

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS MUDANÇAS DE USO DA
TERRA E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DA PAISAGEM.
ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO RIO MOGI-
GUAÇU SUPERIOR (SP).**

Angela Terumi Fushita

**São Carlos, SP
2011**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS MUDANÇAS DE USO DA
TERRA E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DA PAISAGEM.
ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO RIO MOGI-
GUAÇU SUPERIOR (SP).**

Angela Terumi Fushita

**Tese 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 a
obtenção do título de Doutor em Ciências,
Área de Concentração em Ecologia e
Recursos Naturais.**

**São Carlos, SP
2011**

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

F993pe

Fushita, Angela Terumi.

Padrão espacial e temporal das mudanças de uso da terra e sua relação com indicadores da paisagem. Estudo de caso : bacia hidrográfica do médio rio Mogi Guaçu Superior (SP) / Angela Terumi Fushita. -- São Carlos : UFSCar, 2011. 208 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Relações específicas aos tipos de ambientes. 2. Diversidade biológica. 3. Indicadores de desenvolvimento sustentável. 4. Hemerobia. 5. Apropriação humana da produção primária líquida. I. Título.

CDD: 574.52 (20^a)

Angela Terumi Fushita

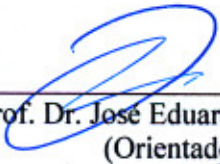
**PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS MUDANÇAS DE USO DA TERRA E
SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DA PAISAGEM. ESTUDO DE CASO:
BACIA HDROGRÁFICA DO MÉDIO RIO MOGI-GUAÇU SUPERIOR (SP)**

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

Aprovada em 28 de fevereiro de 2011

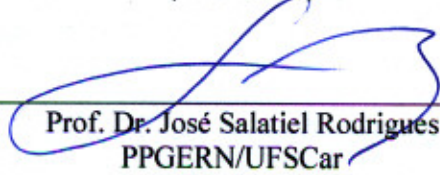
BANCA EXAMINADORA

Presidente




Prof. Dr. José Eduardo dos Santos
(Orientador)

1º Examinador




Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



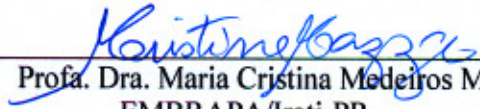
Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza
EMBRAPA/Irati-PR

3º Examinador



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

4º Examinador



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

*A minha família e a meu orientador
que sempre acreditaram em mim.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por minha vida. Obrigada por sempre me oferecer o melhor, apesar de muitas vezes eu não compreender as Suas razões.

A minha família por toda dedicação, compreensão e amor incondicional. A meus pais (Terassu e Cazuco) e a minha irmã (Katia), que cuidaram e me ajudaram a reerguer diante de tantos obstáculos e que pacientemente caminharam ao meu lado (literalmente) no doloroso período de reabilitação. A minha batian pelo exemplo de vida e superação e aos meus tios que ajudaram a me tornar quem sou hoje.

A meu orientador, Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, que sempre me apoiou. Foi essencial no momento crítico de minha vida e se mostrou uma pessoa de extrema sensibilidade e nobreza, que nunca desistiu de mim, mesmo quando eu havia desistido.

Ao Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires e a Profa. Dra. Adriana Maria Zalla Catojo Pires que estiveram presentes desde a graduação e foram fundamentais para a pessoa e a profissional que sou. Obrigada pela orientação científica inicial que se transformou em amizade sincera.

Aos professores Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza, Dra. Elisabete Maria Zanin e Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza pelas contribuições que enobreceram este trabalho.

Aos professores Dr. Irineu Bianchini Júnior, Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino, Dra. Michèle Sato e profa. Dra. Maria Inês Salgueiro Lima pela amizade, confiança e preocupação. Muito obrigada por me ajudar a ser uma profissional melhor.

Aos colegas do LAPA/UFSCar e do PPG-ERN/UFSCar, os quais abandonei prematuramente e que sempre farão parte dos melhores momentos de minha vida.

À FAPESP pelo financiamento inicial do projeto.

À equipe da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG-RP), do Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas e principalmente da Embrapa Monitoramento por Satélite pela disponibilização dos dados históricos, quanti e qualitativos e materiais cartográficos da área de estudo, representados por Mônica

Bergamaschi, prof. Dr. Ademar Romeiro, prof. Dr. Evaristo Eduardo de Miranda e profa. Dra. Cristina Criscuolo.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Solos e Recursos Ambientais/Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em especial a Jener Fernando Leite de Moraes, pelo fornecimento dos dados pedológicos.

A Katia Maria Teruco Fushita (minha irmã) pelo auxílio com lógica de programação, programação em algoritmo, linguagem C e leitura dos dados do programa GRADs.

Aos meus ex-alunos, hoje colegas de profissão, que por um período de minha vida foram a motivação para continuar a viver. Por essa convivência, consegui superar os muitos obstáculos e me tornei mais forte.

Aos profissionais da saúde que me amparam no longo e doloroso processo de reabilitação. Estar andando hoje é uma grande vitória que compartilho com vocês. Obrigada Paloma, Roberta, Lilian, Maria Fernanda, Mariainês, Guilherme e Maurício.

Aos amigos que fiz durante a vida paulistana, em especial a Fernanda Maria, Claudete, Nicolas, Mariana, José Américo, Socorro e Denise que compartilharam momentos, ensinamentos e discussões pedagógicas e filosóficas.

À equipe da ENGEMA por acompanhar o meu amadurecimento profissional e dos momentos tensos que vivemos.

Às amigas do curso de LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais) e a professora Sueli Ramalho. Obrigada por sua esperança, que nunca desistiu de acreditar nas pessoas.

Aos grandes amigos da época da faculdade, pela convivência, preocupação e companheirismo. Obrigada por me acompanhar e tornar momentos simples em especiais na Terra do Nunca e no Mundo dos Adultos. Obrigada por simplesmente serem meus amigos, em especial Márcia, Dri, Ju, Victor, Valéria, Fabíola, Lilian, Laila, Charles, Sabrina, Haroldo, Rodrigo, Goiano, Pri, Lu.

A todas as pessoas que passaram por minha vida e contribuíram para quem sou hoje, sejam pelos bons ou maus momentos vividos.

