam, de forma contínua, dados das variáveis físicoquímicas da água, ou do ar, com vistas ao controle de fontes poluidoras. Estas estações também a medem a qualidade da água ou do ar.

- **Monocultura**

Lavoura homogênea, na qual se cultiva uma única espécie de planta.

:: N

Nutrientes

Alimentos indispensáveis ao desenvolvimento de alguns organismos, como as plantas e o fitoplâncton. Essa denominação aplica-se geralmente a compostos de nitrogênio e fósforo.

:: O

- **Oxigênio Dissolvido – OD**

Quantidade de oxigênio dissolvido em água, cuja medida é expressa em miligramas de oxigênio por litro de água ou percentual de saturação. Baixas concentrações de oxigênio dissolvido geralmente indicam uma excessiva descarga de matéria orgânica com altas concentrações de DBO que, em geral, são resultantes da falta ou insuficiência de tratamento de esgotos sanitários urbanos. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Os padrões de qualidade fixam em 5 mg/Litro o valor mínimo para águas de classe 2 no Estado de São Paulo.

- **Padrão de Qualidade da Água**

Definido legalmente como os limites máximos de concentração que cada substância deve respeitar, após sua diluição no corpo d'água receptor. Esses padrões dependem da classificação das Águas Interiores, que é estabelecida segundo seus usos preponderantes, por legislação específica, variando da Classe Especial, a mais nobre, até a Classe 4, menos nobre. Os padrões de qualidade para cada substância, em função da classe, estão estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005.

- **Padrão de Qualidade do Ar – PQAR**

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera, de modo a garantir a proteção à saúde e ao meio ambiente. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Os padrões nacionais foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA e aprovados pelo CONAMA por meio da Resolução N° 03/90. São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: os primários e os secundários. São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Eles podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo. O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do

ar, que deve ser aplicada às áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas etc.). Não se aplicam, ao menos a curto prazo, a áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA n.º 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III, conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que, enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os padrões aplicáveis serão os primários. Os parâmetros regulamentados são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. Os padrões nacionais de qualidade do ar são apresentados na tabela a seguir:

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de medição
Partículas Totais em Suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
Partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
Fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ¹	320	190	quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
Monóxido de Carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
	8 horas ¹	35 ppm	35 ppm	
		10.000	10.000	
Ozônio	1 hora ¹	9 ppm	9 ppm	quimiluminescência
		160	160	

1- Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. 2- Média geométrica anual. 3 - Média aritmética anual.

A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes. A Legislação Estadual (Decreto 8468 de 08/09/76) também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não têm padrões e critérios estabelecidos na Legislação Estadual. Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio para ozônio. Neste caso a Legislação Estadual é mais rigorosa para o nível de atenção (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Além dos poluentes para os quais foram estabelecidos Padrões de Qualidade do Ar, a CETESB monitora outros parâmetros, como por exemplo, os Compostos de Enxofre Reduzido Total (ERT).

▪ Parâmetro

Variável para a qual se fixa ou se atribui um valor e por seu intermédio se definem outros valores ou outras funções num dado sistema ou caso.

- **Política ambiental**

Conjunto de declarações de intenções e princípios do governo, ou de uma organização, em relação ao seu desempenho ambiental global, que estabelece uma estrutura para ação e define a utilização dos recursos ambientais e naturais.

- **Poluição**

Degradação da qualidade do ambiente resultante de atividades que, direta ou indiretamente, afetem desfavoravelmente o meio ambiente.

- **Potássio (K)**

Macronutriente essencial como elemento ativador de numerosos processos enzimáticos, porém, não forma nenhum composto orgânico. Participa ativamente na síntese e transporte de açúcares, e é fundamental nas culturas produtoras de amido e na cana-de-açúcar. É o segundo nutriente mais absorvido pelas plantas; ajuda a formação de açúcares e proteínas e controla a absorção e perda de água pela planta, aumentando a resistência das mesmas a pragas e doenças. A ausência ou deficiência de potássio pode causar manchas brancas ou amareladas nas folhas e caules finos e fracos.

- **Princípio ativo**

Elemento ou substância que tem força de atuação muito forte e intensa para curar uma enfermidade.

- **Produto Interno Bruto – PIB**

Total de bens e serviços produzidos no país, durante o ano, descontadas as despesas com os insumos utilizados no processo de produção. É a medida do total do valor adicionado bruto, produzido por todas as atividades econômicas.

