

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO  
MOGI-GUAÇU SUPERIOR.**

**LUIZ EDUARDO MOSCHINI**

**SÃO CARLOS - SP**

**2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO  
MOGI-GUAÇU SUPERIOR.**

**LUIZ EDUARDO MOSCHINI**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas) na Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais

**SÃO CARLOS - SP**

**2008**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M895za

Moschini, Luiz Eduardo.

Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do médio Mogi-Guaçu superior / Luiz Eduardo Moschini. -- São Carlos : UFSCar, 2008.

132 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Ecologia. 2. Sistemas de Informações Geográficas. 3. Planície de inundação. 4. Gestão ambiental. 5. Bacias hidrográficas. I. Título.

CDD: 574.5 (20<sup>a</sup>)

**Luiz Eduardo Moschini**

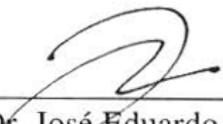
**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO  
MOGI-GUAÇU SUPERIOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

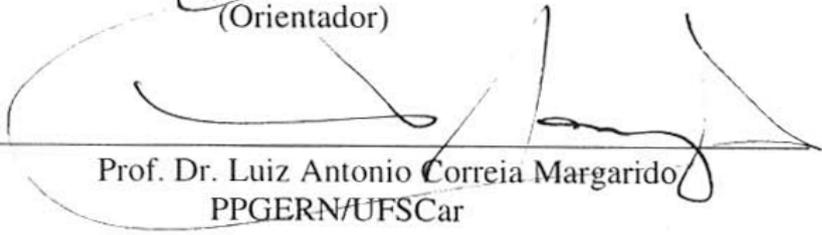
**Aprovada** em 01 de outubro de 2008

**BANCA EXAMINADORA**

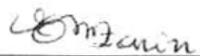
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
(Orientador)

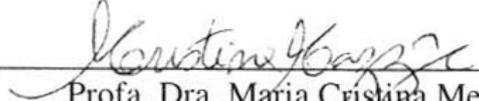
1º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Antonio Correia Margarido  
PPGERN/UFSCar

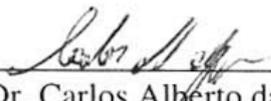
2º Examinador

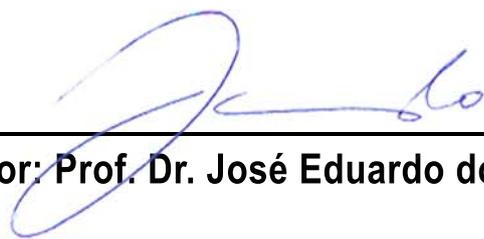
  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin  
URI/Erechim-RS

3º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza  
EMBRAPA/Irati-PR

4º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza  
EMBRAPA/Irati-PR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. E. Santos', is positioned above a horizontal line.

---

**Orientador: Prof. Dr. José Eduardo dos Santos**

## **Dedicatória**

Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre, umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos, ideais e sonhos e outras ainda porque nos desafiam a construí-los.

Quando nos damos conta, já é tarde para lhes agradecer.

Dedico este trabalho:

A Minha mãe, Ida Luiza Gradim Moschini e a minha família, pelo apoio incondicional, carinho e compreensão em todos esses anos.

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, a pessoa mais importante em minha vida, que acreditou, incentivou e batalhou pelo que sou hoje, ao amigo e figura de pai que não tive. Ao meu orientador o meu muito obrigado.

A minha namorada Roseli Machado dos Santos, por estar sempre ao meu lado me apoiando, incentivando e me ajudando incondicionalmente mesmo nas minhas ausências, obrigado por esse amor, carinho e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, por ter acreditado e me proporcionado à oportunidade de desenvolver esse trabalho, além do seu empenho na orientação nos conselhos, por sua amizade, confiança, estímulo e acima de tudo pela paciência nestes longos anos de amizade de trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade, infra-estrutura e pelo apoio;

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Luiz Antônio Correia Margarido, Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin, Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza e Profa. Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza pelas valiosas contribuições, pela amizade e convivência;

Ao Fundo Setorial CT-Hidro do CNPq, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho Proc. Nº . 142502/2004-9;

Ao corpo administrativo do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, (João Augusto da Silva Affonso, Roseli Aparecida Gonçalves, Maria Elizabeth Guimarães Moreira, Maria Madalena Marçal Furlan e Maria das Graças Pereira Paravani);

Aos funcionários do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (Anna Lúcia de S. F. Sentanin, Eliana Elena Staffa e Leonice Marcellino Pereira);

Aos amigos inesquecíveis que colaboraram imensamente para a realização deste trabalho, mas infelizmente, não se encontram mais em nosso convívio, *in memoriam* de Benedito Antonio Basseti (Ditão) e Horácio Gomes;

Ao amigo e técnico Luiz Aparecido Joaquim (Luizinho) e Osmar de Almeida pelo árduo e eficiente trabalho de campo sempre com muita alegria e destreza;

Aos amigos e colegas do LAPA pela convivência harmoniosa e pelo auxílio mútuo; a todos aqueles que desenvolveram trabalhos e aqueles que já passaram pelo laboratório ao longo dos anos

Ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, em especial aos Professores Irineu Bianchini Junior, José Salatiel Rodrigues Pires, José Roberto Verani, Alberto Carvalho Peret e Marcel O. Tanaka;

Aos funcionários e amigos do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos;

Minha família pelo carinho, pelo estímulo e pela confiança. A minha mãe Ida, aos meus irmãos (Maristela, Marilene, Paulo e Marisa) aos meus cunhados (Vilma e Valdir) e meus sobrinhos (Bruno e Pamela); todos os meus tios e tias e em especial a minha tia Terezinha;

A minha namorada Roseli Machado dos Santos pelo companheirismo, compreensão, incentivo, ajuda na realização deste trabalho e pelo enorme sentimento de carinho, amizade e amor.

A família Machado pela amizade e pelo carinho (José Francisco, Maria Roseana, Raquel, Agenor, Robson e Rafaela);

A Adriana Paese por disponibilizar parte das informações referentes à Hidrografia e Altimetria.

A Maria Laura do Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos por disponibilizar os dados referentes ao Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo.

Aos meus amigos pessoais pelo incentivo e apoio (Antonio Carlos, Matilde, Alex, Cleber, Fabiana, Diogo, Raquel, Nelson, Simone, Érika, Luizinho, Osmar, Patrícia, Jane, Assis, Rosinéia (Rosi), Marcela e Luciana);

Aos funcionários da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (Gina, Helenilde, Sérgio, Edson e Maria Teresa) pela amizade;

A todos que de alguma forma me auxiliaram e que fazem parte de minha vida meus sinceros agradecimentos.

# SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
	2.1. Objetivo Geral .....	9
	2.2. Objetivos Específicos .....	9
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
	3.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu.....	10
	3.2. Área de estudo.....	11
	3.3. Municípios limítrofes da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	12
	3.4. Histórico da Região.....	13
	3.4.1. Setor Agropecuário .....	18
	3.4.2. Setor Sucroalcooleiro .....	18
	3.4.3. Setor cítrico .....	19
	3.4.4. Setor de papel, celulose e reflorestamento.....	20
	3.4.5. Setor Industrial.....	21
	3.4.6. Produtos minerais não metálicos.....	23
	3.4.7. O mercado de areia .....	23
	3.4.8. O mercado de argila .....	23
	3.5. Clima .....	23
	3.6. Procedimentos metodológicos .....	24
	3.6.1. Caracterização e aquisição dos dados da área de estudo .....	26
	3.6.2. Malha Viária .....	27
	3.6.3. Pedologia.....	27
	3.6.4. Geologia.....	27
	3.6.5. Geomorfologia .....	27
	3.6.6. Hipsometria .....	28
	3.6.7. Hidrografia .....	28
	3.6.8. Uso e ocupação da terra.....	28
	3.6.9. Dinâmica do uso e ocupação da terra .....	29
	3.6.10.Índice de urbanidade (IB).....	29
	3.6.11.Uso e ocupação atual da terra .....	31
	3.6.12.Índice de Qualidade Ambiental do recurso hídrico (IQA-Hidro) .....	31
	3.6.13.Áreas de vegetação natural.....	32
	3.6.14.Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	32
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
	4.1. Aspectos político-administrativos.....	35
	4.2. Dinâmica Populacional. ....	36
	4.3. Aspectos Econômicos .....	36

<b>4.4. Aspectos sociais</b> .....	<b>39</b>
<b>4.5. Caracterização Ambiental</b> .....	<b>41</b>
4.5.1. Malha Viária. ....	41
4.5.2. Pedologia.....	42
4.5.3. Geologia. ....	44
4.5.4. Geomorfologia. ....	47
4.5.5. Hipsometria. ....	50
4.5.6. Hidrografia.....	51
<b>4.6. Dinâmica do uso e ocupação da terra</b> .....	<b>54</b>
4.6.1. Índice de urbanidade (IB).....	57
<b>4.7. Usos e Ocupação da Terra</b> .....	<b>59</b>
<b>4.8. Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior</b> .....	<b>90</b>
4.8.1. Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	97
<b>4.9. A Sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior</b> .....	<b>102</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>106</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>109</b>
APÊNDICE I.....	115
APÊNDICE II.....	129

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b>	Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP), e dos municípios que compreendem a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	11
<b>Figura 2:</b>	Curva funcional que expressa a relação das ações antrópicas (Urbanidade) com relação à vegetação natural e aos corpos d'água (Naturalidade).....	30
<b>Figura 3:</b>	Curva funcional que expressa à relação entre suscetibilidade dos recursos hídricos da bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (IQA – HIDRO) com relação a distância das fontes de impactos resultantes das áreas urbanas, industriais e mineração. ....	32
<b>Figura 4:</b>	Localização da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e municípios que integram a sua área, São Paulo - Brasil.....	34
<b>Figura 5:</b>	Localização das unidades de gerenciamento regional de recursos hídricos e dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo, Brasil.....	35
<b>Figura 6:</b>	Dinâmica da densidade demográfica para os anos de 1984 a 2007 dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil. ....	37
<b>Figura 7:</b>	Participação dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior no PIB per capita nacional – 2005, São Paulo - Brasil.....	38
<b>Figura 8:</b>	Informações básicas sobre o sistema de tratamento de esgotos para os municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil. ....	40
<b>Figura 9:</b>	Malha Viária da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	41
<b>Figura 10:</b>	Carta temática de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	43
<b>Figura 11:</b>	Unidades litoestratigráficas que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	45
<b>Figura 12:</b>	Províncias Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	48
<b>Figura 13:</b>	Formas de relevo sobreposto a hidrografia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	49
<b>Figura 14:</b>	Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	50

<b>Figura 15:</b>	Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil. ....	51
<b>Figura 16:</b>	Vazão média mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma vazão de 380 m <sup>3</sup> /s; I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de 752 m <sup>3</sup> /s. (Fonte: SIGRH, 2007).....	52
<b>Figura 17:</b>	Vazão máxima mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma vazão de 380 m <sup>3</sup> /s. I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de 752 m <sup>3</sup> /s. (Fonte: SIGRH, 2007).....	53
<b>Figura 18:</b>	Vazão mínima mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma descarga de 380 m <sup>3</sup> /s. I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de 752 m <sup>3</sup> /s. (Fonte: SIGRH, 2007).....	54
<b>Figura 19:</b>	Dinâmica do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007, São Paulo - Brasil.....	55
<b>Figura 20:</b>	Classes de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007. Valores quantificados em hectares (ha).....	57
<b>Figura 21:</b>	Índice de Urbanidade da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007. A legenda da figura representa o grau máximo de naturalidade (IB = 0) e grau mínimo de naturalidade (IB = 1) situação essa correspondente à predominância na área de sistemas alterados pelo homem. ....	59
<b>Figura 22:</b>	Uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para um nível hierárquico secundário de classificação, para o ano de 2007, São Paulo - Brasil.....	60
<b>Figura 23:</b>	Índice de Qualidade Ambiental para os recursos hídricos (IQA-HIDRO) em relação aos impactos resultantes das atividades humanas (área urbana, indústrias e mineração) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A legenda da direita da figura representa o grau máximo de qualidade (IQA = 0) condição em que a distância das fontes impactantes até o rio mais próximo for maior do que 3500 m. O grau mínimo de qualidade (IQA = 1) corresponde à condição em que a distância das fontes impactantes até o rio se aproxima de zero.....	65
<b>Figura 24:</b>	Classes de tamanho de áreas de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, em 2007, São Paulo - Brasil. ....	67
<b>Figura 25:</b>	Classes de tamanhos de áreas de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. Valores expressos em hectares e número de fragmentos, em 2007. ....	68

<b>Figura 26:</b> Representação espacial dos fragmentos de diferentes tipos fitofisionômicos de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.....	69
<b>Figura 27:</b> Remanescentes de vegetação natural associados às Unidades de Conservação e a Área de Preservação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	70
<b>Figura 28:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Américo Brasiliense, SP (2007). .....	72
<b>Figura 29:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Araraquara, SP (2007). .....	73
<b>Figura 30:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Cravinhos, SP (2007). .....	74
<b>Figura 31:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Descalvado, SP (2007). .....	75
<b>Figura 32:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Guataporá, SP (2007). .....	76
<b>Figura 33:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Ibaté, SP (2007). .....	77
<b>Figura 34:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Luis Antônio, SP (2007). .....	78
<b>Figura 35:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Porto Ferreira, SP (2007). .....	79
<b>Figura 36:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Rincão, SP (2007). .....	80
<b>Figura 37:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Santa Lúcia, SP (2007). .....	81
<b>Figura 38:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Santa Rita do Passa Quatro, SP (2007). .....	82
<b>Figura 39:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de São Carlos, SP (2007). .....	83
<b>Figura 40:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de São Simão, SP (2007).....	84
<b>Figura 41:</b> Tipos de uso e ocupação da terra do município de Tambaú, SP (2007). .....	85
<b>Figura 42:</b> Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Lei nº 7.803 de 18 de julho de 198 para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil. ....	89
<b>Figura 43:</b> Proposta conceitual de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil. ....	91
<b>Figura 44:</b> Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	98

<b>Figura 45:</b>	Pesqueiros localizados nas margens do Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	99
<b>Figura 46:</b>	Atividades agrosilvipastoris localizadas às margens do Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. ....	99
<b>Figura 47:</b>	Areeiros e dragas localizadas ao longo Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	100
<b>Figura 48:</b>	Estação de Captação e água e tratamento de resíduos sólidos da indústria de papel e celulose localizada à margem do Rio Mogi-Guaçu no município de Luis Antônio, na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	100
<b>Figura 49:</b>	Usinas de açúcar e álcool localizadas a margem do Rio Mogi-Guaçu no município de Santa Rita do Passa Quatro na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	101
<b>Figura 50:</b>	Procedimento metodológico para a valoração sócio-econômica total das funções ambientais da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior. AE: Valoração sócio-econômica. IS: Indicadores de Sustentabilidade. ....	103
<b>Figura 51:</b>	Indicadores da sustentabilidade ecológica considerados para avaliar o nível de uso sustentado Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior.....	104
<b>Figura 52:</b>	Condições da sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior. FI: Funções de Informação; FR: Funções de Regulação; FP: Funções de Produção; FS: Funções de Suporte. ....	105

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e a interface com outras bacias hidrográficas. ....	12
<b>Tabela 2:</b> Descrição geológica da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (Org.: MOSCHINI, L.E. 2008).....	47
<b>Tabela 3:</b> Classes de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de (1984, 1990, 2000 e 2007). Valores quantificados em hectares (ha) e porcentagem (%) (Org.:MOSCHINI, L.E. 2008).....	56
<b>Tabela 4:</b> Uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, em um nível hierárquico secundário de classificação, para o ano de 2007. Valores em: metros “m”, quilômetros “km”, hectares “ha” e porcentagem “%” (Org.: Moschini, L.E. 2008). ....	61
<b>Tabela 5:</b> Classes de uso e ocupação da terra dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para o ano de 2007. Valores de área quantificados em hectares (ha), dados populacionais por município em 2007, PIB <i>per capita</i> e municípios que apresenta estação de tratamento de esgoto valor em porcentagem (%) Org.: MOSCHINI, L.E. 2008. ....	88
<b>Tabela 6:</b> Valores das áreas (ha e %) das Zonas definidas na proposta do Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	90
<b>Tabela 7:</b> Síntese do Zoneamento Ambiental e diretrizes preliminares de manejo para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.....	96

## RESUMO

O gerenciamento integrado para o manejo sustentado dos ecossistemas tornou-se uma ferramenta indispensável para a conservação e a utilização dos recursos naturais e a sobrevivência da espécie humana. A bacia hidrográfica como unidade da paisagem apresenta, de modo geral, um arranjo espacial de diferentes tipos de ecossistemas naturais e de usos diferenciados da terra que podem constituir em riscos ou ameaças à integridade e à sustentabilidade ecológica da mesma. A dinâmica da paisagem de uma bacia hidrográfica relacionada ao conhecimento das modificações dos usos da terra e de suas relações com os fatores físicos, biológicos, sócio-econômicos e políticos, representa uma condição essencial na definição de estratégias viáveis para o planejamento ambiental. Este trabalho pretende a proposição do Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior na perspectiva diagnosticar as condições de ocupação e uso da terra diante das ações desenvolvimentistas locais, ao longo do tempo, proporcionando subsídios para o seu manejo e planejamento ambiental na perspectiva da sustentabilidade ecológica. A caracterização e análise da estrutura da paisagem da bacia hidrográfica e dos municípios que a integram, bem como a proposta conceitual de zoneamento ambiental foram elaboradas com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIGs), de modo a organizar uma base de dados digitais georreferenciados que possibilitem o gerenciamento e análise dos dados integrados, Para a classificação e identificação dos usos e ocupação da terra foram utilizadas imagens LandSat 5-TM bandas (3,4 e 5), datadas de julho de 1984, agosto de 1990, junho de 2000 e agosto de 2007; de cartas planialtimétricas do IBGE (escala 1:50.000); mapas de geologia e de solo, além de dados sócio-econômicos. Foram elaboradas cartas temáticas relacionadas aos seguintes elementos estruturais da paisagem: malha viária, pedologia, hipsometria, hidrografia, cobertura do solo e uso e ocupação da terra, índice de Urbanidade, Índice de Qualidade Ambiental relacionada ao recurso hídrico e área de preservação permanente conceitual, com base nos SIGs (Idrisi V.15 e MapInfo8.5). Com a classificação das imagens LandSat, foi possível obter a dinâmica de usos da terra em um período de 23 anos (1984 a 2007), bem como identificar a condição de uso e ocupação da terra para o ano de 2007 da bacia hidrográfica. Os resultados demonstram que a paisagem local esta perdendo a naturalidade em função dos processos de agricultura e de urbanização. Os fragmentos remanescentes de vegetação natural, associados aos diferentes tipos de cobertura vegetal, evidenciam um cenário de uma paisagem bastante fragmentada em virtude da expansão agrícola e da pressão desenvolvimentista regional. Estes resultados permitiram a elaboração de uma proposta conceitual de Zoneamento Ambiental para a bacia hidrográfica. Foram propostas 08 Zonas (de Amortecimento, de Cinturão Meândrico, de Manejo Florestal, Ripária, de Servidão, de Vida Silvestre, de Uso Intensivo e de Uso Urbano), envolvendo as áreas especiais de interesse para conservação, bem como estabelecidas estratégias de manejo e conservação para a planície de inundação do médio rio Mogi-Guaçu superior. Os resultados evidenciam a necessidade de um manejo adequado das áreas atualmente produtivas, assim como a acuidade do manejo no processo de expansão agrícola e industrial. Evidenciam ainda a necessidade de se promover diálogos e ações capazes de estabelecer um balanço entre a capacidade suporte dos sistemas naturais em detrimento à manutenção da cadeia de produção global de bens na perspectiva de atender a sustentabilidade ecológica da bacia hidrográfica.

### **Palavras-chave:**

Ecologia; Sistemas de Informações Geográficas; Planície de Inundação; Planejamento Ambiental; Solo – uso.

## ABSTRACT

The sustainable management of the ecosystems became an indispensable tool for the conservation and use of the natural resources and for the human well-being. The watershed river as a landscape unit presents a space arrangement of different types of natural ecosystems and of differentiated land uses that can result in risks or threats to the integrity and the ecological sustainability of the environmental systems. The landscape dynamics of a watershed river is related to the knowledge of the modifications of the land uses and of their relationships with physical, biological, socioeconomic and political factors, and represents also an essential condition in the strategies definition for the environmental planning. This work intends the Environmental Zoning of Medium Mogi-Guaçu River Watershed proposition in the perspective to a environmental diagnose occupation conditions due to the local development actions, along the time, providing subsidies for the environmental mangement and planning in the perspective of the ecological sustainability. The characterization and analysis of the watershed landscape structure and of the municipal districts that integrate the landscape unit, as well as the conceptual proposal of environmental zoning was elaborated using a System of Geographical Information (SIGs), in way to organize a georeferenced database that make possible the administration and analysis of the integrated data. For the classification and identification of the land uses and occupation were used LandSat 5-TM bands (3,4 and 5) images, dated of July of 1984, August of 1990, June of 2000 and August of 2007; planialtimetric maps (1:50.000); geology and soil maps, besides sócio-economic data. Thematic letters related to the following landscape structural elements were elaborated: Road net, pedology, hipsometriy, hydrography, land cover and land use and occupation, Index of Urbanity, Index of Environmental Quality and a conceptual Permanent Preservation Area, with base in GIS (Idrisi V.15 and MapInfo8.5). With the LandSat images classification was possible to obtain the land use dynamics in a period of 23 years (1984 to 2007), as well as identified the watershed land use condition and occupation for 2007. The results demonstrate that local landscape was losing the naturalness in function of agriculture and urbanization processes. The remaining fragments of natural vegetation related to different types of land cover, evidence a landscape scenery quite fragmented because of agricultural expansion and of the development regional. These results allowed the elaboration of a Environmental Zoning conceptual proposal for the watershed. Were proposed eight Zones involving special areas of interest for conservation, as well as management and conservation strategies for the flood plain of the medium Mogi-Guaçu river. The results evidence the need of an appropriate management of the productive current areas, as well as the management of agricultural and industrial expansion. They still evidence the need to promote dialogues and actions capable to establish a swinging among the support capacity of the natural systems in detriment to the maintenance of the global production of goods in the perspective of the watershed ecological sustainability.

### **Key-words:**

Ecology; Geographical Information Systems; Plain of Flood; Environmental planning; Land use.

## 1. INTRODUÇÃO

Na década 50, do século passado, foi implementado no Brasil um modelo de crescimento econômico vinculado à industrialização rápida e irrestrita, não levando em consideração os desequilíbrios de ordem sócio-econômicas ou ambientais.

As regiões sul e sudeste do país foram diretamente atingidas por este modelo e, conseqüentemente, após o período de 1960 a 1970, tem início os focos privilegiados de degradação da qualidade ambiental e de vida nas regiões em questão, em decorrência dos problemas sócio-ambientais significativos.

A partir de 1970, na tentativa de enfrentar o agravamento do quadro sócio-ambiental e dos seus efeitos políticos, principalmente nas regiões metropolitanas, o governo federal e os governos estaduais passaram a reestruturar os órgãos responsáveis pelo controle da poluição e uso da terra, bem como a desenvolver novos mecanismos institucionais e legais.

Entre os órgãos mais importantes que surgiram no período, no Estado de São Paulo, podem ser destacados: a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB – e a Companhia de Planejamento da Grande São Paulo – EMPLASA.

Em relação aos dispositivos legais, surgiram nesta época: Lei Estadual 1817/78 de Zoneamento Industrial Metropolitano; Lei Estadual 898/75 de Mananciais; Lei Estadual 997/76 de Controle da Poluição; Lei Federal 6766/79 de Parcelamento do Solo; Lei Estadual 6938/81 referente à Política Nacional de Meio Ambiente, Lei 7663/91; que estabeleceu a forma de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Decreto Estadual nº 39.473/94 que estabelece normas de utilização das várzeas no Estado de São Paulo e o Decreto Estadual 42.837/98 que estabelece à Área de Proteção Ambiental ao longo do curso do Rio Tietê.

O Governo Federal desencadeou, também a partir de 1970, uma política de interiorização industrial, implantando programas de incentivos às atividades industriais no interior do país, principalmente para a região Nordeste, assim como, o estabelecimento de restrições para a localização das indústrias nas regiões metropolitanas. Estas políticas de estímulo à interiorização industrial não seguiu nenhuma estratégia de localização pré-determinada. As indústrias de bens de capital e de insumos para os setores de sucos cítricos, de açúcar e álcool e de papel e celulose estabeleceram-se com base em interesses privados, em função das concentrações agrícolas destas culturas já existentes.

Em 1991, mais um importante acontecimento viria marcar este percurso, rumo à democratização do planejamento e da gestão ambiental: a reestruturação institucional no campo dos recursos hídricos, com a aprovação da Lei nº 7663 e a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Pela primeira vez, ocorre a descentralização e a abertura à participação política regional no processo decisório, através dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

As questões ambientais passam a ocupar espaço nas agências dos mais diversos setores sociais brasileiros, com um interesse crescente em unir estas questões às análises sócio-econômicas e institucionais. Entretanto, as trajetórias desenvolvimentistas não ocorrem sem causar impacto. A degradação ambiental manifestada, principalmente pela perda de áreas de vegetação natural na paisagem continua de maneira crescente. As evidências até então disponíveis têm sugerido que a continuidade das áreas de vegetação natural possibilita muito mais benefícios econômicos do que os obtidos pela conversão e expansão agrícola do uso do solo.

Assim, áreas de vegetação natural remanescentes na paisagem contribuem com a regulação climática, na formação do solo, na ciclagem dos nutrientes, no

fornecimento de combustível, de fibras e substâncias farmacêuticas (BALMFORD et al., 2002), proporcionando “bens e serviços” (SANTOS et al., 2001) que deveriam motivar a conservação das mesmas diante das pressões econômicas crescentes.

A intensificação da conversão dos habitats naturais em paisagens agrícolas tem sido considerada a principal forma de impacto ambiental decorrente das atividades humanas.

Particularmente, o uso agrícola da terra tem sido relacionado com: as modificações das interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas ambientais no âmbito local e regional (MATSON et al., 1997; PIRES et al., 2000); com alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VITOUSEK et al., 1997); com o comprometimento das funções ambientais desempenhadas pelos ecossistemas naturais (de GROOT, 1992a; SANTOS et al., 2001); com a fragmentação e o empobrecimento ecológico da paisagem (VIANA et al., 1997; PIRES et al., 2000), configurando a perda da biodiversidade (DOBSON et al., 1997), além de problemas ambientais, principalmente relacionados às alterações climáticas global, regional e local (ACHARD et al., 2002).

A história e a velocidade do processo de desmatamento associado à expansão da fronteira agrícola têm modificado consideravelmente a dinâmica florestal da vegetação natural remanescente da paisagem da região Nordeste do Estado de São Paulo, sem ter sido acompanhado de nenhuma estratégia conservacionista. Atualmente a vegetação natural remanescente desta região se encontra restrita a fragmentos de: Cerrado (*Lato Sensu*), floresta estacional semi-decídua, floresta estacional submontana, vegetação ripária e de mata ripária, dispersos entre áreas ocupadas pela agropecuária, núcleos urbanos, mineração,

reflorestamentos, entre outros, sujeitos a um intenso processo de empobrecimento ecológico (VIANA et al., 1997). Os diversos municípios desta região evidenciam valores de perdas de mais de 50% de suas coberturas de vegetação natural, com alguns apresentando níveis de redução semelhantes aos observados para a Mata Atlântica, atualmente ao redor de 7,3% de sua cobertura original (SOS Mata Atlântica, INPE e ISA, 1998).

Neste sentido torna-se fundamental a implementação de um sistema de gerenciamento integrado para o manejo sustentado de unidades de gerenciamento da paisagem, representadas pelas bacias hidrográficas, como uma ferramenta indispensável para a conservação e a utilização dos recursos naturais e para garantir a continuidade de bens e serviços ao bem-estar humano. Neste aspecto, o conhecimento da organização e ocupação espacial das unidades de gerenciamento da paisagem pode auxiliar o planejamento ambiental das mesmas, com base na compreensão dos efeitos das ações desenvolvimentistas em relação aos processos relacionados à dinâmica dos usos da terra.

A maioria das propostas de planejamento ambiental tem sido relacionada com a proteção dos recursos hídricos, da biodiversidade, do controle da erosão do solo, do melhoramento de um sistema de transporte, etc. Entretanto as propostas têm sido geralmente concebidas e gerenciadas através de uma abordagem baseada em uma única disciplina, freqüentemente insensível ou contraproducente em termos da perspectiva da sustentabilidade. Embora seja considerada política, econômica, social e ecologicamente “correta” para aquele momento, a abordagem não integra todas as dimensões da questão ambiental, tornando-se alienada na escala de tempo em termos da sustentabilidade (FORMAN, 1995).

A paisagem apresenta um arranjo espacial que envolve a combinação de diferentes tipos de ecossistemas naturais e usos da terra associados com atividades antrópicas que representam riscos ou ameaças à integridade e à sustentabilidade ecológica da mesma. Para dimensionar e planejar este arranjo espacial é necessário conhecer os usos da terra e compreender os processos que nela ocorrem, envolvendo não somente os ecológicos, mas também as interações entre as atividades humanas e o ambiente através do uso dos recursos naturais e a deposição de resíduos.

A crescente complexidade das atividades humanas resultantes dos processos de urbanização, desmatamento, irrigação, construção de represas, alterações de canais para navegação e mineração, despejos pontuais de efluentes domésticos e industriais e despejos de produtos agrotóxicos e fertilizantes, decorrentes das práticas agrícolas, têm causado a deterioração progressiva dos recursos hídricos e dos sistemas ambientais representados pelas planícies de inundação.

Devido ao grau elevado dos riscos e ameaças a que estes sistemas estão submetidos e à demanda crescente da utilização dos recursos hídricos e da paisagem, como suporte para as diferentes atividades antrópicas, torna-se necessário que se administre a disponibilidade e uso dos mesmos através de um processo de gerenciamento integrado. Este deve incluir uma visão inter e multidisciplinar do problema, articulando aspectos tecnológicos, sócio-econômicos, saúde humana e bases científicas de uma forma integrada.

Considerando a complexidade e a interdependência dos processos relacionados, bem como do conhecimento das bases biogeofísicas do sistema planície de inundação, o gerenciamento dos recursos hídricos tem sido realizado e

proposto através do uso de unidades naturais da paisagem, as bacias hidrográficas. Unidade esta que tem sido cada vez mais utilizada e considerada como fundamental no processo de gerenciamento.

O planejamento e o gerenciamento das bacias hidrográficas devem considerar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o recurso hídrico. Além disso, a abordagem adotada deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase no primeiro, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados (PIRES e SANTOS, 1995). O modelo de planejamento conservacionista para as microbacias hidrográficas preenche uma lacuna encontrada em sistemas de gerenciamento de bacias hidrográficas que, via de regra, apresenta uma abordagem concentrada em aspectos relativos à erosão e a perda de fertilidade dos solos, em uma visão voltada apenas para considerações agronômicas e econômicas.

No Estado de São Paulo, está sendo desenvolvido, desde 1997, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, proposto pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo através de sua Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), juntamente com o Banco Mundial, com o objetivo de promover o desenvolvimento rural do Estado visando à sustentabilidade sócio-econômica e ambiental. Programa semelhante está sendo implementado a nível nacional em vários outros estados brasileiros (Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul), com grande efeito permanente e multiplicador no espaço.

Entretanto, mesmo tendo a microbacia como unidade de planejamento, estes programas não a consideram com unidade hidrológica ao não incorporarem os

aspectos relacionados à zona ripária e ao deixarem de incluí-la como um instrumento do manejo sustentável.

Sendo a zona ripária um fator essencial para a resiliência da bacia hidrográfica, a estimativa dos riscos de degradação dos recursos naturais será, no mínimo, deficiente se não incorporar a manutenção da integridade do ecossistema ripário, comprometendo, desta maneira, um dos mais importantes serviços ambientais, a manutenção dos recursos hídricos, envolvendo a vazão, a qualidade da água, assim como do ecossistema aquático.

Usando a bacia de drenagem como unidade de gerenciamento da paisagem DOWNS et al. (1991) reportaram que esta unidade pode ser considerada como um ecossistema primário, caracterizado por “*feedback*” diretos das ações humanas e visto como um complexo natural de componentes ambientais ligados por um fluxo de energia. Para BEAUMONT (1975), os principais aportes em bacias hidrográficas se referem à precipitação e a energia solar, enquanto que o fluxo dos rios, descargas de sedimentos, evapotranspiração e formas de reflexão da radiação se referem às saídas. O conteúdo químico dos rios varia grandemente de região para região, sendo reflexo da geologia, clima local, vegetação, topografia e pedologia da área de drenagem e uso da terra (HYNES, 1970; ALAEZ et al., 1988).

Diante desse contexto a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior constitui um importante espaço geográfico em que a complexidade ambiental, a degradação ambiental e a conseqüente diminuição da qualidade dos recursos hídricos resultantes do arranjo e organização espacial da paisagem, configuram dificuldades à sua sustentabilidade ecológica. Entretanto, estas condições representam uma excelente oportunidade para a elaboração de um diagnóstico sócio-ambiental e para a formulação de uma proposta de zoneamento

ambiental que possam auxiliar na identificação das potencialidades e limitações desse sistema ambiental diante dos processos de intervenção antrópica, como também assegurar a continuidade e o não comprometimento das funções ambientais, da qualidade ambiental do recurso hídrico e da biodiversidade local.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Os objetivos deste trabalho foram à análise e caracterização sócio-econômica-ecológico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, como subsídio para a proposição do zoneamento ambiental conceitual da mesma.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Analisar os aspectos sócio-econômico-político da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu superior;
- Elaborar a caracterização do meio biofísico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e dos municípios de Américo Brasiliense, Araraquara, Cravinhos, Descalvado, Guatapar, Ibaté, Luis Antônio, Porto Ferreira, Rincão, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos, São Simão e Tambaú que compõem a área de estudo;
- Elaborar a proposição do zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, na perspectiva de subsidiar a proposição de estratégias para o uso sustentável dos recursos naturais (recurso hídricos, vegetação e solo) da bacia hidrográfica, incorporando efetivamente a dimensão ecológica no seu gerenciamento ambiental e planejamento físico-territorial.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu.**

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Mogi Guaçu (UGRHI - 09) localiza-se na região do nordeste do Estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais, a uma distância média de 200 km da Cidade de São Paulo, ocupando uma área de 14.653 Km<sup>2</sup>.

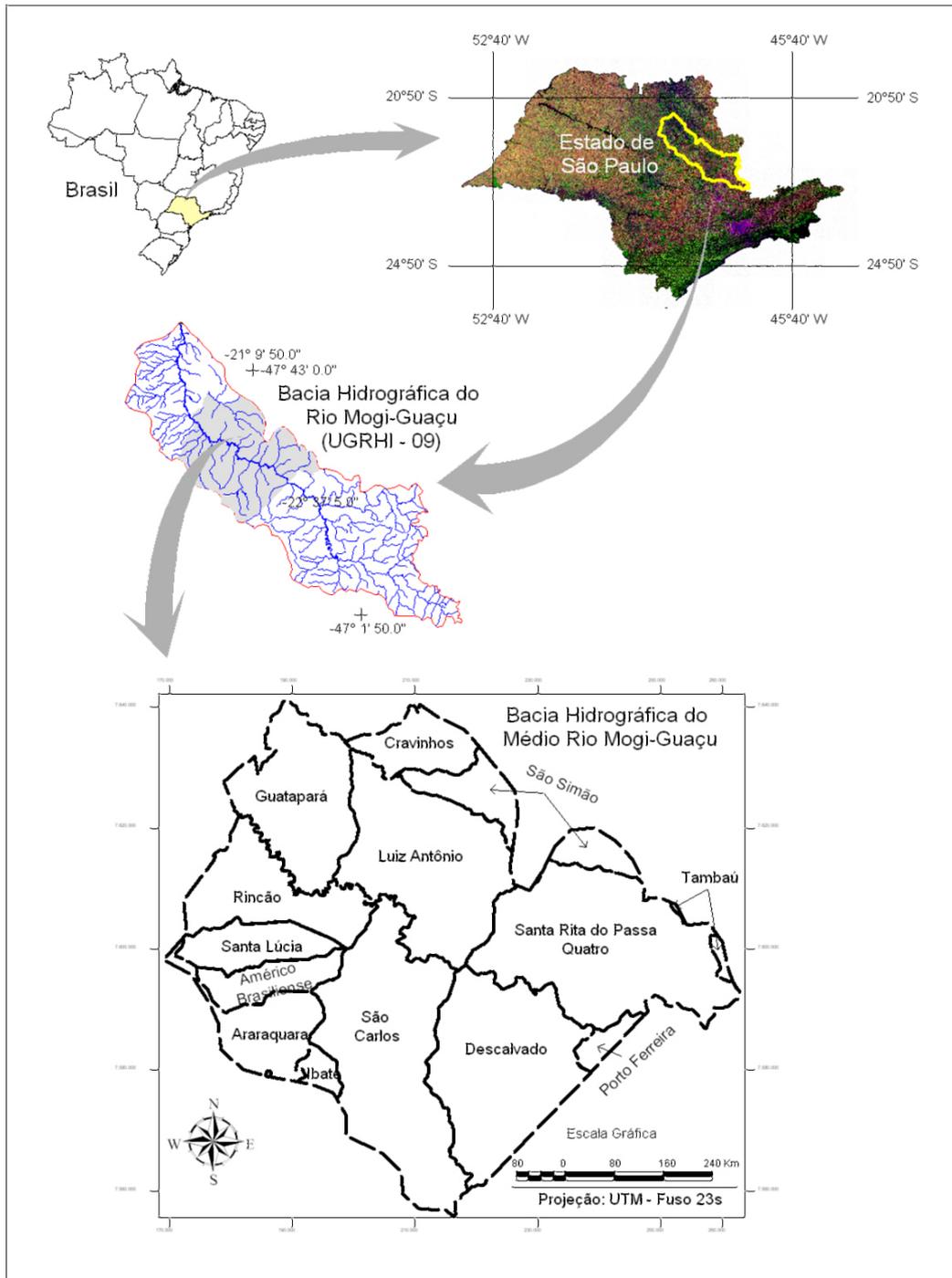
O Rio Mogi Guaçu nasce no Estado de Minas Gerais, no município de Bom Repouso recortando 10 municípios: Andradas, Albertina, Bom Repouso, Bueno Brandão, Ibitiúra de Minas, Inconfidentes, Jacutinga, Monte Sião, Munhos e Ouro Fino. O trecho paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu está compreendido entre as coordenada geográficas 21°45' e 22°45' de Latitude Sul e 46°15'e 47°45' de Longitude Oeste (**Figura 1**).

#### **1.1. Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu**

O Rio Mogi Guaçu, que significa “Cobra Grande” em tupi-guarani, tem suas nascentes localizadas no Morro do Curvado, no município mineiro de Bom Repouso, no planalto cristalino, com uma altitude média de 1.650 m. Após percorrer 95,5 km em terras mineiras, atravessa a Serra da Mantiqueira em uma altitude média de 825 m, e percorre aproximadamente 377 km em terras paulistas, sobre o Planalto Central. Deságua no Rio Pardo, em uma altitude de 490 m do Bico do Pontal, no município de Pontal, compreendendo 14.653 Km<sup>2</sup> de área de drenagem e 473 km de extensão total (CBH-Mogi, 1999).

O Rio Mogi Guaçu está, em quase toda a sua extensão, localizado em terrenos termo-carboníferos. Sendo o vale fluvial constituído, basicamente, por leito

basáltico. É um rio de corredeiras rápidas com desnível total, entre a foz e as nascentes de aproximadamente 1.160 m (CBH-Mogi, 1999).



**Figura 1:** Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP), e dos municípios que compreendem a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

### **3.2. Área de estudo**

A bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu foi subdivida em compartimentos econômico-ecológico no Macrozoneamento das Bacias dos Rios Mogi Guaçu, Pardo e Médio-Grande (SMA, 1995). Os compartimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu foram definidos como: Alto Mogi, Peixe, Jaguari Mirim, Médio Mogi Superior e Médio Mogi Inferior.

Como base nestes compartimentos a área de estudo deste trabalho abrange a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, distante cerca de 300 km da capital. A área abrange a planície de inundação do Médio Rio Mogi-Guaçu e as sub-bacias hidrográficas dos seus córregos contribuintes, estando situada entre as coordenadas geográficas 21°15' e 22°15' de Latitude Sul e 47°30' e 48°15' de Longitude Oeste, e extensão aproximada de 429.684,00 ha (4.296,84 km<sup>2</sup>). Pertence à Região de Governo de Ribeirão Preto e contempla parte dos municípios de Américo Brasiliense, Araraquara, Cravinhos, Descalvado, Ibaté, Guataporã Luis Antônio, Porto Ferreira, Rincão, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos, São Simão e Tambaú (**Figura 1**).

### **3.3. Municípios limítrofes da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.**

Dentre os municípios que integram a área de estudo, estão os municípios do noroeste do Estado de São Paulo e suas respectivas áreas de drenagem na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, sendo que alguns deles apresentam interfaces com outras bacias hidrográficas (**Tabela 1**).

**Tabela 1:** Características dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e a interface com outras bacias hidrográficas.

Municípios	Área total (km <sup>2</sup> )	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Unidade de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas (UGRH)
Américo Brasiliense	123,00	123,00	Médio Mogi Superior
Araraquara	1.006,00	200,47	Médio Mogi Superior/ Tietê-Jacaré
Cravinhos	311,00	148,42	Médio Mogi Superior / Pardo
Descalvado	755,00	604,87	Médio Mogi Superior / Alto Mogi
Guataporá	413,00	408,84	Médio Mogi Superior/ Médio Mogi Inferior
Ibaté	290,00	37,51	Médio Mogi Superior / Tietê Jacaré
Luis Antônio	598,00	596,07	Médio Mogi Superior / Pardo
Porto Ferreira	244,00	42,97	Médio Mogi Superior / Alto Mogi
Rincão	313,00	307,73	Médio Mogi Superior / Médio Mogi Inferior
Santa Lúcia	152,00	152,00	Médio Mogi Superior
Santa Rita do Passa Quatro	753,00	744,95	Médio Mogi Superior / Pardo
São Carlos	1.141,00	728,34	Médio Mogi Superior / Tietê Jacaré
São Simão	618,00	186,63	Médio Mogi Superior / Pardo
Tambaú	562,00	14,98	Médio Mogi Superior / Pardo

Fonte: IBGE Cidades (2008).