*"Aprendi com as Primaveras a me deixar
cortar para poder voltar sempre inteira."*

Cecília Meireles

RESUMO: Padrão espacial e temporal das mudanças de uso da terra e sua relação com indicadores da paisagem. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (SP). O ser humano está continuamente alterando os ecossistemas, constituindo de um relevante agente modificador do meio, promovendo mudanças no equilíbrio e dinâmica dos processos naturais. Diversos são os exemplos desta interferência, entretanto a compreensão da dimensão e dos efeitos das atividades humanas e as medidas para auxiliar na tomada de decisão ainda são incipientes. Nesse sentido, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como um componente físico-temporal para o planejamento e o gerenciamento dos recursos naturais, sendo auxiliada pelo uso de indicadores, que tem sido proposto para melhor compreensão da influência antrópica na dinâmica dos ecossistemas. O presente trabalho analisou a interação dos fatores físico, sócio-econômicos e bióticos na integridade da paisagem, no contexto de bacia hidrográfica por meio de indicadores, entre 1989 e 2009. A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior, inserida na região nordeste do Estado de São Paulo, Brasil e foi sub-dividida em três unidades geomorfológicas (Cuestas Basálticas, Depressão Periférica e Planalto Ocidental) e em 12 unidades geopolíticas, referentes aos municípios de sua abrangência. Procedeu-se a caracterização da paisagem e a geração dos indicadores: de características topográficas (Altimetria, Declividade, Orientação de Vertentes), do padrão da paisagem (Número de Fragmentos, Índice de Similaridade, Índice de Forma, Círculo Circunscrito Relacionado, Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo, Índice de Área de Interior, Índice de Contraste de Borda), da estrutura da paisagem (Riqueza da Paisagem, Diversidade da Paisagem e Índice de Urbanidade), da fragmentação (Influência da Malha viária, Proximidade de Rodovias, Proximidade de Estradas, Distância de Áreas Urbanas) e Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP), considerando a área total da bacia hidrográfica (UGB), as unidades geopolíticas (UGP) e as unidades geomorfológicas (UGM). A aquisição de dados ocorreu por levantamentos de campo, bibliográficos e de fontes documentais oficiais. Utilizaram-se as imagens de satélite LANDSAT TM-5 de 1989, 1999 e 2009 para o mapeamento de uso e ocupação da terra, que subsidiaram a análise dos indicadores, seguindo literatura específica. A correlação entre os indicadores foi testada por modelos de regressão linear e validados pelo método de reamostragem Bootstrap. Verificou-se que correlação moderada positiva entre HANPP e hemerobia, fraca positiva entre HANPP e urbanidade e HANPP e declividade; ínfima positiva entre HANPP e orientação de vertentes; fraca negativa entre HANPP e influência da malha viária e entre HANPP e distância de estradas e de rodovias; e ínfima positiva entre HANPP e distância de manchas urbanas. Os menores valores de HANPP foram obtidos em 1999 para todas as unidades de gerenciamento. As métricas da paisagem não apresentaram correlação significativa com HANPP, entretanto, verifica-se flutuação dos valores entre os anos e entre as unidades, sendo que 1999 e as UGP-7 (município de Luis Antônio) e UGP-11 (Santa Rita do Passa Quatro) registraram as métricas com valores que permitem inferir melhores condições para a conservação da biodiversidade. Nessas unidades estão as duas unidades de conservação de proteção integral da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. Como os indicadores utilizados neste trabalho mensuram principalmente a condição das manchas e como estão espacializadas e a HANPP é eficaz na quantificação da intervenção na paisagem como um todo, este estudo pode auxiliar na definição dos fatores que podem interferir ou priorizar a ocupação da terra, principalmente quando se destina a práticas agrícolas.

Palavras-chave: Diversidade da paisagem; Indicadores da paisagem; Hemerobia; Apropriação Humana da Produção Primária Líquida; Intensidade do uso da terra.

ABSTRACT. Spatial and temporal land-use and dynamic and this relationship with landscape indicators. Case study: Medium-Superior Mogí-Guaçu river watershed basin.

The human activities are continually altering the ecosystems constituting an important environmental modifier agent, promoting changes in balance and dynamics of the landscape pattern and process. There are several examples of this interference, however the understanding of dimension and effects of human activities and the measures to aid in decision make are still incipient. In that sense, the watershed basin has been used as a physical-temporal component for natural resources planning, being supported by the use of landscape indicators, that has been proposed for better understanding the human activity influence in the ecosystems dynamics. This work analyzed the physical, socioeconomic and biotic factors interaction, in the integrity of the landscape, in the context of the watershed basin through indicators, between 1989 and 2009. The study area was the Medium-Superior Mogí-Guaçu river watershed basin, inserted in the northeast area of the State of São Paulo, Brazil. This area was sub-divided in three geomorphological units (Cuestas Basálticas, Depressão Periférica and Planalto Ocidental) and in 12 geopolitical units, referring the municipal districts of its inclusion. It was proceeded the landscape environmental characterization and the use of the following indicators: topographical characteristics; landscape pattern; landscape structure (Landscape richness, Landscape diversity; Landscape naturalness (Urbanity and Hemeroby); landscape fragmentation, and the Index of Human Appropriation of the Liquid Primary Productivity (HANPP), considering the total area of the watershed basin (UGB), the geopolitical units (UGP) and the geomorphological units (UGM). The data acquisition happened for field risings, bibliographical and of official documental sources. It was used LANDSAT TM-5 1989, 1999 and 2009 satellite images for land-use mapping, that subsidized the analysis of the landscape indicators, following specific literature. The correlation among the indicators was tested by models of linear regression and validated by Bootstrap method. It was observed a positive relation between HANPP and hemeroby; a weak positive relation between HANPP and urbanity and HANPP and steepness; a tiny positive relation between HANPP and slope orientation; a weak negative relation between HANPP and net road influence, and between HANPP and distance from highways; and tiny positive relation between HANPP and distance of urban settlements. The smallest values of HANPP were obtained in 1999 for all the landscape units. The landscape metric didn't show a significant correlation with HANPP, however, flotation of the values is verified among the years and between the units. For 1999 and for UGP-7 (municipal district of Luís Antônio) and UGP-11 (Santa Rita do Passa Quatro) registered the metric values that allow to infer better.