- **Protocolo de Kyoto**

Tratado internacional assinado em Kioto, no Japão, em 1997, com compromissos para a redução da emissão dos gases que intensificam o efeito estufa, considerados como a causa antropogênica do aquecimento global.

:: Q

Qualidade das águas

Definida em função das características químicas, físicas e biológicas da água e de seu uso. As fontes que determinam a qualidade das águas têm origem nos efluentes domésticos e industriais, bem como na carga difusa de origem urbana e agrícola. A avaliação da qualidade das águas interiores, feita pela CETESB, está estruturada por UGRHI e por três usos preponderantes, quais sejam: abastecimento público, proteção da vida aquática e balneabilidade. Para essa avaliação, a CETESB faz uso de 50 variáveis físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e ecotoxicológicas.

Queimada

Emprego do fogo para eliminação de matos, palhas, árvores ou de culturas, com a finalidade de colheita ou limpeza do solo para uma nova atividade.

:: R

- **Recurso ambiental**

Compreende a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

- **Recurso hídrico**

Águas da superfície e subterrâneas disponíveis para qualquer uso, em uma determinada região.

- **Recurso não-renovável**

Recursos que podem ser utilizados, porém, não podem ser recolocados na natureza por geração espontânea ou atividade humana. São exemplos de recursos não-renováveis: os recursos minerais, como o petróleo, carvão e o urânio, dentre outros.

- **Recurso natural**

Compreende tudo que se encontra na natureza (no solo, subsolo, água e ar) e que pode ser utilizado como alimento, energia ou matéria-prima para diversos fins.

- **Recurso reciclável**

Recursos que, após serem utilizados podem ser reutilizados com a mesma finalidade ou transformados em outros produtos ou bens que atendam necessidades diversas.

- **Recurso renovável**

Recursos que podem ser utilizados e recolocados na natureza por geração espontânea ou atividade humana (plantas e animais), ou aqueles que já existem à disposição sem que necessitem ser recolocados (luz, calor, água, ventos).

- **Rede de monitoramento**

Conjunto de pontos de coleta de água e de sedimento com vistas a avaliar, numa determinada frequência, a qualidade das águas interiores dos rios e reservatórios de uma região. Dentre as suas inúmeras vantagens, a existência dessa rede permite identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas, como a construção de estações de tratamento de esgotos ou adequação dos lançamentos industriais, elaborar diagnóstico das águas usadas para abastecimento público e subsidiar a elaboração e atualização de Planos de Bacia e relatórios de situação dos recursos hídricos.

- **Rede básica de monitoramento**

Avalia as variáveis químicas, físicas e biológicas, fornecendo uma visão global da condição dos corpos hídricos do Estado.

- **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**

Documento exigido para fins de licenciamento das atividades modificadoras do ambiente, que apresenta os resultados dos estudos técnicos e científicos de avaliação do impacto que a atividade ou o empreendimento irá causar ao meio ambiente.

- **Remanescentes**

Fragmentos da cobertura vegetal original de uma região, que ainda permanecem em meio a áreas com vegetação alterada pela ação humana.

- **Reserva legal**

Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, onde não é permitido o corte raso da vegetação ou a alteração de suas características originais. Nesta área, são permitidos somente o uso sustentável dos recursos naturais, a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, a conservação da biodiversidade e o abrigo e proteção da fauna e flora nativas. Esta área deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, sendo vedada a alteração de sua destinação nos casos de transmissão, a qualquer título, ou em caso de desmembramento.

- **Reserva legal (mecanismo de compensação)**

Alternativa que tem um produtor rural, de compensar a ausência, em sua propriedade, da área de preservação determinada pela legislação. Esta área poderá ser em outra região, fora de sua propriedade, desde que seja equivalente em extensão e relevância ecológica à área legalmente estabelecida, e esteja situada na mesma bacia hidrográfica.

- **Resíduo de agrotóxico**

Substância ou mistura de substâncias remanescentes ou existentes em alimentos ou no meio ambiente, decorrente do uso de agrotóxicos e afins. Também são considerados resíduos de agrotóxicos qualquer derivado específico compreendidos como toxicológicos ou ambientalmente importantes.

- **Restauração**

Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada, em situação a mais próxima possível da sua condição original.