### 3.4. Histórico da Região

A região da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior evidencia um perfil econômico agropecuário desde o Século XVIII, quando a criação de gado e a produção açucareira eram os dois elementos mais significativos da economia paulista da época, impulsionando o crescimento regional. Em meados do Século XIX, o café tornou-se a grande fonte de renda do país, substituindo a cana-de-açúcar na pauta das exportações (SMA, 1995).

O Século XIX foi um período de desenvolvimento importante para a região, com a abertura das ferrovias para o escoamento da produção agrícola. No final deste século, verifica-se a concentração das linhas das estradas de ferro Mogiana e Paulista na área da bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu assim como em sua circunvizinhança, demonstrando o volume de capital investido (SMA, 1995).

Os trilhos da Companhia Paulista atingiram Campinas em 1872. Em 1876, chegaram a Rio Claro. A Companhia Mogiana obteve concessão para ligar Campinas a Mogi Mirim e Casa Branca e, em 1883, os trilhos chegaram a Ribeirão

Preto, passando por São Simão. Em 1886, a Mogiana dirigiu-se até Minas Gerais, inaugurando o Ramal de Caldas. Atingiu o extremo norte do estado de São Paulo, por meio de um ramal entre Ribeirão Preto e Batatais, totalizando 494 quilômetros de ferrovia nas Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo. Novos ramais continuaram a ser construídos, como por exemplo, a ligação entre Casa Branca e São José do Rio Pardo. Em poucos anos, essa foi à região com maior investimento ferroviário, diante dos lucros que proporcionavam a seus acionistas e às crescentes pressões para o escoamento da produção cafeeira (SMA, 1995).

A ferrovia foi o fator de consolidação deste ciclo econômico e da rede urbana da região, atraindo o assentamento de cidades em torno das suas estações. Ao final do ciclo cafeeiro, a rede urbana atual já se encontrava consolidada, centrada nas cidades maiores, localizadas nos principais entroncamentos ferroviários: Ribeirão Preto, São Carlos, Araraquara, Franca e Barretos, ao norte; e Campinas ao sul. (SMA, 1995)

As três primeiras décadas do Século XX foram marcadas por crises internas de superprodução, agravadas pela violenta contração da demanda externa, provocada pela crise financeira mundial de 1929. A crise do setor cafeeiro veio repercutir nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, refletindo-se em vários outros setores. A região servida pela Mogiana já apresentava sinais de decadência na época da grande crise. Como conseqüência, grandes propriedades foram divididas e muitos cafezais substituídos por pastagens. Os centros urbanos locais também foram afetados. Na década de 1940, o Censo indicou uma perda demográfica na região da Mogiana e da Paulista.

Em resposta a crise do mercado exportador de café, verificou-se a intensificação da produção de culturas alimentícias, da pecuária e, sobretudo, do

algodão e da cana-de-açúcar. No período de 1931 a 1945, a cana-de-açúcar teve sua produção aumentada em 570%, consolidando o estado de São Paulo como o maior produtor do Brasil. Na década de 1950, a região já demonstrava estar completamente adaptada às reformulações pelas quais passou com a derrocada do café. O setor de produção voltado para o mercado interno foi favorecido pelo confisco cambial e pelo protecionismo alfandegário da indústria nacional. Além disso, outras políticas e instrumentos legais, como o Estatuto do Trabalhador Rural, as diretrizes do Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA e o incentivo às atividades ligadas a exportação que beneficiou a laranja, a soja e a pecuária de corte e leiteira, permitiram a retomada do crescimento regional.

A infra-estrutura de transporte assumiria grande importância nesse processo. Foram notáveis os efeitos positivos do asfaltamento da Via Anhanguera, ligando Ribeirão Preto a Campinas e São Paulo, em 1948. As rodovias Washington Luis e SP 326 também foram fundamentais para atender o emergente setor industrial.

Estas políticas de incentivos governamentais reforçaram ainda mais o processo de urbanização. Os contingentes migratórios, provenientes de outros municípios do Estado, ou até mesmo de outras regiões do país, eram atraídos pelas melhores condições de vida.

Houve um incremento das indústrias metalúrgicas e mecânicas com a crescente demanda de equipamentos e implementos para a agricultura, que começava a se modernizar, criando novas oportunidades de emprego no setor secundário. Essas indústrias situavam-se nos mais importantes centros urbanos da região: Ribeirão Preto, Araraquara, São Carlos e Campinas.

Ao longo dos anos 60 e 70 do século passado, particularmente neste último, ocorreu um excepcional incremento da infra-estrutura e dos equipamentos regionais de saúde e educação. Hospitais e escolas de nível superior instalaram-se nos municípios de Ribeirão Preto, São Carlos, Jaboticabal e Campinas. A polarização exercida pelas cidades de Ribeirão Preto e Campinas no suprimento da demanda regional de serviços e comércio já estava consolidada.

O perfil predominantemente agroexportador da região foi determinado pela modernização do setor agrário e pelos incentivos dados pelo IAA à produção do açúcar para exportação. Programas como o Plano de Expansão da Indústria Açucareira Nacional, de 1964, o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR, de 1971, e o Programa de Apoio à Agroindústria Canavieira, de 1973, entre outros, interferiram diretamente na produção, particularmente, nas regiões de Campinas e Ribeirão Preto, levando à duplicação das exportações no período de 1960 e 1970.

Com a crise do petróleo em 1973, ocorreram importantes discussões nacionais sobre a necessidade de alternativas energéticas, especialmente para combustíveis líquidos. Esse processo resultou no PROÁLCOOL, instituído pelo Governo Federal através do decreto 76.593/75, cujo objetivo principal era atender às diretrizes da política governamental de combustível automotivo, frente às incertezas do mercado internacional de petróleo. O Governo Federal participou intensamente deste programa, desde a sua criação e implantação, com a redução de preços e impostos, a criação de linhas de crédito com taxas de juros fixas sem correção monetária para a indústria açucareira, a realização de grandes campanhas publicitárias e os incentivos à produção de carros a álcool pelas indústrias automobilísticas. Além das linhas de crédito extremamente favoráveis aos

investimentos industriais e agrícolas, foi implantada uma política de preços atraentes, cuja comercialização monopolizada pela companhia estatal Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS garante a compra de toda a produção privada. Essas medidas incrementaram a produção de açúcar e álcool, atraindo novos grupos empresariais e concentrando a atividade na porção centro-sul do país, particularmente em São Paulo. As regiões de Ribeirão Preto, Campinas e São José do Rio Preto, com sua base produtiva de caráter agroindustrial, foram o centro desta expansão sucroalcooleira.

Outros segmentos agroindustriais expandiram-se neste período, como óleos vegetais, soja, carne e derivados de leite, com destaque para o ramo de sucos cítricos. A modernização das atividades agropecuárias e a excelente rede viária regional induziram à expansão das instalações agroindustriais e também das indústrias produtoras de insumos químicos, implementos agrícolas e equipamentos para usinas e destilarias, contribuindo muito para o processo de interiorização industrial, intensificado na década de 80 do século passado. Esta década traça, definitivamente, o perfil agroexportador da região, bem como sua nova característica de pólo das atividades comerciais e de serviços especializados.

Em 1980 a população urbana dos pequenos e médios municípios cresceu muito, abrigando grande parte dos trabalhadores rurais atraídos pelo trabalho no campo nas lavouras de cana-de-açúcar e de laranja.

A região noroeste do estado de São Paulo, apesar de apresentar uma base produtiva agrícola e industrial bastante consolidada, passa a reforçar, cada vez mais, a sua vocação terciária, atendendo aos requisitos do comércio e serviços regionais. Diferentemente da grande maioria das cidades de médio porte, em que o processo e urbanização são explicados pelas atividades instaladas na área urbana,

na região noroeste do Estado ocorreu exatamente o inverso: as atividades dinâmicas localizaram-se fora dos centros urbanos, junto às agroindústrias próximas a área de cultivo da matéria-prima. Assim, estas atividades ficam dispersas, influenciando na formação de uma rede urbana menos concentrada espacialmente.

#### **3.4.1. Setor Agropecuário**

A produção agrícola paulista cresceu ainda mais, nas últimas décadas do século passado, com a intensificação do uso da terra e o aumento da produtividade, ou ainda pela substituição de atividades.

A região de estudo sempre se destacou por constituir a área agrícola mais expressiva do Estado de São Paulo. O panorama rural sempre foi marcado por uma cultura principal associada à pecuária bovina.

A incorporação de terras às lavouras permanentes ou temporárias deve-se a busca de maior rentabilidade/ha dos produtos diretamente associados ao processamento industrial predominante na região.

A comparação entre as safras de cana-de-açúcar no período de 2006/2007 e 2007/2008 evidencia um aumento de, aproximadamente 26% da área cultivada, alterando de 2.920.314 ha da safra (2006/2007) para 3.946.370 ha para a safra (2007/2008) (INPE, 2008). Esse crescimento ocorreu principalmente com a ocupação de áreas anteriormente utilizadas com pastagens e em seguida substituídas pelas lavouras anuais e perenes.

#### **3.4.2. Setor Sucrialcooleiro**

A região de estudo possui um caráter geográfico favorável à concentração do complexo sucrialcooleiro, com 17 usinas de açúcar e álcool e de unidades

autônomas de produção de álcool instaladas na região, sendo responsáveis por grande parte da produção sucroalcooleira do País.

Nas últimas safras, a produção nacional de açúcar tem ultrapassado razoavelmente a prevista, assim como a de álcool. O aumento da produção de açúcar está condicionado pelas exportações crescentes, particularmente a partir de 1990/91, quando os preços no mercado internacional começaram a se recuperar.

O complexo sucroalcooleiro corresponde em 2007 a aproximadamente 80% da área agrícola estadual. Este setor tem um forte impacto no tecido urbano nos municípios que sediam usinas e destilarias, seja pela geração de impostos, seja por demandar um expressivo setor de prestação de serviços comerciais, financeiros, de reparos e reposição de equipamentos e veículos. A produção sucroalcooleira exige também a formação de um forte contingente de mão-de-obra temporária, volante ou bóia-fria, disponível nas cidades médias e oriundo de unidades rurais ou correntes migratórias.

O ciclo da cana-de-açúcar, em alguns municípios, contribui para a produção de leguminosas, como feijão, amendoim e soja, decorrente do período de reforma dos canaviais. A cada quatro anos, as áreas de plantio estão disponíveis a esses cultivos, objetivando a reposição/fixação de nitrogênio no solo, provocando uma rotação de culturas.

Apesar da rentabilidade expressiva, este setor não se destaca entre as maiores fontes de arrecadação de tributos do Estado, uma vez que os produtos decorrentes do beneficiamento da cana-de-açúcar são isentos de arrecadação do ICMS.

### **3.4.3. Setor cítrico**

Atualmente, o complexo cítrico encontra-se distribuído entre os municípios da área de estudo, com destaque para Araraquara, São Carlos e Descalvado, onde se localizam grande parte dos pomares de laranjas, e em Araraquara as indústrias de sucos.

No Estado de São Paulo os primeiros investimentos nesta atividade processadora foram na região de Limeira, tradicionalmente citrícola.

Na década de 1970, instalou-se em Araraquara a Sucocítrico Cutrale. Neste mesmo período outras empresas se instalaram, dotando o parque industrial de suco de laranja no estado de São Paulo com fábricas modernas, que utilizam uma avançada tecnologia de produção.

O setor produtor de suco de laranja apresenta uma estrutura de mercado oligopolizada, sob controle de grandes empresas, assegurando a sua competitividade externa. Por isso, necessitam de estabilidade no fornecimento de laranja de seus parceiros agrícolas, garantida pela negociação dos preços nas safras sucessivas.

Como no caso do complexo sucroalcooleiro, existe uma forte integração da agroindústria cítrica nas economias urbana e regional.

Desta forma as cidades sofrem alguns efeitos negativos da expansão desta cultura. Quebras de safra ou de preços repercutem diretamente na economia municipal.

### **3.4.4. Setor de papel, celulose e reflorestamento**

O reflorestamento teve início a partir da década de 1970, sendo estimulado por incentivos fiscais. Estima-se que foram reflorestados 730 mil ha no Estado, com

*Pinus* spp e *Eucalyptus* spp, totalizando 3.846.000 ha somando áreas nativas remanescentes e reflorestadas, representando 15,5% do território estadual, de acordo com Plano de Desenvolvimento Florestal (SMA, 1995).

O novo zoneamento econômico e florestal do Estado de São Paulo, orientado pelas cartas de aptidão potencial das terras estaduais, determinadas pelo Zoneamento Agrícola, delimitou as áreas prioritárias para o reflorestamento, e as áreas críticas quanto à conservação. A maioria dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior consta da relação dos municípios incluídos nas áreas prioritárias para reflorestamento. Um fator limitante à expansão do setor florestal nesta bacia hidrográfica é o elevado valor das terras nuas para reflorestamento. Isso acontece, especialmente onde as indústrias do setor vêm sistematicamente encontrando dificuldades para expandir cultivos próprios. A alternativa tem sido aumentar o plantio de *Eucalyptus* spp em parceria com terceiros.

A Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior possui uma indústria de papel e celulose, denominada International Paper, situada no município de Luis Antônio. A proximidade da indústria de processamento em relação às áreas reflorestadas é importante em função do custo do transporte da madeira, apesar de sua área de influência alcançar distâncias expressivas.

O setor da indústria de papel, celulose e chapas de madeira se destaca como a principal fonte de arrecadação de tributos do município de Luis Antônio, estando o mesmo no cenário nacional entre os 10 maiores municípios em termos de arrecadação tributária do país.

### **3.4.5. Setor Industrial**

A estrutura industrial do estado de São Paulo é considerada a mais desenvolvida do país, incorporando as maiores concentrações e diversificações industriais.

Na região noroeste do Estado, constituída pela Região Administrativa de Ribeirão Preto, concentra-se a maior parte do crescimento industrial. Isso pode ser explicado pela distância da capital do estado, aproximadamente 200 km, e pelo fato dessa área estar situada à margem do vetor de penetração industrial, definido pelas Rodovias Anhanguera e Washington Luiz.

Entre as características de alguns complexos industriais na área de estudo, segundo a expressão de emprego industrial e em função do encadeamento tecnológico, destacam-se os seguintes ramos:

- Extrativismo Mineral: basicamente representado pela cerâmica vermelha (argilas), concentrado em Porto Ferreira e Tambaú;
- Metal-Mecânica: predominância da indústria mecânica, concentradas em Araraquara e São Carlos;
- Sucro-alcooleira e Bebidas: localizando-se em Araraquara, Luis Antônio, Rincão, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro e São Carlos;
- Celulose, Papel e Papelão (complexo-madeira): localiza-se em Luis Antônio.

As agroindústrias açucareiras e de sucos cítricos são as mais expressivas da região, distribuindo-se ao longo do médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

#### **3.4.6. Produtos minerais não metálicos**

As ocorrências mais significativas são as argilas e areias, ambas situadas ao longo do leito do Rio Mogi Guaçu e alguns afluentes. As ocorrências, em processo de exploração, situam-se nos trechos dos municípios de Guatapar, Luis Antônio, Porto Ferreira, Santa Rita do Passa Quatro e São Carlos. Nestas cidades, situam-se as indústrias de cerâmicas, cerâmica vermelha, basicamente de telhas, tijolos, ladrilhos e utensílios. Poucas são as indústrias de grande porte; a maioria é de pequeno e médio porte, sendo estas em maior número no caso de área destinada à construção civil.

#### **3.4.7. O mercado de areia**

A produção de areia ocorre ao longo do médio rio Mogi-Guaçu superior e de seus afluentes, com a predominância de pequenas empresas, muitas das quais clandestinas, improvisadas e com vida produtiva curta. Realizam a extração no leito do rio, e, sistematicamente, provocam o desmonte de suas margens, com evidentes prejuízos ambientais.

#### **3.4.8. O mercado de argila**

Os principais segmentos do mercado de argila referem-se às argilas destinadas a produção de cerâmica vermelha e revestimentos, argilas industriais, mteria-prima para indústria de transformação, reconhecidas como argilas plásticas ou refratárias. A localização deste tipo de unidade industrial orienta-se pela proximidade da mteria-prima, sendo que as exceções situam-se, no máximo, a uma distância de 50 km.

### **3.5. Clima**

Os municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior apresentam as seguintes classificações climáticas: Os municípios de Araraquara, Guatapar, Luis Antônio, Porto Ferreira, Rincão, Santa Rita do Passa Quatro e São Simão apresentam clima Aw, enquanto que os municípios de Américo Brasiliense, Cravinhos, Descalvado, Ibaté, Santa Lúcia e São Carlos o clima Cw (CPA, 2007).

O clima Aw  tropical com estao chuvosa no verão e seca no inverno. Para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior a estao seca ocorre entre os meses de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco (CBH-Mogi, 1999).

O clima Cw caracteriza-se por ser mesotmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18C e a do mês mais quente ultrapassa 22C (CBH-Mogi, 1999). Na região, a estao seca ocorre nos meses de abril a setembro, sendo julho o mês mais seco. Os meses mais chuvosos oscilam entre janeiro e fevereiro (CBH-Mogi, 1999).

### **3.6. Procedimentos metodológicos**

A abordagem metodológica envolveu o uso de técnicas para o planejamento ambiental voltado ao gerenciamento de bacias hidrográficas na perspectiva de subsidiar projetos e programas de treinamento e conscientizao da importância da adoo de estratégias da conservao dos recursos naturais (hídricos, vegetao e solo), permitindo a sua inclusão em políticas ambientais que visem o desenvolvimento sustentado dos municípios envolvidos. O enfoque principal do procedimento metodológico foi o zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

O procedimento metodológico para elaboração deste cenário conceitual para a conservação da biodiversidade no contexto regional envolve a associação entre espécies e tipos de habitats da paisagem em estudo, bem como o mapeamento e análise dos riscos a que estão sujeitas e determinar estratégias para a proteção das mesmas. A proteção da biodiversidade assegura a manutenção da estrutura e funcionamento dos ecossistemas naturais (Sistemas Suporte de Vida), necessários para o desenvolvimento sustentável local e regional.

A área de estudo possui matriz geológica e pedológica semelhante, e estão em uma mesma latitude e altitude relativa e mesma vertente em relação ao rio Mogi-Guaçu. Isto implica em menores diferenças entre as áreas estudadas com relação a respostas frente às perturbações ambientais.

Estas unidades da paisagem são diferenciadas entre si com relação à heterogeneidade da paisagem, intensidade de usos da terra e de pressão sócio-econômica. Isto é, o diferencial é o grau de perturbação antrópica, enquanto que os fatores ambientais são basicamente os mesmos, considerando diferenças em nível de micro e meso-escala (clima, temperatura, pluviosidade, geologia, pedologia, e hidrologia). Isto permite a comparação dos impactos dos usos da terra sobre os componentes ambientais (água, solo e biodiversidade).

Esta abordagem elimina as dúvidas que surgem quando se compara sistemas semelhantes, mas fortemente isolados no espaço, cujas diferenças em relação aos fatores ambientais relacionados ao clima, geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, fauna, e hidrologia, além das diferenças entre os padrões de uso da terra e comportamentos da população e cultura local, podem interferir na resposta dos indicadores de qualidade ambiental quanto aos impactos dos usos da terra, dificultando a interpretação dos resultados ou permitir inferências errôneas.

Diante destas considerações foram estabelecidos os procedimentos metodológicos a seguir relacionados:

### **3.6.1. Caracterização e aquisição dos dados da área de estudo**

Os dados primários para a delimitação da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior foram adquiridos em trabalhos de campos realizados entre o período de 2005 a 2007, com base no levantamento de dados, aquisição de informações geográficas com uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), seguido das análises dos dados em laboratório com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que possibilitaram a análise e processamento digital de imagens e arquivos vetores.

Foram utilizadas as cartas planialtimétricas do IBGE folhas: SF-23-Y-A-II-4, SF-23-V-C-I-3, SF-23-V-C-I-4, SF-23-Y-C-II-3, SF-23-V-C-IV-1, SF-23-V-C-III-2, SF-23-V-C-III-1, SF-23-Y-A-V-2, SF-23-Y-A-V-4, SF-23-V-C-III-3, SF-23-C-III-4 e SF-23-V-C-IV-3 referentes à área de estudo, adquiridas em meio analógico na escala 1:50.000 e digitalizadas as linhas de drenagem, curvas de níveis e pontos altimétricos, por meio da digitalização em tela “*on-screen digitizing*” no software MapInfo versão 8.5.

Para complementar as cartas do IBGE e delimitar a área de estudo foi extraído da Malha Municipal Digital do Brasil situação 2005 (IBGE, 2005), a divisão territorial política administrativa dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. Juntamente com os dados planialtimétricos essas informações foram trabalhadas no SIG MapInfo 8.5.

Foram utilizadas quatro imagens do satélite LandSat TM – 5 bandas 3, 4 e 5 referente à órbita/ponto 220/75, que corresponde à área de estudo, com datas de

passagem em julho de 1984, agosto de 1990, junho de 2000 e agosto de 2007. As imagens LandSat foram processadas no Software SIG Envi 4.2, e georreferenciadas com base na projeção Universal Transversal de Mercator (UTM), datum horizontal South American 1969 (SAD69), fuso 23S.

Os dados sócio-econômicos foram obtidos da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2007) e com a utilização do SIG MapInfo foi possível a elaboração das cartas temáticas dos mesmos.

### **3.6.2. Malha Viária**

A carta temática da malha viária foi obtida pela da digitalização em tela “*on-screen digitizing*” da imagem LandSat TM-5 datada de 23 de agosto de 2007.

### **3.6.3. Pedologia**

A carta temática de pedologia foi adaptada do mapa de pedologia do Estado de São Paulo elaborado pelo Instituto de Agrônomo de Campinas (IAC) em escala 1:1.000.000, dados pertencentes a Base Cartográfica Digital do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental, no formato digital (shape).

### **3.6.4. Geologia**

A carta temática de geologia foi adaptada com base no mapa de Litologia do Estado de São Paulo elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2008) em escala de 1:750.000, dados pertencentes a Base Cartográfica Digital do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental, no formato digital (shape).

### **3.6.5. Geomorfologia**

A geomorfologia foi obtida com base no mapa de geomorfologia do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000, dados pertencentes à Base Cartográfica Digital do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental, no formato digital (shape).

### **3.6.6. Hipsometria**

A carta temática de hipsometria da área de estudo foi obtida a partir das curvas de nível das cartas planialtimétricas com o uso do SIG Idrisi Andes 15V, sendo as cotas agrupadas em classes eqüidistantes de 100m.

### **3.6.7. Hidrografia**

A carta temática de hidrografia da área de estudo foi obtida, parcialmente, do acervo cartográfico digital do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental e integralizada a partir da digitalização das cartas planialtimétricas para a obtenção das linhas de drenagem.

### **3.6.8. Uso e ocupação da terra**

A classificação dos usos e ocupação da terra foi baseada no sistema multinível de classificação proposto pelo manual técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), que em um nível hierárquico primário contempla quatro classes que indicam as principais categorias da cobertura terrestre, que podem ser discriminadas com base na interpretação direta dos dados dos sensores remotos, atendendo assim uma escala mais ampla (nacionais ou inter-regionais).

Um nível hierárquico secundário (subclasses) explicitou os tipos de usos inseridos no primeiro nível, com um detalhamento mais apurado e preciso da cobertura e o uso da terra em uma escala local.

Um nível hierárquico terciário (unidade) explicitou os usos propriamente ditos. Neste patamar foram imprescindíveis observações em campo.

### **3.6.9. Dinâmica do uso e ocupação da terra**

A dinâmica do uso da terra para a área de estudo foi efetuada com base na classificação visual das imagens LandSat 5 sensor TM pela da digitalização em tela (*on screen digitizing*), com a conseqüente atribuição de um “pixel” a cada classe de uso, criando-se áreas de treinamento vetoriais com o auxílio do SIG-MapInfo 8.5. Para a classificação dos usos foram utilizadas imagens referentes aos anos de 1984, 1990, 2000 e 2007 em um nível hierárquico primário abrangendo 4 classes segundo IBGE (Áreas Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural e Água), permitindo identificar como os processos culturais interferem na perda da naturalidade da paisagem estudada.

### **3.6.10. Índice de urbanidade (IB)**

O índice de urbanidade (IB) foi utilizado como um indicador da naturalidade da paisagem (O’NEILL et al., 1988), expressando a extensão pela qual a unidade de estudo é dominada pelos sistemas alterados pelo homem.

Este índice é definido como:

$$IB = \log_{10} \frac{(U + A)}{(F + W)}$$

Onde:

**U**: corresponde a extensão da área urbana,

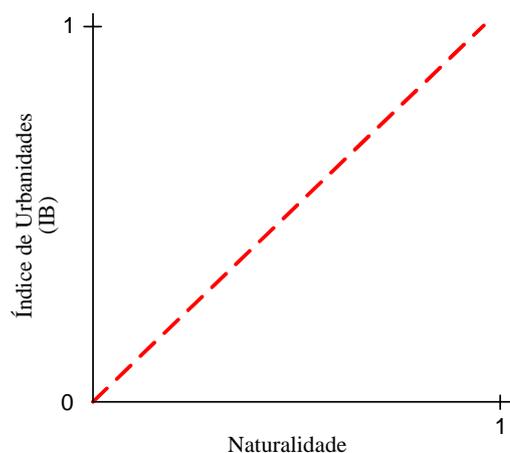
**A** : corresponde a extensão da área agrícola,

**F** : corresponde a extensão de área de vegetação natural, e

**W** : corresponde à extensão dos corpos d'água e áreas alagáveis

O IB foi estimado com base na espacialização das classes de usos e ocupação da terra para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007, relacionados aos seguintes tipos de usos: áreas urbanas; áreas agrícolas; áreas de vegetação natural, corpos d'água e áreas alagáveis.

A representação espacial do IB foi elaborada com base no uso do módulo *DISTANCE* do SIG-Idrisi (EASTMAN, 1997) e re-escalado com base na Lógica difusa (*FUZZY*), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com formato de saída de dados “Rea 0 - 1” reescalando os valores de zero a um, utilizando-se a função decrescente (*monotonically decreasing*). A representação indica como ponto de controle  $\underline{c}$  o menor valor do IB, e para o ponto de controle  $\underline{d}$  o maior valor do IB. Foi considerado como grau máximo de naturalidade (IB = 0), e com grau mínimo de naturalidade (IB = 1) correspondente à predominância na área de sistemas alterados pelo homem (Figura 2).



**Figura 2:** Curva funcional que expressa a relação das ações antrópicas (Urbanidade) com relação à vegetação natural e aos corpos d'água (Naturalidade).

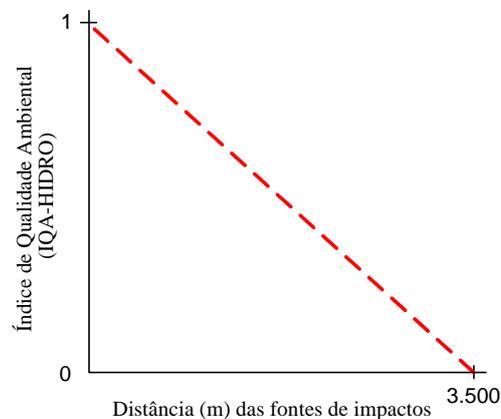
### **3.6.11. Uso e ocupação atual da terra**

Para um diagnóstico mais específico da condição atual do uso e ocupação da terra (2007) a classificação hierárquica primária da imagem LandSat 5 sensor TM de agosto de 2007 foi categorizada até um nível hierárquico secundário de subclasses de usos.

### **3.6.12. Índice de Qualidade Ambiental do recurso hídrico (IQA-Hidro)**

O índice de qualidade ambiental de um recurso hídrico (IQA-HIDRO) reflete a suscetibilidade do mesmo em relação à distância de fontes de impacto associadas, de modo geral, ao despejo de poluentes (acidentais ou não), aos efeitos dos produtos químicos e ao carreamento de resíduos sólidos, entre outros, decorrentes das atividades antrópicas na paisagem local (CANTER, 1996; BOJÓRQUEZ-TAPIA et al, 2002). O IQA-HIDRO para a área de estudo foi obtido com base na sobreposição dos dados espaciais referentes às áreas urbanas, industriais, de mineração e dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior com base no uso do módulo *DISTANCE* do SIG-Idrisi (EASTMAN, 1997). Posteriormente, estas informações foram re-escaladas com base na Lógica difusa (*FUZZY*), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com formato de saída de dados “Rea 0 - 1” reescalando os valores de zero a um, utilizando-se a função decrescente (*monotonically decreasing*), a qual indica como ponto de controle  $\underline{c}$  a menor distância em relação às fontes impactantes, e para o ponto de controle  $\underline{d}$  a maior distância em relação às mesmas. Foi considerada como grau máximo de qualidade (IQA = 0) a condição em que a distância das fontes impactantes até o rio mais próximo for maior do que 3500 metros. O grau mínimo de qualidade (IQA = 1)

corresponde à condição em que a distância das fontes impactantes até o rio se aproxima de zero (**Figura 3**).



**Figura 3:** Curva funcional que expressa a relação entre suscetibilidade dos recursos hídricos da bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (IQA – HIDRO) com relação a distância das fontes de impactos resultantes das áreas urbanas, industriais e mineração.

### 3.6.13. Áreas de vegetação natural

A carta de uso da terra foi reclassificada para a obtenção de uma carta temática representando somente a condição quantitativa e qualitativa da classe de vegetação natural de acordo com a metodologia do manual de uso e ocupação da terra do IBGE 2005.

Cada fragmento de vegetação natural recebeu um identificador (ID) específico e então, foi calculada sua área (ha), e classificada em um nível hierárquico terciário com base na identificação do seu tipo fito-fisionômico.

### 3.6.14. Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior

A proposta conceitual de zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior foi baseada na análise e interpretação dos mapas

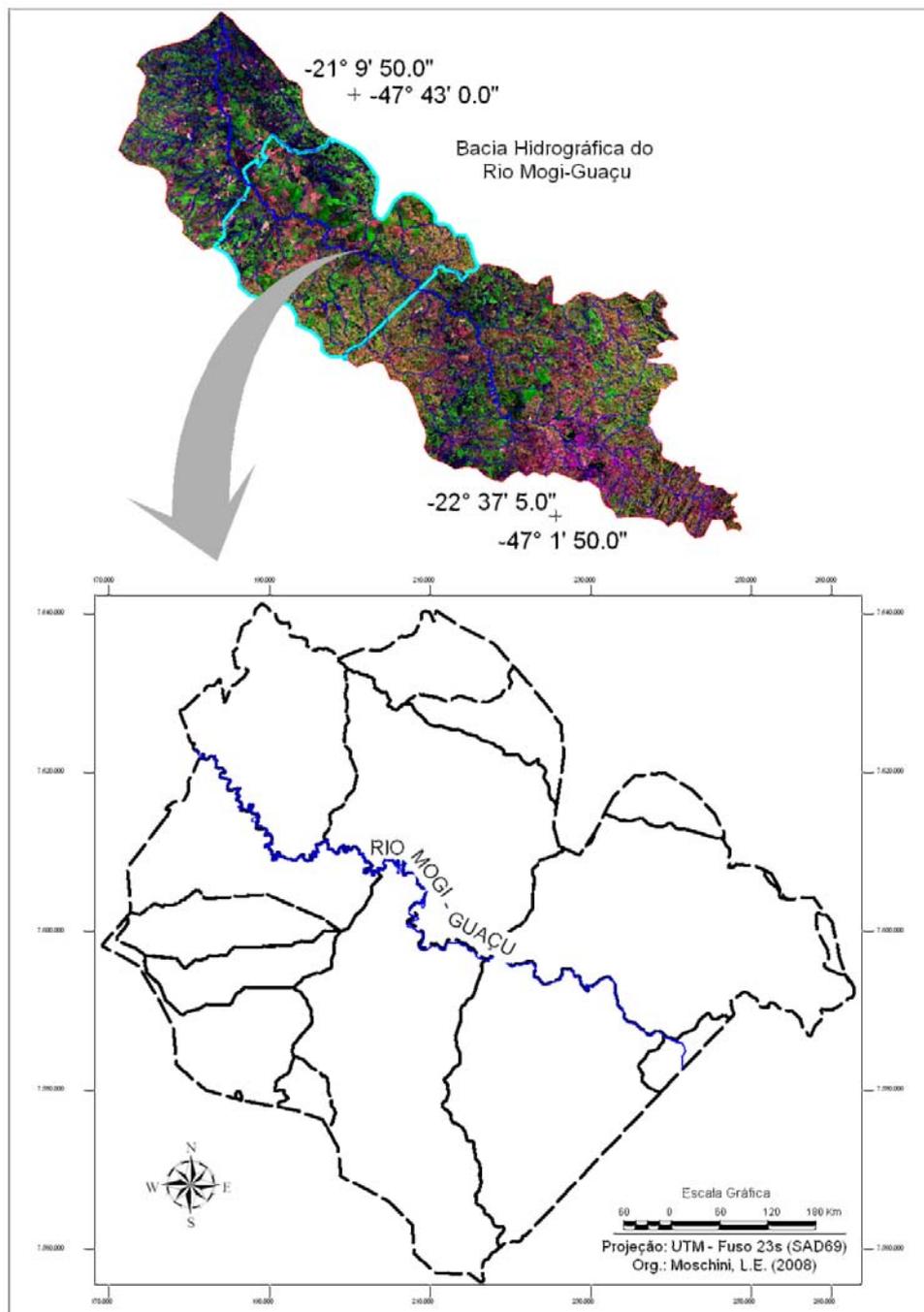
temáticos de geologia, pedologia, geomorfologia, relevo, hipsometria, hidrografia e do uso e ocupação da terra de 2007, bem como na análise dos riscos resultantes das atividades antrópicas. A proposta de zoneamento ambiental também se fundamentou na legislação vigente (Lei Estadual 6938/81, Lei 7663/91 e Decreto Estadual nº 42.837/98) (Brasil, 1991 e São Paulo, 2003) que regulamenta o Zoneamento Ambiental.

Considerando que a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior deve estar sujeita a normas que limitam ou proíbam as atividades que venham comprometer, impedir ou dificultar a preservação e a recuperação do sistema planície de inundação, a proposta conceitual de Zoneamento Ambiental foi direcionada para a identificação e definição de zonas: 1. Destinadas à manutenção e proteção do habitat; 2. Destinadas ao controle das inundações e, 3. Destinadas ao uso controlado não atendido pelas zonas anteriormente consideradas.

Estas zonas foram delimitadas em áreas homogêneas ou gerenciais, em função das suas fragilidades, suas potencialidades e necessidades específicas de conservação e/ou recuperação de alguns ambientes.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

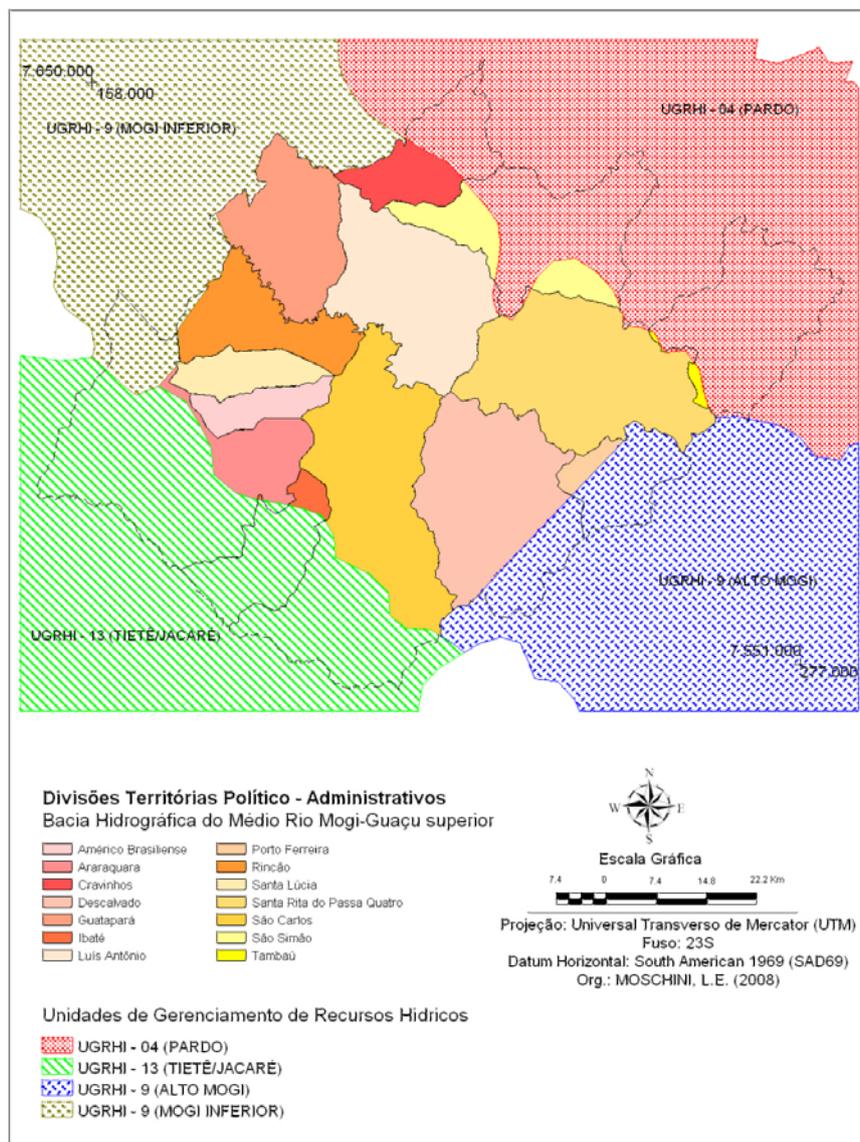
A Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior ocupa uma área de 429.684,02 ha compreendida por 14 municípios da região nordeste do Estado de São Paulo (**Figura 4**).



**Figura 4:** Localização da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e municípios que integram a sua área, São Paulo - Brasil.

#### 4.1. Aspectos político-administrativos.

A Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior está integrada por 14 municípios dos quais apenas dois, Américo Brasiliense e Santa Lúcia, se encontram totalmente inseridos na mesma. Os demais municípios (Araraquara, Cravinhos, Descalvado, Guatapar, Ibaté, Luis Antônio, Porto Ferreira, Rincão, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos, São Simão e Tambaú) possuem seus limites político-administrativos compartimentados com outras bacias hidrográficas (Figura 5).



**Figura 5:** Localizao das unidades de gerenciamento regional de recursos hídricos e dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo, Brasil.

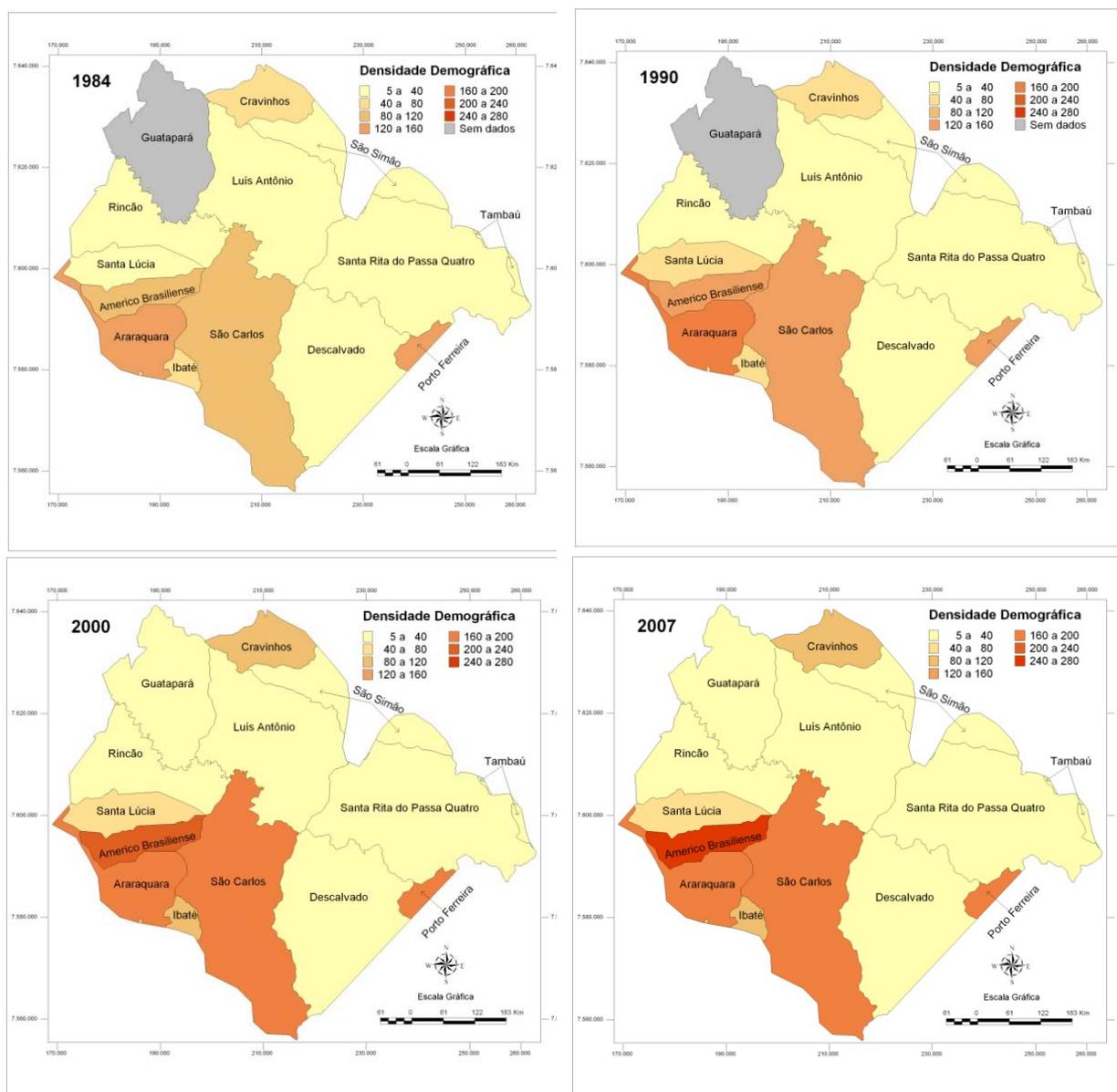
#### **4.2. Dinâmica Populacional.**

Entre os anos de 1984 a 2007, a população total da região da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, passou de 444.963 para 672.409 habitantes, crescendo a uma taxa média 4,35%/ano. A população aumentou em quase todos os municípios, com exceção de Guatapar, que apresentou uma redução de 1,58% no número de habitantes.