Key-words: Landscape diversity; Landscape indicators; Hemeroby; Human Appropriation of Net Primary Production; Land-use intensity.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: O Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (Human Appropriation of Net Primary Production – HANPP). | 27 |
| Figura 2: Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, de suas Unidades Geopolíticas, representadas pelos municípios, e de suas Unidades Geomorfológicas, correspondentes às províncias geomorfológicas. | 30 |
| Figura 3: Nome e articulação das cartas topográficas 1:50.000 publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1971) e utilizadas neste trabalho. | 31 |
| Figura 4: Fluxograma síntese da aquisição de dados com base nas cartas oficiais e de imagem de radar SRTM) e sua aplicação neste estudo. | 33 |
| Figura 5 Fluxograma síntese da aquisição de dados com base nos dados oficiais e de imagem de satélite (LANDSAT 5 Sensor TM) e sua aplicação neste estudo. | 34 |
| Figura 6: Fluxograma da estrutura do banco de dados elaborado no <i>software</i> SPRING 5.1... .. | 35 |
| Figura 7: Modelagem para o cálculo de área, no <i>software</i> Dinamica EGO. | 39 |
| Figura 8: Hidrografia da bacia hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP. | 46 |
| Figura 9: Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu. | 47 |
| Figura 10: Potencial de exploração de aquíferos na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. | 47 |
| Figura 11: Outorgas de poços para captação de água (superficial e subterrânea) na área de estudo. | 48 |
| Figura 12: Malha Viária da bacia hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. | 49 |
| Figura 13: Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu gerada por meio do tratamento da imagem SRTM (2000). | 52 |
| Figura 14: Declividade (em %) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu gerada por meio do tratamento da imagem SRTM (2000). | 53 |
| Figura 15: Orientação de vertentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu, expressa em azimute (Norte Geográfico = 0°) por meio de imagem de radar SRTM (2000). | 54 |
| Figura 16: Visão tridimensional da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu tendo como imagem de textura as províncias geomorfológicas. | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 17: Formas de relevo da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu digitalizadas com base em IPT (1981). | 58 |
| Figura 18: Mapa geológico da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu, digitalizado a partir de IBGE (1974). | 59 |
| Figura 19: Classes climáticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior..... | 62 |
| Figura 20: Distribuição dos valores médios da temperatura para a área total da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior | 63 |
| Figura 21: Localização das duas unidades de conservação existentes na área de estudo | 65 |
| Figura 22: Classes de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 1989. | 66 |
| Figura 23: Classes de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 1999. | 67 |
| Figura 24: Classes de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 1999. | 68 |
| Figura 25: Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 1989. | 71 |
| Figura 26: Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 1999. | 72 |
| Figura 27: Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no ano de 2009. | 73 |
| Figura 28: Unidades Geomorfológicas da área da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior..... | 75 |
| Figura 29: Mapas da UGM-1 Cuestas Basálticas: a)altimetria; b)orientação de vertentes e c)declividade. | 76 |
| Figura 30: Mapas da UGM-1 Cuestas Basálticas a)geologia; b) tipos de solo e c)formas de relevo. | 77 |
| Figura 31: Mapas da UGM-1- Província Geomorfológica Cuestas Basálticas, a) classes de uso e ocupação da terra em 1989; b) classes de uso e ocupação da terra em 1999 e c) classes de uso e ocupação da terra em 2009). | 79 |
| Figura 32: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a)altimetria; b)orientação de vertentes e c)declividade. | 82 |

| | |
|---|-----|
| Figura 33: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a) geologia; b) tipos de solo e c) formas de relevo..... | 83 |
| Figura 34: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a) classes de uso da terra em 1989; b) classes de uso da terra em 1999 e c) classes de uso da terra em 2009). | 83 |
| Figura 35 Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a) altimetria; b) orientação de vertentes e c) declividade. | 86 |
| Figura 36: Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a) geologia; b) tipos de solo e c) formas de relevo. | 87 |
| Figura 37: Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a) classes de uso da terra em 1989; b) classes de uso da terra em 1999 e c) classes de uso da terra em 2009)..... | 88 |
| Figura 38: Localização do município de Américo Brasiliense, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 91 |
| Figura 39: Localização do município de Araraquara, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 94 |
| Figura 40: Localização do município de Cravinhos, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 96 |
| Figura 41: Localização do município de Descalvado, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 98 |
| Figura 42: Localização do município de Guataporã, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 100 |
| Figura 43: Localização do município de Ibaté, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. | 103 |
| Figura 44: Localização do município de Luis Antônio, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 105 |
| Figura 45: Localização do município de Porto Ferreira, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 107 |
| Figura 46: Localização do município de Rincão, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. | 109 |
| Figura 47: Localização do município de Santa Lúcia, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior..... | 111 |

| | |
|--|-----|
| Figura 48: Localização do município de Santa Rita do Passa Quatro, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. | 113 |
| Figura 49:Localização do município de São Carlos, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. | 116 |
| Figura 50: Localização do município de São Simão, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. | 118 |
| Figura 51: Índice de Urbanidade para a) Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, e para as unidades de gerenciamento: b) UGM-1, c) UGM-2 e; d) UGM-3, nos anos estudados. | 150 |
| Figura 52.Índice de Urbanidade para as unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a)UGP-1; b) UGP-2; c) UGP-3 e d) UGP-4..... | 151 |
| Figura 53. Índice de Urbanidade das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a)UGP-5; b) UGP-6; c) UGP-7e d) UGP-8..... | 152 |
| Figura 54. Índice de Urbanidade das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a)UGP-9; b) UGP-10; c) UGP-11e d) UGP-12..... | 153 |
| Figura 55: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 1989. | 156 |
| Figura 56: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 1999. | 157 |
| Figura 57: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 1999. | 158 |
| Figura 58: Mapa da Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior em 1989. | 163 |
| Figura 59: Mapa da Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior em 1999. | 164 |
| Figura 60: Mapa da Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior em 2009. | 165 |

| | |
|---|-----|
| Figura 61: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-1, UGP-2, UGP-3 e UGP-4, em 1989, 1999 e 2009. | 166 |
| Figura 62: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-5, UGP-6, UGP-7 e UGP-8, em 1989, 1999 e 2009. | 166 |
| Figura 63: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-9, UGP-10, UGP-11 e UGP-12, em 1989, 1999 e 2009. | 167 |
| Figura 64: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento UGM-1, UGM-2 e UGM-3, no período de estudo. | 169 |
| Figura 65: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-1, UGP-2, UGP-3 e UGP-4) no período de estudo. | 169 |
| Figura 66: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-5, UGP-6, UGP-7 e UGP-8) no período de estudo. | 171 |
| Figura 67: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12), no período de estudo. | 171 |
| Figura 68: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, e das unidades de gerenciamento UGM-1, UGM-2 e UGM-3, no período de estudo. | 174 |
| Figura 69: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 174 |
| Figura 70: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 176 |
| Figura 71: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 176 |