:: S

- **Saneamento básico**

Conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

- **Sistema Interligado Nacional – SIN**

Conjunto da rede básica e demais instalações de transmissão que interligam as unidades de geração e distribuição nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, do sistema elétrico brasileiro.

- **Stakeholders (partes interessadas)**

Organizações ou indivíduos que podem ser significativamente afetados pelas atividades produtivas e/ou serviços prestados por um empreendimento.

- **Sucroalcooleira**

Atividade que se destina à produção de açúcar e álcool.

:: T

- **Temperatura**

Um dos parâmetros utilizados para calcular o IQA. Corpos d'água naturais apresentam variações de temperatura diurnas e sazonais, bem como estratificação vertical, sendo que a temperatura superficial é influenciada por fatores como; latitude, altitude, estação do ano, taxa de fluxo e profundidade. No entanto, a elevação da temperatura de um corpo d'água é geralmente provocada por despejos industriais, como, por exemplo, usinas sucroalcooleiras e termoelétricas. A temperatura desempenha um papel fundamental de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, que faz com que alterações na temperatura da água, oriundas da ação antrópica, possam causar danos aos peixes e a outras formas vida aquática.

- **Torta de filtro**

Produto orgânico resultante da clarificação do caldo de cana processado nas usinas de açúcar e álcool. Pode conter metais, como alumínio, ferro e cobre. É submetido à compostagem, com posterior destinação final às lavouras de cana, como complemento de adubação nitrogenada.

- **Tratamento do esgoto sanitário**

Combinação de processos físicos, químicos e biológicos, com vistas a reduzir a carga orgânica oriunda do esgoto sanitário, antes de seu lançamento em corpos d'água (como filtro biológico; lodo ativado; reator anaeróbio; valo de oxidação; lagoa anaeróbia; lagoa aeróbia; lagoa aerada; lagoa facultativa; lagoa mista; lagoa de maturação; tanque séptico etc.).

- **Turbidez**

Medida da transparência da água de rios, lagos, represas, açudes e outros corpos hídricos superficiais. Quanto maior a turbidez, maior a quantidade de sólidos em suspensão transportados pela água. Alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação submersa e de algas, podendo influir na produtividade de peixes e causar danos às comunidades aquáticas.

- **Toxicidade**

Capacidade de uma toxina ou substância tóxica causar dano a um organismo.

- **Toxicidade aguda**

Dano biológico severo ou morte produzida por um agente tóxico.

:: U

- **Unidade de Conservação – UC**

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes. Essas unidades são legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, mantidas sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

- **Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI**

Divisão administrativa definida por legislação estadual, que é adotada para o gerenciamento das bacias hidrográficas. No Estado de São Paulo há 22 UGRHI[s].

- **Uso sustentável**

Categoria de unidade de conservação que permite a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos. O uso sustentável mantém a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

:: V

- **Variável ambiental**

Quantidade ou atributo medido para verificar as características físicas, químicas ou biológicas de um ambiente.

- **Vazão**

Volume de água escoado, na unidade de tempo, em uma determinada seção.

- **Veículos flex**

Veículo equipado com um motor de combustão interna do Ciclo Otto (ignição por centelha) que tem a capacidade de operar com gasolina, etanol ou qualquer mistura desses combustíveis. No Brasil, a produção de veículos flex iniciou-se em maio de 2003, e suas vendas já representam mais de 90% do total de veículos do ciclo-otto licenciados no país.

- **Vinhaça**

Resíduo industrial líquido, gerado na destilação do vinho, resultante da fermentação do caldo de cana-de-açúcar. Conhecida também como, vinhoto, tiborna, garapão ou caldas.

:: Z

- **Zona de autodepuração**

Regiões caracterizadas por diferentes graus de autodepuração do curso d'água, subdivididas em: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas.

- **Zoneamento agroecológico**

Ordenamento, sob forma de mapas, das informações relativas ao tipo de vegetação, à geologia, ao solo, ao clima, aos recursos hídricos e climáticos, às áreas de preservação de uma determinada região.

Fontes consultadas: elaboração própria; glossário ecológico da CETESB; glossário da UNICA; glossário do CEPEA; glossário de sustentabilidade do Portal Exame; glossário da EMBRAPA – monitoramento por satélite; glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, 3ª Edição revista e atualizada, Rio de Janeiro, 2006.