A espacializao da densidade demográfica dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior apresenta uma distribuo bastante heterognea, em que a maioria dos municípios está concentrada nas classes de 5 a 40 e de 40 a 80 hab./km<sup>2</sup>. Os municípios de Luis Antônio, Rincão, Santa Rita do Passa Quatro e Descalvado, enquadram-se neste intervalo de densidade demográfica e apresentam características rurais. Os demais municípios, com um número maior de habitantes/km<sup>2</sup>, apresentam uma estrutura mais desenvolvida e tecnológica. Araraquara, Cravinhos, Ibaté, Porto Ferreira e São Carlos, entretanto estes municípios não apresentam suas áreas urbanas totalmente inseridas na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 6**).

#### **4.3. Aspectos Econmicos**

A economia dos 14 municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu Superior foi baseada nas informaoes do Produto Interno Bruto (PIB per capita) nacional em 2005. O município de Luis Antônio diferencia-se dos demais municípios devido a sua economia estar baseada no setor da indústria de papel e celulose e indústria de açúcar e lcool. Os demais municípios possuem uma economia mais diversificada para os quais não se pode definir a predominância de um são setor de atividade (**Figura 7**).

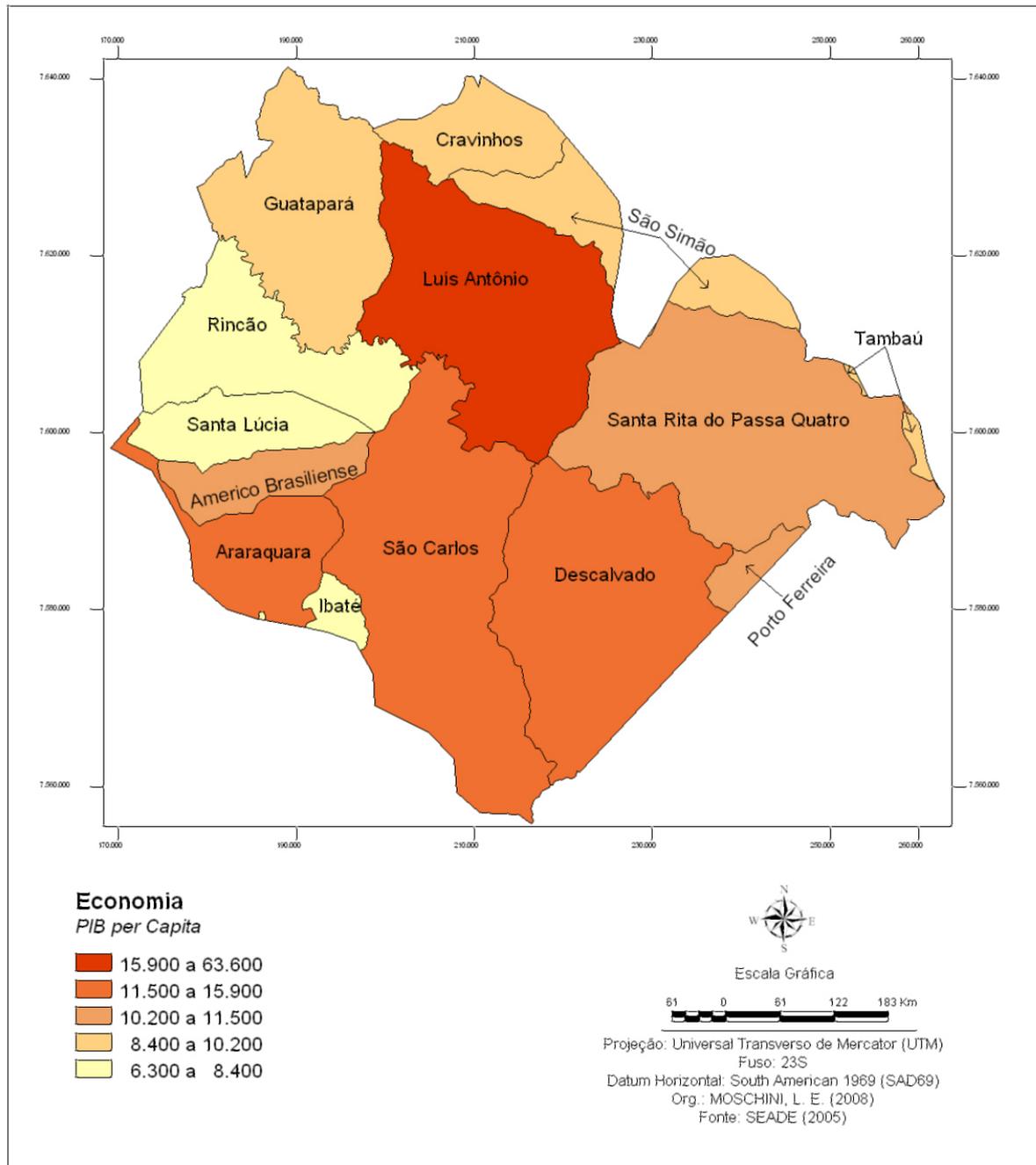


**Figura 6:** Dinâmica da densidade demográfica para os anos de 1984 a 2007 dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

O PIB per capita é o quociente entre o valor do PIB municipal e a população residente de cada cidade, tomando como referência a data de primeiro de julho de cada ano. Contudo, é importante ressaltar que nem toda renda produzida dentro do município é efetivamente apropriada pela população residente.

A área de estudo vem sendo submetida a um intenso processo de expansão agrícola e instalação de estruturas industriais de grande porte físico e extrativo, apresentando uma grande geração e fluxo de capitais, com influência na

incorporação de áreas que superam os limites municipais, caracterizando-se tanto pelo processamento de matéria-prima, quanto pela recepção das mesmas por meio de fornecedores regionais, como é o caso da cana – de – açúcar e da celulose



**Figura 7:** Participação dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior no PIB per capita nacional – 2005, São Paulo - Brasil.

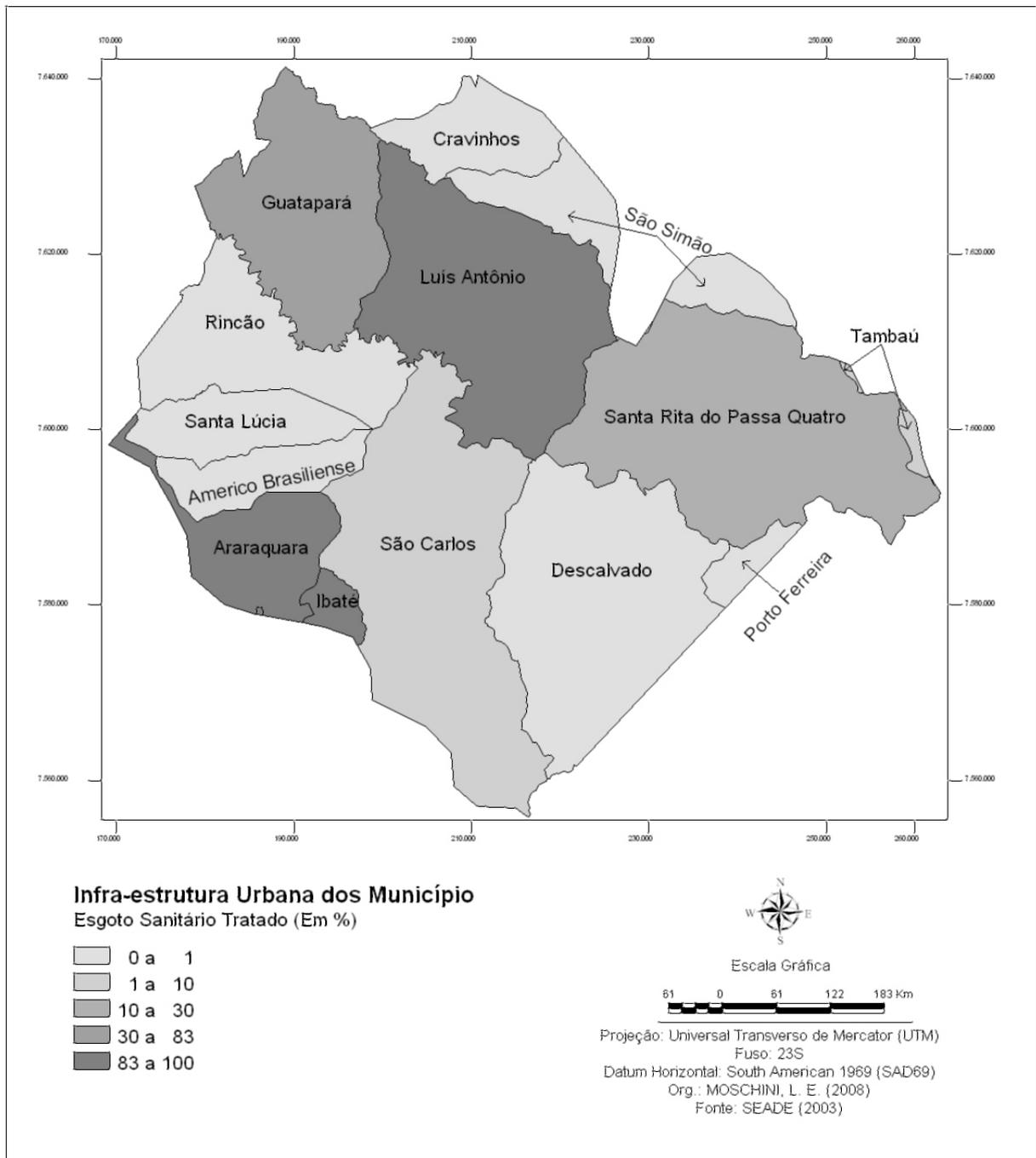
O município de Luis Antônio destaca-se no ranking das dez cidades de maior participação no PIB per capita nacional. Em 2002 era o seguinte: São Francisco do Conde (BA), Triunfo (RS), Quissamã (RJ), Porto Real (RJ), Carapebus (RJ), Rio das Ostras (RJ), Garruchos (RS), Paulínia (SP), Luis Antônio (SP) e Armação de Búzios (RJ). Os três primeiros municípios mantêm essa posição desde 2000 (IBGE 2008).

#### **4.4. Aspectos sociais.**

Dos 14 municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, oito (08) municípios: Américo Brasiliense, Descalvado, Guataparã, Luis Antônio, Porto Ferreira, Rincão, Santa Lúcia e Santa Rita do Passa Quatro, lançam seus esgotos domésticos diretamente nos corpos d'água desta bacia hidrográfica. Destes oito municípios apenas Luis Antônio apresenta 100% do esgoto tratado, seguido de Guataparã com 30% e Santa Rita do Passa Quatro com 10%; os demais municípios não possuem sistema de tratamento de esgoto (**Figura 8**).

Os municípios de Araraquara com 100% de esgoto tratado, Ibaté com 83% e São Carlos com apenas 1%, despejam suas águas residuárias na Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré, enquanto que os municípios de Tambaú, com apenas 1%, e Cravinhos e São Simão que não possuem estação de tratamento de água, despejam suas águas residuárias na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.

Atualmente, devido a implementação de políticas públicas de gestão dos recursos hídricos, a condição do tratamento de esgotos no âmbito dos municípios tende a melhorar. Assim por exemplo, o município de São Carlos a partir de dezembro de 2008 deve tratar 100% do seu esgoto, assim como os outros municípios que estão viabilizando suas estações de tratamento de esgoto.

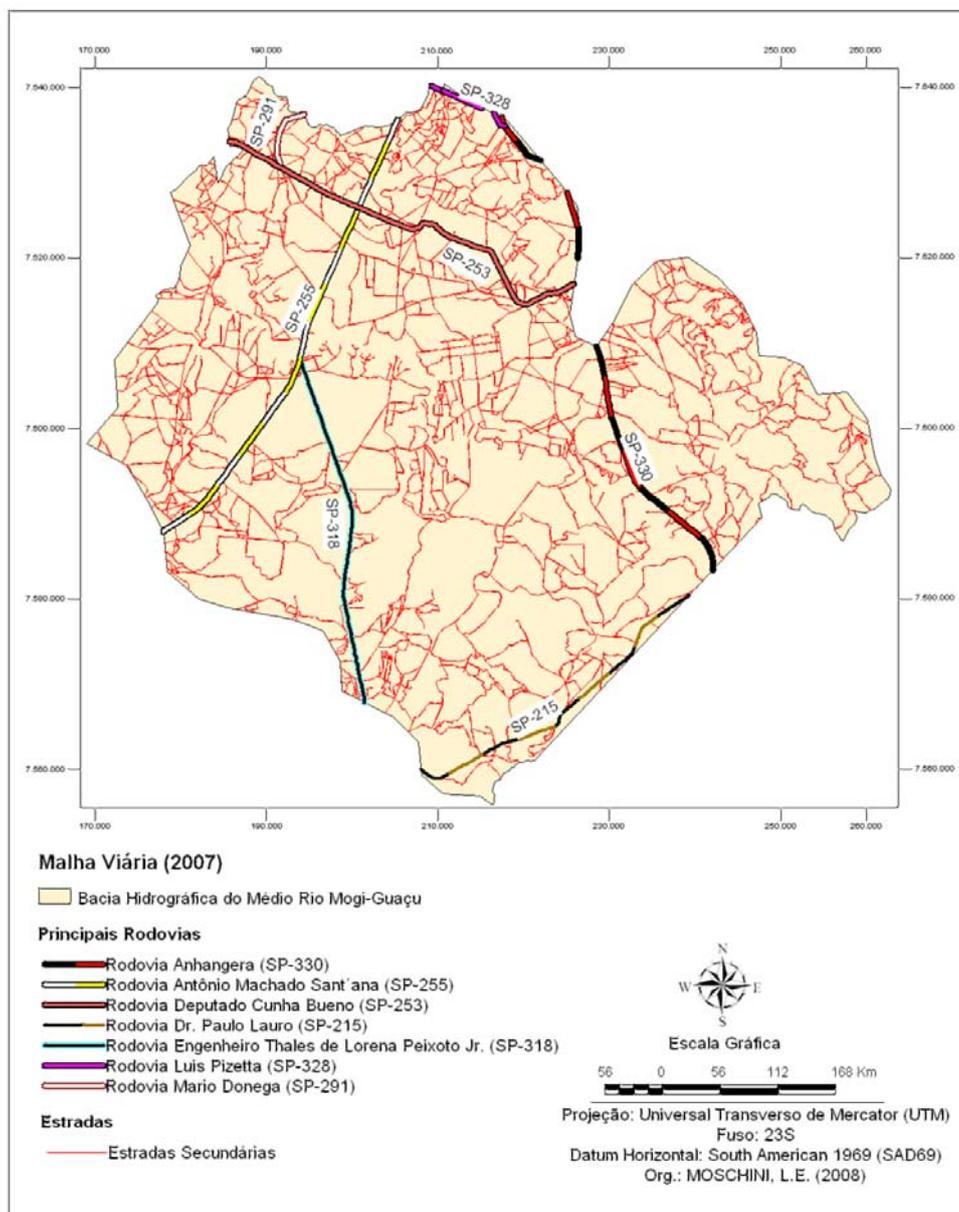


**Figura 8:** Informações básicas sobre o sistema de tratamento de esgotos para os municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

## 4.5. Caracterização Ambiental

### 4.5.1. Malha Viária.

A Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior apresenta diferentes vias que a cruzam (**Figura 9**), Essas vias foram categorizadas com principais rodovias e estradas, onde se destaca a rodovia estadual SP-330 (Rodovia Anhanguera), com seu marco inicial em São Paulo, interligando o noroeste do estado a vários municípios e a capital.



**Figura 9:** Malha Viária da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

A malha viária da área de estudo é de fundamental importância para o escoamento da produção industrial e agrícola, sendo responsável por ligar o noroeste do estado à capital e conseqüentemente ao porto de Santos.

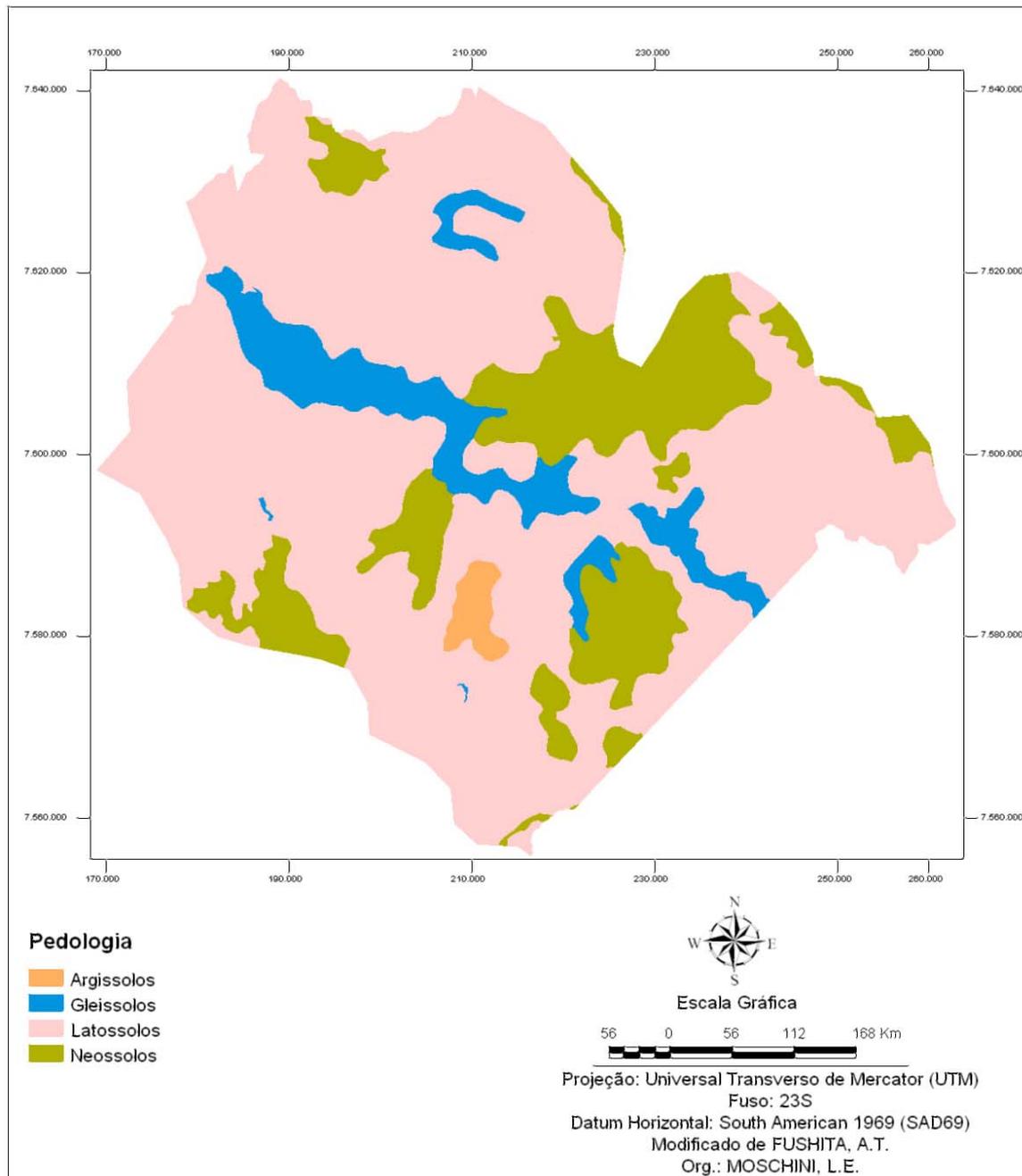
#### **4.5.2. Pedologia.**

Os solos da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior obtidos do Levantamento de Reconhecimentos de Solos do Estado de São Paulo do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (1960) estão representados na **Figura 10**. A classe de solos dominante é a dos Latossolos, ocupando uma área de 307.593,65 ha, corresponde a 71,59% da área de estudo, em relevo pouco declivoso. Possuem propriedades morfológicas e físicas que facilitam o manejo agrícola, facilitando a aplicação de corretivos e fertilizantes que garantem elevadas produtividades. Apresentam baixa erodibilidade quando comparados as outras classes de solos, como é o caso dos Argissolos e dos Neossolos Quartzarênicos.

Os Neossolos ocupam a segunda maior área da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (81.343,49 ha), corresponde a 18,93% da área de estudo, sendo caracterizada por regiões de solos mais rasos e declivosas, com limitações para trafegabilidade e alta erodibilidade; Possuem baixa aptidão agrícola quando comparados aos Latossolos, Nitossolos e Argissolos de relevo pouco declivoso.

As Classes de Gleissolos ocupam uma área de 35.993,69 ha corresponde a 8,38% da área de estudo, sendo encontradas principalmente na área da planície de inundação e de várzeas, apresentando como principal limitação o excesso de água, necessitando, portanto, de sistemas de drenagem para o manejo agrícola.

Os Argissolos ocupam uma área de 4.753,16 ha corresponde a 1,11% da área de estudo,. apresentam elevado gradiente textural e são muito susceptíveis à erosão, sendo necessários cuidados especiais, principalmente nos arênicos e espessarênicos.



**Figura 10:** Carta temática de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

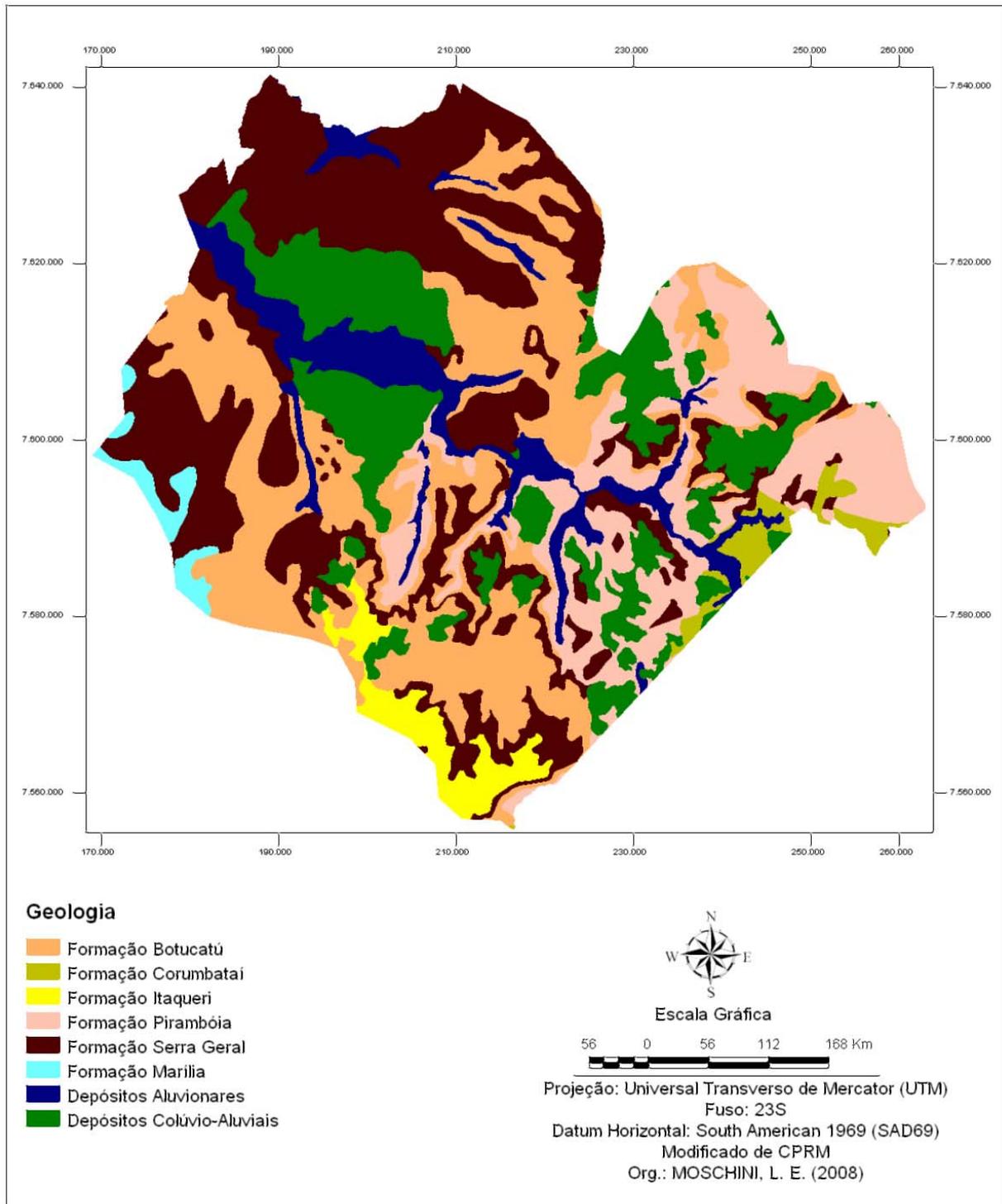
### 4.5.3. Geologia.

A área de estudo se encontra dentro dos domínios geotectônicos da Bacia Hidrográfica do Paraná, e envolve boa parte da série estratigráfica da mesma, desde o Carbonífero superior até o Cretáceo.

Para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior estão presentes oito unidades litoestratigráficas (**Figura 11 e Tabela 2**) (CPRM, 2008):

- a) Formação Serra Geral, com 126.416,06 ha corresponde a 29,42% da área de estudo, sendo constituída por rochas oriundas dos derrames de lavas basálticas e pelos diabásios, intrusivos tanto na forma de soleiras (*sills*) (IPT, 1981).
- b) Formação Botucatú, com 109.974,17 ha, corresponde a 25,59% da área de estudo, sendo constituída de arenitos de granulação fina a média. O Aqüífero Guarani, um dos maiores está inserido nesta formação (ALMEIDA FILHO, 1998).
- c) Depósitos Colúvio-aluviais, com 70.535,17 ha, correspondem a 16,42% da área de estudo, sendo constituídos de cascalhos, areias e argilas de origem fluvial, situados em topos rebaixados, rampas e terraços intermediários, com sedimentos imaturos e mal selecionados, de origem coluvial, e que ocorrem geralmente alçados em relação ao nível de base atual (IPT, 1981).
- d) Formação Pirambóia, com 62.062,15 ha, corresponde a 14,44% da área de estudo, sendo constituída de arenitos médios e finos, moderado a bem selecionados, com grãos subarredondados, que constituem camadas de espessura métrica, com superfícies de truncamento que

delimitam corpos de geometria cuneiforme (em corte), com estratificação cruzada do tipo tangencial na base (IPT, 1981).



**Figura 11:** Unidades litoestratigráficas que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

- e) Depósitos Aluvionares, com 34.041,56 ha, correspondem a 7,92% da área de estudo, sendo representados por depósitos de sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, representados por areias com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso. Estão associados às calhas dos cursos d'água de maior porte, encaixados tanto no embasamento cristalino como nos depósitos terciários, compreendendo basicamente sedimentos aluviais (IPT, 1981)
- f) Formação Itaqueri, com 13.299,94 ha, corresponde a 3,42% da área de estudo, sendo constituída de arenitos conglomeráticos e conglomerados com seixos de composição variada, com intercalações de siltitos. Os arenitos podem ser argilosos e apresentar intensa silicificação. Representam acumulações em ambiente de elevada energia, com mudança brusca de velocidade das águas, provavelmente de leques aluviais em clima de acentuada aridez, cuja posição estratigráfica e idade ainda não estão satisfatoriamente esclarecidas (IPT 1981).
- g) Formação Corumbataí, com 7.331,46 ha, corresponde a 1,71% da área de estudo, sendo constituída por rochas calcárias (grainstones, oolíticos, mícritos, escassas coquinas e grainstones oncolíticos silicificados), pelíticas e heterolíticas com menores proporções de arenito e chert. (ANDREIS E CARVALHO, 2003)
- h) Formação Marília com 6.023,46 ha corresponde a 1,40% da área de estudo, sendo composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, rica em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis, ocorrendo em bancos com espessuras médias entre 1 e 2 m, maciços ou com acamamento

incipiente, subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados, raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários são encontradas. São característicos da unidade nódulos carbonáticos, que aparecem dispersos nos sedimentos, ou concentrados em níveis ou zonas (IPT, 1981).

**Tabela 2:** Descrição geológica da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (Org.: MOSCHINI, L.E. 2008).

Formação	Período	Grupo	Minerais de Rochas
<b>Formação Botucatu</b>	Jurássico	Grupo São Bento	Arenitos, argilitos e conglomerados
<b>Formação Serra Geral</b>	Cretáceo	Grupo São Bento	Efusivas básicas
<b>Formação Itaqueri</b>	Cretáceo	Grupo Passa Dois	Dolomitos, folhelhos, pirobetuminosos, silitos e sílex.
<b>Formação Marília</b>	Cretáceo	Grupo Bauru	Arenitos, silitos, conglomerados argilitos e calcários.
<b>Formação Corumbataí</b>	Permiano	Grupo Passa Dois	Silitos, folhelhos, arenitos, calcários e sílex
<b>Formação Pirambóia</b>	Permiano	Grupo São Bento	Arenitos, argilitos e conglomerados
<b>Depósitos Colúvio-aluviais</b>	Neogeno		
<b>Depósitos aluvionares</b>	Neogeno		

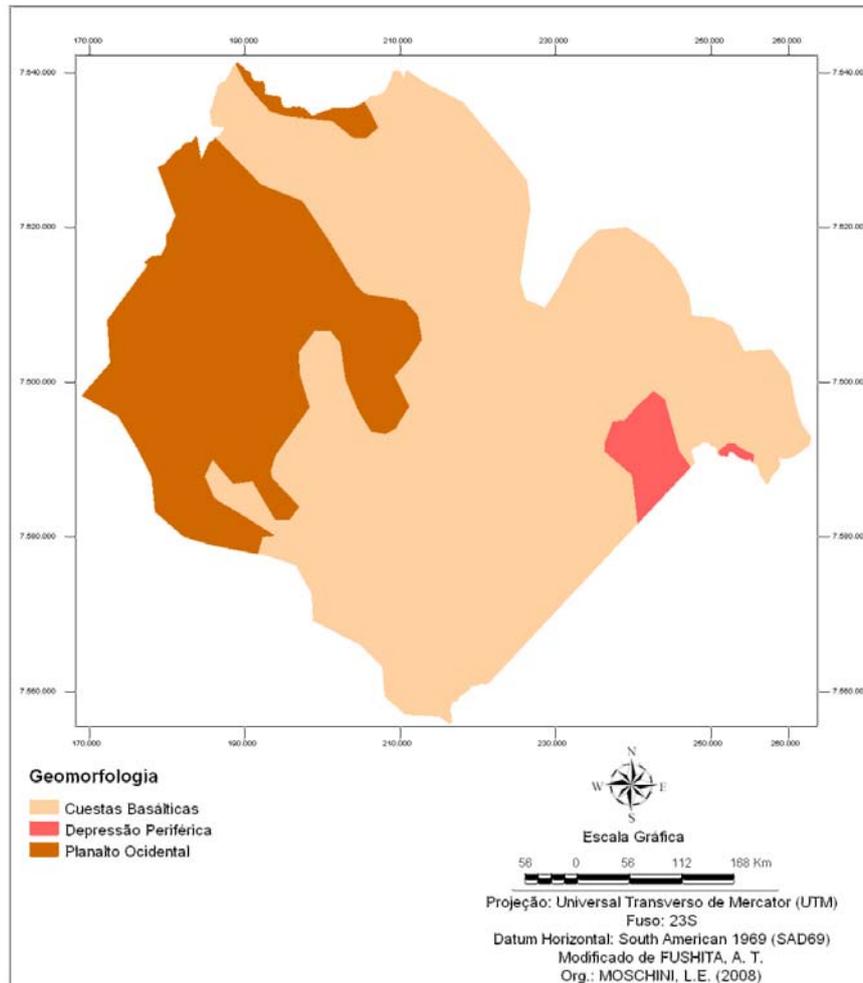
#### 4.5.4. Geomorfologia.

De acordo com a proposta de Almeida (1998) o Estado de São Paulo foi dividido em cinco províncias geomorfológicas: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

A área de estudo está constituída por três províncias geomorfológicas: Cuestas Basálticas, Planalto Ocidental e Depressão Periférica (**Figura 12**).

As Cuestas Basálticas ocupam uma área de 298.199,83 ha correspondente a 69,40% da área de estudo. Compreende um relevo dissimétrico, constituído de um lado por um perfil côncavo em declive íngreme, denominado frente e, do outro, de

perfil suavemente inclinado. Possui um relevo caracterizado pela presença de áreas com morros arredondados, morros alongados e colinas amplas.



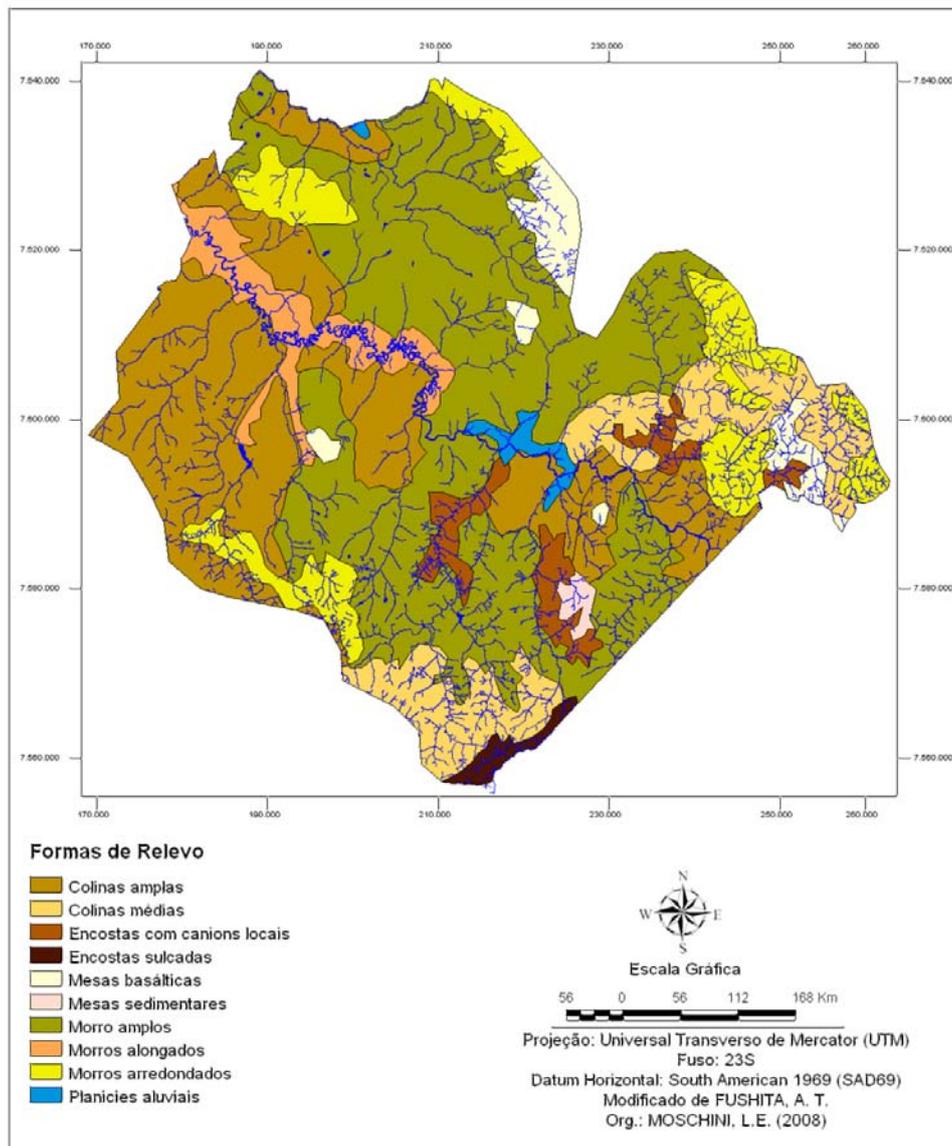
**Figura 12:** Províncias Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

O Planalto Ocidental ocupa uma área de 121.216,55 ha correspondente a 28,21% da área de estudo. Possui um relevo levemente ondulado onde predominam as colinas amplas e baixas com topos aplainados (ROSS e MOROZ, 1997).

A Depressão Periférica com uma área de 10.267,66 ha corresponde a 2,39% da área de estudo. Apresenta relevo uniforme, com amplos e profundos vales, além

de planícies aluviais. Possui um relevo de formas suavizadas, levemente onduladas e constituídas por colinas amplas, colinas médias e morros amplos.

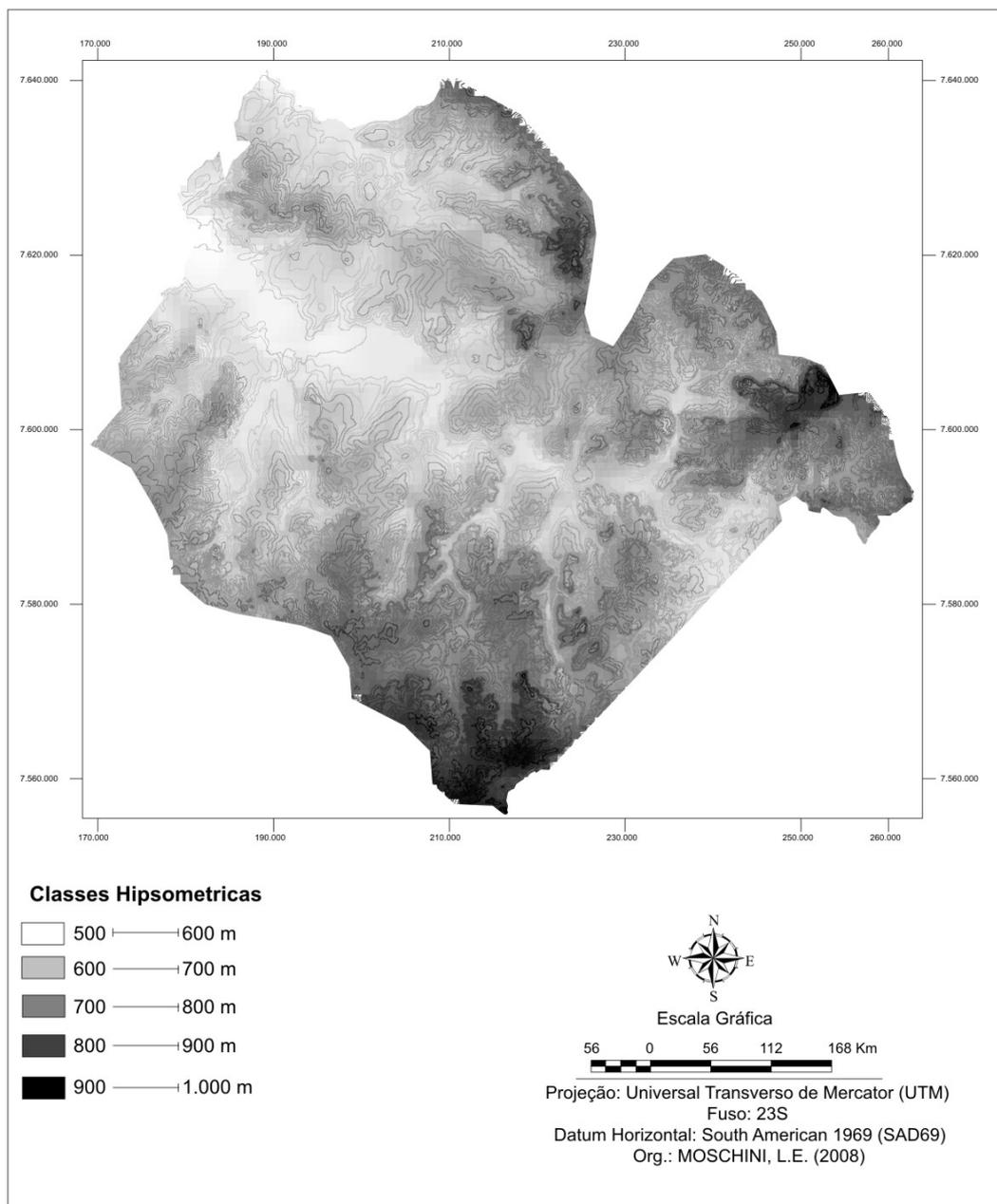
A Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior apresenta dez formas de relevo onde predominam morros amplos (40,19%) e colinas amplas (26,31%), perfazendo um total de 66,50% da área de estudo, dos quais 33,46% se dividem em colinas médias (10%), morros alongados (4,8%), morros arredondados (9,5%), mesas basálticas (3,4%), mesas sedimentares (0,5%), encostas sulcadas (0,7%), encostas com cânions locais (3,6%) e planícies aluviais (1%) (**Figura 13**).