| | |
|--|-----|
| Figura 72: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às rodovias na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento (UGM-1; UGM-2; UGM-3), no período de estudo..... | 178 |
| Figura 73: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 178 |
| Figura 74: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 180 |
| Figura 75: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 180 |
| Figura 76: Distância das áreas naturais com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGM-1; UGM-2; UGM-3) e para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 182 |
| Figura 77: Distância das áreas naturais com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 182 |
| Figura 78: Distância das áreas naturais com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 185 |
| Figura 79: Distância das áreas naturais com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo. | 185 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Classes altimétricas e respectivas áreas (ha e %) ocupadas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior..... | 50 |
| Tabela 2. Classes de declividade, as respectivas áreas (ha), porcentagem relativa (%) e as características de cada classe, conforme EMBRAPA (1995), para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior. | 51 |
| Tabela 3: Orientação de vertentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. | 56 |
| Tabela 4: Classes de uso e ocupação da terra da região da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG/RP) em 2003 (Miranda et al., 2005) e da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu (UGB) em 2006 (área em hectares) e a porcentagem ocupada por cada classe..... | 69 |
| Tabela 5: Classes de uso e ocupação da terra na UGM1 – Cuestas Basálticas em 1989, 1999 e 2009..... | 80 |
| Tabela 6: Classes de uso e ocupação da terra na UGM-2 – Depressão Periférica em 1989, 1999 e 2009. | 84 |
| Tabela 7: Classes de uso e ocupação da terra na UGM-3 – Planalto Ocidental em 1989, 1999 e 2009..... | 89 |
| Tabela 8: Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. Área total (km ²), população total (IBGE, 2010), população urbana e área urbanizada (km ²) (modificado de MIRANDA; GOMES; GUIMARÃES 2005). Org. Fushita (2011). | 90 |
| Tabela 9: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Américo Brasiliense, SP, em 1989, 1999 e 2009. | 92 |
| Tabela 10: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Araraquara, SP, em 1989, 1999 e 2009..... | 95 |
| Tabela 11: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Cravinhos, SP, em 1989, 1999 e 2009. | 97 |
| Tabela 12: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Descalvado, SP, em 1989, 1999 e 2009. | 99 |
| Tabela 13: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Guataporá, SP, em 1989, 1999 e 2009. | 101 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 14: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Ibaté, SP, em 1989, 1999 e 2009..... | 104 |
| Tabela 15: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Luis Antônio, SP, em 1989, 1999 e 2009..... | 106 |
| Tabela 16: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Porto Ferreira, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011). | 108 |
| Tabela 17: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Rincão, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011)..... | 110 |
| Tabela 18: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Santa Lúcia, SP, em 1989, 1999 e 2009..... | 112 |
| Tabela 19: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011). | 115 |
| Tabela 20: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de São Carlos, SP, em 1989, 1999 e 2009. | 117 |
| Tabela 21: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de São Simão, SP, em 1989, 1999 e 2009..... | 119 |
| Tabela 22: Métrica Número de Mancha gerado para os Remanescentes de Vegetação Nativa, em cada unidade de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior para os anos estudados..... | 131 |
| Tabela 23: Métrica Índice de Similaridade para os remanescentes de vegetação nativa das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior para os anos estudados. | 133 |
| Tabela 24: Métrica Índice de Forma para a vegetação nativa das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 135 |
| Tabela 25: Métrica Máximo Círculo Circunscrito para a vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 137 |
| Tabela 26. Métrica Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo da vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. | 139 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 27. Métrica Índice de Área de Interior para a vegetação nativas das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 141 |
| Tabela 28. Métrica Índice de Contraste de Borda para a vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 144 |
| Tabela 29. Riqueza da paisagem para as unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 146 |
| Tabela 30. Diversidade da paisagem para as unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados..... | 147 |
| Tabela 31: Classes de Hemerobia observadas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior e nas três unidades geomorfológicas em 1989, 1999 e 2009. | 155 |
| Tabela 32: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 1989. | 187 |
| Tabela 33: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 1999. | 188 |
| Tabela 34: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 2009 | 189 |
| Tabela 35: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 1989. | 193 |
| Tabela 36: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 1999. | 194 |
| Tabela 37: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 2009. | 195 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1: Classificação e descrição do grau de hemerobia utilizado neste estudo. | 41 |
| Quadro 2: Cálculo do fator de eficiência da luz para os intervalos de NDVI..... | 43 |
| Quadro 3: Formas de relevo da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior..... | 57 |
| Quadro 4: Formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. | 60 |
| Quadro 5: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes altimétricas na Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas durante o período estudado. | 120 |
| Quadro 6: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes altimétricas nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior durante o período estudado. | 121 |
| Quadro 7: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes de declividade na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGB) e nas unidades geomorfológicas durante o período estudado..... | 124 |
| Quadro 8: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes de declividade nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior durante o período estudado. | 125 |
| Quadro 9: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em relação à orientação de vertentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas no período estudado..... | 127 |
| Quadro 10: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em relação à orientação de vertentes nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no período estudado. | 129 |
| Quadro 11: Classes de Hemerobia observadas nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior em 1989, 1999 e 2009..... | 160 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| LISTA DE FIGURAS | 10 |
| LISTA DE TABELAS | 16 |
| LISTA DE QUADROS | 19 |
| 1. INTRODUÇÃO | 23 |
| 2. OBJETIVOS..... | 28 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1. Área de estudo | 28 |
| 3.2. Procedimentos Metodológicos | 29 |
| 3.2.1. <i>Caracterização da paisagem</i> | 33 |
| 3.2.1.1. Categoria Imagem | 35 |
| 3.2.1.2. Categoria MNT | 35 |
| 3.2.1.3. Categoria Temática | 36 |
| 3.2.2. <i>Análise da Paisagem por meio de Indicadores</i> | 37 |
| 3.2.2.1. Indicadores de Características Topográficas..... | 38 |
| 3.2.2.2. Indicadores do Padrão da Paisagem | 39 |
| 3.2.2.3. Indicadores da Fragmentação da Paisagem..... | 39 |
| 3.2.2.4. Indicadores da Heterogeneidade da Paisagem | 40 |
| 3.2.2.5. Indicador da Naturalidade da Paisagem | 40 |
| 3.2.2.6. Indicador de Mudança na Disponibilidade Trófica em Ecossistemas Influenciados pelo Uso da Terra | 41 |
| 3.2.3. <i>Análises estatísticas</i> | 44 |
| 4. RESULTADOS | 45 |
| 4.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior | 45 |