**Figura 13:** Formas de relevo sobrepostas à hidrografia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

#### 4.5.5. Hipsometria.

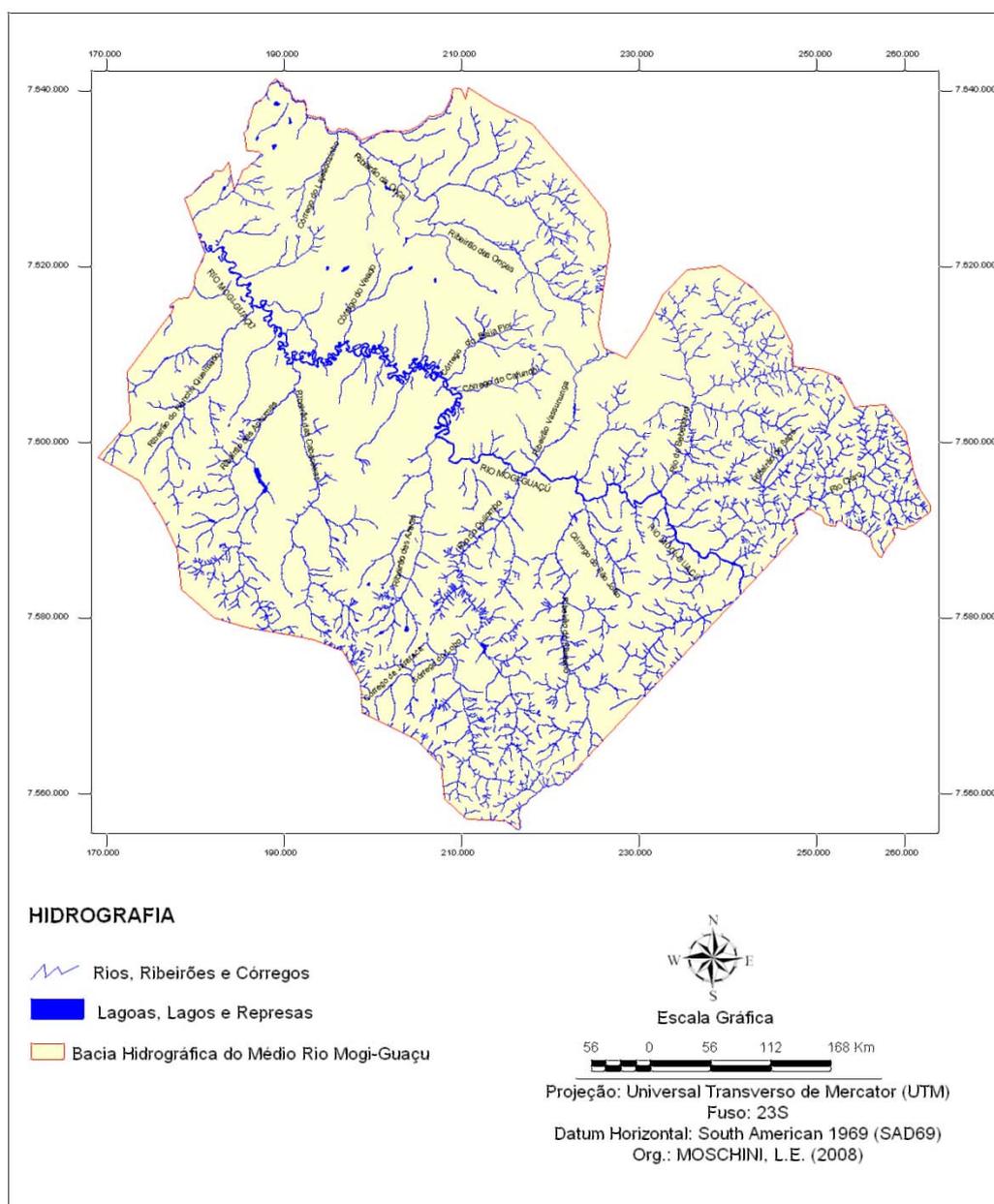
A área de estudo foi distribuída em 5 classes hipsométricas agrupadas a cada 100 metros. A cota mais baixa está localizada a região centro-oeste da área de estudo corresponde a uma altitude de 500 metros. A cota mais alta está localizada nas regiões nordeste e sul da área de estudo corresponde a uma altitude de 1.000 metros (**Figura 14**).



**Figura 14:** Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

#### 4.5.6. Hidrografia.

A área de estudo abrange uma rica rede de drenagem. Os principais rios são o Rio Mogi-Guaçu, Rio do Quilombo e Rio Claro (**Figura 15**). A região da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior contempla a planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu que ocupa uma área de aproximadamente 39.000 ha, distribuída entre as cotas de 500 a 540 m, onde estão localizadas as lagoas marginais e lagos.

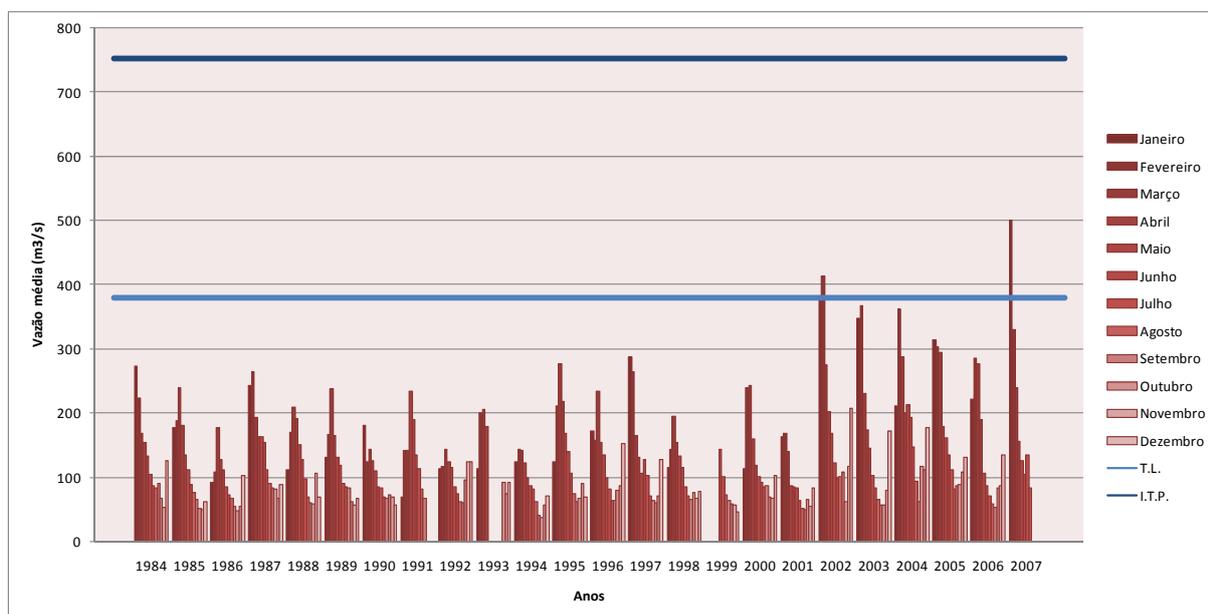


**Figura 15:** Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

Nas **Figuras 16, 17 e 18** estão representados os valores médios mensais, máximos mensais e mínimos mensais, respectivamente da vazão do Rio Mogi-Guaçu no período de janeiro de 1984 a agosto de 2007. Durante este período a vazão do rio teve uma variação bastante acentuada, atingindo o valor máximo mensal de 870,21m<sup>3</sup>/s em janeiro de 2000.

Uma vazão de 380m<sup>3</sup>/s é suficiente para se iniciar o transbordamento lateral, enquanto que uma vazão de 752m<sup>3</sup>/s causa a inundação total da planície (BALLESTER, 1994).

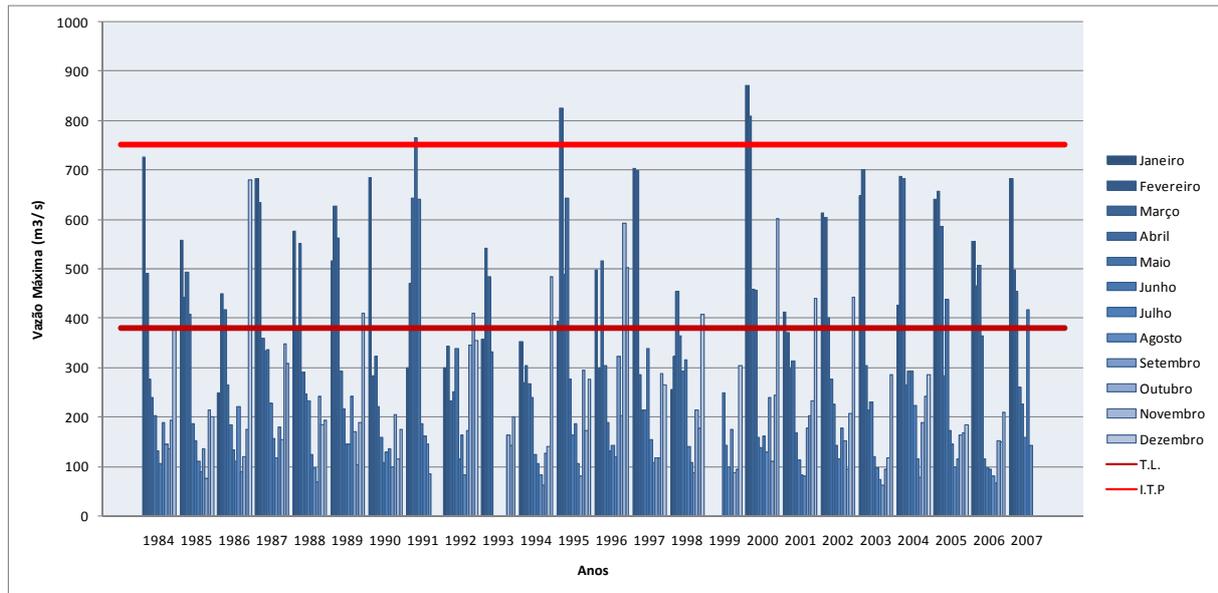
Considerando a vazão média mensal (**Figura 16**) no período estudado, os transbordamentos laterais ocorreram durante o período chuvoso, nos meses de fevereiro de 2002 e janeiro de 2007.



**Figura 16:** Vazão média mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma vazão de 380 m<sup>3</sup>/s; I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de 752 m<sup>3</sup>/s. (Fonte: SIGRH, 2007).

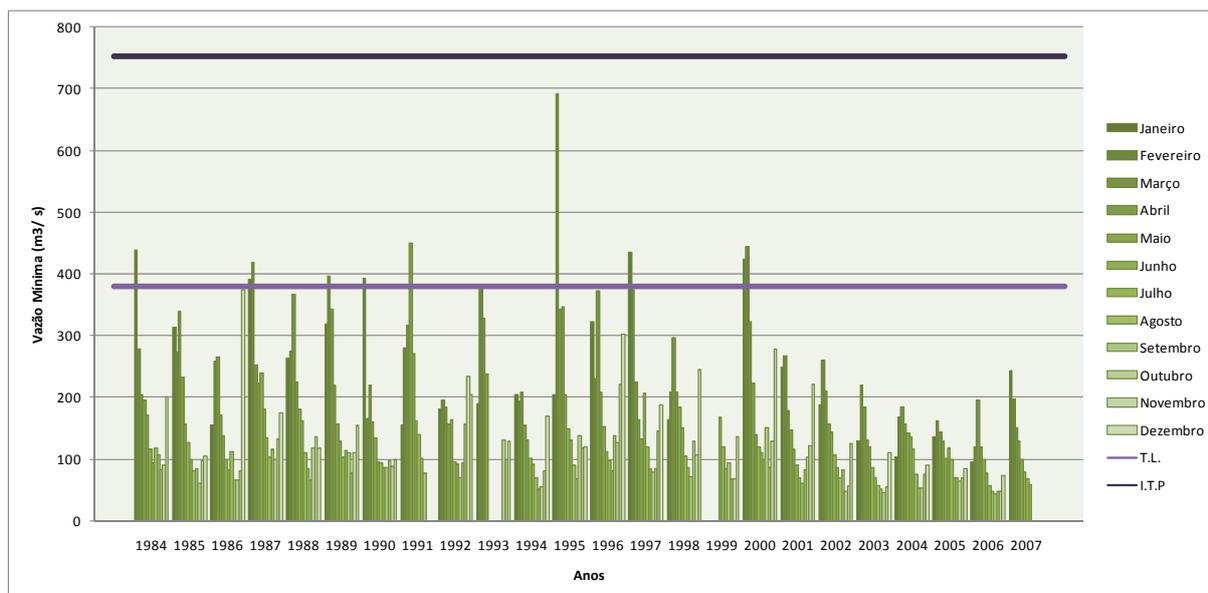
Considerando os valores de vazão máxima mensal (**Figura 17**) para o período estudado, pode ser evidenciada a inundação total da planície em fevereiro

de 1991, fevereiro de 1995, janeiro e fevereiro de 2000. A vazão máxima mostra também que o transbordamento lateral vem ocorrendo continuamente no período chuvoso, sob a forma de pulsos de rápida duração de no mínimo de 3 e no máximo de 14 dias.



**Figura 17:** Vazão máxima mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma vazão de  $380 \text{ m}^3/\text{s}$ . I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de  $752 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Fonte: SIGRH, 2007)

A **Figura 18** representa a vazão mínima mensal do período estudado, evidenciando que os pulsos de transbordamento lateral apresentam uma constância de 1984 a 2000, para o período chuvoso de janeiro a fevereiro, sendo que para os anos de 2001 a 2007 não foi atingida a vazão mínima de  $380 \text{ m}^3/\text{s}$  para o transbordamento lateral do rio.

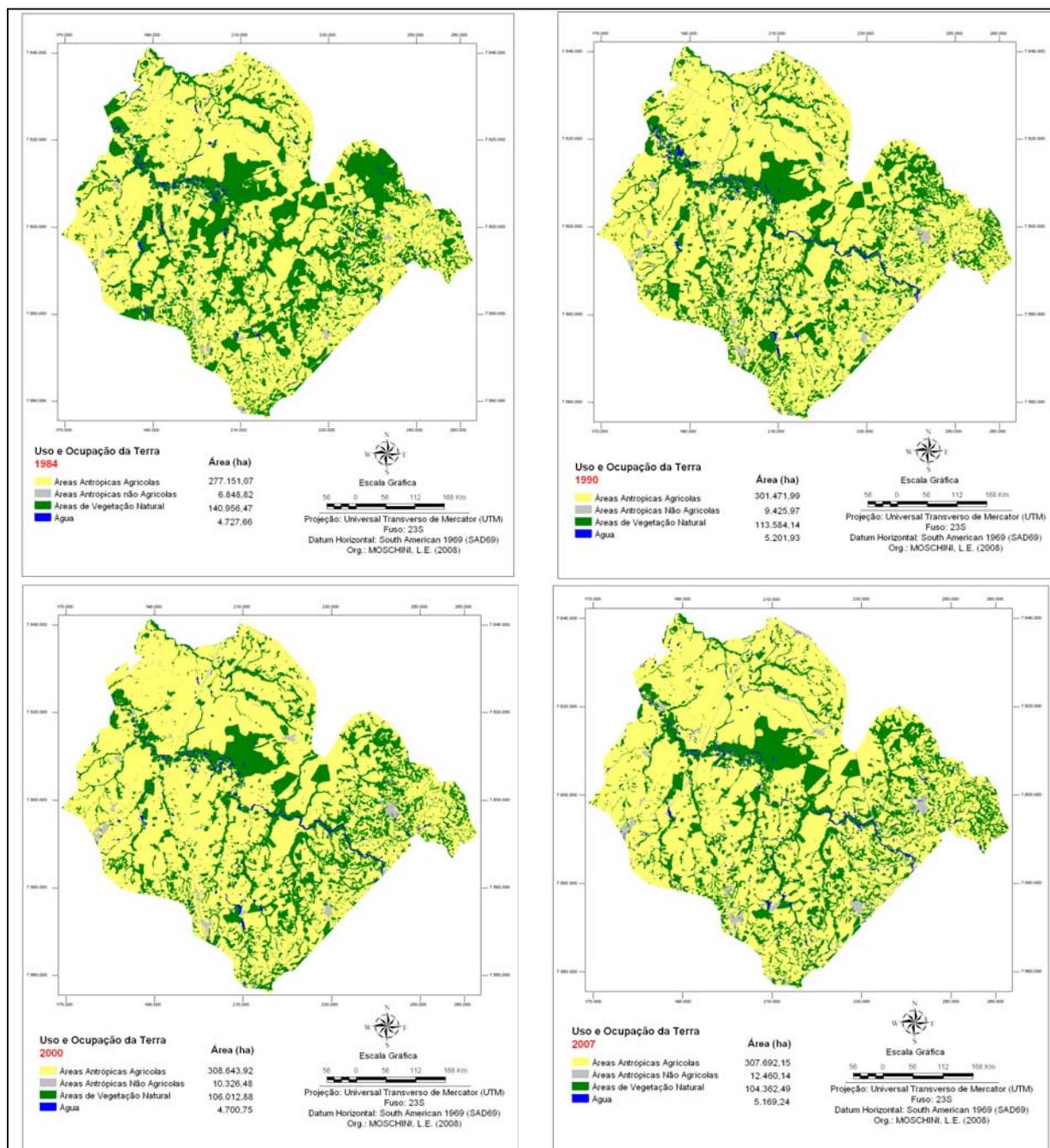


**Figura 18:** Vazão mínima mensal do Rio Mogi-Guaçu de 1984 a agosto de 2007. T.L. representa a vazão na qual tem início o transbordamento lateral com uma descarga de 380 m<sup>3</sup>/s. I.T.P. representa a vazão de inundação total da planície com um descarga de 752 m<sup>3</sup>/s. (Fonte: SIGRH, 2007)

#### 4.6. Dinâmica do uso e ocupação da terra

A análise da dinâmica do uso e ocupação da terra para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007, foi interpretada com base na análise de um primeiro nível hierárquico representado por quatro classes de uso e ocupação: áreas antrópicas não agrícolas, áreas antrópicas agrícolas, áreas de vegetação natural e água (Figura 19).

A expansão agrícola através do crescimento das propriedades rurais, associada aos processos altamente tecnificados em benefício do aumento da produtividade, incluindo infra-estrutura para o manejo das safras, principalmente para plantio e cultivo de monoculturas refletem o aumento das pressões na paisagem da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.



**Figura 19:** Dinâmica do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007, São Paulo - Brasil.

A classe áreas antrópicas agrícolas engloba as áreas de uso para a produção de alimentos, fibras ou outro tipo de matéria-prima que podem ser empregadas na indústria (IBGE, 2006). Esta classe apresentou o maior aumento de área no período estudado, passando de 64,50% em 1984 para 71,61% em 2007, representando um aumento de 30.541,08 ha de áreas de suporte para a produção. No período de 23

anos reflete um aumento de 1.300 ha/ano. No período de 2000 a 2007 pode ser observada uma redução de 0,22% para a classe de áreas antrópicas agrícolas na área de estudo (**Tabela 3 e Figuras 19 e 20**)

A classe de áreas antrópicas não agrícolas contempla os tipos de coberturas referentes às áreas abertas construídas, com predomínio das edificações que caracterizam processos de expansão urbana e os complexos industriais. Esta classe apresentou um aumento de 1,31% de área ocupada entre o período de 1984 (1,59%) para o ano de 2007 (2,90%) (**Tabela 3 e Figuras 19 e 20**). Este aumento está diretamente relacionado à expansão das áreas urbanas decorrente do aumento da densidade demográfica.

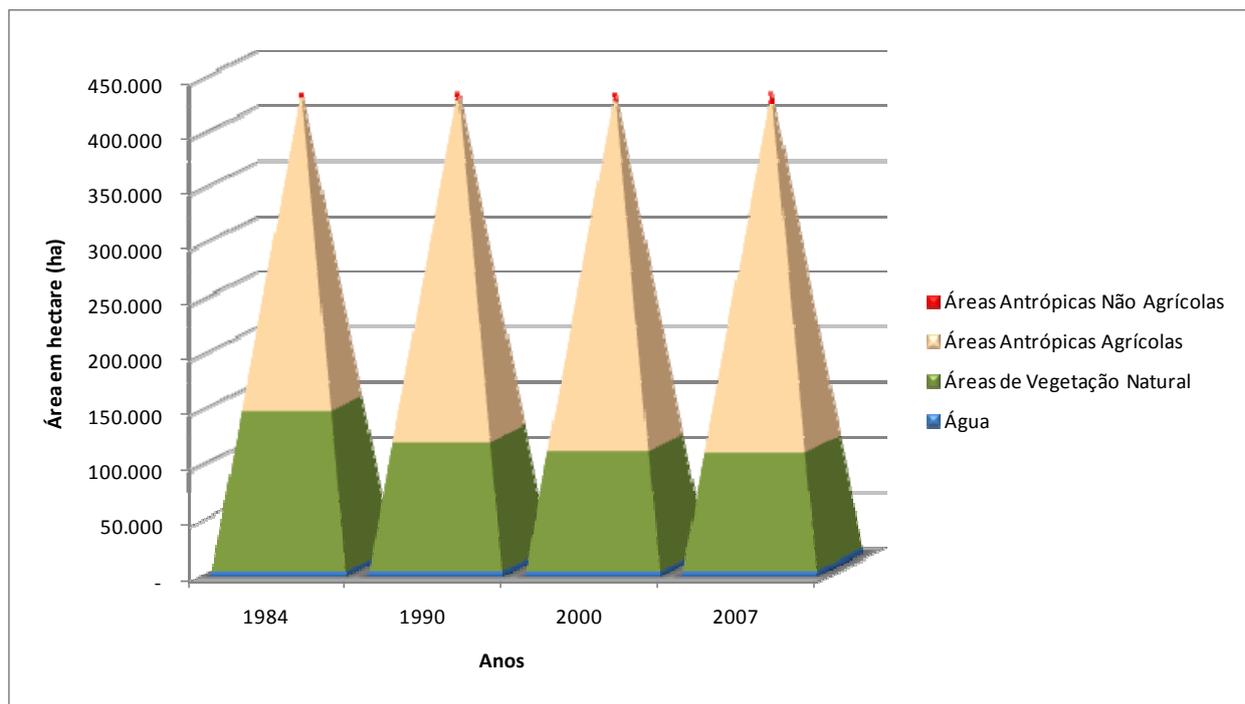
A classe de vegetação natural contempla diferentes tipos fitofisionômicos, apresentando uma redução significativa no período de estudo, de 32,80% em 1984 para 24,29% em 2007, representando uma perda de habitat natural de 36.593,97 ha de aproximadamente 1.600 ha/ano (**Tabela 3 e Figuras 19 e 20**).

**Tabela 3:** Classes de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de (1984, 1990, 2000 e 2007). Valores quantificados em hectares (ha) e porcentagem (%) (Org.:MOSCHINI, L.E. 2008).

Classes de Uso e Ocupação	1984		1990		2000		2007	
	Área (ha)	%						
<b>Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	277.151,07	64,50	301.471,99	70,16	308.643,92	71,83	307.692,15	71,61
<b>Áreas Antrópicas Não Agrícolas</b>	6.848,82	1,59	9.425,97	2,19	10.326,48	2,40	12.460,14	2,90
<b>Áreas de Vegetação Natural</b>	140.956,47	32,80	113.584,14	26,43	106.012,88	24,67	104.362,49	24,29
<b>Água</b>	4.727,66	1,10	5.201,93	1,21	4.700,75	1,09	5.169,24	1,20
<b>Totais</b>	<b>429.684,02</b>		<b>429.684,02</b>		<b>429.684,02</b>		<b>429.684,02</b>	

A classe água onde foi possível identificar usos múltiplos, tanto de utilização econômica como de lazer, não apresentou uma variação ao longo do período de análise, com apenas 0,10% de 1984 para 2007 (**Tabela 3 e Figuras 19 e 20**).

A dinâmica de uso e ocupação da terra no período de 1984, 1990, 2000 e 2007, revela alterações significativas na paisagem da região com destaque para a expansão das áreas de cultivo que em 1984 era de 277.151,07 hectares e em 2007 passou para 307.692,15 hectares, representado uma área equivalente a 7% (30.541,08 hectares), da área cultivada da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A distribuição dos valores dos tipos de Classes de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007 está representada na **Figura 20**.



**Figura 20:** Classes de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007. Valores quantificados em hectares (ha).

#### 4.6.1. Índice de urbanidade (IB)

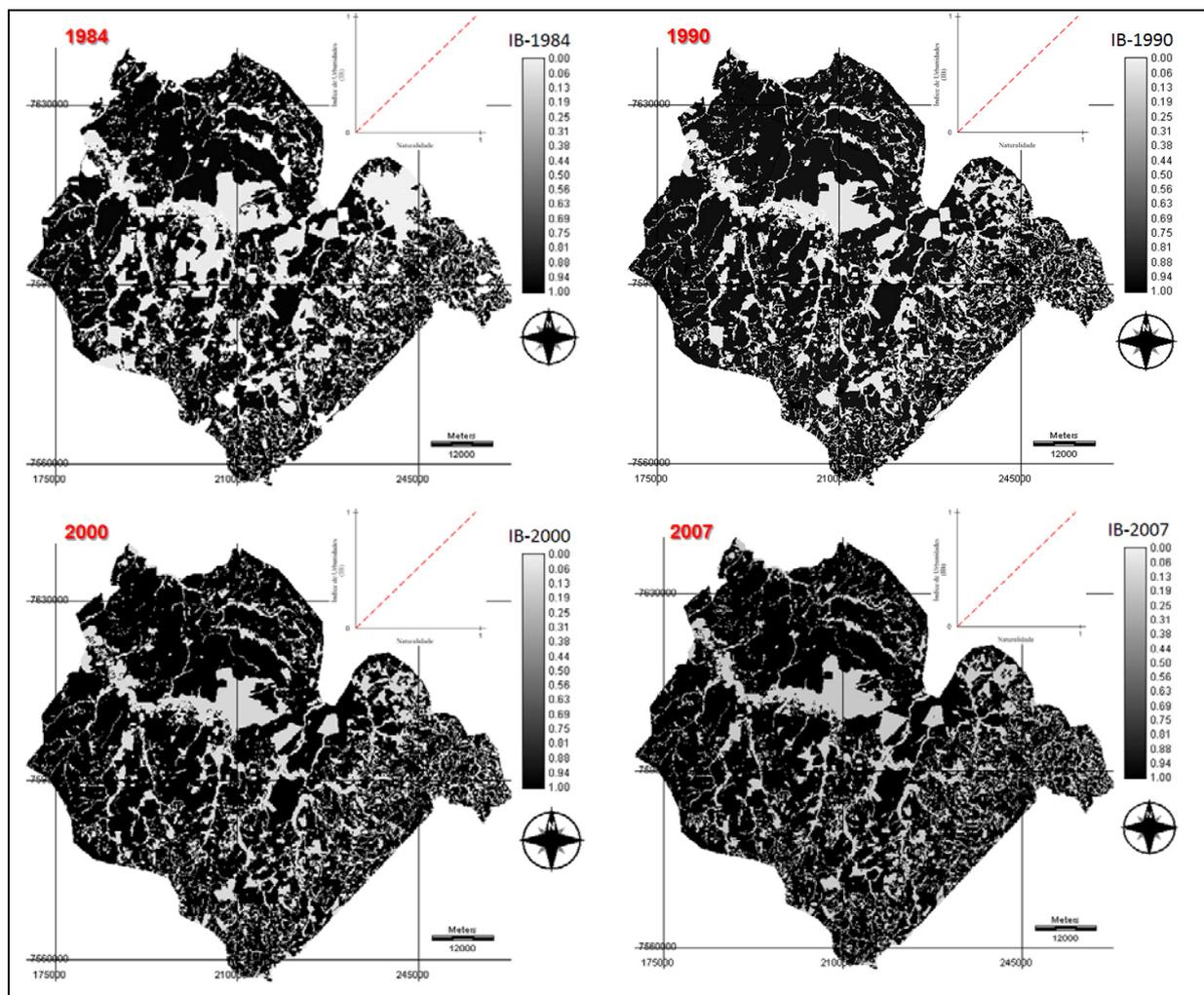
O índice de urbanidade estimado para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior expressa à extensão pela qual esta unidade da paisagem está fortemente dominada por atividades antrópicas, basicamente representadas pelo predomínio das áreas antrópicas não-agrícolas.

A área ocupada pelas atividades humanas representa 66,10% da área total da bacia hidrográfica em 1984, 72,36% em 1990, 74,23% em 2000 e 74,51% em 2007. Estes valores indicam a predominância de áreas antropizadas, em mais de 50% da bacia hidrográfica, ainda em um tempo anterior a 1984.

No período de 1962 a 2001 o Estado de São Paulo teve sua área de cobertura florestal reduzida em 3.859.000 ha (IF, 2005), representando uma perda aproximada de 2,5% por ano de área de remanescentes florestais como resultado da trajetória desenvolvimentista. Para a região da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior foi observado em 23 anos (1984 a 2007) uma redução da vegetação natural estimada em 4,34% da área total estudo. Valor superior ao estimado para o Estado de São Paulo como um todo.

Baseado nos dados demográficos de 1984, 1990, 2000 e 2007, o aumento da população foi de aproximadamente 33% de 1984 a 2007, proporcionando um acréscimo de 5.611,31 ha de áreas antrópicas não-agrícolas, significando uma expansão das áreas urbanas não tão expressiva quanto à observada para as áreas antrópicas agrícolas.

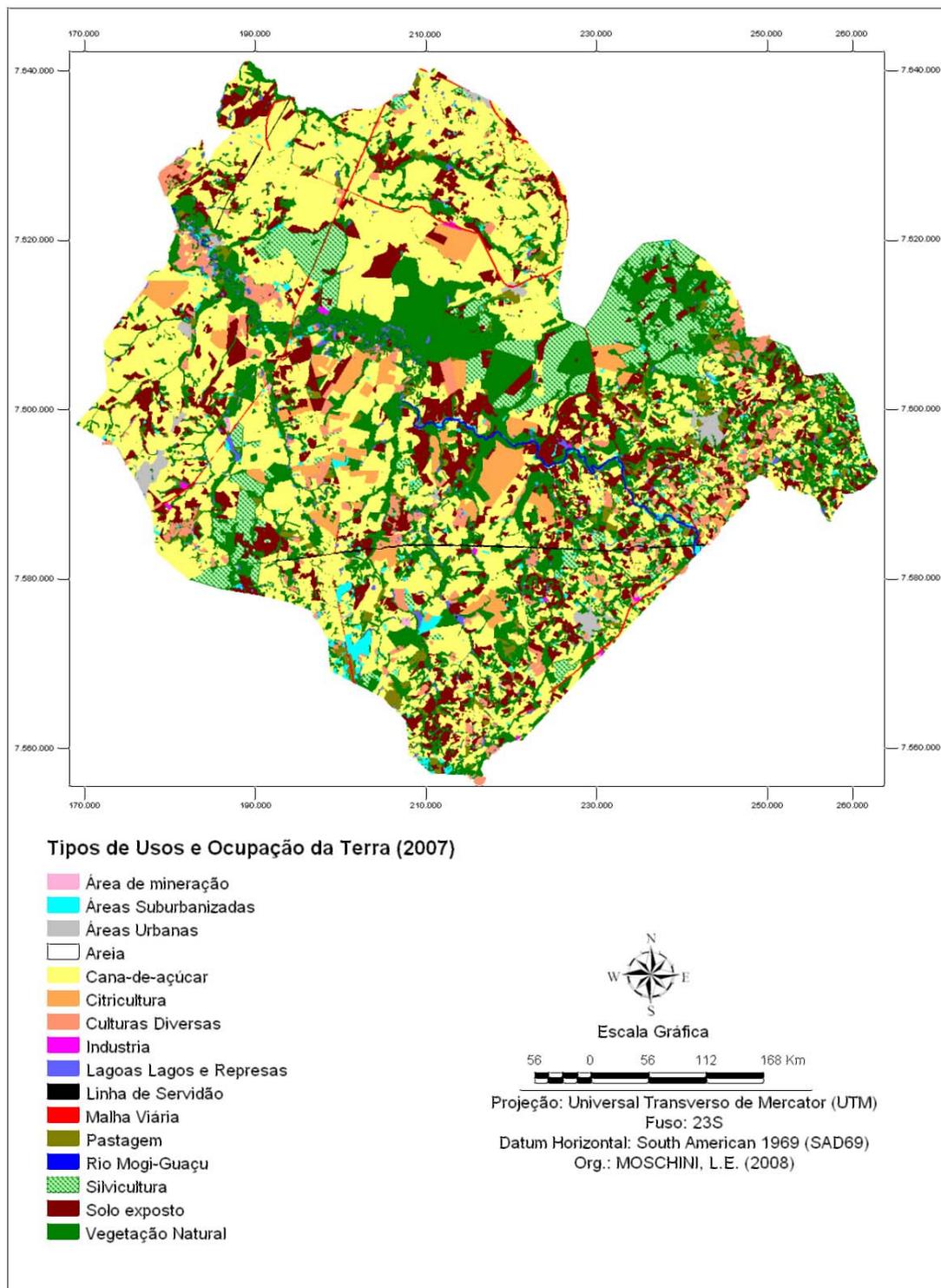
O índice de urbanidade para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007 demonstra que a paisagem esta perdendo a naturalidade em função dos processos de agricultura e de urbanização (**Figura 21**).



**Figura 21:** Índice de Urbanidade da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1984, 1990, 2000 e 2007. A legenda da figura representa o grau máximo de naturalidade (IB = 0) e grau mínimo de naturalidade (IB = 1) situação essa correspondente à predominância na área de sistemas alterados pelo homem.

#### 4.7. Usos e Ocupação da Terra

O padrão de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em relação a um nível hierárquico secundário de classificação, para o ano de 2007 está representado na **Figura 22**. Evidencia o cenário atual decorrente da dinâmica dos processos antrópicos sobre a estrutura da paisagem, profundamente alterada por interferências que convergem aos interesses econômico-industriais.



**Figura 22:** Uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para um nível hierárquico secundário de classificação, para o ano de 2007, São Paulo - Brasil.

Foram categorizados 16 tipos de usos, agrupados em 04 classes distintas, para o ano de 2007 (**Figura 22 e Tabela 4**): (I) áreas antrópicas agrícola; (II) áreas antrópicas não agrícolas; (III) áreas de vegetação natural; (IV) água.

**Tabela 4:** Uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, em um nível hierárquico secundário de classificação, para o ano de 2007. Valores em: metros “m”, quilômetros “km”, hectares “ha” e porcentagem “%” (Org.: Moschini, L.E. 2008).

Classes	Tipos de Uso	Área (m)	Área (km)	Área (ha)	Área (%)
Água	Rio Mogi-Guaçu	17.126.704,99	17,13	1.712,67	0,40
	Lagoas Lagos e Represas	34.565.692,74	34,57	3.456,57	0,80
<b>SUBTOTAL</b>		<b>51.692.397,73</b>	<b>51,69</b>	<b>5.169,24</b>	<b>1,20</b>
Áreas Antrópicas não Agrícolas	Área de mineração	2.599.595,83	2,60	259,96	0,06
	Áreas Suburbanizadas	50.223.438,72	50,22	5.022,34	1,17
	Áreas Urbanas	37.519.058,78	37,52	3.751,91	0,87
	Areia	99.357,69	0,10	9,94	0,001
	Indústria	4.118.343,50	4,12	411,83	0,10
	Malha Viária	24.918.203,58	24,92	2.491,82	0,58
	Linha de Servidão	5.123.391,12	5,12	512,34	0,12
<b>SUBTOTAL</b>		<b>124.601.389,22</b>	<b>124,60</b>	<b>12.460,14</b>	<b>2,90</b>
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cana-de-açúcar	1.787.030.973,57	787,03	178.703,10	41,59
	Citricultura	170.975.546,60	170,98	17.097,55	3,98
	Culturas Diversas	167.601.662,97	167,60	16.760,17	3,90
	Pastagem	102.561.862,00	102,56	10.256,19	2,39
	Silvicultura	301.668.511,57	301,67	30.166,85	7,02
	Solo exposto	547.082.936,37	547,08	54.708,29	12,73
<b>SUBTOTAL</b>		<b>3.076.921.493,08</b>	<b>3.076,92</b>	<b>307.692,15</b>	<b>71,61</b>
Áreas de Vegetação Natural	Vegetação Natural	1.043.624.942,47	1.043,62	104.362,49	24,29
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.043.624.942,47</b>	<b>1.043,62</b>	<b>104.362,49</b>	<b>24,29</b>
<b>TOTAIS</b>		<b>4.296.840.222,50</b>	<b>4.296,84</b>	<b>429.684,02</b>	<b>100,00</b>

A classe áreas antrópicas agrícolas contempla seis tipos de usos atuais: cana-de-açúcar, citricultura, culturas diversas, pastagem, silvicultura e solo exposto. Os cultivos semi perene, com predomínio da cana-de-açúcar, abrangem 41,59% da área da bacia hidrográfica; a silvicultura contempla espécies vegetais com valor comercial para a produção de papel e celulose abrange uma área de 7,02%; a citricultura cerca de 3,98%; a pastagem destinada a pecuária cerca de 2,39%; culturas diversas agrupando os cultivos temporários de café, milho, amendoim e soja

ao redor de 3,90%. As áreas de solo exposto 12,73% foram consideradas como aquelas que no momento do registro da imagem LandSat, estavam sendo preparadas para o cultivo predominantemente de cana-de-açúcar. Integralizam 71,61% da área total da bacia hidrográfica, correspondendo a uma área de 307.692,15 ha.

Áreas antrópicas não-agrícolas compreendem a maior diversidade de tipos de uso (**Tabela 4**), onde as áreas suburbanizadas (incluindo propriedades rurais, pesqueiros) abrangem 1,17% da área total da bacia hidrográfica. As áreas urbanas de Américo Brasiliense, Descalvado, Guatapará, Luis Antônio, Rincão, Santa Lúcia e Santa Rita do Passa Quatro representam 0,87% da área da bacia hidrográfica. Indústrias (incluindo destilarias, usinas de açúcar e álcool, olarias, alimentícia e de papel e celulose) representam 0,10% da área da bacia hidrográfica; os demais tipos de usos, tais como, área de mineração, areia, malha viária e linhas de servidão representam 0,76% da área da bacia hidrográfica. A somatória destes diferentes tipos de usos integraliza cerca 2,90%, correspondente a 12.460,14 ha da área da bacia hidrográfica.

A classe água inclui o Rio Mogi-Guaçu que ocupa uma área de 0,40% da área da bacia hidrográfica. Completa esta classe os lagos, lagoas e represas com 0,80% da área total, integralizando 1,20%, perfazendo uma área total de 5.169,24 ha.

A área de vegetação natural, compreendendo diversos tipos fisionômicos, totaliza uma área de 104.362,49 ha correspondente a 24,29% da área da bacia hidrográfica.

Com base na identificação destes diferentes tipos de usos da terra podem ser considerados diversos tipos de riscos de degradação da paisagem da bacia hidrográfica:

- erosão dos solos, sólidos em suspensão em corpos d'água e assoreamento de córregos em função das atividades agrícolas;
- contaminação e desperenização dos corpos d'água;
- fragmentação de áreas naturais devido às atividades agrícolas;
- perda de espécies;
- poluição atmosférica direta relacionada às práticas de uso do fogo no manejo da cana –de – açúcar e pastagens;
- deriva de agrotóxicos;
- contaminação de recursos hídricos por matéria orgânica em excesso e materiais tóxicos devido a presença de tanques de tratamento de efluentes industriais (possibilidade de vazamentos) e de reserva de resíduos derivados da produção do álcool (vinhoto);
- transporte de matéria-prima para as regiões de processamento (por exemplo, cana-de-açúcar e madeira) intensificando a geração de resíduos eliminados no ambiente.

Todos esses riscos ambientais estão relacionados ao processo de alteração do padrão de ocupação da paisagem local. Em projeção a este cenário tem-se como traço de relevância a expansão das atividades agrícolas e a intensificação dos processos agrários associados ao avanço do sistema industrial, os quais alteram a estrutura da paisagem e a configuração espacial dos ecossistemas locais, gerando a fragmentação de áreas e a redução drástica da cobertura vegetal, caracterizando

um cenário de mecanização de processos e extração constante dos recursos naturais.

Particularmente, este tipo de uso e ocupação da terra está relacionado com os desequilíbrios nas interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas em âmbito local e regional.

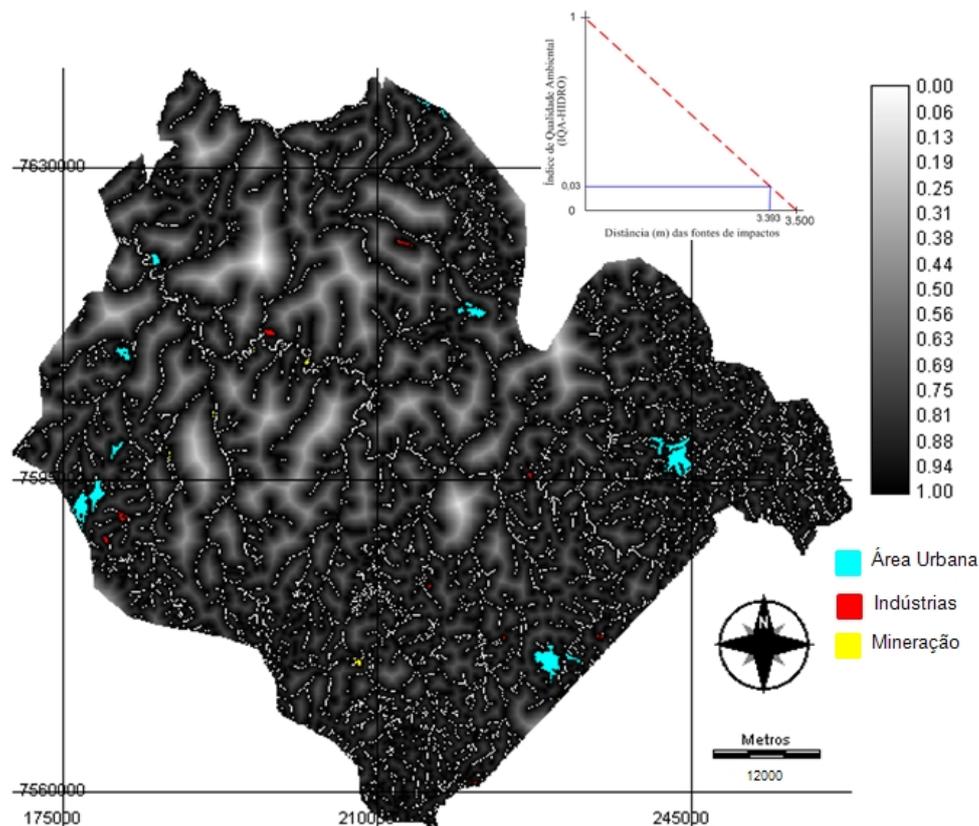
A relação entre qualidade ambiental e a manutenção do desenvolvimento econômico implica em atentar não apenas para a escala local da sustentabilidade, mas também em âmbito regional.

Para análise desta relação em escala local foi utilizado o Índice de Qualidade Ambiental do Recurso Hídrico (IQA-HIDRO) que expressa a relação da qualidade do recurso hídrico em função dos impactos resultantes das atividades humanas (área urbana, indústria e mineração) para a paisagem da bacia hidrográfica.

A ocupação humana em torno dos corpos hídricos continentais é certamente mais antiga do que qualquer registro histórico. Este fato é também espacialmente amplo e pode ser constatado em todo o mundo. Por trás desta evidente tendência estão serviços fundamentais para a qualidade de vida humana, como o abastecimento de água para uso doméstico e industrial e o transporte e diluição dos dejetos. Atualmente, os recursos hídricos vêm sendo explorados por meio de grandes intervenções humanas sobre o regime e o curso destes corpos hídricos (ROSEMBERG et al. 2000).

A análise da suscetibilidade dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior foi baseada na relação da proximidade do mesmo em função das atividades antrópicas impactante na paisagem local. Esta análise permitiu identificar a maior e menor suscetibilidade do recurso hídrico frente as fontes impactantes. Os valores obtidos na análise revelam que a maior parte dos

recursos hídricos estão suscetíveis as atividades antrópicas locais, as quais estão localizadas a uma distância próxima a zero, representando um grau mínimo de qualidade do recurso hídrico (IQA = 1), frente aos riscos ambientais que os mesmos estão submetidos. A maior distância das atividades antrópicas em relação aos recursos hídricos corresponde a região onde estão inseridas a Estação Ecológica de Jataí (EEJ) e a várzea de rios secundário do Rio Mogi-Guaçu, que corresponde a maior distância em relação às atividades antrópicas (IQA = 0). A maior distância encontrada foi de 3.393 metros da fonte impactante em relação ao corpo hídrico mais próximo (Figura 23).



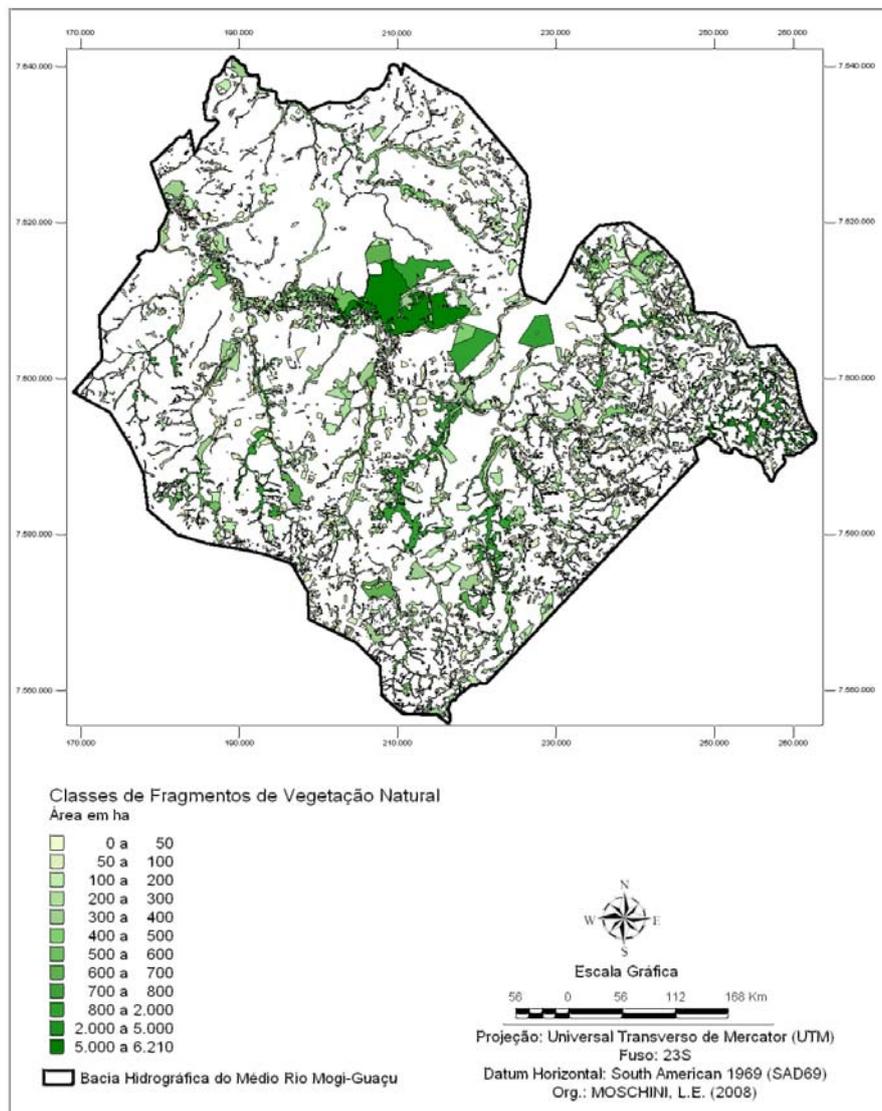
**Figura 23:** Índice de Qualidade Ambiental para os recursos hídricos (IQA-HIDRO) em relação aos impactos resultantes das atividades humanas (área urbana, indústrias e mineração) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A legenda da direita da figura representa o grau máximo de qualidade (IQA = 0) condição em que a distância das fontes impactantes até o rio mais próximo for maior do que 3500 m. O grau mínimo de qualidade (IVA = 1) corresponde à condição em que a distância das fontes impactantes até o rio se aproxima de zero.

O conhecimento das áreas críticas com relação ao risco de degradação dos corpos hídricos permite a identificação de áreas prioritárias para monitoramento limnológico e verificação dos parâmetros em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelo CONAMA (Resolução CONAMA nº 20 de 01/01/86). Desta forma, por meio da análise do Índice de Qualidade Ambiental para os recursos hídricos poderão ser estabelecidas as estações de coleta e os parâmetros de monitoramento da qualidade da água na área da bacia hidrográfica. Este monitoramento possibilita que as autoridades ambientais discutam junto àqueles que estão provocando impactos ambientais nos corpos hídricos, as formas de minimização destes, por meio de medidas de controle, incluindo mudanças nos usos da terra.

A reclassificação da carta de uso da terra incluindo apenas a classe de áreas de vegetação natural para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, revelou a ocorrência de 2.689 fragmentos distribuídos em 11 classes de tamanho com relação às áreas dos fragmentos (**Figura 24 e 25**). O maior fragmento encontrado, com uma área de 6.206,21 ha, caracterizado como fitofisionomia de Cerrado está localizado na região central da bacia hidrográfica, inserida no município de Luis Antônio, parcela esta diretamente relacionada com a Estação Ecológica de Jataí a qual contribui significativamente para a proteção desse fragmento.

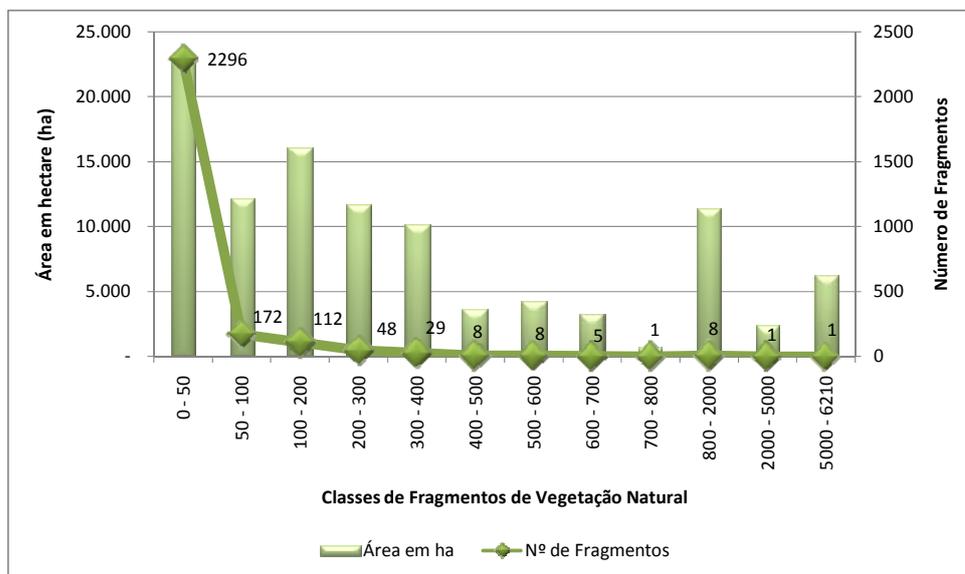
A maioria dos fragmentos (2296) apresenta área menor que 50 ha (**Figura 25**), evidenciando um alto grau de fragmentação da paisagem, bem como da pressão desenvolvimentista sobre o componente vegetacional, condição na qual a fragmentação e a perda de habitat rompem a conectividade da paisagem. Nesta condição as espécies do interior dos fragmentos podem sofrer uma redução

populacional, uma vez que estão simultaneamente submetidas aos efeitos do tamanho do fragmento e da perda de habitat. Este cenário poderá se agravar com o desaparecimento ou com o declínio do tamanho do fragmento, até que o mesmo seja caracterizado apenas como um habitat de borda (BENDER et al., 1998). Teoricamente, tem sido considerado que quanto maior a área de um remanescente vegetacional, maior será a sua qualidade ambiental em termos de biodiversidade e, conseqüentemente maior será a sua vulnerabilidade em relação à retirada deste remanescente (SAUNDERS et al., 1991).



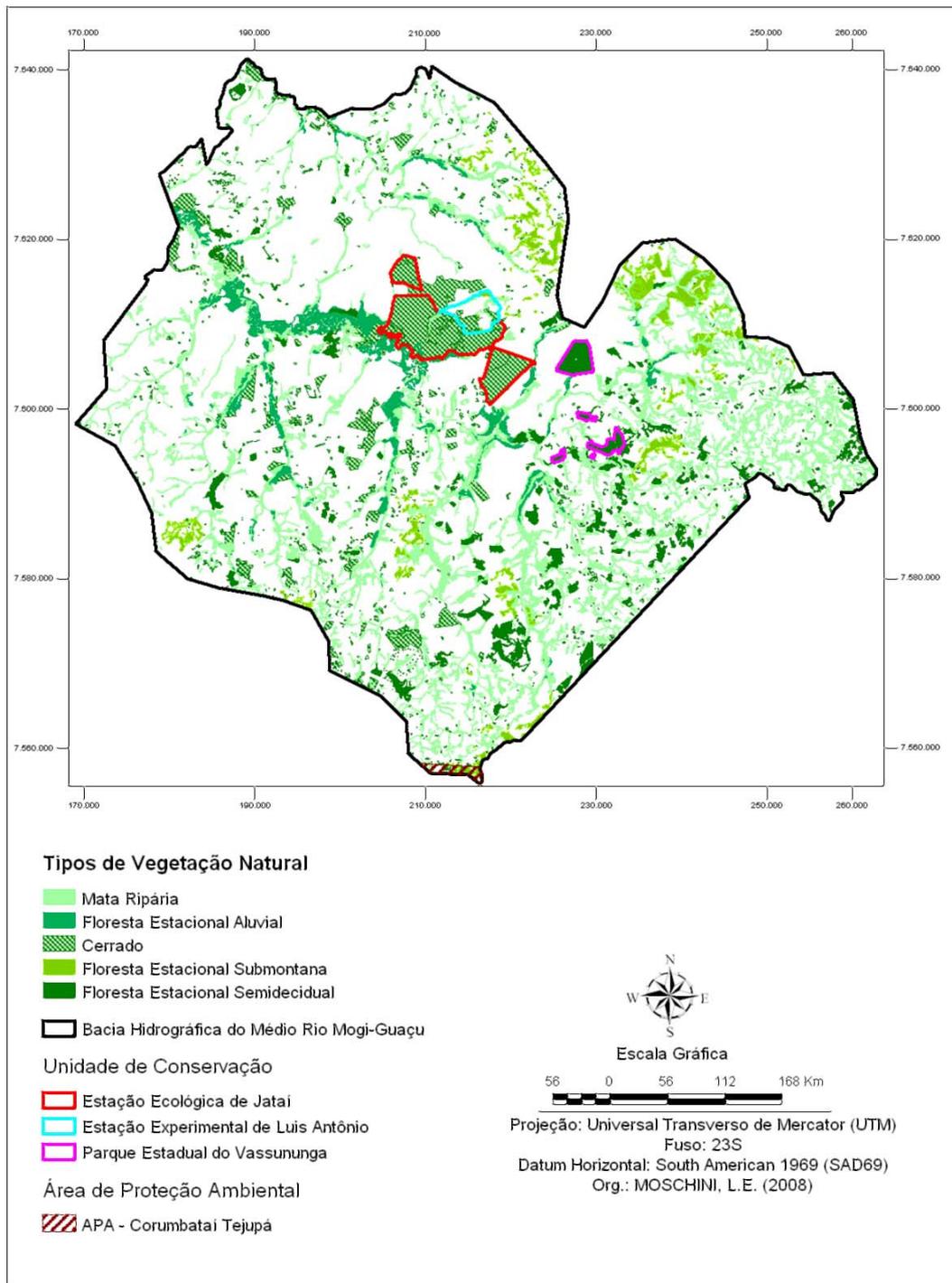
**Figura 24:** Classes de tamanho de áreas de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, em 2007, São Paulo - Brasil.

Embora fragmentada a cobertura vegetal remanescente também contribui para a proteção do solo, dos mananciais e para a integridade dos processos nos ecossistemas. Deste modo, estes fragmentos devem ser considerados em relação ao papel que desempenham e que podem desempenhar na conservação da biodiversidade, principalmente em relação à flora, com estudos sobre as espécies de “núcleo” e de “borda” que os compõem. Adicionalmente, o estudo de paisagens fragmentadas como a da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior pode auxiliar na revelação dos efeitos da fragmentação e na condução de formas adequadas de uso e ocupação da terra.



**Figura 25:** Classes de tamanhos de áreas de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. Valores expressos em hectares e número de fragmentos, em 2007.

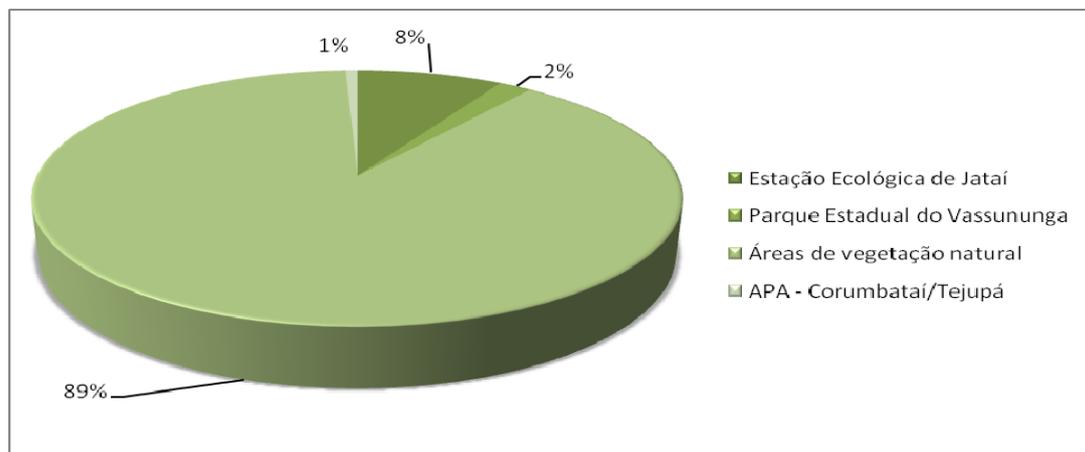
Os remanescentes florestais presentes na área da bacia hidrográfica apresentam unicidade local, devido ao resguardo dos recursos naturais principalmente pela presença das Unidades de Conservação: Estação Ecológica de Jataí e do Parque Estadual do Vassununga (**Figura 26**).



**Figura 26:** Representação espacial dos fragmentos de diferentes tipos fitofisionômicos de vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

Os diferentes tipos fitofisionômicos de vegetação natural categorizadas (mata ripária, floresta estacional aluvial, cerrado em suas diversas formas, floresta estacional submontana e floresta estacional semidecidual) perfazem uma área total

de 104.362,49 ha, correspondendo a 24,29% da área da bacia hidrográfica (**Figura 26**). Uma parcela deste total está relacionada com áreas legalmente protegidas, contemplando: 1. A Estação Ecológica de Jataí com uma área de 9.010,70 ha correspondente a 8% dos remanescentes florestais; 2. Pelo Parque Estadual do Vassununga, com uma área de 2.045,00 ha, correspondente a 2% dos remanescentes florestais, e 3. Pela Área de Proteção Ambiental (APA – Corumbataí/Tejupá), com uma área de 717.59 ha, correspondente a 1% dos remanescentes florestais, os quais totalizam 11% da área da bacia hidrográfica (**Figura 27**).



**Figura 27:** Remanescentes de vegetação natural associados às Unidades de Conservação e a Área de Preservação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Os fragmentos remanescentes de vegetação natural, associados aos diferentes tipos de cobertura vegetal, evidenciam um cenário de uma paisagem fragmentada. Embora não representativo para a escala de mapeamento em nível local, este cenário, certamente deve ser considerado para os níveis regional e municipal. Por sua extensão de área os menores fragmentos remanescentes podem não suportar populações da flora e da fauna, mas podem abrigar metapopulações e contribuir para a formação de “corredores” e “trampolins” ecológicos, atuando como

suportes para as Unidades de Conservação contidas na bacia hidrográfica. De qualquer modo, fragmentos menores além de essenciais à conectividade da paisagem, contribuem para o fluxo gênico entre populações (MMA/SBF, 2003), representando uma amostra original da heterogeneidade espacial da mesma.

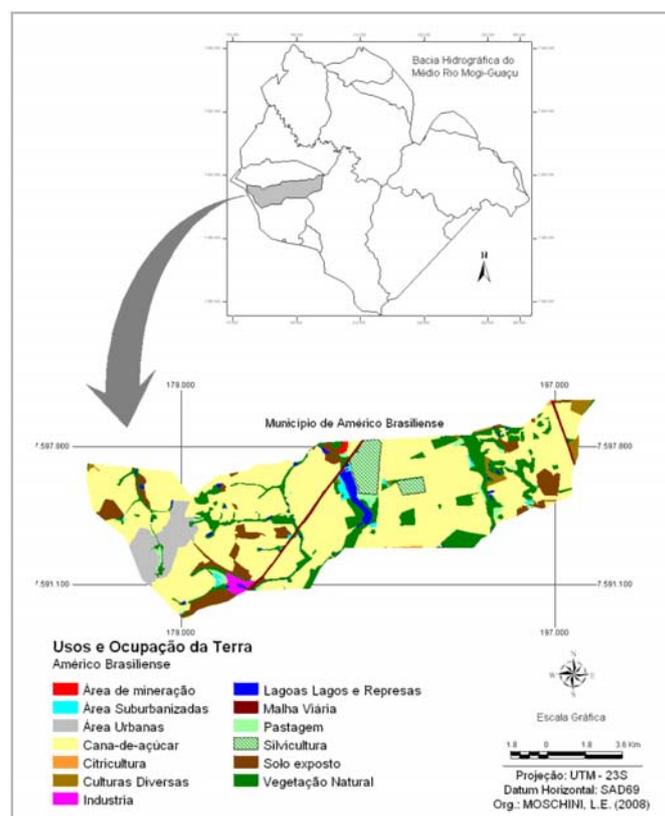
Embora submetidas a diversos tipos de impactos resultantes dos tipos de uso e ocupação da terra, predominantemente relacionados com o cultivo da cana-de-açúcar, silvicultura e da laranja, além das atividades de mineração e das atividades humanas representadas pela proximidade da malha viária e das áreas e assentamentos urbanos, a conservação e manutenção dos fragmentos de vegetação natural são consideradas prioritárias em termos de estratégias para a recuperação e conservação da cobertura florestal e para a manutenção e proteção da qualidade ambiental dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica e para a manutenção da planície de inundação do médio rio Mogi-Guaçu superior.

A representação espacial das diferentes classes de uso e ocupação da terra agrupadas por municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior está apresentada na **Tabela 5** e nas **Figuras 28 a 41**. As cartas temáticas de localização dos municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior estão apresentadas no (**APÊNDICE I**).

Os municípios da área de estudo com as maiores populações são Araraquara (com 195.815 habitantes) e São Carlos (212.956). Embora apresentem as maiores áreas urbanizada e total, seus perímetros urbanos não estão totalmente integrados na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, e sim na Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré.

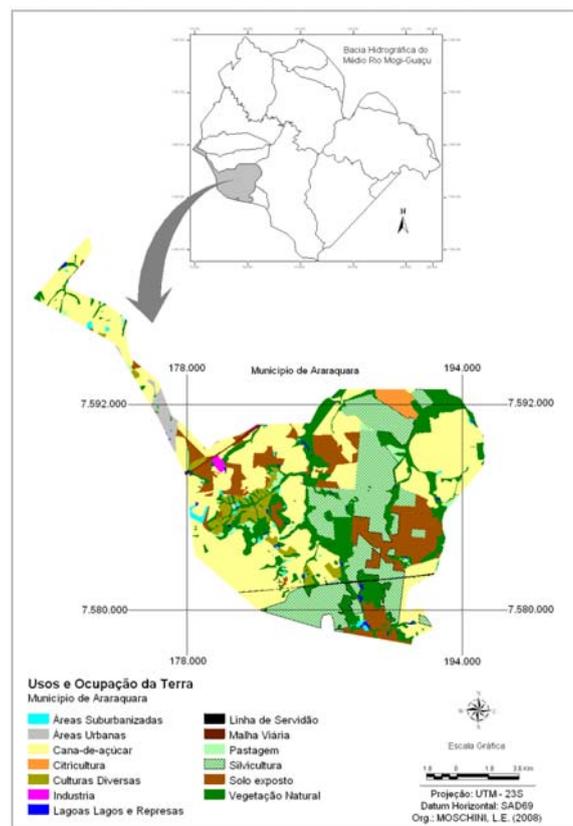
O município de Guatapar com 6.217 habitantes representa o município com a menor populao da bacia hidrográfica, e sua área urbana é a mais próxima do canal principal do Rio Mogi-Guaçu, com uma distância nula entre os mesmos.

O município de Américo Brasiliense contempla uma populao de 31.005 habitantes, uma área física de 12.300,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 10.624,41. O município está totalmente inserido na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1A**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (77,79%) da qual 65,25% está ocupada pelo cultivo de cana-de-aucar; a classe de vegetao natural ocupa uma área de 13,26%; as demais classes ocupam uma área de 8,95% (**Figura 28**). O município ocupa 2,86% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (**Tabela 5 e Apêndice II**).



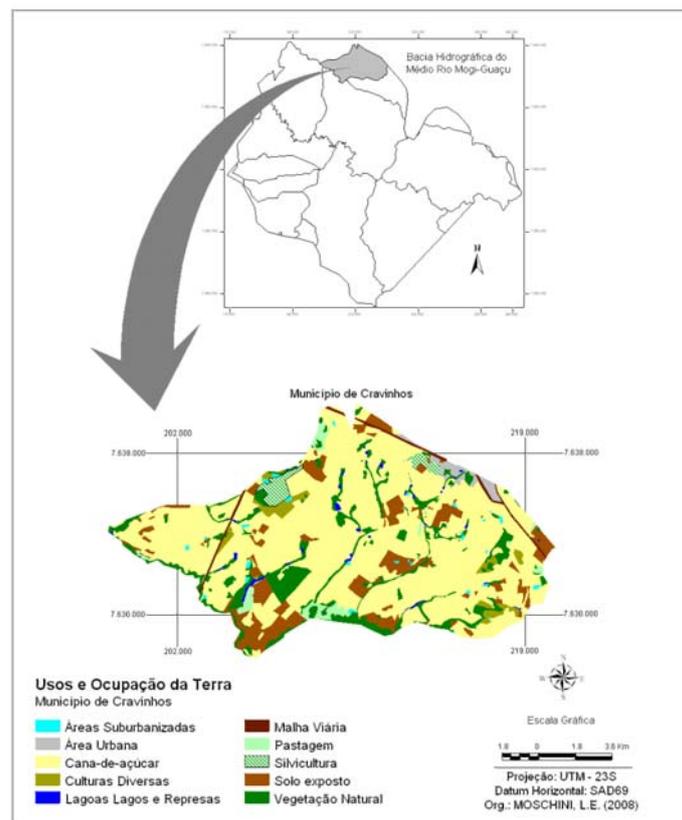
**Figura 28:** Tipos de uso e ocupao da terra do município de Américo Brasiliense, SP (2007).

O município de Araraquara contempla uma população de 195.815 habitantes, uma área física de 100.600,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 13.999,56. O município tem 19,93% (20.047,72 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1B**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (77,83%) da qual 39,63% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 18,97%; as demais classes ocupam uma área de 3,2% (**Figura 29**). O município ocupa 4,67% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (80.552,27 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê/Jacaré. (**Tabela 5 e Apêndice II**)



**Figura 29:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Araraquara, SP (2007).

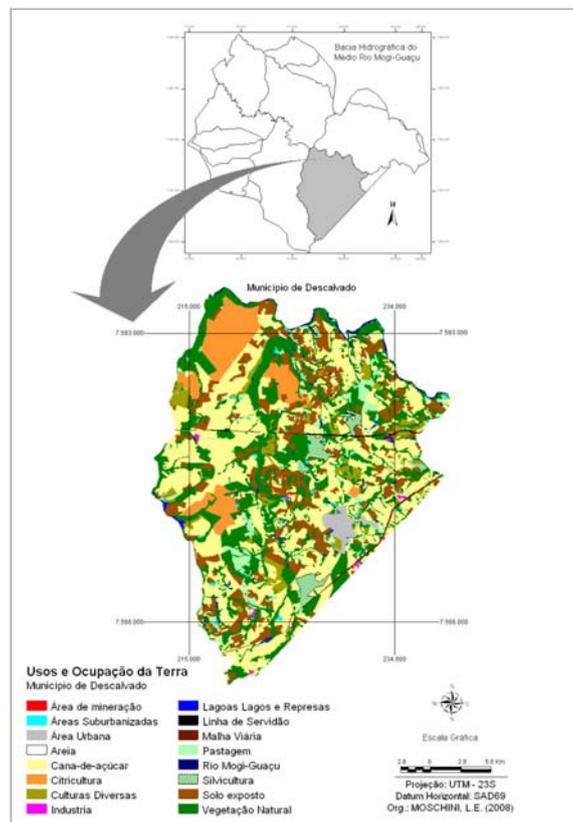
O município de Cravinhos contempla uma população de 29.377 habitantes, uma área física de 31.100,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 8.426,90. O município tem 47,72% (14.842,13 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1C**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (84,54%) da qual 68,28% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 11,56%; as demais classes ocupam uma área de 2,86% (**Figura 30**). O município ocupa 3,45% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (16.257,87 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 30:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Cravinhos, SP (2007).

O município de Descalvado contempla uma população de 29.530 habitantes, uma área física de 75.500,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 15.875,16. O

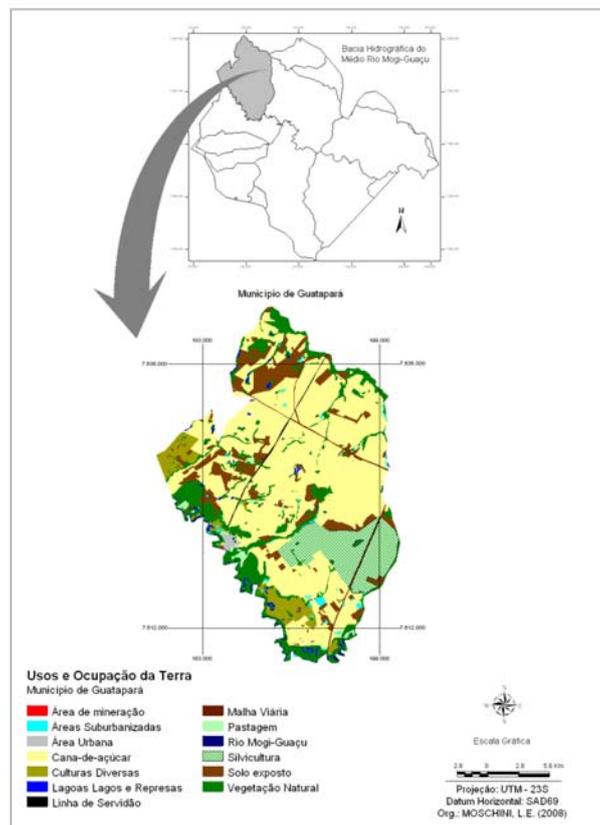
município tem 80,12% (60.487,70 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1D**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (67,93%) da qual 36,75% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 27,65%; as demais classes ocupam uma área de 4,43% (**Figura 31**). O município ocupa 14,08% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (15.012,31 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Mogi-Guaçu (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 31:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Descalvado, SP (2007).

O município de Guatapar contempla uma população de 6.217 habitantes, uma área física de 41.300,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 9.926,02. O município tem 99% (40.884,49 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do

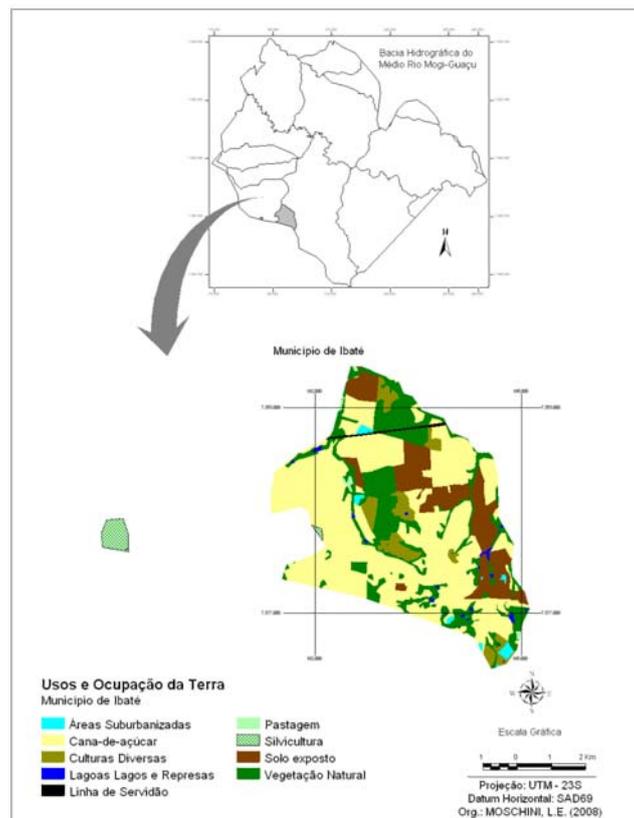
Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1E**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (82,05%) da qual 55,71% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 14,42%; as demais classes ocupam uma área de 3,35% (**Figura 32**). O município ocupa 9,52% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (415,51 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu Inferior (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 32:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Guataporá, SP (2007).

O município de Ibaté contempla uma população de 28.040 habitantes, uma área física de 29.000,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 7.861,64. O município tem 12,94% (3.751,81 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1F**). A maior extensão desta área está ocupada

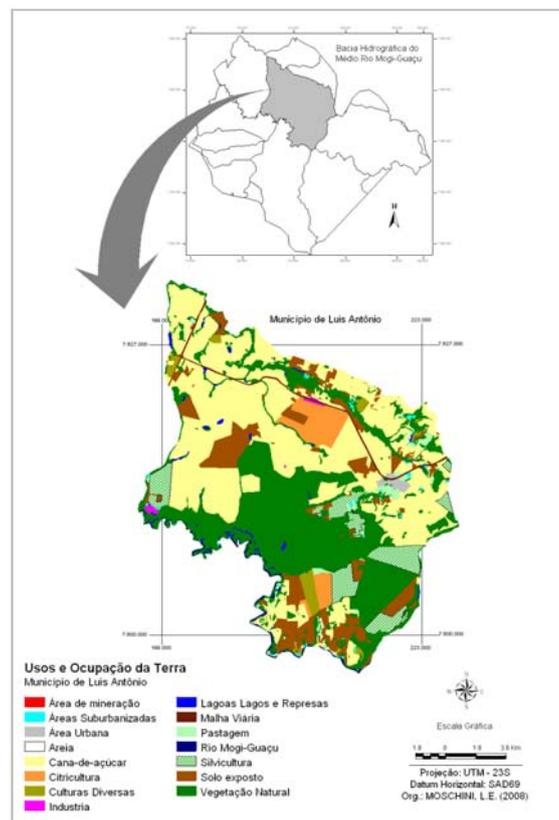
pela classe de áreas antrópicas agrícola (77,01%) da qual 55,15% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 20,75%; as demais classes ocupam uma área de 2,23% (**Figura 33**). O município ocupa 0,87% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (25.248,19 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê/Jacaré (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 33:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Ibaté, SP (2007).

O município de Luis Antônio contempla uma população de 10.272 habitantes, uma área física de 59.800,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 63.536,09, destacando-se entre os demais integrantes da bacia hidrográfica em função dos valores expressivos de arrecadação do ICMS, impulsionados pela presença da Indústria de Papel e Celulose e da Usina de Açúcar e Álcool. O município tem 99,68% (59.607,37 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do

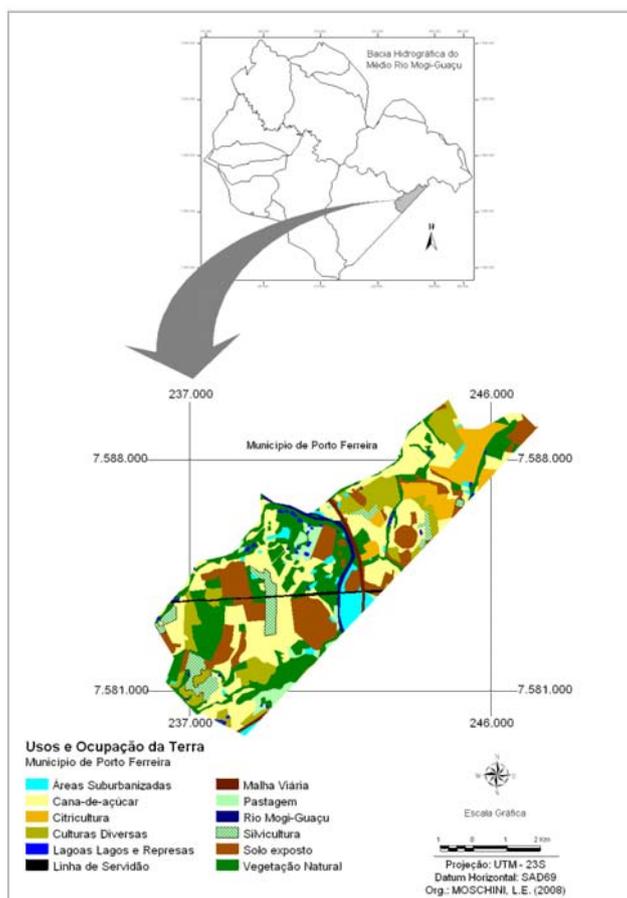
Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1G**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (65,03%) da qual 42,21% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 32,09%, da qual 15,11% está ocupada pela Estação Ecológica de Jataí, contribuindo significativamente para a manutenção do componente vegetacional local; as demais classes ocupam uma área de 2,88% (**Figura 34**). O município ocupa 13,87% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (192,63 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 34:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Luis Antônio, SP (2007).

O município de Porto Ferreira contempla uma população de 48.760 habitantes, uma área física de 24.400,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 11.478,07. O município tem 17,61% (4.297,92 ha) de sua área inserida na Bacia

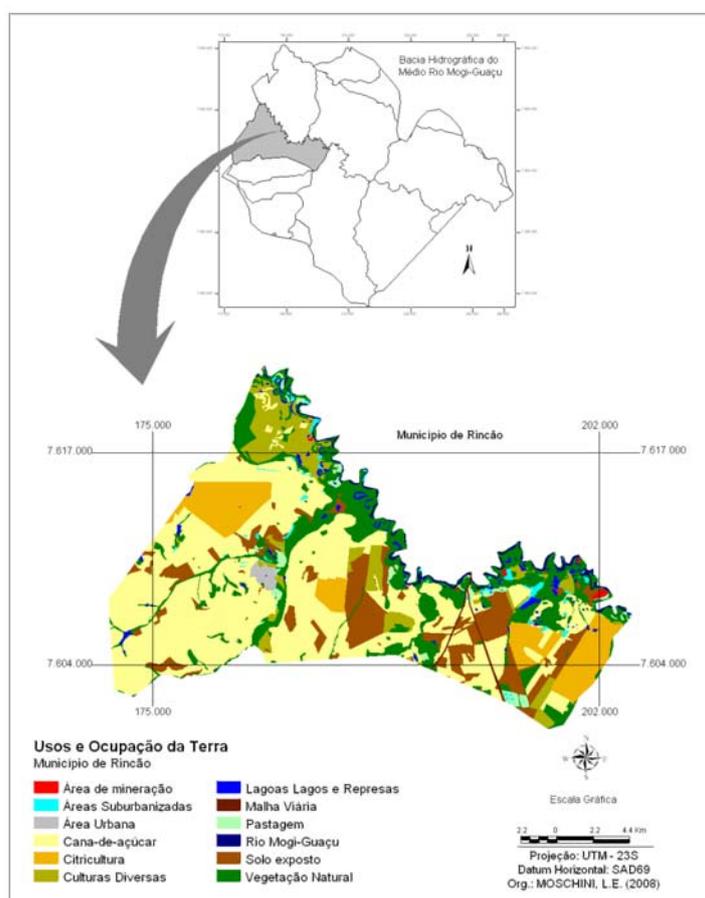
Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1H**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (69,49%) da qual 27,99% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 23,16%; as demais classes ocupam uma área de 7,34% (**Figura 35**). O município ocupa 1% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (20.102,08 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Mogi-Guaçu (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 35:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Porto Ferreira, SP (2007).

O município de Rincão contempla uma população de 10.425 habitantes, uma área física de 31.300,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 7.536,76. O município tem 98,32% (30.773,50 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio

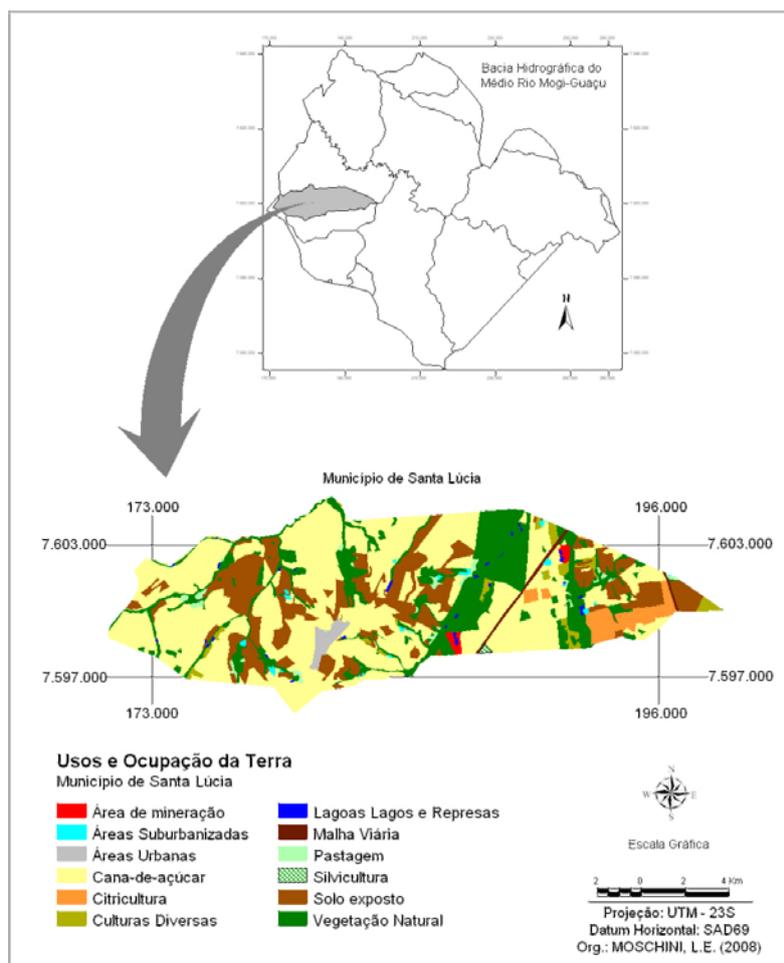
Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1I**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (76,53%) da qual 45,07% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 18,41%; as demais classes ocupam uma área de 5,07% (**Figura 36**). O município ocupa 7,16% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (526,50 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu Inferior (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 36:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Rincão, SP (2007).

O município de Santa Lúcia contempla uma população de 7.862 habitantes, uma área física de 15.200,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 6.351,49. O município está totalmente inserido na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1J**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de

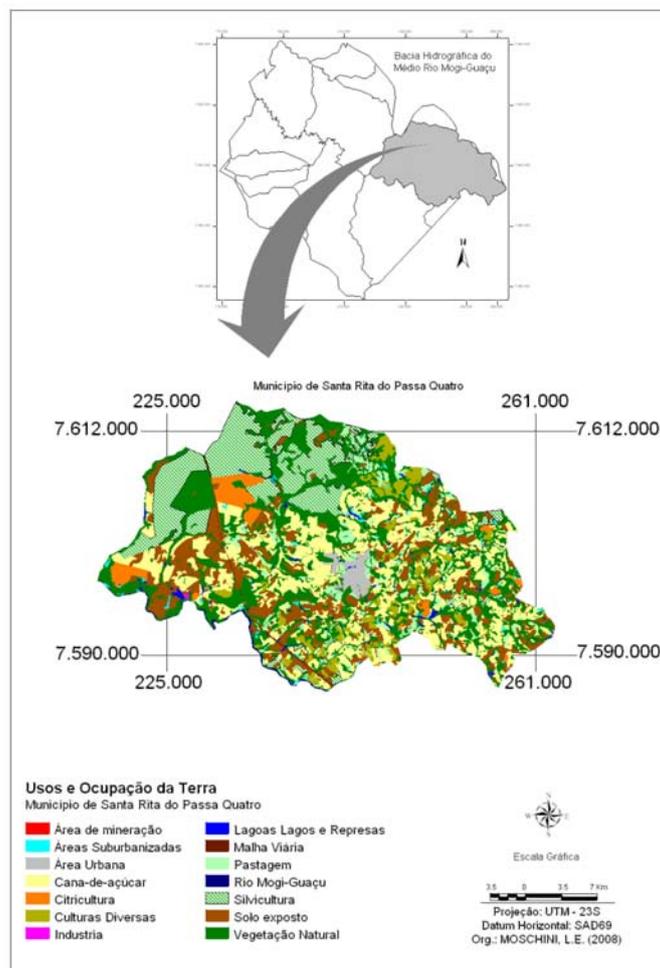
áreas antrópicas agrícola (77,55%), da qual 53,06% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 19,52%; as demais classes ocupam uma área de 2,93% (**Figura 37**). O município ocupa 3,5% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 37:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Santa Lúcia, SP (2007).