| | |
|---|------------|
| 4.2. Caracterização das unidades da paisagem..... | 74 |
| <i>4.2.1. Unidades Geomorfológicas.....</i> | <i>74</i> |
| 4.2.1.1. Cuestas Basálticas (UGM-1)..... | 74 |
| 4.2.1.2. Depressão Periférica (UGM-2) | 81 |
| 4.2.1.3. Planalto Ocidental (UGM-3)..... | 85 |
| <i>4.2.2. Unidades Geopolíticas</i> | <i>90</i> |
| 4.2.2.1. Américo Brasiliense (UGP-1) | 91 |
| 4.2.2.2. Araraquara (UGP-2)..... | 93 |
| 4.2.2.3 Cravinhos (UGP-3) | 95 |
| 4.2.2.4. Descalvado (UGP-4) | 97 |
| 4.2.2.5. Guatapar (UGP-5) | 99 |
| 4.2.2.6. Ibaté (UGP-6)..... | 102 |
| 4.2.2.7. Luís Antônio (UGP-7)..... | 104 |
| 4.2.2. 8. Porto Ferreira (UGP-8)..... | 106 |
| 4.2.2.9. Rincão (UGP-9)..... | 109 |
| 4.2.2.10. Santa Lúcia (UGP-10)..... | 111 |
| 4.2.2.11. Santa Rita do Passa Quatro (UGP-11) | 113 |
| 4.2.2.12. São Carlos (UGP-12) | 115 |
| 4.2.2.13. São Simão..... | 117 |
| 4.3. Indicadores da Estrutura da Paisagem..... | 120 |
| <i>4.3.1. Indicadores de características topográficas</i> | <i>120</i> |
| 4.3.1.1. Altimetria | 120 |
| 4.3.1.2. Declividade..... | 123 |
| 4.3.1.3. Orientao de Vertentes | 127 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.2. <i>Indicadores do padrão da paisagem</i> | 130 |
| 4.3.2.1. Número de Fragmentos (NP) | 130 |
| 4.3.2.2. Índice de Similaridade (SIMI)..... | 131 |
| 4.3.2.3. Índice de forma (SHAPE) | 134 |
| 4.3.2.4. Círculo circunscrito Relacionado (CIRCLE) | 136 |
| 4.3.2.5. Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo (ENN)..... | 138 |
| 4.3.2.6. Índice de Área de Interior (CAI)..... | 140 |
| 4.3.2.7. Índice de Contraste de Borda (ECON)..... | 143 |
| 4.3.3. <i>Indicadores da estrutura da paisagem</i> | 146 |
| 4.3.3.1. Riqueza da paisagem..... | 146 |
| 4.3.3.2. Diversidade da paisagem..... | 147 |
| 4.3.3.3. Índice de urbanidade | 148 |
| 4.3.3.4. Hemerobia | 154 |
| 4.3.4. <i>Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária (HANPP)</i> | 161 |
| 4.3.5. <i>Indicadores da fragmentação</i> | 168 |
| 4.3.5.1. Influência da malha viária | 168 |
| 4.3.5.2. Proximidade de rodovias | 172 |
| 4.3.5.3. Proximidade de estradas..... | 177 |
| 4.3.5.4. Distância de áreas urbanas | 181 |
| 4.4. Interação entre HANPP e os demais indicadores..... | 186 |
| 5. DISCUSSÃO..... | 196 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 201 |
| 7. REFERÊNCIAS | 203 |
| APÊNDICES | 209 |

1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos vêm alterando o ambiente mais do que qualquer outra espécie na Terra. No entanto, embora essas alterações dos ecossistemas sejam consideradas significativas, a magnitude e as conseqüências das mesmas são difíceis de serem quantificadas (O'NEILL; TEYDMERS; BEAZLEY, 2007).

A ação antrópica representa um relevante agente modificador ambiental, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais (GIRÃO; CORRÊA, 2004), gerando novas funções e criando mosaicos estreitamente relacionados com as práticas culturais e o desenvolvimento de uma região (TORRES-GÓMEZ, et al., 2009). A partir da década de 1970, as modificações ambientais tornaram-se cada vez mais evidentes, destacando-se o crescimento da população mundial, o uso indiscriminado e não planejado dos recursos, a simplificação dos ecossistemas, a invasão de espécies exóticas, o aumento da erosão do solo e a deterioração da qualidade da água (KOHLENER, 2003; LEE, et al., 2009), negligenciando-se a dinâmica ambiental como um dos fatores reguladores dos processos responsáveis pelo equilíbrio dos sistemas físicos (GIRÃO; CORRÊA, 2004)

Os ecossistemas naturais têm importância ecológica e sócio-econômica, proporcionando uma série de funções ambientais, como a regulação dos processos ecológicos e dos sistemas de suporte da vida, contribuição para a manutenção da saúde ambiental fornecendo ar, água e solo de boa qualidade; fornecimento de recursos para a alimentação e matéria-prima para a indústria, entre outros (MOLETTA; NUCCI; KRÖKER, 2005; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Além disso, a conservação dos ecossistemas naturais próximos as áreas urbanas oferece oportunidades de educação formal e de sensibilização da comunidade sobre questões ambientais (GORDON, et al.; 2009).

Entretanto, os “bens e serviços” proporcionados pelos ecossistemas naturais não têm sido considerados na tomadas de decisões sobre o uso da terra (MISSIO et al., 2004; PIRES, 1995). Embora a preservação dos recursos naturais seja fator determinante para assegurar a qualidade de vida, as pressões econômicas são ainda os principais norteadores da relação homem-ambiente-desenvolvimento (CINTRA et al. 2004). Baldwin, Trombulak e Baldwin (2009) consideram que a mudança no padrão de uso e ocupação da terra é o resultado de

decisões não coordenadas que em maior escala podem converter partes significativas da paisagem de um uso a outro.

Esta situação pode ser exemplificada pela agricultura voltada à produção de energia que está deslocando áreas significativas da cultura e pastagens, uma vez que valem mais do que o dobro do preço de produtos alimentares no mercado mundial (FIELD; CAMPBELL; LOBELL, 2007). Assim, o aumento da demanda de terra para cultivo voltado à produção de energia e o preço elevado, provavelmente conduzem ao desmatamento para agricultura em várias regiões do mundo e às mudanças de tipos de uso, como pode ser observado no Estado de São Paulo, onde grandes áreas de pastagens foram convertidas em cultura de cana-de-açúcar, destinada a produção de etanol.

Outra questão a se considerar é a influência das cidades nos ecossistemas naturais, cujos impactos têm se tornado cada vez mais evidente, uma vez que a área e o número de cidades continuam a se expandir, da mesma forma que a intensidade e a extensão dos seus impactos sobre os ecossistemas continuam a aumentar (HU, et al; 2008). Neste sentido, diversos autores relatam como os tipos de uso da terra estão relacionados com as características das atividades humanas, que por sua vez determinam as substâncias antropogênicas que entrarão nos sistemas hidrológicos por meio de processos de drenagem ou escoamento (LEE et al., 2009).