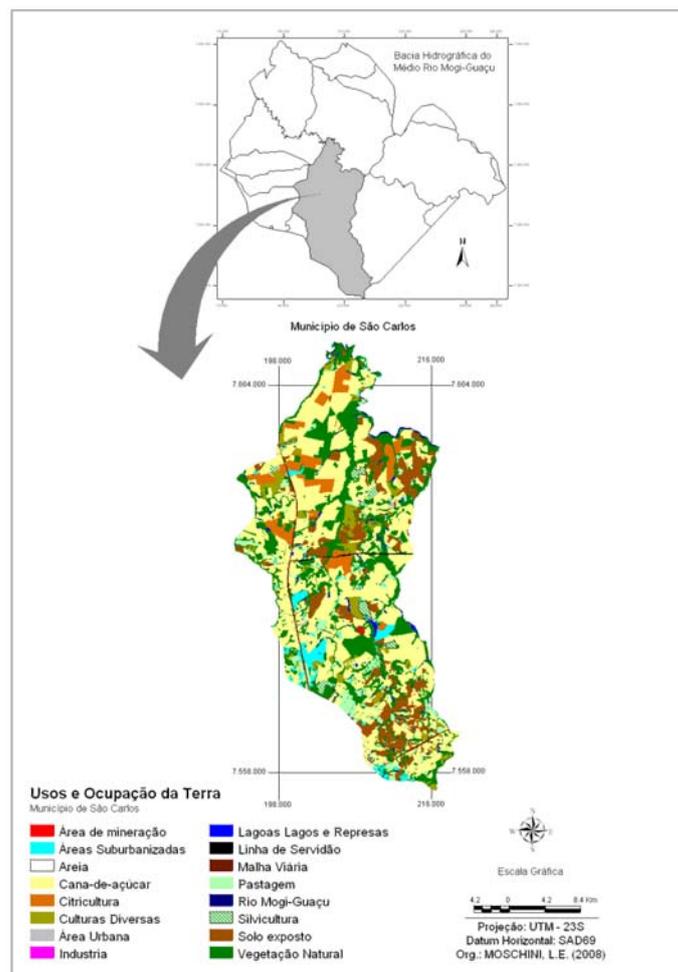
O município de Santa Rita do Passa Quatro contempla uma população de 26.456 habitantes, uma área física de 75.300,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 10.437,99. O município tem 98,93% (74.495,25 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1K**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola

(67,29%) da qual 23,04% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de (28,79%) da qual 2,7% está ocupada pelo Parque Estadual do Vassununga, contribuindo significativamente para a manutenção do componente vegetacional local; as demais classes ocupam uma área de 3,91% (**Figura 38**). O município ocupa 17,34% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (804,75 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (**Tabela 5 e Apêndice II**).



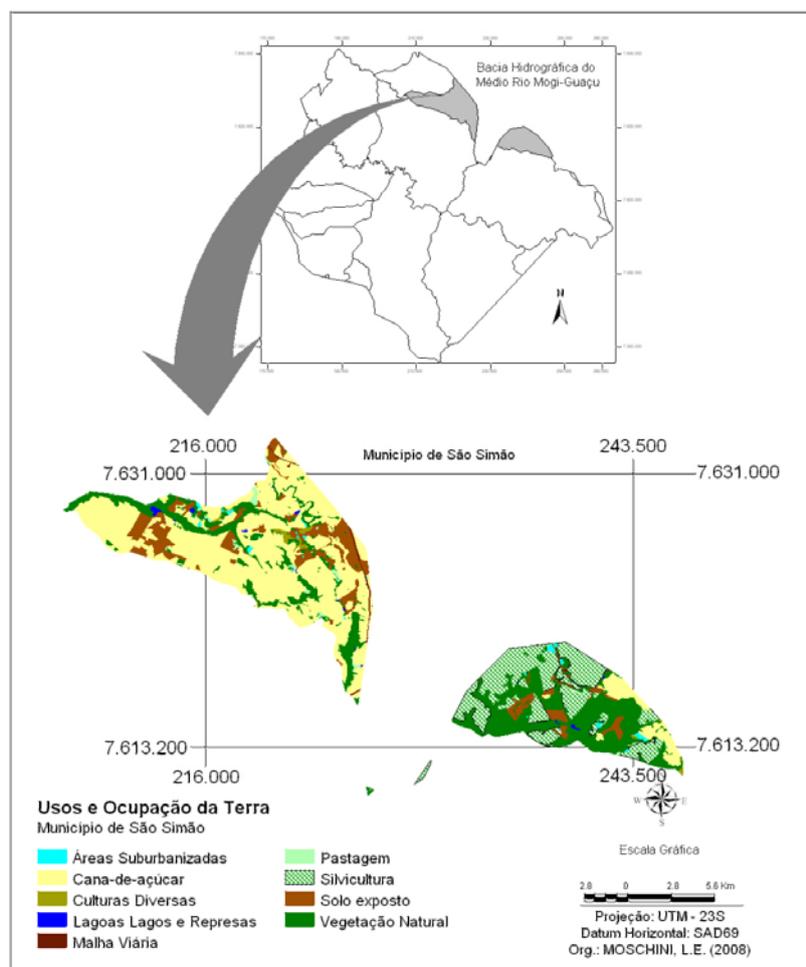
**Figura 38:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Santa Rita do Passa Quatro, SP (2007).

O município de São Carlos contempla uma população de 212.956 habitantes, uma área física de 114.100,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 13.733,94. O município tem 98,93% (72.834,90 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1L**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (69,97%) da qual 43,51% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 24,88%; as demais classes ocupam uma área de 5,17% (**Figura 39**). O município ocupa 16,95% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (41.265,05 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê/Jacaré (**Tabela 5 e Apêndice II**).



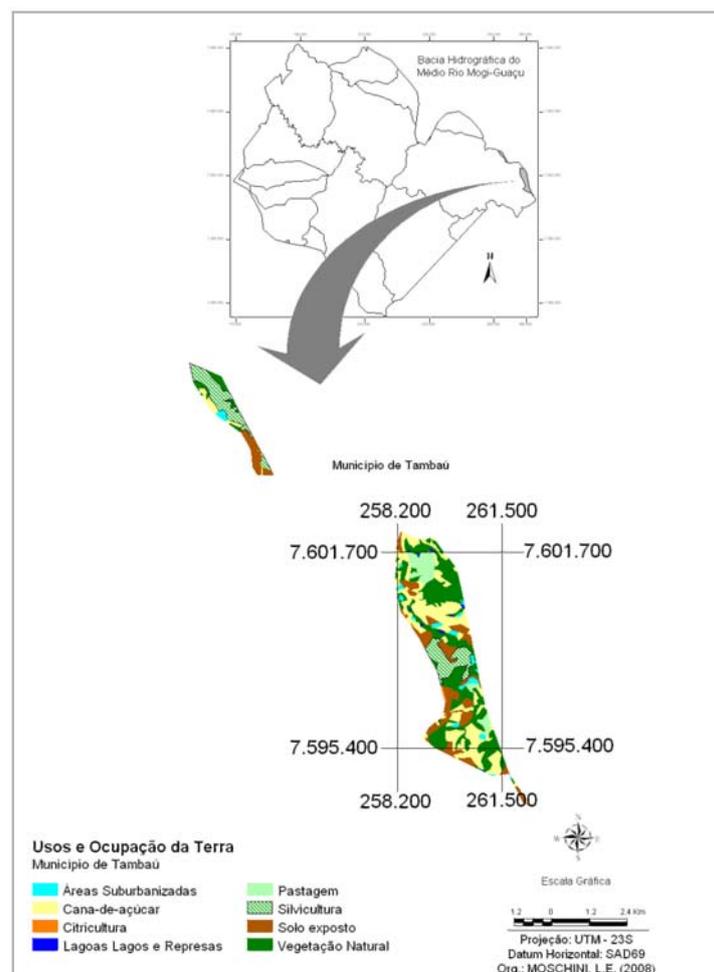
**Figura 39:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de São Carlos, SP (2007).

O município de São Simão contempla uma população de 13.781 habitantes, uma área física de 61.800,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 10.156,75. O município tem 30,20% (18.663,00 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1M**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (71,28%) da qual 42,61% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 26,90%; as demais classes ocupam uma área de 1,83% (**Figura 40**). O município ocupa 4,34% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (43.136,99 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 40:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de São Simão, SP (2007).

O município de Tambaú contempla uma população de 21.913 habitantes, uma área física de 56.200,00 hectares, e um PIB *per capita* de R\$ 9.668,06. O município tem 2,67% (1.498,15 ha) de sua área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior (**Apêndice 1N**). A maior extensão desta área está ocupada pela classe de áreas antrópicas agrícola (64,43%) da qual 27,71% está ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar; a classe de vegetação natural ocupa uma área de 31,97%; as demais classes ocupam uma área de 3,6% (**Figura 41**). O município ocupa 0,35% da área da total (429.684,02 ha) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A área restante do município (54.701,84 hectares) está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (**Tabela 5 e Apêndice II**).



**Figura 41:** Tipos de uso e ocupação da terra do município de Tambaú, SP (2007).

Para um claro diagnóstico da condição de comprometimento da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior seria necessário uma análise mais crítica envolvendo todos os parâmetros elencados na **Tabela 5 e Apêndice II**. Entretanto, esta análise ficou restrita a condição da urbanidade da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, expressa em função da extensão pela qual a mesma está fortemente dominada por atividades antrópicas, basicamente representadas pelo predomínio das áreas antrópicas agrícolas e não-agrícolas.

Os municípios de Descalvado, Guatapar, Luis Antônio, Rincão, Santa Rita do Passa Quatro e São Carlos, embora não totalmente integrados na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, apresentam mais de 65% do seu total de área inserido na bacia hidrográfica, ocupado por atividades antrópicas agrícolas e não agrícolas (**Tabela 5**). Este cenário resulta no inevitável comprometimento da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, como consequência dos impactos decorrentes da ocupação urbana e agrícola, com predomínio efetivo do cultivo da cana-de-açúcar. Demonstra que a paisagem destes municípios está perdendo a naturalidade em função dos processos de agricultura e de urbanização em uma evidente direção para a condição de não sustentabilidade.

A não sustentabilidades dos municípios são decorrentes das crescentes assimetrias entre a localização espacial dos recursos e do homem, das pressões excessivas sobre o meio físico circundante e sobre os sistema ecológicos regionais. A sustentabilidade decorreria, neste caso, da redistribuição espacial da pressão técnica das ações antrópicas sobre a base de recursos ambientais locais e regionais.

Os municípios de Descalvado, Luis Antônio e Santa Rita do Passa Quatro são aqueles que apresentam o maior percentual de área associada à classe de vegetação natural (**Tabela 5**). Entretanto esta condição somente tem sido possível devido a presença de Unidades de Conservação (Estação Ecológica de Jataí e Parque Estadual do Vassununga) e Áreas Legalmente Protegidas (APA – Corumbataí/Tejupá) em seus territórios..

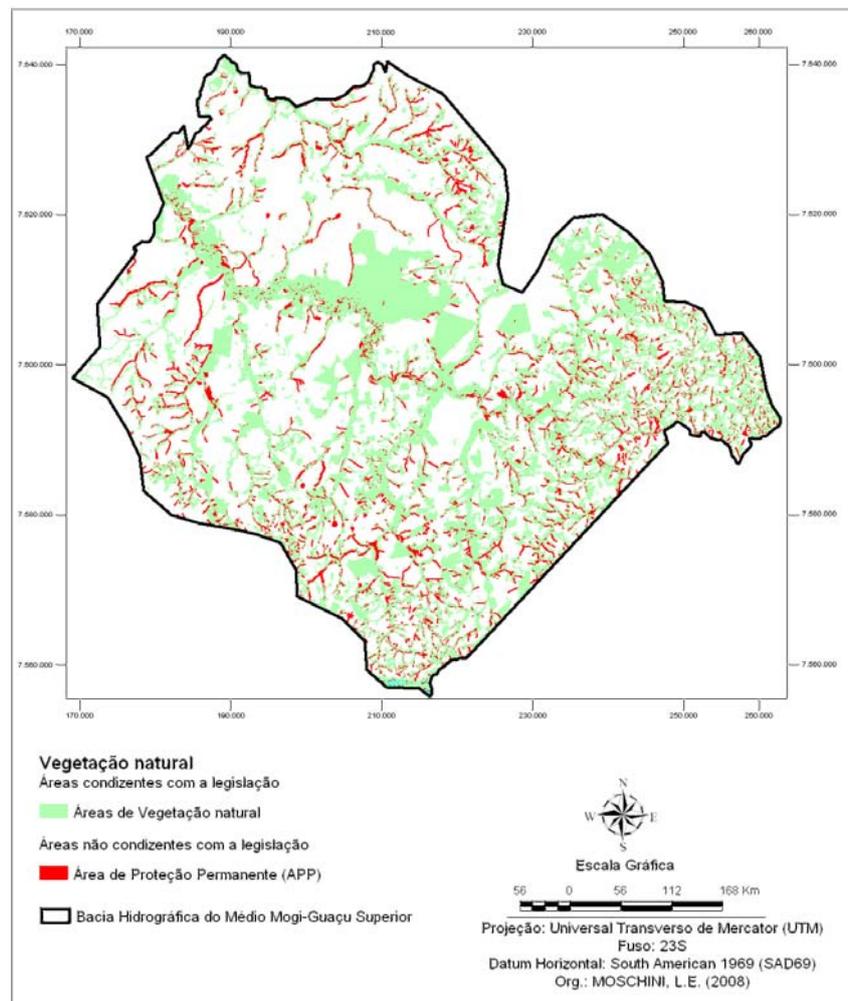
**Tabela 5:** Classes de uso e ocupação da terra dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para o ano de 2007. Valores de área quantificados em hectares (ha), dados populacionais por município em 2007, PIB *per capita* e municípios que apresenta estação de tratamento de esgoto valor em porcentagem (%) Org.: MOSCHINI, L.E. 2008.

Municípios da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu superior	Área Antrópica Agrícola (ha)	Área Antrópica não Agrícola (ha)	Área de Vegetação Natural (ha)	Água (ha)	Área do município inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (ha)	Área Total do Município em (ha) IBGE – 2005 (*)	População 2007 (*)	PIB <i>per capita</i> (**)	Tratamento de Esgoto em (%) (**)
Américo Brasiliense	9.568,23	914,17	1.630,71	186,90	12.300,00	12.300,00	31.005	10.624,41	0%
Araraquara	15.602,82	529,17	3.804,06	111,68	20.047,73	100.600,00	195.815	13.999,56	100%
Cravinhos	12.548,12	480,85	1.715,43	97,73	14.842,13	31.100,00	29.377	8.426,90	0%
Descalvado	41.086,88	1.999,86	16.722,57	678,38	60.487,69	75.500,00	29.530	15.875,16	0%
Guataporá	33.544,47	956,14	5.894,50	489,39	40.884,49	41.300,00	6.217	9.926,02	30%
Ibaté	2.889,21	59,03	778,68	24,88	3.751,81	29.000,00	28.040	7.861,64	83%
Luis Antônio	38.763,00	1.055,86	19.127,93	660,57	59.607,37	59.800,00	10.272	63.536,09	100%
Porto Ferreira	2.986,77	225,22	995,60	90,34	4.297,92	24.400,00	48.760	11.478,07	0%
Rincão	23.550,38	722,45	5.664,47	836,20	30.773,50	31.300,00	10.425	7.536,76	0%
Santa Lúcia	11.787,78	373,90	2.966,66	71,66	15.200,00	15.200,00	7.862	6.351,49	0%
Santa Rita do Passa Quatro	50.132,92	2.044,07	21.444,98	873,29	74.495,25	75.300,00	26.456	10.437,99	10%
São Carlos	50.963,59	2.800,00	18.118,12	953,24	72.834,95	114.100,00	212.956	13.733,94	1%
São Simão	13.302,74	254,97	5.019,79	85,52	18.663,01	61.800,00	13.781	10.156,75	0%
Tambaú	965,23	44,46	479,00	9,47	1.498,16	56.200,00	21.913	9.668,06	1%
<b>Totais</b>	<b>307.692,13</b>	<b>12.460,15</b>	<b>104.362,49</b>	<b>5.169,24</b>	<b>429.684,02</b>	<b>727.900,00</b>	<b>672.409,00</b>	<b>199.612,84</b>	

(\*) – Fonte IBGE (2008)

(\*\*) – Fonte SEADE (2007)

As áreas de preservação permanente (APP) para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior foram delimitadas na perspectiva de assegurar e proteção das nascentes dos recursos hídricos e suas respectivas vegetações ribeirinhas, sujeitas a influência direta de intensa atividade agrícola (**Figura 42**). Comparando os valores da classe de vegetação natural (104.362,49) e da carta temática de APP conceitual, pode ser observado um déficit de área de mata ripária de 10.335,70 hectares representadas por áreas não condizentes com a legislação para o ano de 2007 na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.



**Figura 42:** Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989 para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

#### 4.8. Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior

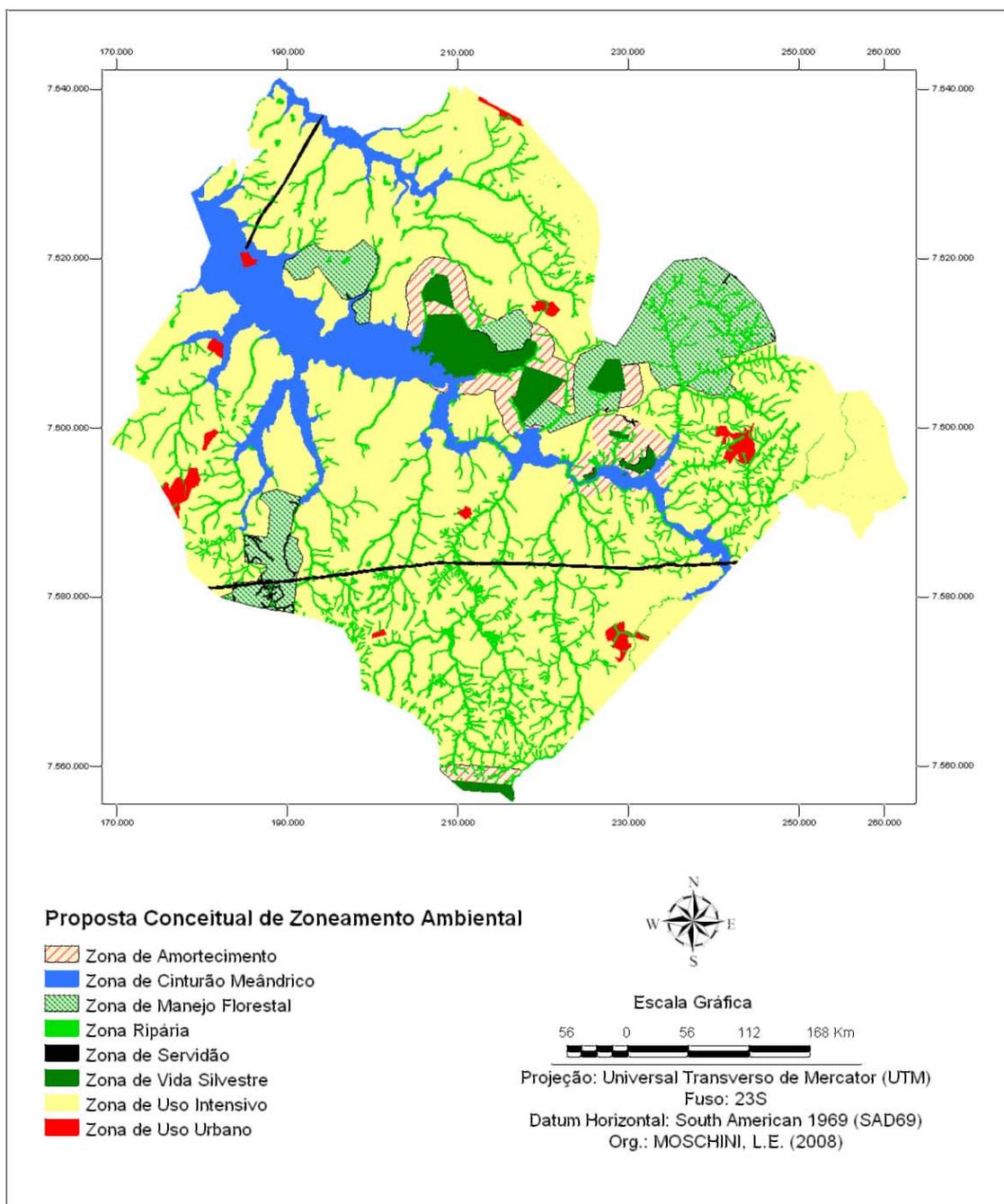
O Zoneamento Ambiental representa um instrumento de ordenamento territorial para o manejo efetivo da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. A proposta para o Zoneamento Ambiental foi baseada na caracterização biofísica – sócio – econômica da bacia hidrográfica, com a verificação dos riscos ambientais resultantes das atividades antrópicas sobre os componentes ambientais.

A proposta apresenta oito zonas (**Figura 43**) que buscam assegurar a proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos, assim como dos fragmentos remanescentes de vegetação natural.

As zonas correspondentes são: Zona de Amortecimento com uma área 17.080 hectares, Zona de Cinturão Meândrico com uma área de 37.846 hectares, Zona de Manejo Florestal com uma área de 34.432 hectares, Zona Ripária com uma área de 34.374 hectares, Zona de Servidão com uma área de 2.281 hectares, Zona de Vida Silvestre com uma área de 11.788 hectares, Zona de Uso Intensivo com uma área de 287.101,02 hectares e Zona de Uso Urbano com uma área de 4.782 hectares (**Tabela 6 e Figura 43**).

**Tabela 6:** Valores das áreas (ha e %) das Zonas definidas na proposta do Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior

Zonas	Área (ha)	Área em (%)
Zona de Amortecimento	17.080,00	3,98
Zona de Cinturão Meândrico	37.846,00	8,81
Zona de Manejo Florestal	34.432,00	8,01
Zona Ripária	34.374,00	8,00
Zona de Servidão	2.281,00	0,53
Zona de Vida Silvestre	11.788,00	2,74
Zona de Uso Intensivo	287.101,02	66,82
Zona de Uso Urbano	4.782,00	1,11



**Figura 43:** Proposta conceitual de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, São Paulo - Brasil.

A **Zona de Amortecimento** corresponde a área de entorno imediato ao longo dos limites das Unidades de Conservação (UCs) e da Área de Proteção Ambiental (APA-Corumbai/Tejupá), com uma extensão de 1 km em função da área de contato ou tensão ecológica decorrente das especificidades dos riscos ambientais totalizando uma área de 17.080 hectares (**Figura 43 e Tabela 7**). Sua

função básica é de assegurar os objetivos conservacionistas das UCs e da APA, e servir como faixa de proteção ou amortização dos impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas no entorno das mesmas. A aplicação da legislação vigente para definição de uma zona de amortecimento com 10 km de extensão, não se adéqua, a este cenário, pois extrapola os limites da bacia hidrográfica (BRASIL, 2002).

**Diretrizes de Manejo:** Zona de entorno imediato onde as atividades humanas, estão sujeitas as normas e restrições específicas, visando minimizar os impactos negativos sobre as Unidades de Conservação. O tipo de uso mais adequado para esta zona consiste na implantação de sistemas agroflorestais que assegurem a estabilidade ou sustentabilidade ecológica destas áreas e permitam um tamponamento entre as atividades agrícolas ligadas a agroindústria e a Unidade de Conservação ou outros fragmentos menores

A **Zona de Cinturão Meândrico** compreende a faixa de terreno da Planície de Inundação do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, que ocupa uma área de 37.846 hectares, correspondente a 8,81% do total da área da bacia hidrográfica. A área está sujeita a inundação freqüente pelo transbordamento do canal do rio. Esta zona tem por finalidade o controle das enchentes, considerando-se suas características geomorfológicas, hidrológicas e suas funções ambientais (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Nesta zona não é permitido novas instalações de indústrias, atividades de mineração, necrópoles, depósitos de resíduos sólidos e uso habitacional. As atividades agro-silvopastoris podem ocorrer nesta zona desde que observado o disposto no Decreto nº 39.473 de 7 de novembro de 1994, que fixa normas para a utilização das várzeas no Estado de São Paulo. As obras,

empreendimentos e atividade existentes na Zona de Cinturão Meândrico que não atendam ao decreto deverão sofrer penalidades previstas na legislação.

A **Zona de Manejo Florestal** corresponde a uma área de 34.432,00 hectares que corresponde a 8,01 % da área da bacia hidrográfica. Compreende uma área destinada ao plantio de espécies exóticas de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp para fins industriais (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Área destinada ao plantio e ao manejo de espécies florestais de interesse econômico para fins industriais.

A **Zona Ripária** com 34.374 hectares corresponde a 8% da área da bacia hidrográfica. Compreende a rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, de acordo com o estabelecido pela Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989, ao definir áreas importantes para a proteção de manutenção dos recursos hídricos (**Figura 43 e Tabela 7**). Áreas intimamente ligadas aos cursos d'água, sejam eles rios, nascentes, lagos ou reservatórios, têm como finalidade minimizar o efeito da erosão no assoreamento de rios e lagos, uma vez que esta vegetação ripária atua como uma barreira física entre os sistemas terrestres e aquáticos, provendo a estabilização das margens, reduzindo as perdas de solo e o assoreamento de mananciais. A presença de vegetação ripária reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos químicos e de defensivos agrícolas.

**Diretrizes de Manejo:** Zona destinada a assegurar a perenidade de nascentes, através da recarga de água no subsolo, contribuir para a estabilidade térmica em pequenos cursos d'água, fornecer habitat e recursos alimentares para fauna

silvestre, podendo atuar como refúgio e/ou corredor ecológico, interligando diferentes unidades fitogeográficas e fitofisionômicas.

A **Zona de Servidão** com uma área de 2.281 hectares de extensão corresponde a 0,53% da área da bacia hidrográfica. Esta zona é ocupada por áreas de terras necessárias a instalação e a operação das redes de transmissão ou distribuição de energia elétrica pertencentes à Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Esta zona contempla duas redes de distribuição de energia elétrica, sendo que uma corta a região noroeste do Estado de São Paulo, interligando o município de Araraquara à Santa Rita do Passa Quatro; a segunda interliga o município de Guataporã à Ribeirão Preto (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Nesta zona não é permitido o cultivo intensivo sendo vetado o manejo por meio de queimadas. As áreas destinadas às redes de distribuição de energia elétrica poderão ser ocupadas por práticas agrícolas desde que o crescimento vertical da cultura mantenha-se a uma distância segura das linhas de transmissão. Qualquer prática agrícola nesta zona deve ter o mínimo de intervenção, para garantir a segurança e o fornecimento de energia elétrica aos municípios.

A **Zona de Vida Silvestre** ocupa uma área de 11.788 hectares, correspondente a 2,74 % do total da área da bacia hidrográfica. Esta Zona compreende as Unidades de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Parque Estadual do Vassununga) e pela Área de Proteção Ambiental (APA-Corumbataí/Tejupá), áreas de maior grau de integridade com o mínimo de intervenção humana, sendo destinadas essencialmente à conservação da biodiversidade (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Esta zona é destinada a conservação e proteção, com a finalidade de garantir a manutenção e a reprodução das espécies e a proteção do habitat de espécies raras e em perigo ou ameaça de extinção. São vedadas a instalação de empreendimentos, obras, ou quaisquer edificações, exceto as de administração das Unidades para fins de manutenção, proteção, pesquisa e monitoramento não sendo permitida a visitação pública. Nesta zona é permitido o desenvolvimento de atividades de pesquisa voltadas a conservação da diversidade biológica e manutenção da heterogeneidade espacial da paisagem.

A **Zona de Uso Intensivo** com uma extensão de 287.101,02 hectares corresponde a 66,82% da área da bacia hidrográfica. É caracterizada pela presença de relevo plano ideal para a realização das práticas agrícolas e de manejo intensivo. Está ocupada principalmente pelo cultivo da cana-de-açúcar (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Nesta zona são permitidos o plantio agrícola, o manejo em alta escala de insumos agrícolas, assim como a utilização da mecanização da produção.

A **Zona de Uso Urbano** com uma extensão de 4.782 hectares corresponde a 1,11% da área da bacia hidrográfica e abrange as manchas urbanas dos municípios que integram a bacia hidrográfica. Nesta zona também se encontram a infra-estrutura suburbanizada, e as indústrias de mineração, entre outras (**Figura 43 e Tabela 7**).

**Diretrizes de Manejo:** Esta zona destina-se as atividades antrópicas, a expansão da malha urbana e ao adensamento populacional, a recreação e a instalação de indústrias, de acordo com o disposto no Plano Diretor dos municípios.

**Tabela 7:** Síntese do Zoneamento Ambiental e diretrizes preliminares de manejo para a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

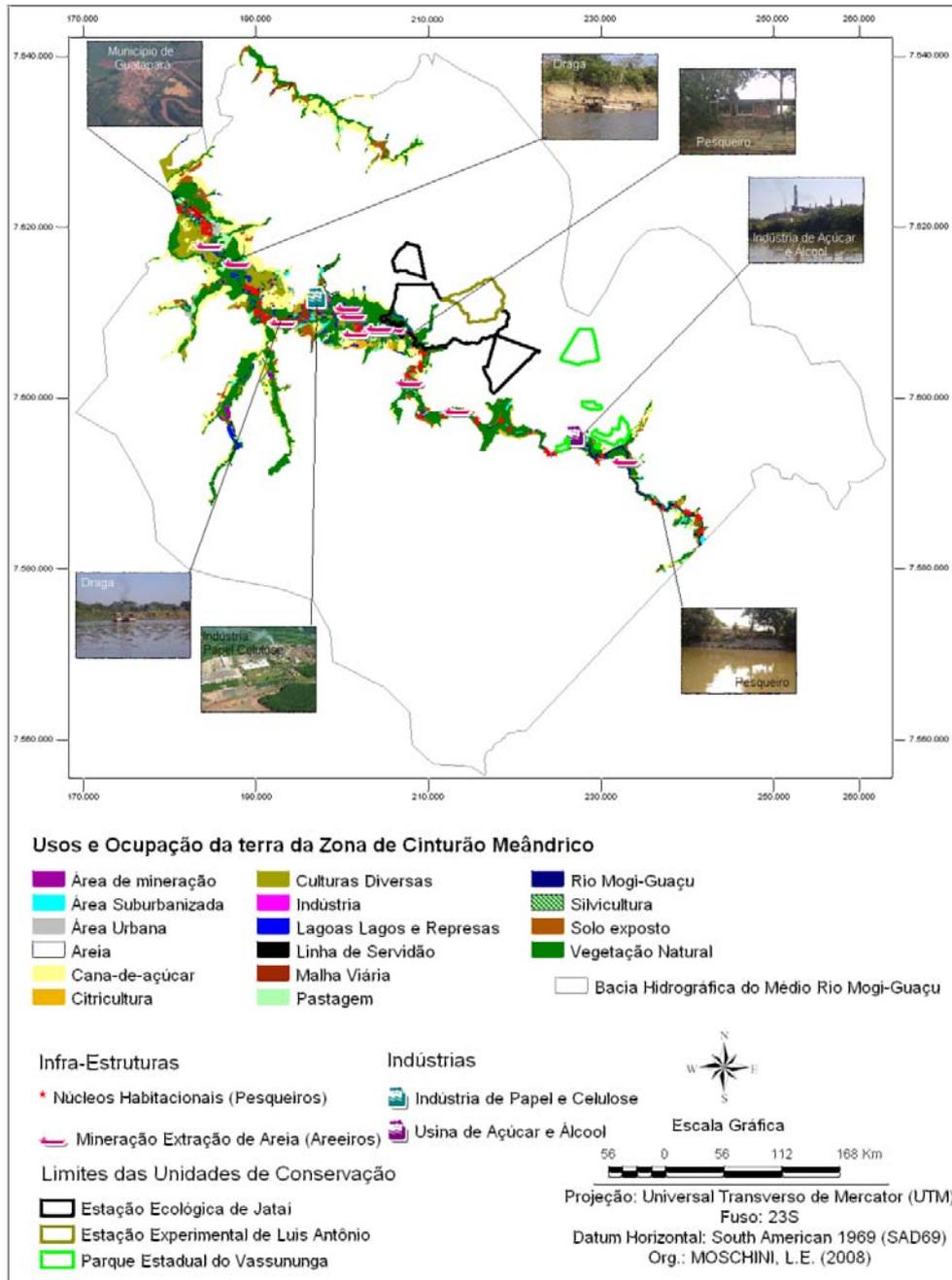
Zona / Caracterização	Diretrizes de Manejo
<p><b>Zona de Amortecimento</b> corresponde a área de entorno imediato ao longo dos limites das Unidades de Conservação (UCs) e da Área de Proteção Ambiental (APA-Corumbai/Tejupá), com uma extensão de 1 km. Sua função básica é de assegurar os objetivos conservacionistas das UCs e da APA, e servir como faixa de proteção ou amortização dos impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas no entorno das mesmas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de entorno imediato onde as atividades humanas estão sujeitas as normas e restrições específicas, visando minimizar os impactos negativos sobre as unidades de conservação.</li> </ul>
<p><b>Zona de Cinturão Meândrico</b> compreende a faixa de terreno da Planície de Inundação do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, que ocupa uma área de 37.846 hectares, correspondente a 8,81% do total da área da bacia hidrográfica. A área está sujeita a inundação freqüente pelo transbordamento do canal do rio. Esta zona tem por finalidade o controle das enchentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proibido a instalação de novas indústrias;</li> <li>• Proibido as atividades de mineração;</li> <li>• Vetada a instalação de necrópoles;</li> <li>• Proibido o uso habitacional;</li> <li>• Destinada as atividades agro-silvopastoris, desde que de acordo com a legislação vigente.</li> </ul>
<p><b>Zona de Manejo Florestal</b> corresponde a uma área de 34.432,00 hectares que corresponde a 8,01 % da área da bacia hidrográfica. Compreende uma área destinada ao plantio de espécies exóticas de <i>Pinus</i> spp e <i>Eucalyptus</i> spp para fins industriais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada ao plantio e ao manejo de espécies florestais de interesse econômico para fins industriais.</li> </ul>
<p><b>Zona Ripária</b> com 34.374 hectares corresponde a 8% da área da bacia hidrográfica. Compreende a rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, áreas importantes para a proteção de manutenção dos recursos hídricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada a proteção e manutenção dos recursos hídricos;</li> <li>• Controle de erosões e assoreamento de rios</li> <li>• Fornecer habitat e recursos alimentares pra fauna silvestre;</li> <li>• Refúgio e/ou corredor ecológico</li> </ul>
<p><b>Zona de Servidão</b> com uma área de 2.281 hectares de extensão corresponde a 0,53% da área da bacia hidrográfica. Esta zona é ocupada pela operação das redes de distribuição de energia elétrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada a distribuição de energia elétrica;</li> <li>• Vetada o uso de manejo com a prática da queimada;</li> <li>• Vetada o cultivo de culturas intensivas.</li> </ul>
<p><b>Zona de Vida Silvestre</b> ocupa uma área de 11.788 hectares, correspondente a 2,74 % do total da área da bacia hidrográfica. Esta Zona compreende as Unidades de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Parque Estadual do Vassununga) e pela Área de Proteção Ambiental (APA-Corumbataí/Tejupá),</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada a conservação e proteção dos recursos naturais;</li> <li>• Proibido a visitação pública</li> <li>• Permitido as atividades de pesquisa voltadas à conservação da biodiversidade</li> </ul>
<p><b>Zona de Uso Intensivo</b> com uma extensão de 287.101,02 hectares corresponde a 66,82% da área da bacia hidrográfica. Região Ideal para a realização das práticas agrícolas e de manejo intensivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada ao plantio agrícola</li> <li>• Manejo em alta escala</li> <li>• Utilização de insumos agrícolas</li> </ul>
<p><b>Zona de Uso Urbano</b> com uma extensão de 4.782 hectares corresponde a 1,11% da área da bacia hidrográfica e abrange as manchas urbanas dos municípios que integram a bacia hidrográfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinadas a expansão da malha urbana;</li> <li>• Destinadas a instalação de indústrias.</li> </ul>

#### **4.8.1. Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.**

A Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior é estabelecida pelos limites da planície de inundação do médio Rio Mogi-Guaçu e pela região de várzea do Rio das Onças (**Figura 44**)

Atualmente, parte da Zona de Cinturão Meândrico está ocupada: por estruturas identificadas como núcleos habitacionais para lazer, representados pelos pesqueiros e propriedades rurais instalados na mesma; pela área urbana do município de Guatapar; por indústrias de mineração (extração de areia do leito do Rio Mogi-Guaçu); por indústrias de papel e celulose e usina de aucar e álcool, e pela atividade agrícola que chega as margens do Rio Mogi-Guaçu (**Figura 44**).  imprescindível o gerenciamento e a identificação dos riscos a que a mesma vem sendo submetida, decorrente dos usos inadequados da terra em seu entorno imediato. Os impactos ambientais resultantes das atividades agrícolas, do uso habitacional, da mineração e das atividades econômicas são aspectos relacionados às fragilidades ambientais da Planície de Inundação que devem ser necessariamente incorporadas na solução de problemas inerentes as zonas de tensão ecológica entre a Planície de Inundação e seu entorno imediato, quando na implementação do seu plano de manejo. Este diagnóstico permite inferir sobre a qualidade ambiental com base em um agrupamento de dados e conhecimento dos componentes ambientais que subsidiam a proposta conceitual do Zoneamento Ambiental. Este diagnóstico, além de proporcionar a identificação do cenário atual de uso e ocupação da terra em seu âmbito e no entorno imediato, possibilita um prognóstico diante da perspectiva da manutenção destes tipos de usos.

Os usos habitacionais representados por pesqueiros e propriedades rurais localizadas às margens do Rio Mogi-Guaçu, configuram um sério risco à manutenção da qualidade ambiental, sendo que grande parte das mais de 1.250 moradias são irregulares sem as mínimas condições básicas de saneamento (Figura 45).



**Figura 44:** Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

As práticas agrosilvipastoris às margens do Rio Mogi-Guaçu configuram um risco quanto ao comprometimento da qualidade do recurso hídrico, no assoreamento das nascentes e no comprometimento da qualidade da água (**Figura 46**).



Fotos: Moschini, 2007

**Figura 45:** Pesqueiros localizados nas margens do Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.



Fotos: Moschini, 2007

**Figura 46:** Atividades agrosilvipastoris localizadas às margens do Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

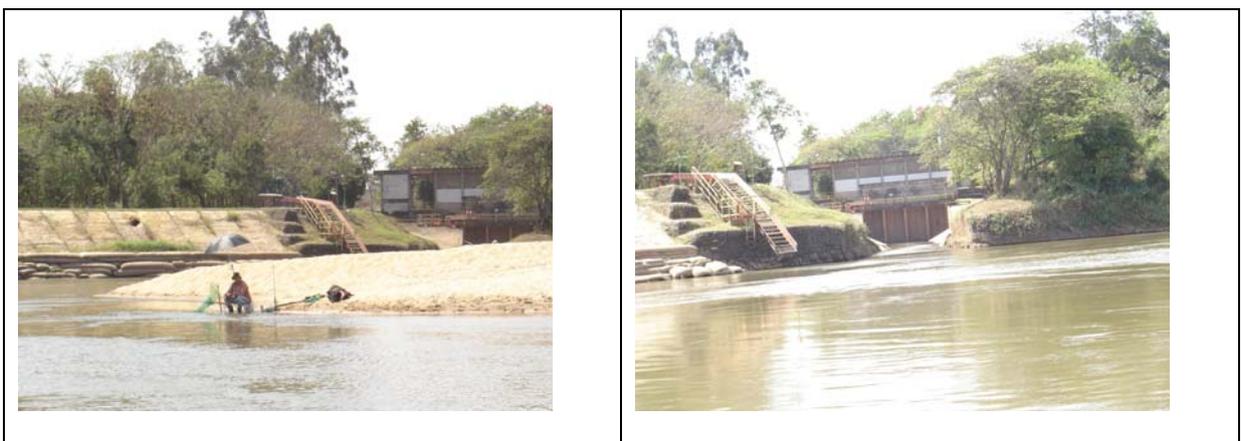
A atividade de mineração também resulta em riscos à qualidade ambiental do recurso hídrico, na forma da contaminação do rio pelo uso de combustíveis, ao assoreamento e desvios dos cursos d'água, na modificação do regime hidráulico, com incorporação de cavas e pelo abandono de equipamentos e embarcações (**Figura 47**).



Fotos: Moschini, 2007

**Figura 47:** Areeiros e dragas localizadas ao longo Rio Mogi-Guaçu na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

A indústria de papel e celulose é caracterizada pelo alto grau de investimento e pela longa maturação e escala de produção elevada. Há de maneira geral a integração de todas as etapas do processo produtivo, atuando desde a exploração florestal (silvicultura em áreas locais, regionais e interestaduais para fornecimento da madeira) até a comercialização de celulose e/ou de papel. Os resíduos gerados pelo processo produtivo são destinados a incineração, co-processamento, reciclagem ou aterro, dependendo do tipo e origem residuária. Os resíduos sólidos são destinados a Estação de Tratamento de Efluentes localizada às margens do Rio Mogi-Guaçu (**Figura 48**)



Fotos: Moschini, 2007

**Figura 48:** Estação de Captação e água e tratamento de resíduos sólidos da indústria de papel e celulose localizada à margem do Rio Mogi-Guaçu no município de Luis Antônio, na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

A usina de açúcar e álcool localizada na Zona de Cinturão Meândrico estende suas dimensões de impactos para diversas localidades regionais, caracterizando-se como ponto base do recebimento de matéria-prima proveniente de áreas de cultivo não apenas pertencentes à usina (**Figura 49**)



Fotos: Moschini, 2007

**Figura 49:** Usinas de açúcar e álcool localizadas a margem do Rio Mogi-Guaçu no município de Santa Rita do Passa Quatro na Zona de Cinturão Meândrico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Estratégias locais e regionais para o crescimento e avanços agroindustriais na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, associadas a planos estruturados que possam convergir às expectativas de sustentabilidade urbano-social apóiam a necessidade de se projetar a médio e a longo prazo critérios e vias alternativas para o desenvolvimento econômico em harmonia a resguarda do perfil da paisagem local, caracterizado distintamente dos municípios circunvizinhos que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. O manejo adequado de áreas atualmente produtivas, assim como a acuidade de manejo nos possíveis processos de expansão das fronteiras agrícolas e industriais evidenciam a indispensabilidade de se promover diálogos e ações capazes de estabelecer um balanço entre a capacidade suporte dos sistemas naturais em detrimento à manutenção da cadeia de produção global de bens de consumo, referenciando o homem como protagonista interativo e co-evolucionário do cenário ambiental.

#### **4.9. A Sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior**

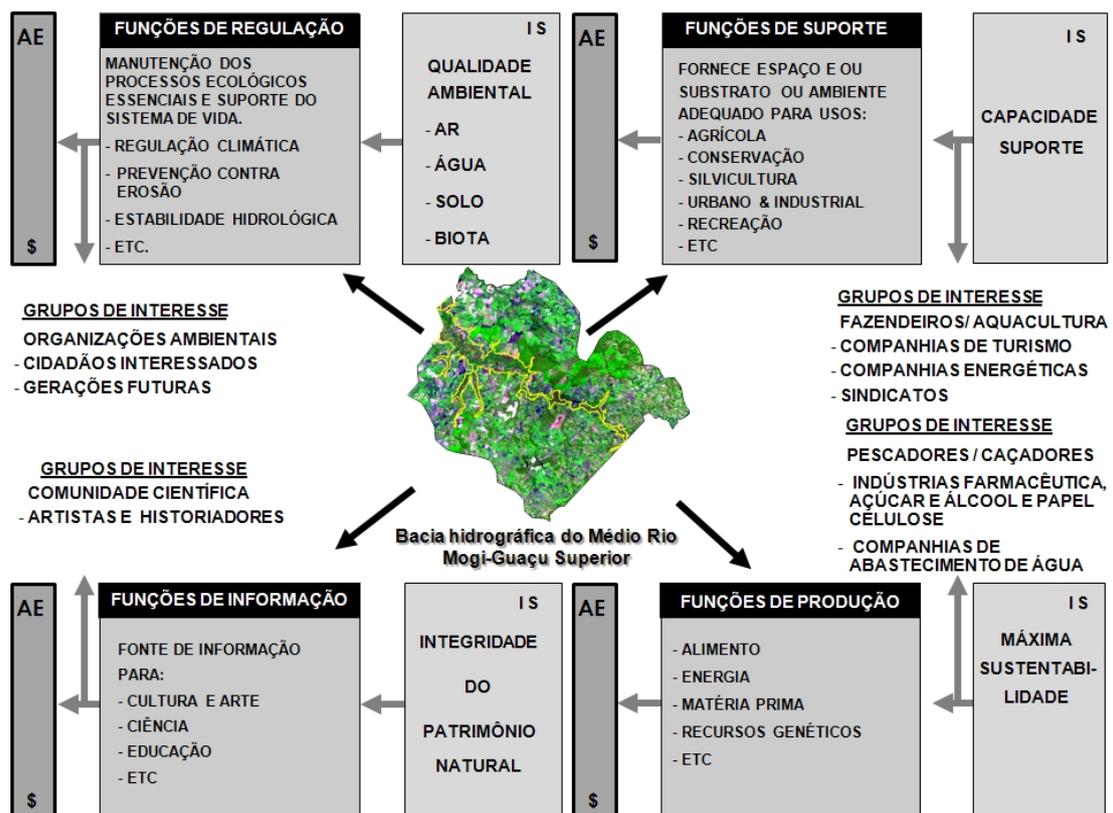
As atividades humanas atuantes nas características dos ecossistemas determinam modificações e/ou riscos associados ao desempenho das funções ambientais, categorizadas em Funções de Regulação, de Produção, de Suporte e de Informação (de GROOT, 1992b), resultando em efeitos sócio-econômico-culturais e em danos ecológicos, muitas vezes, irreversíveis ao sistema ambiental.

Diversas técnicas de valoração ambiental têm sido utilizadas para gerar informações que retroalimentam as próprias técnicas, bem como para incorporar os bens & serviços proporcionados pelos ecossistemas, como condição para integrar os valores ambientais ao manejo e à tomada de decisão na perspectiva da sustentabilidade ambiental (SANTOS et al. 2001). Assim do ponto de vista ecológico, o valor de um sistema ambiental, de uma área alagável, por exemplo, pode ser classificado em duas categorias (GREEN et al., 1994): 1. O valor da capacidade de auto-organização do sistema e o valor das funções de manutenção dos processos vitais (valores primários); e 2. Serviços ecológicos que essa capacidade gera (valores secundários). Na prática, os valores primários estão relacionados ao funcionamento do ecossistema e são de difícil valoração. Os valores secundários, entretanto, estão relacionados às preferências e às escolhas do ponto de vista humano, envolvendo valores de não-uso (valores de existência e de herança), valores de uso passivo (valores de opção e de conservação) e valores de uso ativo (valores de consumo e de produção (de GROOT, 1994).

Nesse contexto, para a avaliação e o planejamento ambiental que subsidiem a tomada de decisão do uso sustentável da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior, torna-se fundamental a identificação das funções ambientais e dos

valores sócio-econômicos associados às mesmas, em termos dos bens & serviços que satisfaçam, direta ou indiretamente, as necessidades humanas.

A **Figura 50** apresenta as etapas em desenvolvimento delineadas para a continuidade do levantamento de informações científicas que possam resultar no valor sócio-econômico da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em contrapartida ao uso sustentável. Em termos operacionais há extrema necessidade para a identificação das funções ambientais de Regulação, Suporte, Informação e de Produção proporcionadas pelo sistema ambiental em questão. Simultaneamente a essas atividades deve ser buscada a atribuição de valores sócio-econômicos (AE) para cada função ambiental identificada, na perspectiva do valor monetário total da bacia hidrográfica.



**Figura 50:** Procedimento metodológico para a valoração sócio-econômica total das funções ambientais da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. AE: Valoração sócio-econômica. IS: Indicadores de Sustentabilidade.

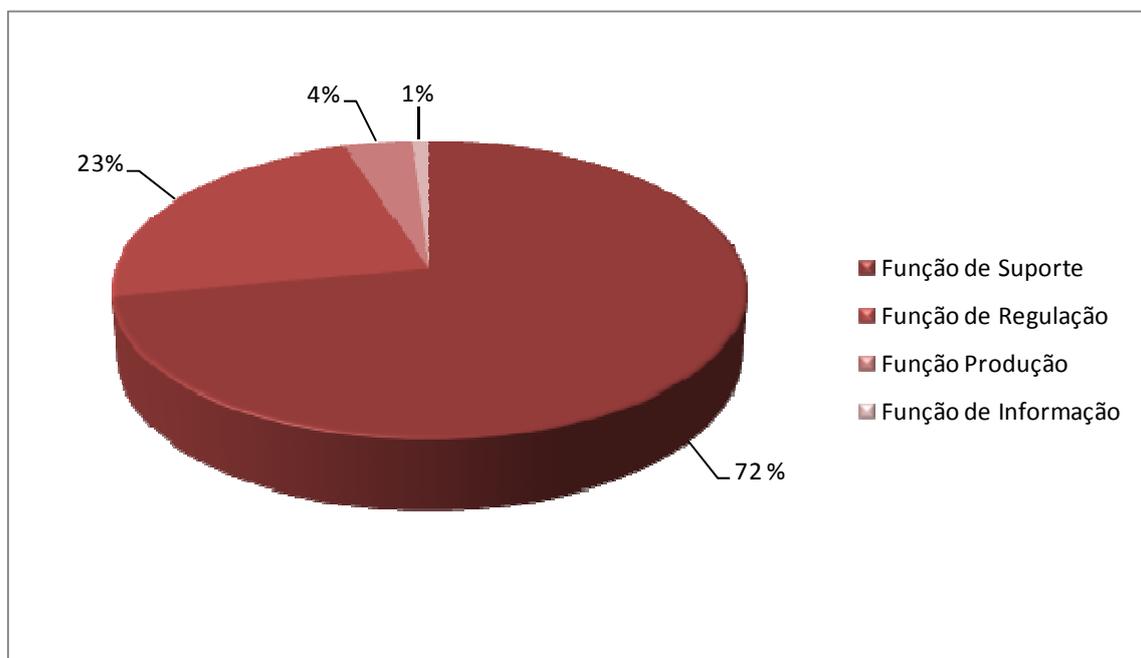
O nível de uso e comprometimento das funções ambientais deverá ser analisado com base em indicadores de sustentabilidade, com a Sustentabilidade Ecológica definida como “os limites naturais impostos pela capacidade suporte do ambiente (limites físicos, químicos e biológicos), os quais não podem ser irreversivelmente ultrapassados pelo uso humano, garantindo-se, portanto, o funcionamento natural dos processos e componentes do sistema” (de GROOT, 1995).

Os Indicadores de Sustentabilidade (IS) permitem evidenciar como a dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica está associada com a estabilidade hidrológica, com alterações da biota local e regional, com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, e com as alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas naturais. Em síntese, o grau de comprometimento das funções ambientais, com a expansão e a intensificação do cultivo agrícola, particularmente da cana de açúcar, configurado como a principal atividade responsável, representa uma grande ameaça à condição de sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior (Figura 51).



**Figura 51:** Indicadores da sustentabilidade ecológica considerados para avaliar o nível de uso sustentado Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior.

O nível de uso das funções ambientais da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior está sendo operacionalizado com base na proposta conhecida como *amoeba approach* (de GROOT, 1995), que compreende um indicador integrativo da sustentabilidade de uso dos ecossistemas. A integridade (ou o uso sustentável) da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior está simbolizada por um círculo dividido em quatro partes, uma para cada categoria de função ambiental. O nível de uso de cada função ambiental é dado pelo comprimento de cada parte. Essas partes podem ter um comprimento menor que o raio do círculo original, indicando que o uso daquela função está abaixo da capacidade suporte; também pode ser coincidente com o raio do círculo, indicando uma situação ideal de uso máximo da função sem que seus limites sejam ultrapassados; e, ainda, ser maior que o raio do círculo, indicando que o nível de uso não é sustentável (**Figura 52**).



**Figura 52:** Condições da sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior. FI: Funções de Informação; FR: Funções de Regulação; FP: Funções de Produção; FS: Funções de Suporte.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo histórico de ocupação e as mudanças nos usos da terra na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior demonstram que a mesma vem constituindo suporte para diversas atividades econômicas, entre as quais se destaca a agricultura, em termos de tempo e de espaço. Embora a área contemple seis (6) centros urbanos, de 14 municípios, a maior pressão antrópica resultante da urbanização se manifesta pelas moradias situadas nas margens do rio Mogi-Guaçu. Utilizada de maneira sustentada a área da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior poderá ainda ser aproveitada a longo prazo

As atividades humanas no âmbito da bacia hidrográfica podem afetar de forma irreversível, em médio e longo prazo, três tipos de funções ambientais: de regulação, de produção e de informação (**Figura 52**). Entretanto, algumas funções de suporte estão sendo afetadas. Mudanças nos usos da terra e nas condições ambientais estão afetando a condição do solo e a estrutura da paisagem que são os suportes básicos dos principais produtos oferecidos à sociedade e obtidos via atividades agrícolas. Adicionalmente, há reflexos na qualidade dos recursos hídricos, junto com a redução, fragmentação e/ou extinção dos habitats naturais.

Na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior nenhuma outra função ambiental afeta tão drasticamente outras funções quanto o uso da área da bacia hidrográfica como suporte para a produção de alimentos e de energia. Nas condições atuais, ao menos seis das funções de regulação estão bastante comprometidas por esta atividade: controle da erosão dos solos, qualidade do ar (queimadas), qualidade dos recursos hídricos, proteção pelas matas ripárias, controle de perda e/ou fragmentação de habitats e perda de biodiversidade. O cultivo da cana de açúcar é uma importante função de suporte da Bacia Hidrográfica

do Médio Mogi-Guaçu Superior, conferindo elevada importância a essa categoria funcional no contexto local e regional. Como resultado de sua influência sobre as outras funções ambientais, particularmente de regulação e de produção, implica na redução dos valores para as mesmas.

Apesar das oportunidades de empregos gerados, a mesma não demonstra uma prática de forma sustentável. O retorno sócio-econômico derivado da atividade não circula na bacia hidrográfica, com evidentes prejuízos as populações locais. Permanecem apenas os impactos resultantes do uso não sustentável dessa função de suporte. O maior valor de ICMS no contexto da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior pertence ao município de Luis Antônio, em decorrência da indústria de celulose International Paper, e não propriamente do cultivo e processamento da cana de açúcar. Cabe ressaltar que a disponibilidade contínua das funções ambientais depende, sobretudo, da própria manutenção da integridade da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior.

Possíveis soluções para o conflito das relações homem-natureza podem ser baseadas na busca do equilíbrio entre desenvolvimento e ambiente (produção x qualidade ambiental) para a Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior, enquanto paisagem natural ou cultural, na forma da implementação de unidades altamente produtivas, quanto de unidades predominantemente protetoras, e sujeitas a estratégias distintas de gerenciamento.

Embora a exploração econômica dos recursos naturais deva combinar de maneira racional o desenvolvimento e as práticas de conservação para resguardar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica, há poucas diretrizes técnicas e éticas para um consenso em estabelecer qual a melhor política para enfrentar os problemas ambientais não percebidos pela sociedade, principalmente daqueles

resultantes dos tipos de usos da terra. Provavelmente, os principais motivos são a falta do conhecimento ecológico e do sistema ambiental de interesse, a magnitude e a rapidez das alterações ambientais resultantes das atividades humanas associadas aos usos da terra, e, sobretudo do nível de compreensão e percepção das sócio-comunidades com relação entre a problemática ambiental e as atividades produtoras regionais.

## 6. REFERÊNCIAS

ACHARD, F.; EVA, H.D.; STIBIG, H.J.; MAYAUX, P.; GALLEGOS, J.; RICHARDS, T. e MALINGREAU, J.P. **Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests.** *Science*, 297: 999 – 1002, 2002.

ALAEZ, M.C.F. 1988. Variations in Time and Space of Some Physical and Chemical Variables in the Bernesga River (Leon, Spain). *Annales de Limnologie ANLIB3* Vol. 24, n° 3. p 285-291.

ALMEIDA FILHO, F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista.** In: Geologia do Estado de São Paulo. Boletim 41 do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo. São Paulo. 1998, p. 169 – 263.

ANDREIS, R. R. e CARVALHO, I.S. – A formação Corumbataí (Permiano Superior – Triássico Inferior, Bacia do Paraná) na Pedreira Pau Preto, Município de Taguaí, São Paulo, Brasil: Análise Paleoambiental e das Pegadas Fósseis. **Revista Brasileira de Paleontologia** volume 2, 2003.

BALLESTER, M.V.R. **Dinâmica de gases biogênicos (CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) em ecossistemas aquáticos da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, São Paulo).** Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1994 172p.

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R.E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUGHGARDEN, J.; TRUMPER, K. e TURNER, R.K. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. **Science**, 297: 950 – 953, 2002.

BEAUMONT, P. 1975. Hydrology; **River ecology, Studies in ecology.** Vol 2.

BENDER, D.J.; CONTRERAS, T.A. e FAHRIG, L. Habitat loss and population decline: a metaanalysis of patch size effect. **Ecology**, 79(2): 517 – 533, 1998.

BOJÓRQUEZ-TAPIA, L.A.; JUÁREZ, L. e CRUZ-BELLO, G. Integrating fuzzy logic, optimization and GIS for ecological impact assessments. **Environmental Management**, 30: 418 –433, 2002.

BRASIL. **Lei 7663/91 de 30 de dezembro de 1991**. Estabeleceu a forma de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1991.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação – SNUC. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2002.

CANTER, L. W. **Environmental Impact Assessment** - 2nd ed. McGraw-Hill International Editions. Series in Water Resources and Environmental Engineering. 1996, 660p.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI GUAÇU (CHB). **Diagnóstico da bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu “Relatório Zero”**, São Paulo 1999.

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)**. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/>> Acesso em 18 de janeiro de 2008.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Legislação Ambiental Brasileira. 1999. Disponível em <<http://mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 22 de novembro de 2004.

De GROOT, R. S. **Evaluation of environmental function as a tool in planning, management and decision making**. 1994. 379f. Tese – Doutorado, Landbouwuiversiteit te Wageningen, Wageningen.

De GROOT, R. S. **Function of nature, evaluation of nature in environmental planning, management and decision making**, Groningen: Wolters-Noordhoff, 1992b. 315p

De GROOT, R. S. **Functions of Nature**. Wolters-Noordhoff, Amsterdam, 315p. 1992a.

De GROOT, R. S. **Toward a conceptual framework for measuring ecological sustainability of ecosystems**. In Workshop on sustainability of ecosystems: Ecological and Economics factors, 1995, Eslováquia. Anais. Eslováquia, 1995. 33p.

DOBSON, A P.; BRADSHAW, A D e BAKER, A J.M. **Hopes for the future: Restoration Ecology and Conservation Biology**. Science, 277: 515 – 522, 1997.

DOWNS, P.W., GREGORY, K.J. e BROOKES, A. 1991. How integrated is river basin management. **Journal Environmental Management**. Vol 15 n°3 299-309p.

DOWNS, P.W., GREGORY, K.J. e BROOKES, A. 1991. How integrated is river basin management. **Journal Environmental Management**. Vol 15 n°3 299-309p.

EASTMAN, J.R. Idrisi for Windows. Tutorial Exercises. Version 2.0. **Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis**. Clark University. 1997.

FORMAN, R.T. T. **Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto SocioAmbiental. **Atlas da Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados ao domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995**. SOS Mata Atlântica; INPE e ISA. 49 p.

GREEN, I. M. et al. **Primary and secondary values of wetland ecosystems**. **Environmental Resource Economics**, v.4 55-74, 1994

HYNES, H.B.N. 1970. **The ecology of running waters**: University of Toronto Press – Toronto, Ontario.

IBGE, 2008: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – Cidades)** disponível em <<http://www.ibge.gov.br> > acessado em 20 de janeiro 2008.

IBGE. **Instituto de Geografia e Estatística 2005**. Disponível em <<http://ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em 14 de janeiro de 2006.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2º Edição, Brasília 2006.

Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF), **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**, Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal Imprensa Oficial 2005.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1981. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**; escala 1:500.000. v1 (texto) e v2 (mapa). Governo do estado de São Paulo. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia.

MATSON, P A; PARTON, W J; POWER, A G e SWIFT M J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science** 277: 504 – 509, 1997.

O'NEILL, R.v., KRUMMEL, J.R., GARDNER, R.H., SUGIHARA, G., JACKSON, B., DeANGELIS, D.L., MILNE, B.T., TURNER, M.G., ZYGMUNT, B. , CHRISTENSEN, S.W., DALE, V.H., GRAHAM,R.L. 1988 Indices of Landscape pattern. *Landscape Ecology* 1 (3), 153-162.

PIRES, A.M.Z.C.R.; SANTOS, J.E., PIRES, J.S.R. Caracterização e diagnóstico ambiental de uma unidade da paisagem. Estudo de Caso: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio. In SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Orgs.). **Estudos integrados em ecossistemas, Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos: Ed. Rima, 2000.

PIRES, J. S. R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural**: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio, SP. 1995. 192 p. Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais PPG-ERN/UFSCar.

PIRES, J. S. R. e SANTOS, J. E. **Preliminary analysis of environmental impacts applied to a rural area of São Paulo State** (Luiz Antônio, SP, Brazil). International Association for Impact Assessment, v. II. pp.969-974, 1995.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E. e PIRES, A.M.Z.C.R. **Análise de riscos ambientais no entorno de uma Unidade de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Luis Antônio, SP)**. In SANTOS, J. E. e PIRES, J. S. R. Orgs. Estudos Integrados em Ecossistemas. Estação Ecológica de Jataí. Editora Rima, 73-94p., 2000.

ROSEMBERG, D. R. P. MCCULY e PRINGLE, C. M. Global-scale environmental effects of hydrological: Introduction. *BioScience*, 50 746-751 2000,

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

SANTOS, J. E. et al. The value of the Ecological Station of Jataí's ecosystem services and natural capital. **Revista Brasileira de Biologia**, 61(2): 171 – 190, 2001.

SANTOS, J.E.; NOGUEIRA, F.; PIRES, J.S.R.; OBARA, A.T. e PIRES, A.M.Z.C.R. The value of the Ecological Station of Jataí's ecosystem services and natural capital. **Revista Brasileira de Biologia**, 61(2): 171-190, 2001.

SÃO PAULO (Secretaria Estadual de Meio Ambiente). **Cadernos de Legislação Ambiental Estadual**, Volume 1, São Paulo, 2003.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J. e MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, 7:18 – 32, 1991.

SEADE – **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados**. Disponível em <[www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)> acessado em 15 de dezembro de 2007.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA). **Macrozoneamento das Bacias dos Rios Mogi Guaçu Pardo e Médio-Grande**, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 1995

**Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>> acessado em outubro de 2007.

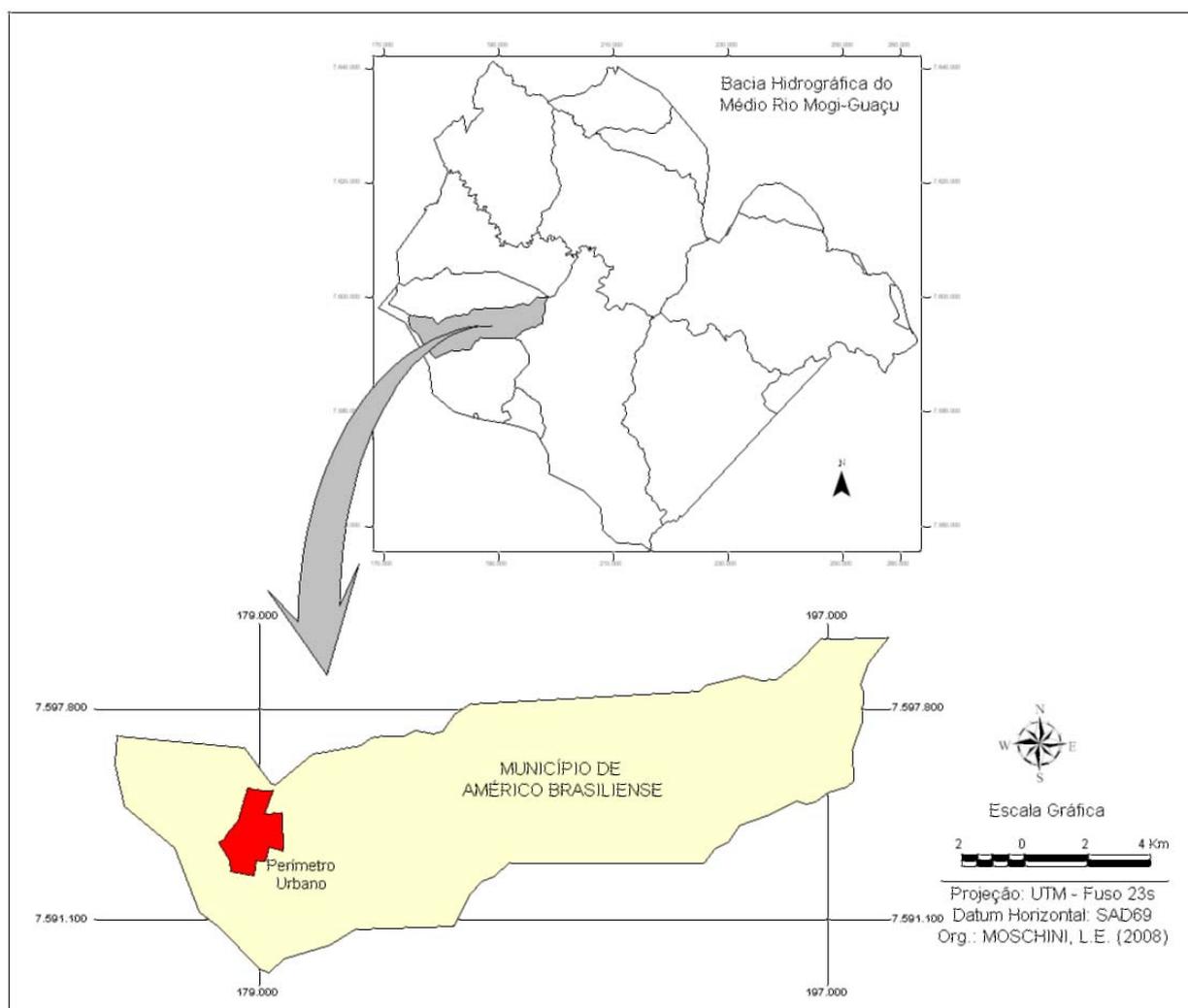
VIANA, V.M.; TABANEZ, A A J. e BATISTA J.L.F. Dynamics and restoration of Forest fragments in Brazil's Atlantic Coastal Forests. In: Greenberg, R. e Schellas, J. (eds.) **Forest Remnants in the Tropical Landscape**. Island Press, Washington DC, EUA. 1997.

VITOUSEK, M. 1997. Human domination of Earth's ecosystem. **Science** 277: 494-499.

VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A; LUBCHENKO, J. e MELILLO, J.M. Human domination of Earth's Ecosystems. **Science**, 277: 494-499, 1997.

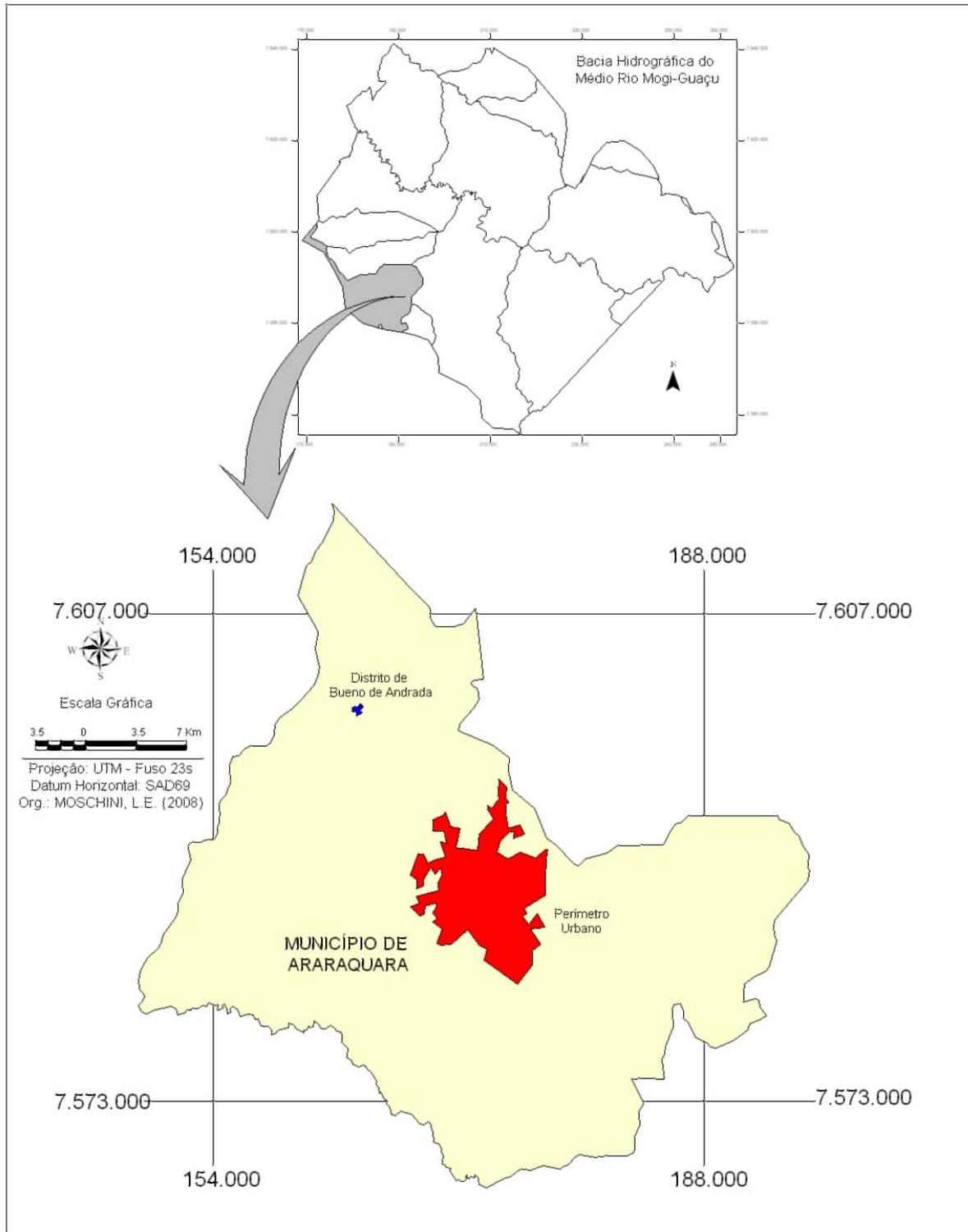
## **APÊNDICE I**

## Município de Américo Brasiliense



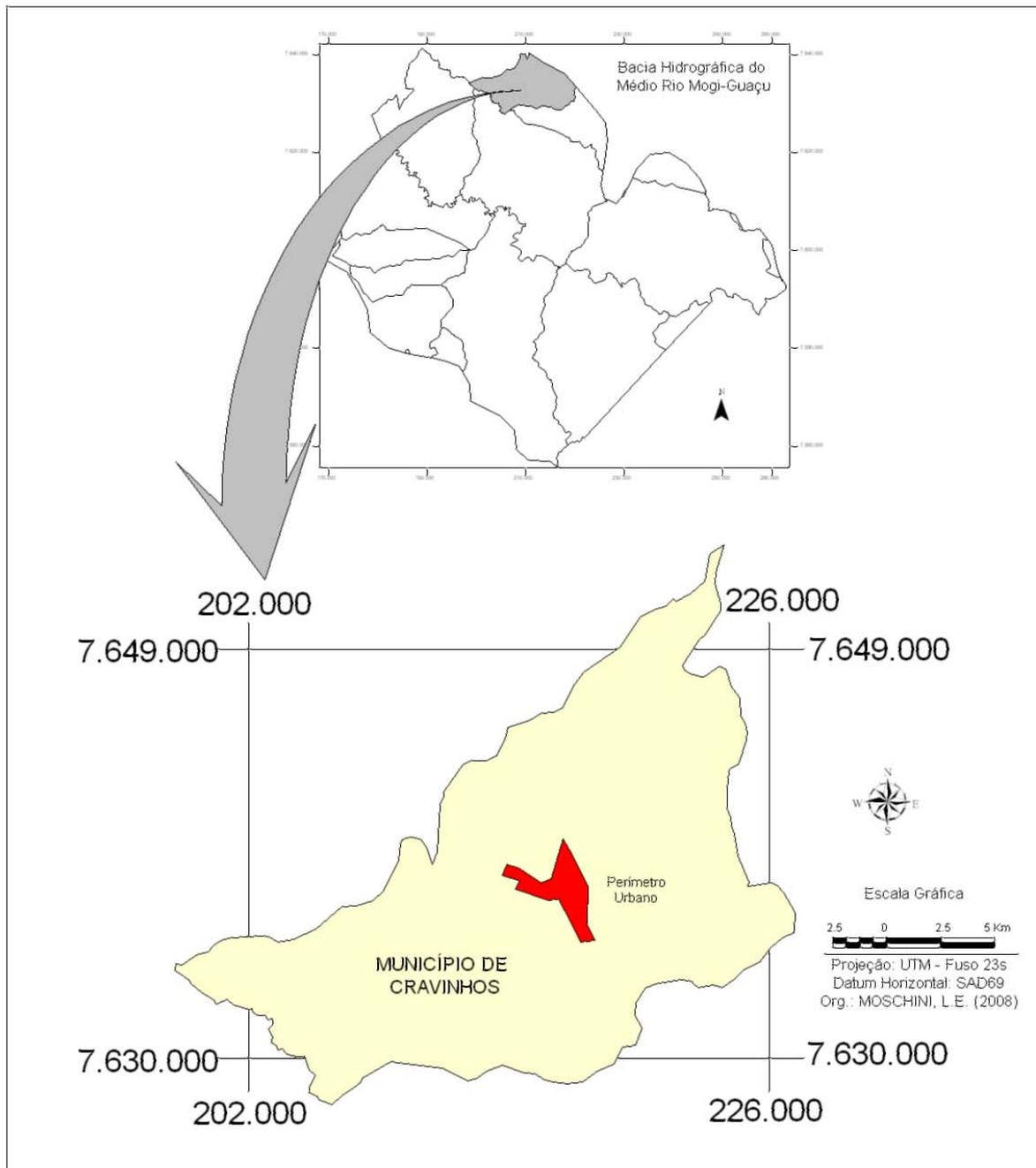
**Apêndice 1A:** Localização Geográfica do município de Américo Brasiliense e do perímetro urbano.

## Município de Araraquara



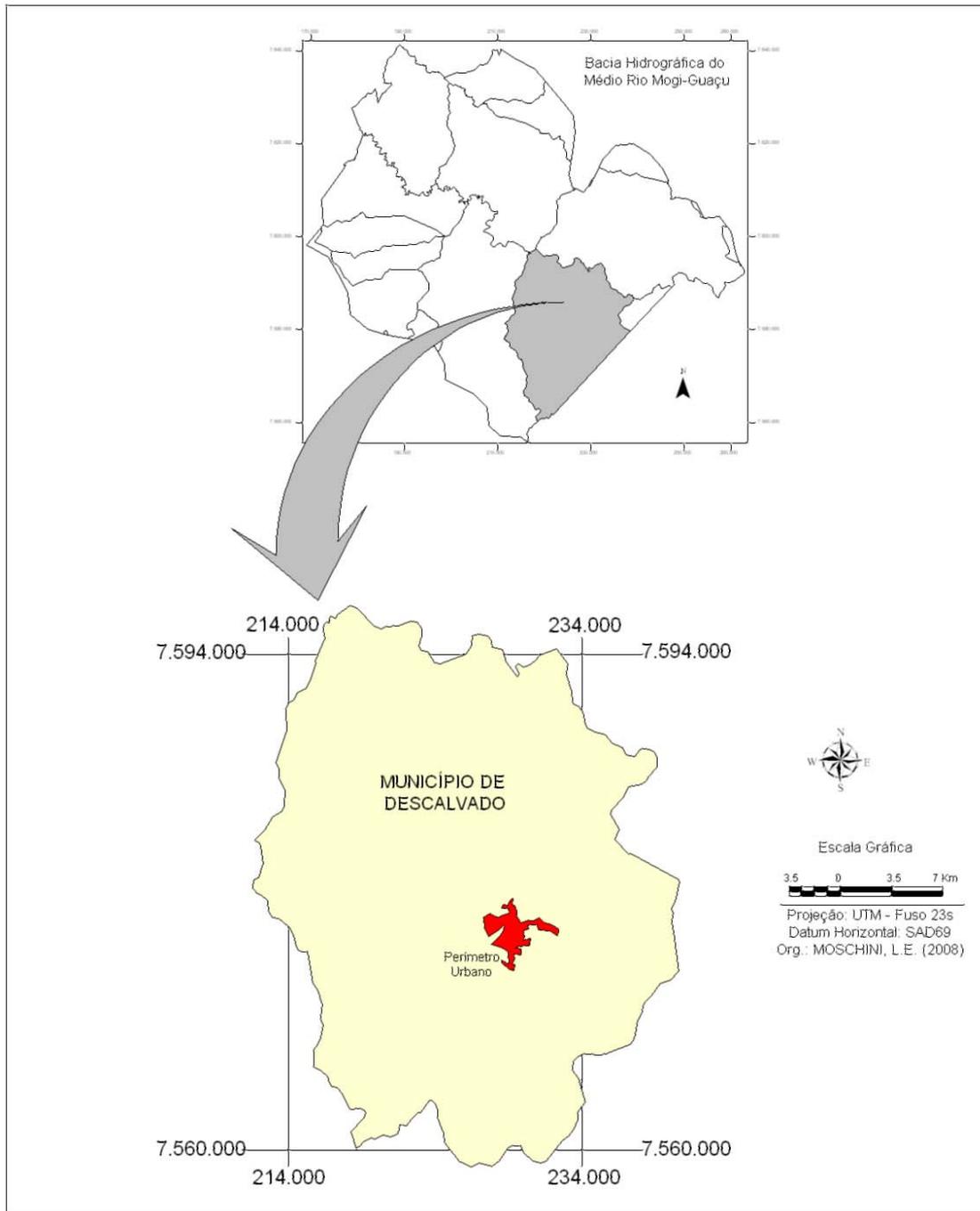
**Apêndice 1B:** Localização Geográfica do município de Araraquara e do perímetro urbano.

## Município de Cravinhos



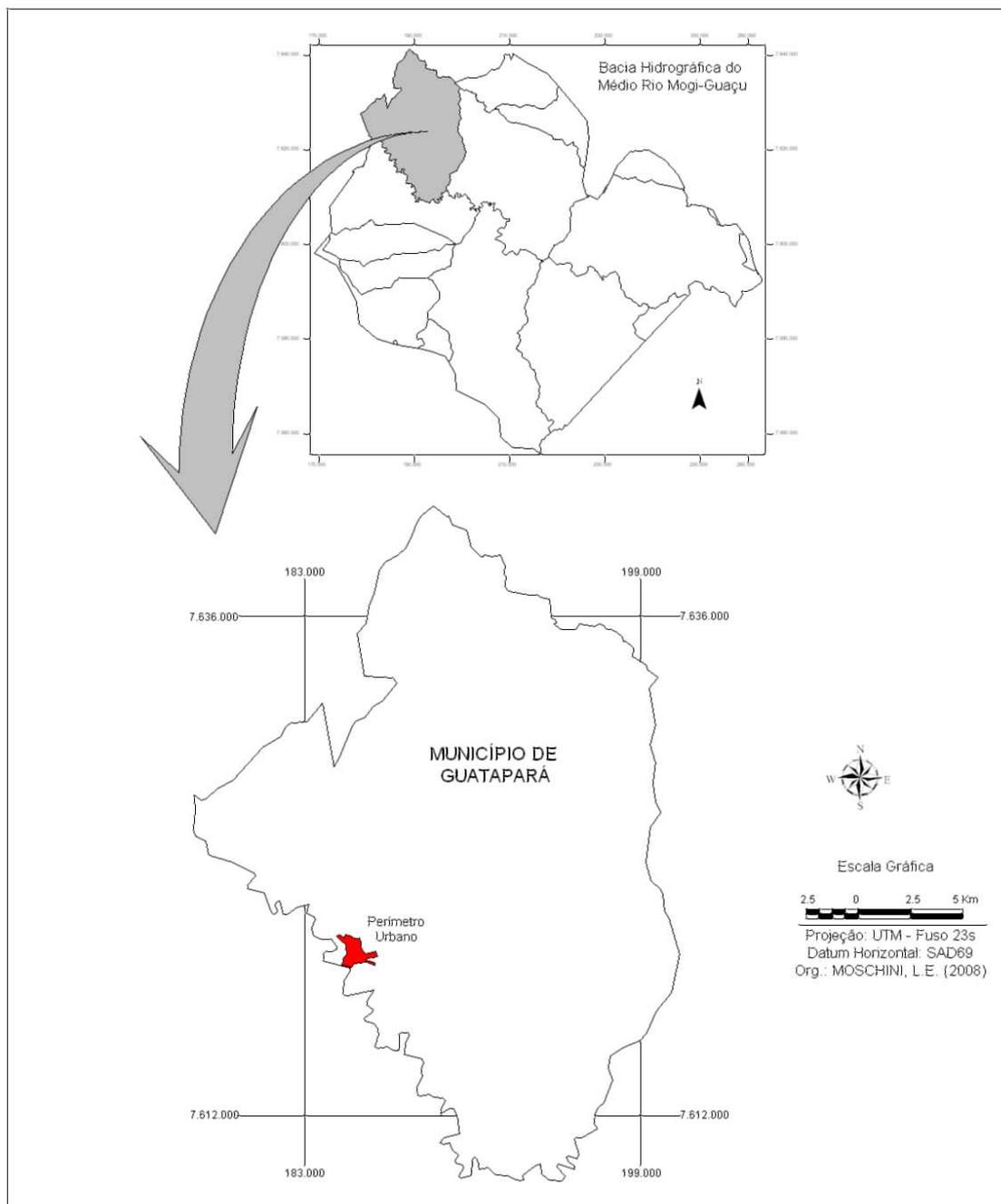
**Apêndice 1C:** Localização Geográfica do município de Cravinhos e do perímetro urbano.

## Município de Descalvado



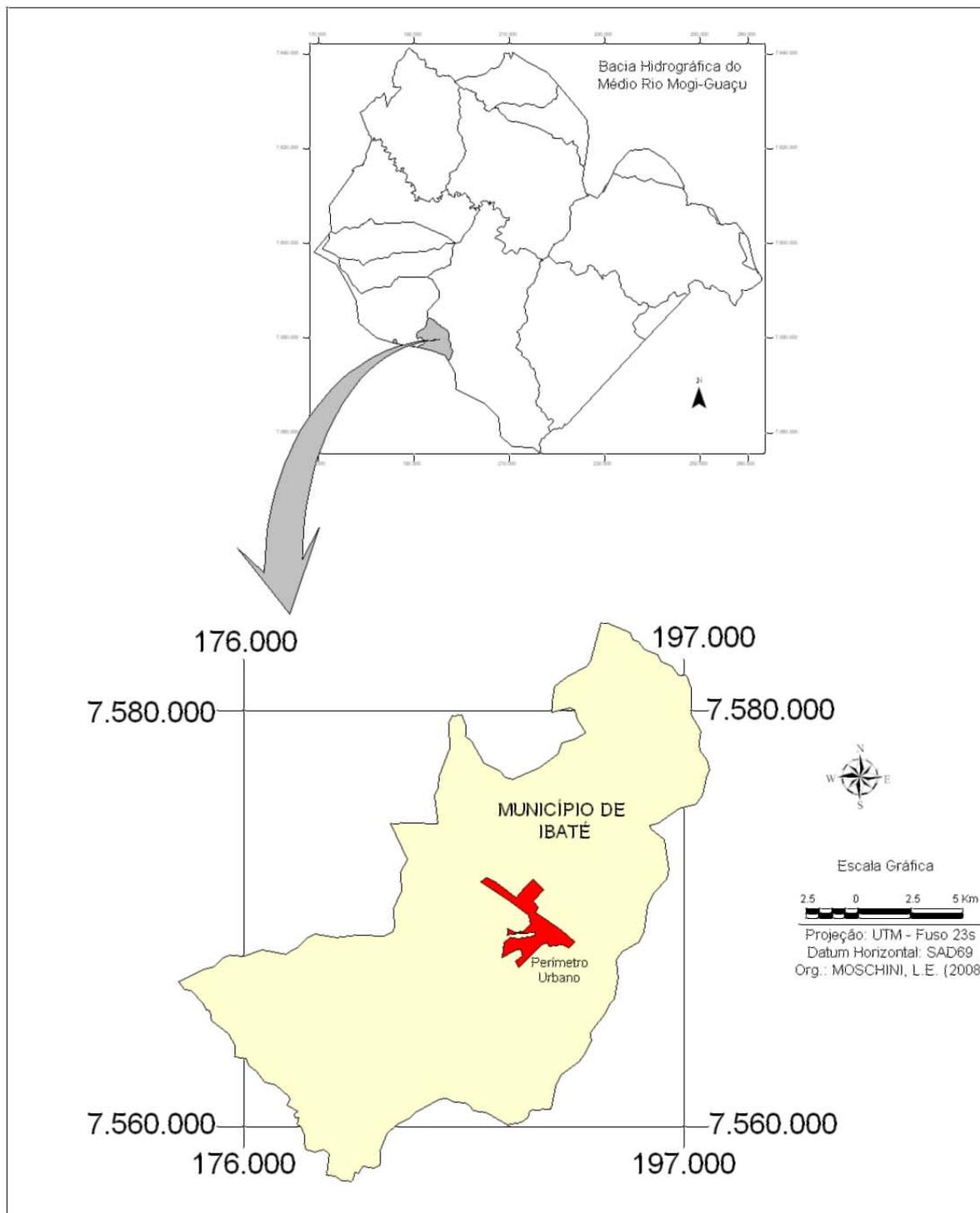
**Apêndice 1D:** Localização Geográfica do município de Descalvado e do perímetro urbano.