Deve-se atentar também como a evolução histórica do processo de ocupação do território brasileiro demonstra que a terra sempre foi utilizada de forma intensiva, com vistas a propósitos imediatistas, até o limite de sua potencialidade, como a exploração do cultivo da cana-de-açúcar, a partir de meados do século XVI, e a exploração de ouro e diamantes no século XVIII no Estado de Minas Gerais (GIRÃO; CORRÊA, 2004). Nessa vertente, Baldwin, Trombulak e Baldwin (2009) apresentam o uso e a ocupação da terra como uma função de padrões da cultura, do estabelecimento de fatores da economia e de características ambientais.

Complementando essas considerações os estudos de Kruasman et al. (2003), Haberl et al. (2004) e Wrbka et al. (2004) abordam a estrutura e a diversidade da paisagem como resultado de processos ecossistêmicos influenciados por fatores naturais como clima, características topográficas e do solo, e pelo metabolismo sócio-econômico.

Em contrapartida, os estudos regionais relacionados ao uso da terra permitem comparar a importância e a estrutura das forças que dirigem as mudanças da paisagem em diferentes níveis espaciais (nacionais, regionais e locais) (BICIK; JELECEK; STEPANEK, 2001), sendo que um modelo que vem sendo amplamente utilizado adota a bacia hidrográfica como unidade físico-temporal básica para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos (CBH, 2008).

Rocha, Pires e Santos (2000) citam que a implantação de sistemas integrados de gerenciamento das bacias hidrográficas tem sido a solução mais viável para a gestão da paisagem, sendo especialmente interessante o exemplo de países como a França, Holanda, Alemanha, Inglaterra, Japão e Estados Unidos. Entretanto, deve ser ressaltado que o gerenciamento da paisagem utilizando a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, deve necessariamente envolver a integração dos aspectos biogeofísicos e dos socioeconômicos, e o que eles implicam em mudanças na qualidade da água ou na deterioração de ecossistemas aquáticos (TUNDISI; BARBOSA, 1995).

Diante desse quadro, são necessárias medidas de planejamento e gerenciamento dos usos múltiplos, a fim de garantir a sustentabilidade dos recursos para as gerações futuras (MAUD; LIMA, 2003). Nesse sentido, muitos indicadores têm sido propostos para auxiliar a compreensão da dimensão e dos efeitos potenciais das atividades humanas nos ecossistemas para auxiliar na tomada de decisão. Para tanto, os indicadores utilizados devem ser precisos e fiéis em descrever uma função específica do ambiente, além de sinalizarem as mudanças desejáveis ou indesejáveis que ocorrem ou podem ocorrer futuramente, e permitir a visualização das tendências e condições principais (ATTANASIO, 2004).

Um dos aspectos a ser analisado é o grau de naturalidade de uma determinada região. O'Neil et al. (1988) desenvolveram o Índice de Urbanidade como um indicador da extensão e intensidade em que as paisagens são dominadas por sistemas alterados (WRBKA et al, 2004), considerando a proporção entre as áreas com forte interferência antrópica, como as áreas urbanas e agrícolas, e os biótopos naturais e semi-naturais, como as áreas alagadas e os fragmentos de vegetação nativa.

Outro indicador utilizado para mensurar as alterações ocorridas na paisagem é a Hemerobia que determina o grau de artificialidade e naturalidade do ambiente (FREITAS; CARVALHO, 2008). Considerando a totalidade dos efeitos das ações humanas sobre a

paisagem, Sukkop (1972) classificou a hemerobia conforme o grau de naturalidade e estado hemerobiótico em: natural (ahemerobiótico), quase natural (oligohemerobiótico), semi(agri)natural (mesohemerobiótico), agrícola (euhemerobiótico), quase cultural (polihemerobiótico) e cultural (metahemerobiótico).

Troppmair (1983) utilizou este conceito para a classificação dos ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo, avaliando o grau de artificialidade dos mesmos. Moletta; Nucci; Kröker (2005) adotaram outra forma de classificação hemeorobiótica para comparar os diferentes usos e tipos de cobertura da terra. Nesta vertente, Fávero, Nucci e Biasi (2004), identificaram cinco graus de hemerobia (sendo A o menor valor, e E o maior) em trabalho realizado na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP.

Outro indicador particularmente útil para analisar a influência do ser humano nos ecossistemas é Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (Human Appropriation of Net Primary Production - HANPP), desenvolvido por Vitousek et al. (1986). A HANPP considera os processos ecossistêmicos atuais e potenciais e reflete os componentes importantes do metabolismo sócio-econômico (FIELD; CAMPBELL; LOBELL, 2007), com base na apropriação da energia das plantas. Este indicador mensura a quantidade de carbono fixado pelas plantas por meio da fotossíntese, excluindo o utilizado pela respiração e o que foi apropriado pelo homem, ou seja, é a diferença entre a produtividade primária líquida potencial da vegetação e a produtividade primária líquida atual da vegetação remanescente após a colheita das culturas agrícolas (**Figura 1**).

Haberl et al. (2004) propuseram um método para avaliar a HANPP que considera os dois processos pelos quais o ser humano se apropria da produtividade primária líquida: a biomassa colhida e as mudanças na cobertura da terra e o seu uso atual. No que se referem ao primeiro processo, as informações são obtidas por meio dos dados de silvicultura e agricultura, sendo que para esta última qualquer biomassa morta por atividades de colheita é considerada apropriada, com exceção das culturas perenes, onde somente uma parte do vegetal é apropriada e o restante, como as raízes e ramos, sobrevivem e produzem outra safra no ano seguinte.

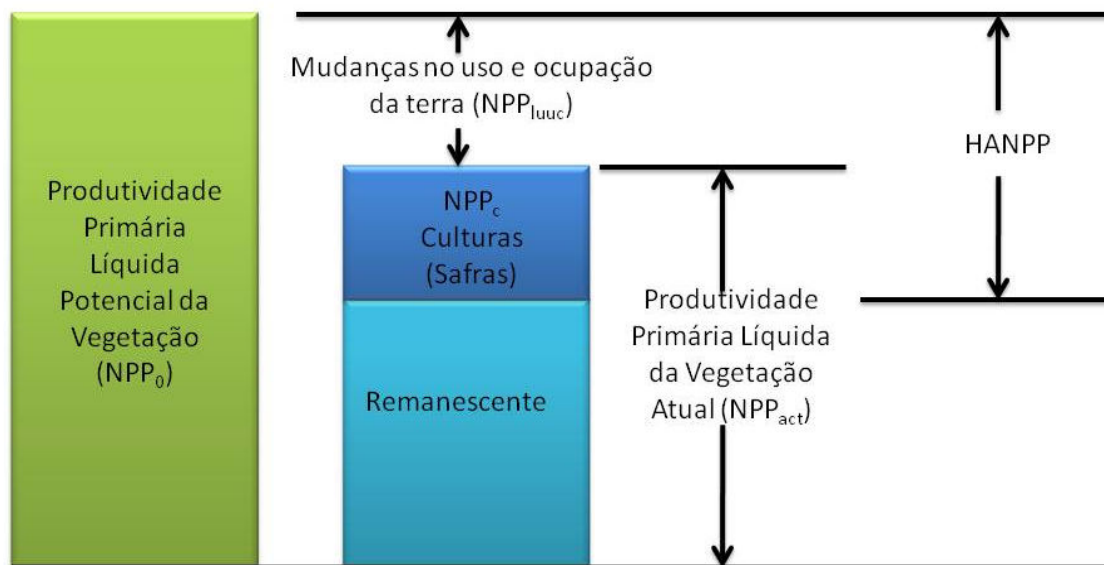


Figura 1: O Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (Human Appropriation of Net Primary Production – HANPP) é representado pela diferença entre a Produtividade Primária Líquida Potencial da Vegetação (NPP_0) e a Produtividade Primária Líquida da Vegetação Atual (NPP_{act}) após as safras das culturas (NPP_c). Isto é, a soma da Produtividade Primária Líquida perdida com as mudanças no uso e ocupação da terra (NPP_{lucc}) e da Produtividade Primária Líquida resultante da colheita das culturas (NPP_c).

Fonte: Fushita (2011), modificado de Haberl et al. (2004).

Em relação ao segundo processo, considera-se que houve apropriação da produtividade primária líquida indiretamente, com a alteração do tipo de cobertura do solo, modificando a quantidade que está disponível para as outras espécies (HABERL, et al., 2004). Por exemplo, a transformação de florestas em terras agrícolas altera a produção anual de uma área, embora possa aumentar ou diminuir a produtividade primária líquida, pois dependem de fatores como a irrigação e a fertilização. Neste exemplo, considera-se que a capacidade produtiva da paisagem é em grande parte mantida, uma vez que quantidades significativas de material apropriado retornam para os ecossistemas na forma de resíduos da colheita e somente por meio de mudanças drástica da cobertura do solo (como a construção de rodovias) é que se apropria 100% da produtividade primária líquida de uma área (O'NEILL; TEYDMERS; BEAZLEY, 2007).

Em outra vertente, muitos estudos associados à estrutura da paisagem relacionam as características da vegetação nativa com o tipo e intensidade das atividades sociais que se realizam na área (TORRES-GÓMEZ, et al; 2009). Estudos recentes em Ecologia da Paisagem e planejamento ambiental têm dado atenção especial à estrutura espacial de paisagens, com a configuração espacial de uma paisagem desempenhando um papel crítico na determinação dos

habitats naturais, dos processos hidrológicos, dos fluxos de energia e dos ciclos de nutrientes (LEE, et al 2009).

Diversos estudos ecológicos e geográficos têm utilizado métricas ou índices da paisagem, uma vez que os mesmos proporcionam informações sobre as características estruturais de paisagens complexas (WU, 2004), na perspectiva de conhecer a dinâmica de uma região, os padrões de uso da terra e as implicações para a conservação da biodiversidade.

Como uma paisagem apresenta diversas possibilidades de utilização, baseando-se em suas características relacionadas à estruturação de seus componentes (solo, hidrografia, relevo) e a sua utilização racional, o planejamento ambiental constitui um processo que repercute na interação de fatores e, por conseguinte, nas características, funcionamento e dinâmica das organizações espaciais de um território (GIRÃO; CORRÊA, 2004), sendo que os métodos utilizados para implementar esse processo incluem desde procedimentos relativamente simples até medidas e estratégias bastante sofisticadas (GORDON et al., 2009).

2. OBJETIVOS

Este estudo busca ampliar a compreensão das interações entre padrões da paisagem resultantes da interação sociedade-natureza com base na utilização de indicadores biofísicos (características topográficas, mudanças dos ecossistemas induzidas pelos usos da terra, padrões da paisagem e Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida) e sócio-econômicos (unidades geopolíticas) para a Bacia Hidrográfica do Mogi-Guaçu, em especial para a região do Médio Rio Mogi Guaçu Superior.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo compreende um compartimento da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, referente a região do Médio Mogi-Guaçu Superior, inserida na região nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, entre as coordenadas geográficas 21°20' e 22°5' de Latitude Sul e 47°16' e 48°12' de Longitude Oeste.

A Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior possui uma área de 429.700 ha, abrangendo integralmente os municípios de Santa Rita do Passa Quatro, Luis Antônio, Guatapará, Rincão, Santa Lucia, Cravinhos e Américo Brasiliense e parcialmente os municípios de Ibaté, Araraquara, São Carlos, Descalvado, Porto Ferreira e São Simão (**Figura 2**).

A principal atividade econômica desta região administrativa está ligada ao setor primário, com uma agricultura altamente tecnificada associada a complexos industriais e se destacam as culturas de cana-de-açúcar e citricultura, reflorestamentos de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., e pastagens.

3.2. Procedimentos Metodológicos

A análise do sistema ambiental de estudo foi considerada em três escalas de abordagem: Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGB); Unidades Geopolíticas (UGP) e Unidades Geomorfológicas (UGM).

As UGPs referem-se aos municípios inseridos na área de estudo e as UGMs correspondem às três províncias geomorfológicas encontradas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu: Depressão Periférica, Planalto Ocidental e Cuestas Basálticas (**Figura 2**), ocupando, respectivamente, 2,41 %, 28,06% e 69,53 %, da mesma.

A aquisição de dados ocorreu por meio de levantamentos de campo, bibliográfico e de fontes documentais (cartas topográficas, carta pedológica, fotos aéreas e imagens de satélites).

Os limites, as informações de área e a demografia para cada município foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009).

A altimetria, a declividade, a direção de vertentes e o modelo numérico do terreno para a bacia hidrográfica foram obtidos por meio de duas fontes de dados: Projeto SRTM (em escala 1:250.000) e Cartas Topográficas do IBGE (escala 1:50.000). Essas informações embasaram a análise dos Indicadores das Características Topográficas da Paisagem.