## Município de Guatapar



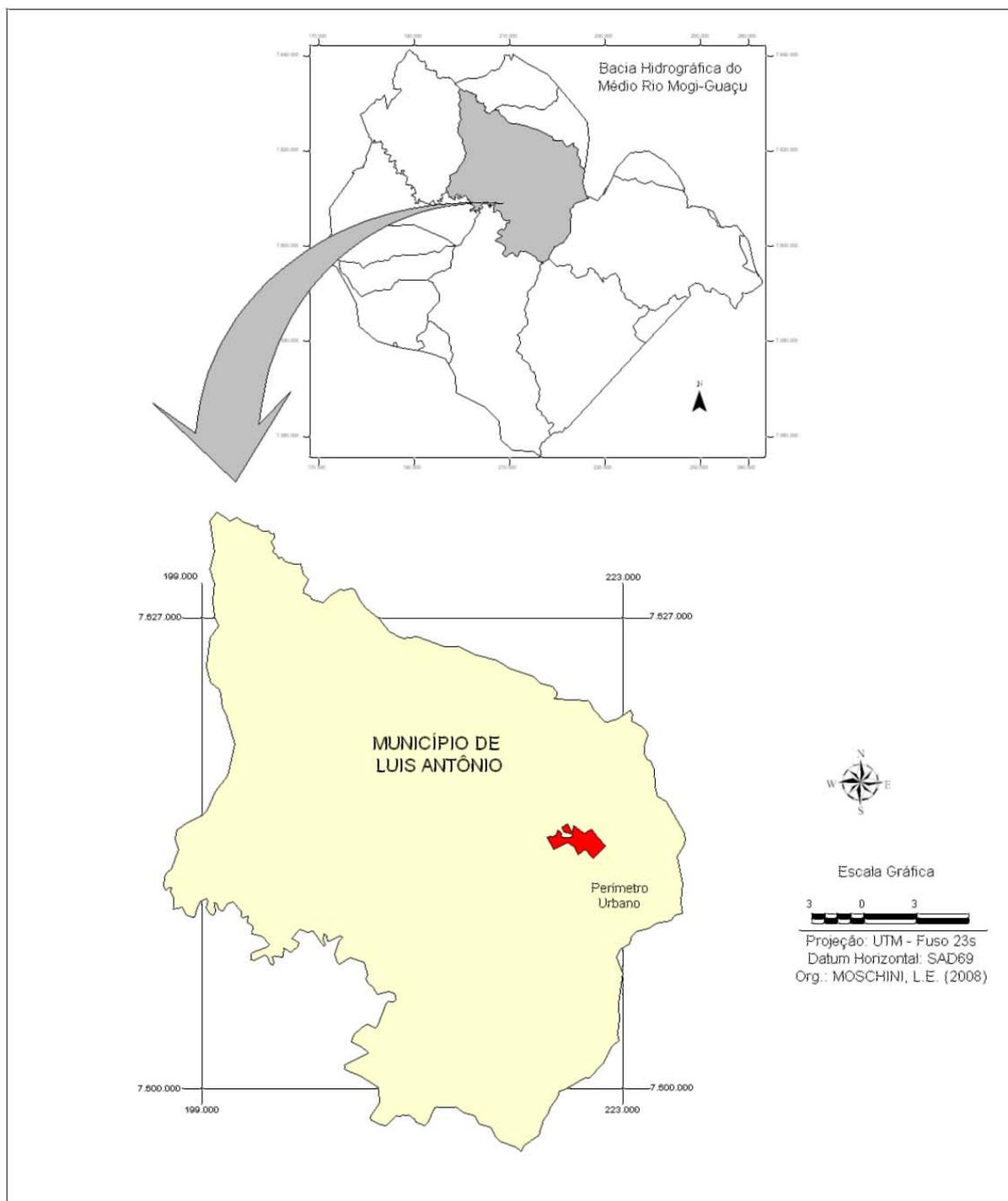
**Apêndice 1E:** Localizao Geográfica do município de Guatapar e do perímetro urbano.

## Município de Ibaté



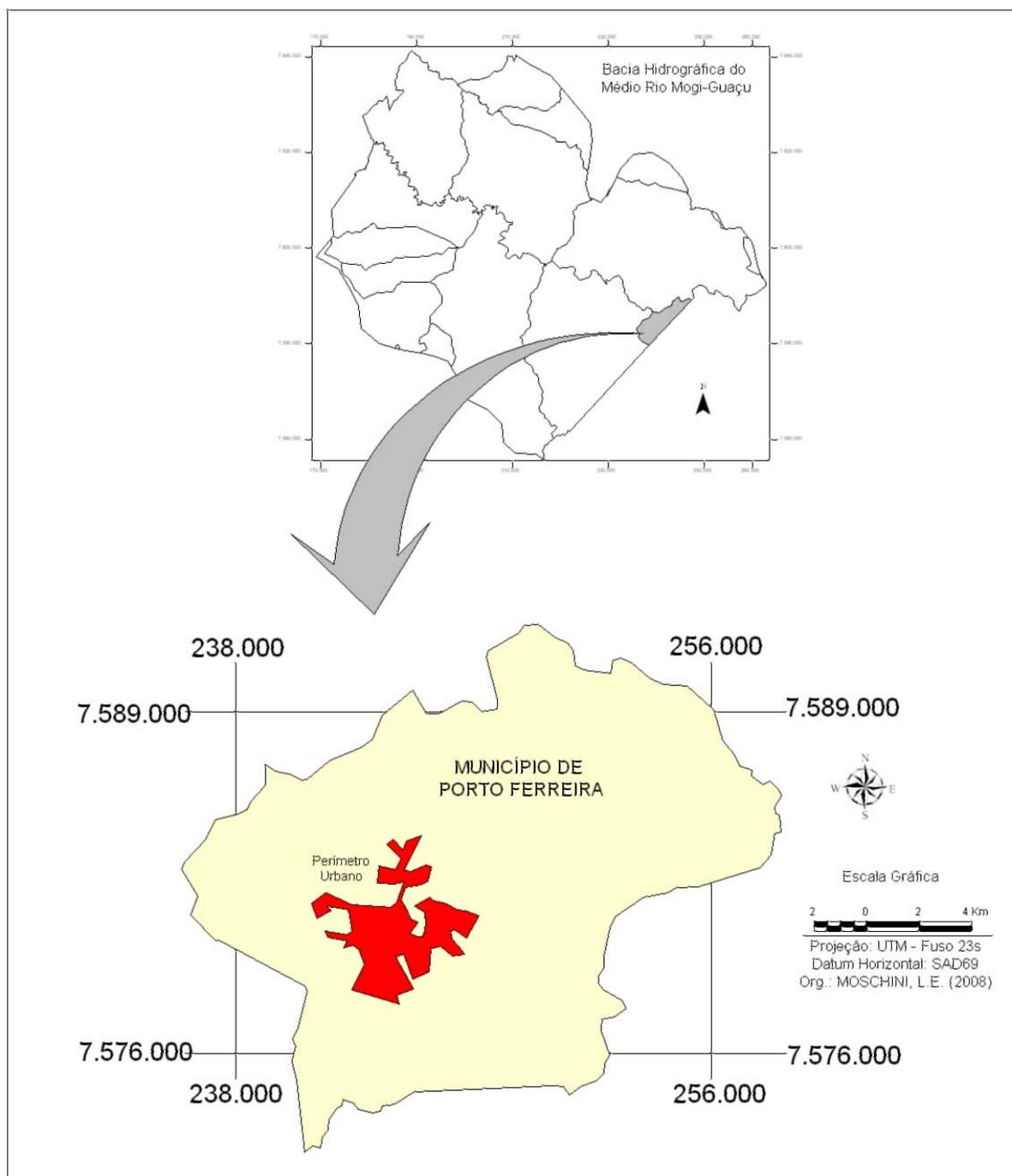
**Apêndice 1F:** Localização Geográfica do município de Ibaté e do perímetro urbano.

## Município de Luis Antônio



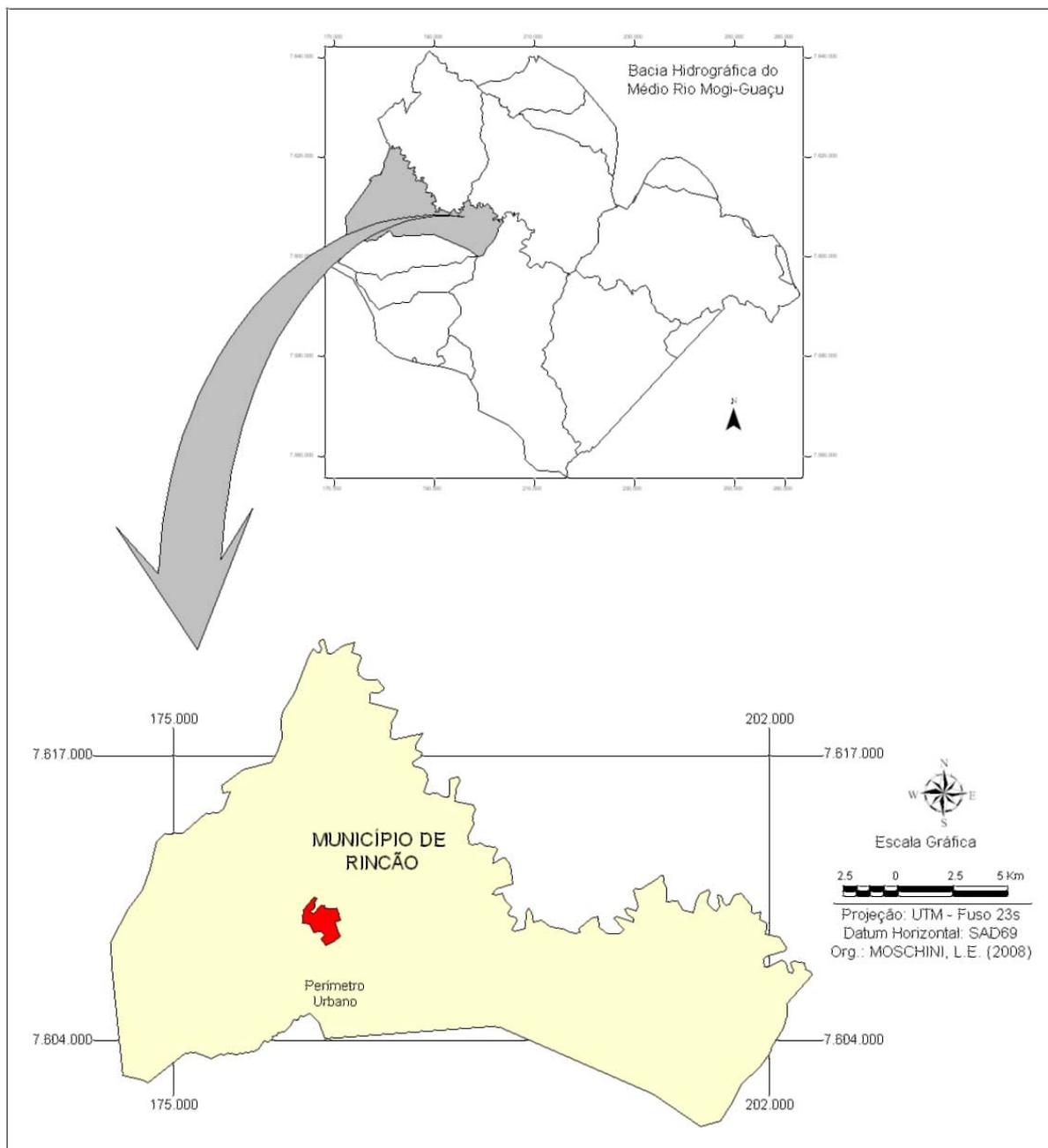
**Apêndice 1G:** Localização Geográfica do município de Luis Antônio e do perímetro urbano.

## Município de Porto Ferreira



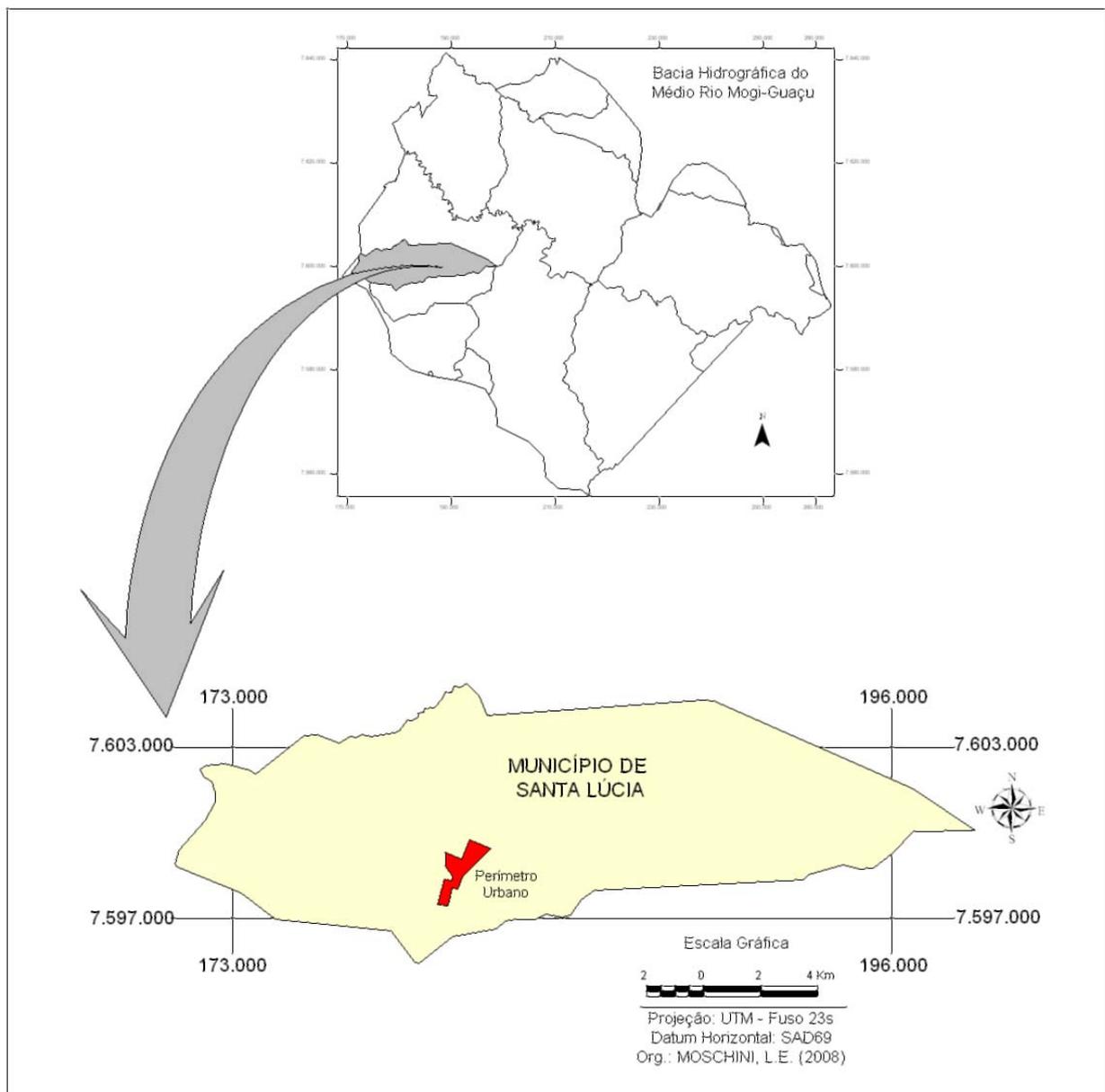
**Apêndice 1H:** Localização Geográfica do município de Porto Ferreira e do perímetro urbano.

## Município de Rincão



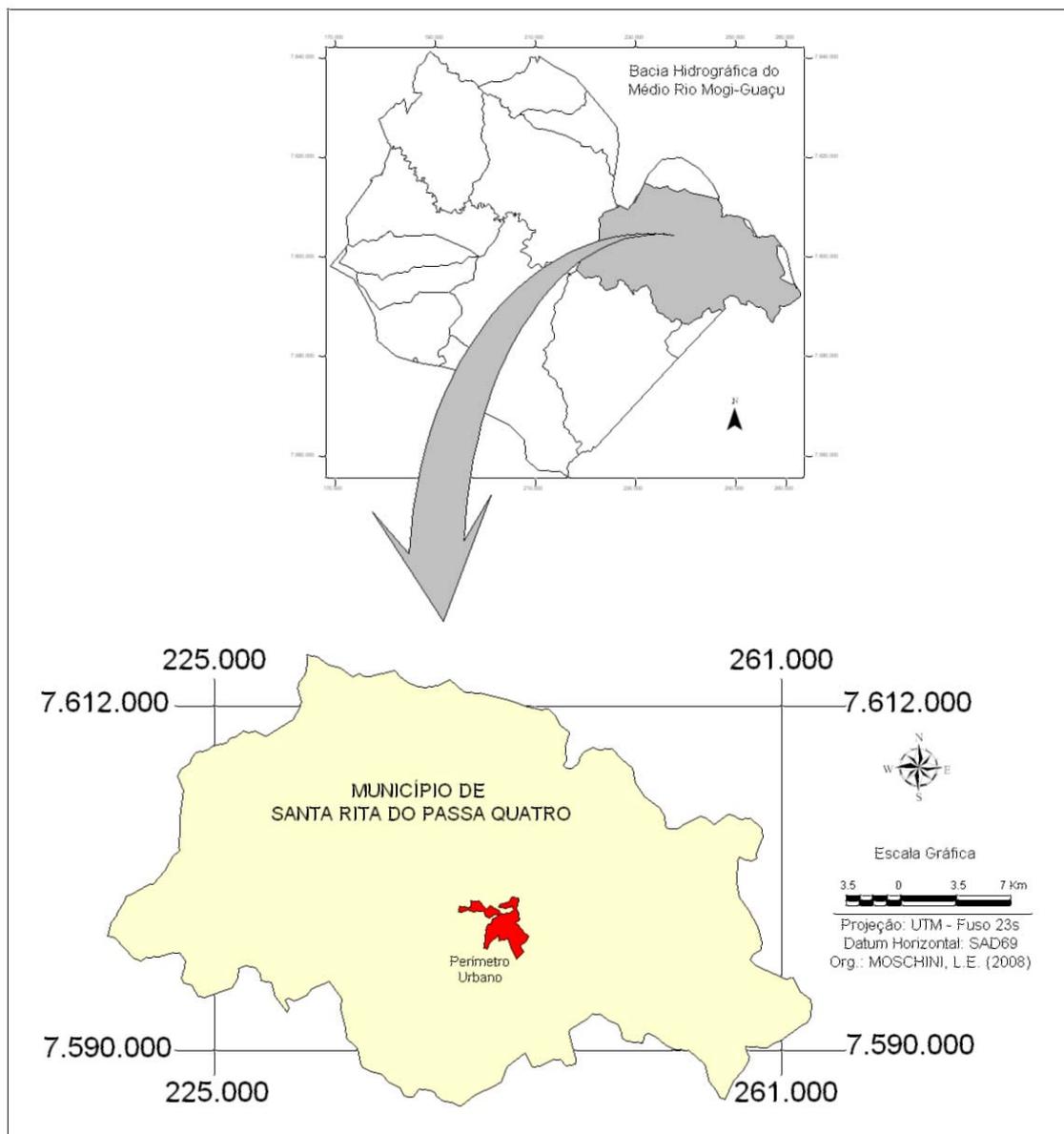
**Apêndice 11:** Localização Geográfica do município de Rincão e do perímetro urbano.

## Município de Santa Lúcia



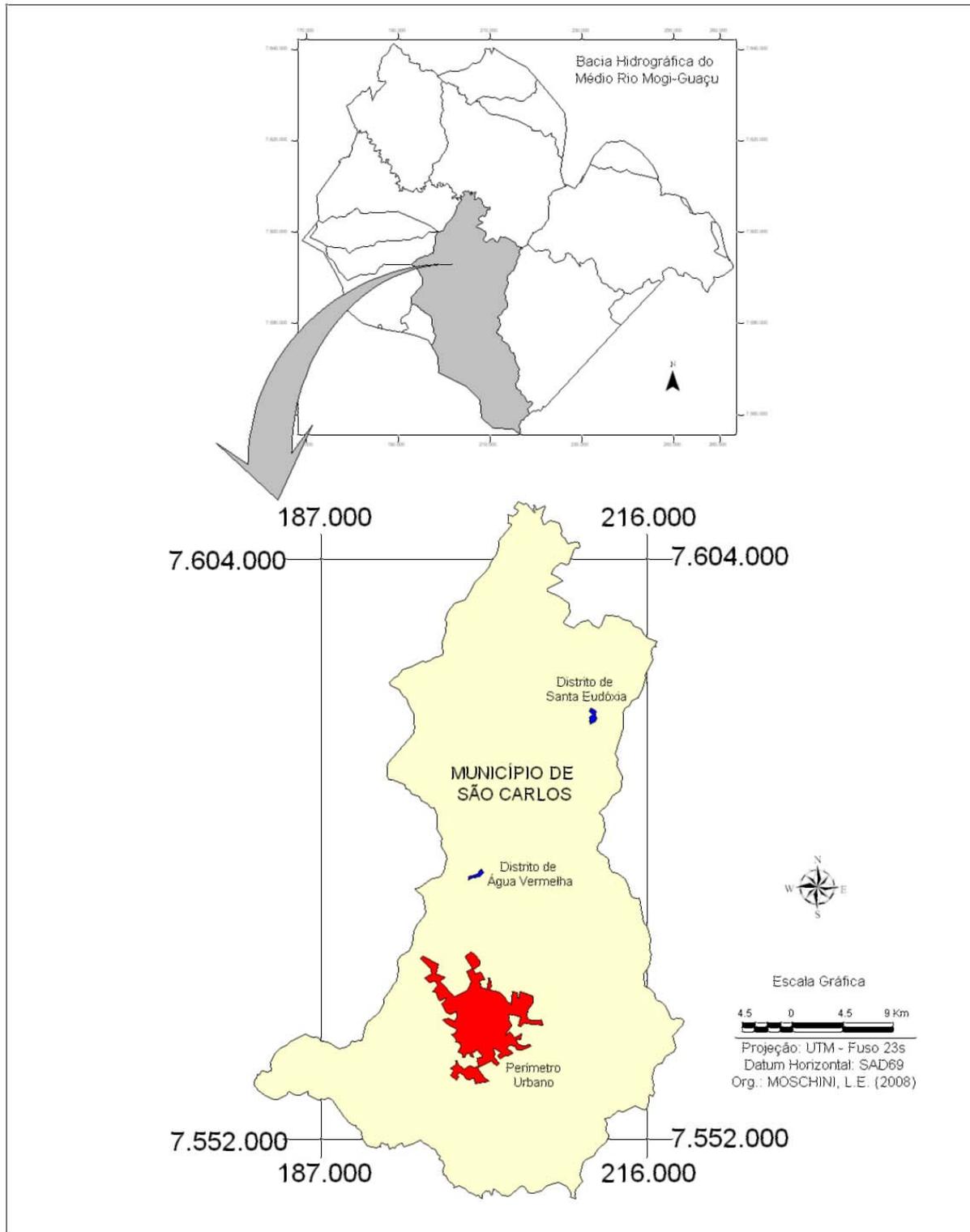
**Apêndice 1J:** Localização Geográfica do município de Santa Lúcia e do perímetro urbano.

## Município de Santa Rita do Passa Quatro



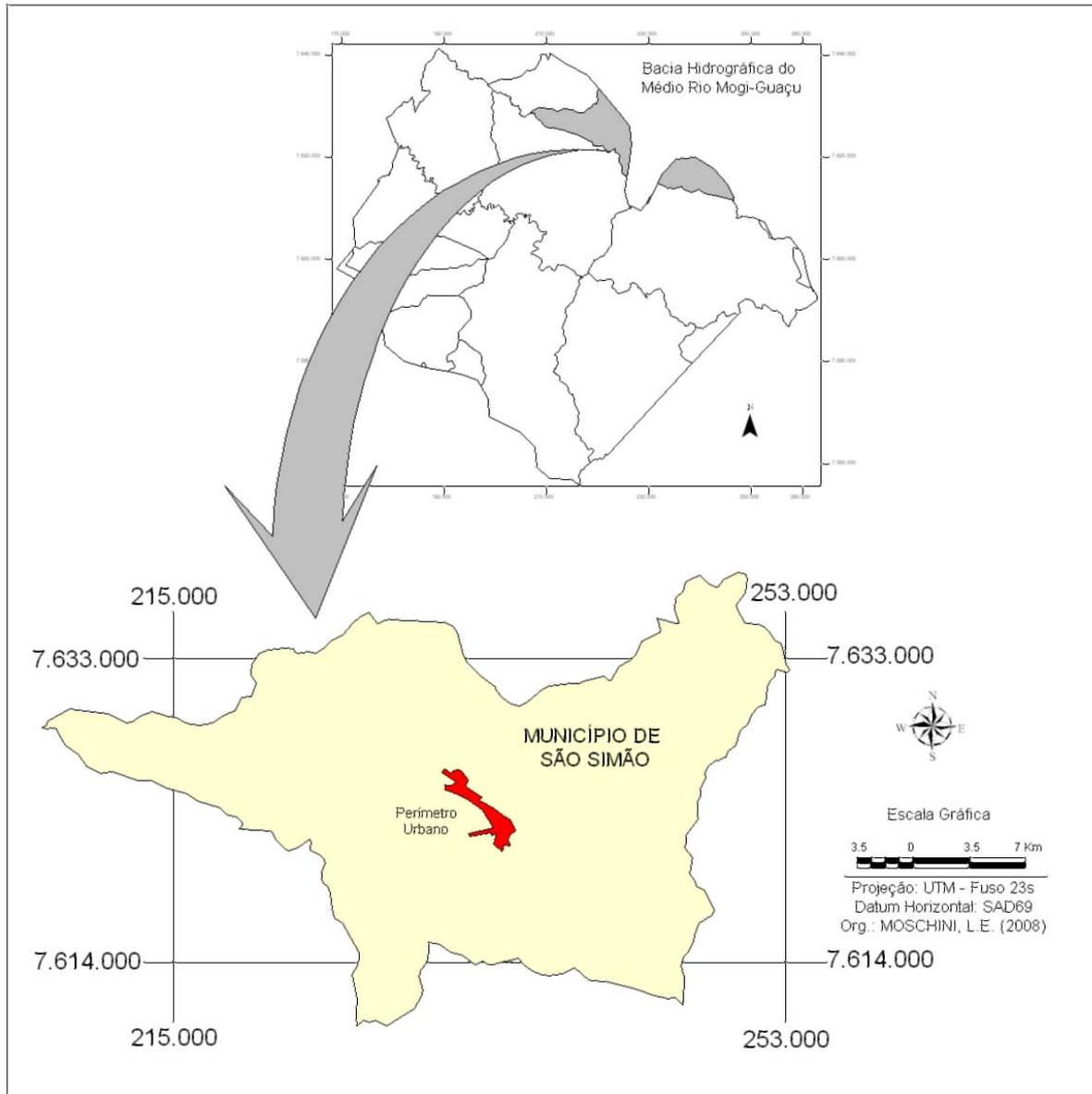
**Apêndice 1K:** Localização Geográfica do município de Santa Rita do Passa Quatro e do perímetro urbano.

## Município de São Carlos



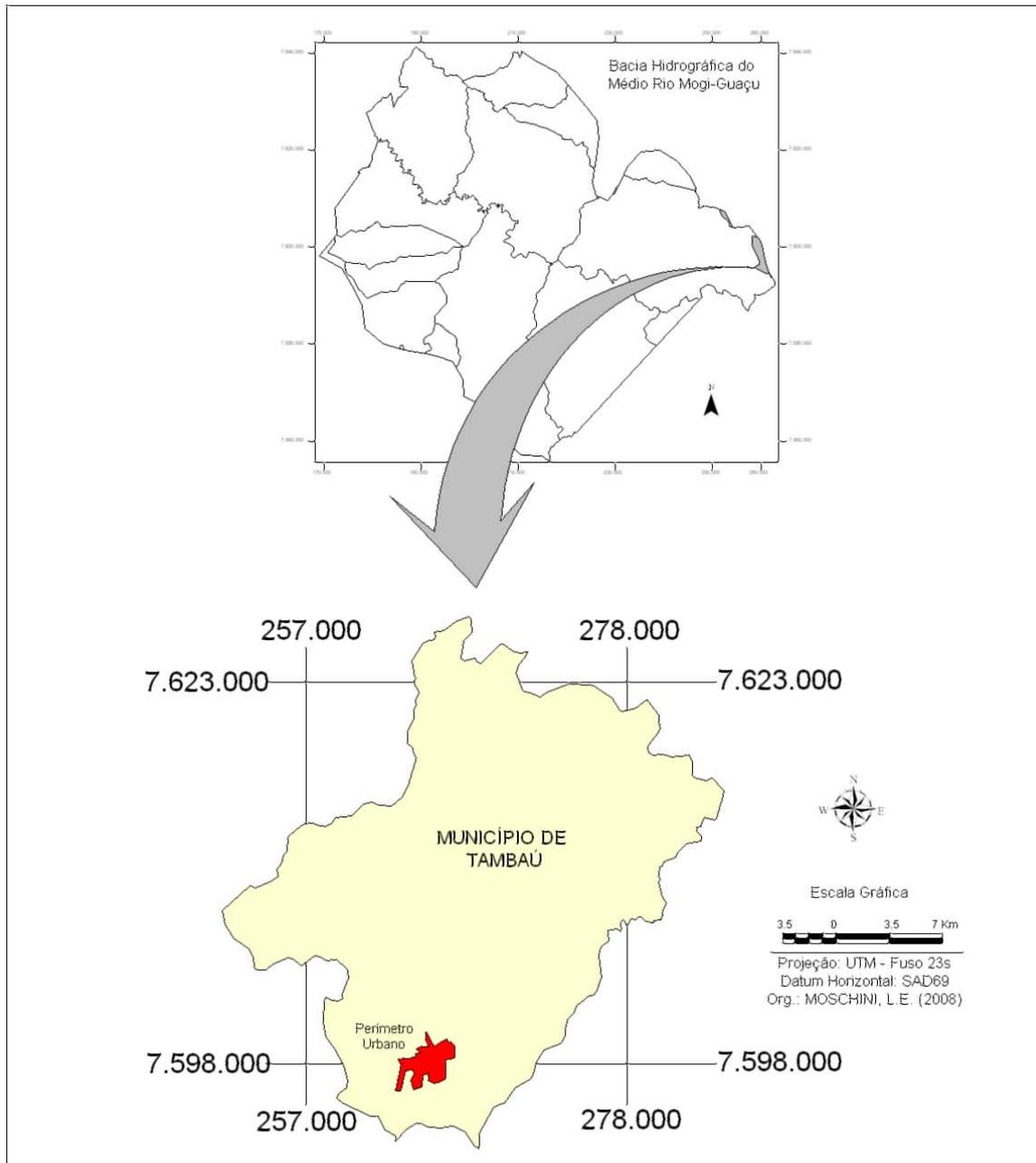
**Apêndice 1L:** Localização Geográfica do município de São Carlos e do perímetro urbano.

## Município de São Simão



**Apêndice 1M:** Localização Geográfica do município de São Simão e do perímetro urbano.

## Município de Tambaú



**Apêndice 1N:** Localização Geográfica do município de Tambaú e do perímetro urbano.

## **APÊNDICE II**

**Apêndice II:** Tipos de uso e ocupação da terra dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior para o ano de 2007. Valores de área quantificados em hectares (ha) e porcentagem (%).

Classes de Uso	Tipos de Uso	Américo Brasiliense		Araraquara		Cravinhos		Descalvado		Guatapar		Ibaté		Luís Antônio	
		rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)	rea (ha)	rea (%)
gua	Rio Mogi-Guaçu	-	-	-	-	-	-	174,31	0,29	194,04	0,47	-	-	347,55	0,58
	Lagoas Lagos e Represas	186,90	1,52	111,68	0,56	97,73	0,66	504,07	0,83	295,34	0,72	24,88	0,66	313,03	0,53
	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>186,90</b>	<b>1,52</b>	<b>111,68</b>	<b>0,56</b>	<b>97,73</b>	<b>0,66</b>	<b>678,38</b>	<b>1,12</b>	<b>489,39</b>	<b>1,20</b>	<b>24,88</b>	<b>0,66</b>	<b>660,57</b>	<b>1,11</b>
reas Antropicas não Agrícolas	rea de mineração	20,09	0,16	-	-	-	-	12,08	0,02	8,81	0,02	-	-	1,55	0,00
	reas Suburbanizadas	88,88	0,72	146,65	0,73	107,94	0,73	614,81	1,02	322,25	0,79	35,98	0,96	227,28	0,38
	reas Urbanas	612,33	4,98	226,52	1,13	193,30	1,30	787,83	1,30	134,72	0,33	-	-	282,36	0,47
	Areia	-	-	-	-	-	-	1,65	0,00	-	-	-	-	4,25	0,01
	Indria	66,37	0,54	45,25	0,23	-	-	133,11	0,22	-	-	-	-	140,06	0,23
	Malha Viária	126,50	1,03	52,07	0,26	179,61	1,21	274,71	0,45	389,24	0,95	-	-	400,36	0,67
	Linha de Servidão	-	-	58,68	0,29	-	-	175,68	0,29	101,11	0,25	23,05	0,61	-	-
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>914,17</b>	<b>7,43</b>	<b>529,17</b>	<b>2,64</b>	<b>480,85</b>	<b>3,24</b>	<b>1.999,86</b>	<b>3,31</b>	<b>956,14</b>	<b>2,34</b>	<b>59,03</b>	<b>1,57</b>	<b>1.055,86</b>	<b>1,77</b>	
reas Antropicas Agrícolas	Cana-de-augar	8.026,26	65,25	7.944,74	39,63	10.134,20	68,28	22.231,82	36,75	22.776,99	55,71	2.069,19	55,15	25.162,60	42,21
	Citricultura	17,39	0,14	265,92	1,33	-	-	4.554,99	7,53	-	-	-	-	2.179,70	3,66
	Culturas Diversas	159,47	1,30	609,06	3,04	302,14	2,04	2.434,31	4,02	1.834,54	4,49	197,40	5,26	919,20	1,54
	Pastagem	170,39	1,39	284,56	1,42	248,14	1,67	1.542,28	2,55	380,55	0,93	15,27	0,41	855,15	1,43
	Silvicultura	389,40	3,17	3.965,30	19,78	263,68	1,78	1.270,21	2,10	4.049,25	9,90	68,01	1,81	3.524,58	5,91
	Solo exposto	805,32	6,55	2.533,24	12,64	1.599,97	10,78	9.053,27	14,97	4.503,15	11,01	539,35	14,38	6.121,77	10,27
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>9.568,23</b>	<b>77,79</b>	<b>15.602,82</b>	<b>77,83</b>	<b>12.548,12</b>	<b>84,54</b>	<b>41.086,88</b>	<b>67,93</b>	<b>33.544,47</b>	<b>82,05</b>	<b>2.889,21</b>	<b>77,01</b>	<b>38.763,00</b>	<b>65,03</b>	
reas de Vegetação Natural	Vegetação Natural	1.630,71	13,26	3.804,06	18,97	1.715,43	11,56	16.722,57	27,65	5.894,50	14,42	778,68	20,75	19.127,93	32,09
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>1.630,71</b>	<b>13,26</b>	<b>3.804,06</b>	<b>18,97</b>	<b>1.715,43</b>	<b>11,56</b>	<b>16.722,57</b>	<b>27,65</b>	<b>5.894,50</b>	<b>14,42</b>	<b>778,68</b>	<b>20,75</b>	<b>19.127,93</b>	<b>32,09</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>rea ha</b>	<b>12.300,00</b>	<b>2,86</b>	<b>20.047,73</b>	<b>4,67</b>	<b>14.842,13</b>	<b>3,45</b>	<b>60.487,69</b>	<b>14,08</b>	<b>40.884,49</b>	<b>9,52</b>	<b>3.751,81</b>	<b>0,87</b>	<b>59.607,37</b>	<b>13,87</b>

Continua...

Apêndice II: continuação...

Classes de Uso	Tipos de Uso	Porto Ferreira		Rincão		Santa Lúcia		Santa Rita do Passa Quatro		São Carlos		São Simão		Tambaú	
		Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Água	Rio Mogi-Guaçu	54,84	1,28	422,21	1,37	-	-	261,50	0,35	258,22	0,35	-	-	-	-
	Lagoas Lagos e Represas	35,50	0,83	413,99	1,35	71,66	0,47	611,78	0,82	695,03	0,95	85,52	0,46	9,47	0,63
	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>90,34</b>	<b>2,10</b>	<b>836,20</b>	<b>2,72</b>	<b>71,66</b>	<b>0,47</b>	<b>873,29</b>	<b>1,17</b>	<b>953,24</b>	<b>1,31</b>	<b>85,52</b>	<b>0,46</b>	<b>9,47</b>	<b>0,63</b>
Áreas Antrópicas não Agrícolas	Área de mineração	-	-	58,44	0,19	66,36	0,44	3,09	0,00	89,54	0,12	-	-	-	-
	Áreas Suburbanizadas	142,93	3,33	331,03	1,08	72,07	0,47	665,09	0,89	2.081,45	2,86	141,55	0,76	44,46	2,97
	Áreas Urbanas	-	-	195,86	0,64	146,65	0,96	1.078,74	1,45	93,60	0,13	-	-	-	-
	Areia	-	-	-	-	-	-	-	-	4,04	0,01	-	-	-	-
	Indústria	-	-	-	-	-	-	24,02	0,03	3,03	0,00	-	-	-	-
	Malha Viária	46,56	1,08	137,13	0,45	88,82	0,58	273,13	0,37	410,26	0,56	113,42	0,61	-	-
	Linha de Servidão	35,74	0,83	-	-	-	-	-	-	118,08	0,16	-	-	-	-
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>225,22</b>	<b>5,24</b>	<b>722,45</b>	<b>2,35</b>	<b>373,90</b>	<b>2,46</b>	<b>2.044,07</b>	<b>2,74</b>	<b>2.800,00</b>	<b>3,84</b>	<b>254,97</b>	<b>1,37</b>	<b>44,46</b>	<b>2,97</b>	
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cana-de-açúcar	1.203,03	27,99	13.870,93	45,07	8.064,51	53,06	17.161,63	23,04	31.690,22	43,51	7.951,78	42,61	415,20	27,71
	Citricultura	294,49	6,85	3.117,50	10,13	442,72	2,91	2.099,99	2,82	4.121,55	5,66	-	-	3,29	0,22
	Culturas Diversas	472,45	10,99	2.484,04	8,07	277,40	1,82	3.473,15	4,66	3.594,01	4,93	3,00	0,02	-	-
	Pastagem	116,36	2,71	425,98	1,38	190,88	1,26	2.929,10	3,93	2.792,51	3,83	217,19	1,16	87,82	5,86
	Silvicultura	209,48	4,87	-	-	12,91	0,08	12.172,49	16,34	1.081,21	1,48	2.952,57	15,82	207,77	13,87
	Solo exposto	690,96	16,08	3.651,93	11,87	2.799,36	18,42	12.296,54	16,51	7.684,09	10,55	2.178,20	11,67	251,15	16,76
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>2.986,77</b>	<b>69,49</b>	<b>23.550,38</b>	<b>76,53</b>	<b>11.787,78</b>	<b>77,55</b>	<b>50.132,92</b>	<b>67,30</b>	<b>50.963,59</b>	<b>69,97</b>	<b>13.302,74</b>	<b>71,28</b>	<b>965,23</b>	<b>64,43</b>	
Áreas de Vegetação Natural	Vegetação Natural	995,60	23,16	5.664,47	18,41	2.966,66	19,52	21.444,98	28,79	18.118,12	24,88	5.019,79	26,90	479,00	31,97
	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>995,60</b>	<b>23,16</b>	<b>5.664,47</b>	<b>18,41</b>	<b>2.966,66</b>	<b>19,52</b>	<b>21.444,98</b>	<b>28,79</b>	<b>18.118,12</b>	<b>24,88</b>	<b>5.019,79</b>	<b>26,90</b>	<b>479,00</b>	<b>31,97</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Área ha</b>	<b>4.297,92</b>	<b>1,00</b>	<b>30.773,50</b>	<b>7,16</b>	<b>15.200,00</b>	<b>3,54</b>	<b>74.495,25</b>	<b>17,34</b>	<b>72.834,95</b>	<b>16,95</b>	<b>18.663,01</b>	<b>4,34</b>	<b>1.498,16</b>	<b>0,35</b>