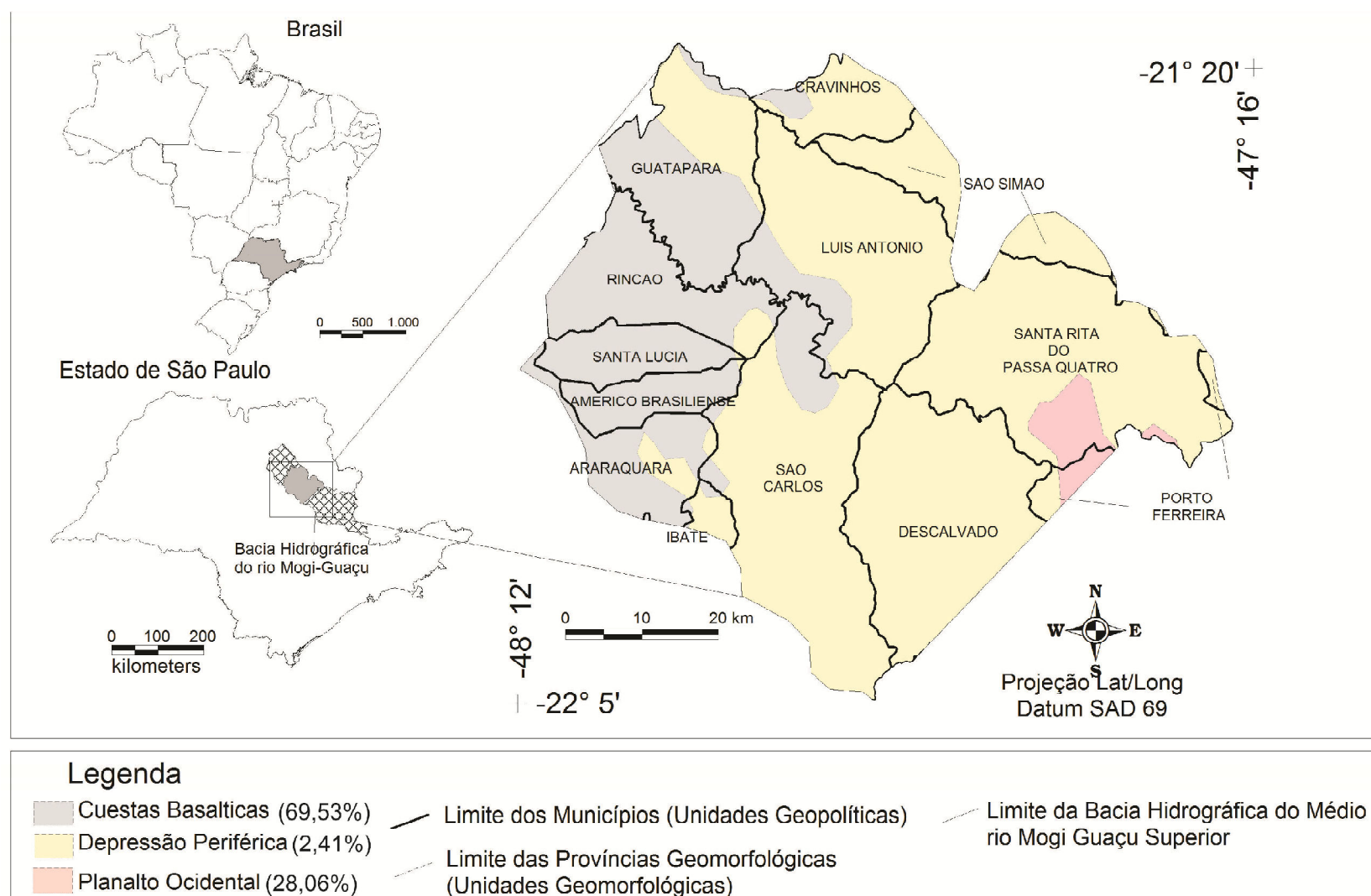


Figura 2: Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, de suas Unidades Geopolíticas, representadas pelos municípios, e de suas Unidades Geomorfológicas, correspondentes às províncias geomorfológicas.

Fonte: Fushita (2011).

O Projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) produz e disponibiliza imagens de radar com base em sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour, numa parceria das agências espaciais dos Estados Unidos, Alemanha e Itália. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), disponibiliza tais imagens por meio do projeto Brasil em Relevo. Para a área de estudo, foram utilizadas as cenas SF22XD, SF22ZB, SF23VC e SF23YA. Devido à escala dessas informações os seus produtos foram utilizados somente para a análise da Bacia Hidrográfica.

Para as análises das Unidades de Gerenciamento, adquiriram-se, em formato TIFF, 14 Cartas Topográficas do IBGE em escala 1:50.000. A articulação de cada carta está apresentada na **Figura 3**.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
| GUARIBA SF-22-X-D- III-4 | BONFIM PAULISTA SF-23-V-C- I-3 | CRAVINHOS SF-23-V-C- I-1 | CAJURU SF-23-V-C- II-3 |
| RINCAO SF-22-X-D- VI-2 | PORTO PULADOR SF-23-V-C- IV-1 | LUÍS ANTÔNIO SF-23-V-C- IV-2 | SANTARITA DO PASSA QUATRO SF-23-V-C- V-1 |
| ARARAQUAR A SF-22-X-D- VI-4 | IBATÉ SF-23-V-C- IV-3 | DESCALVADO SF-23-V-C- IV-4 | PIRAÇU NUNGA SF-23-V-C- V-3 |
| RIBEIRÃO BONITO SF-22-Z-B- III-2 | SÃO CARLOS SF-23-Y-A- I-1 | CORUMBATAÍ SF-23-Y-A- I-2 | LEME SF-23-Y-A- II-1 |

Figura 3: Nome e articulação das cartas topográficas 1:50.000 publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1971) e utilizadas neste trabalho.

Fonte: Fushita (2011).

Os tipos de solo (mapeamento pedológico) foram fornecidos em formato vetorial (Shapefile) pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em abril de 2007. Informações sobre geomorfologia e geologia foram obtidas do mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) e do mapa geológico do Estado de São Paulo (IGC, 1974) em escala

1:1.000.000. As províncias geomorfológicas embasaram a divisão da área de estudo em Unidades Geomorfológicas da Paisagem.

Os dados tabulares de mapeamento climático (classificação de Köppen, classificação de Thornthwaite) foram fornecidos em formato analógico pela Embrapa Monitoramento por Satélite, obtidos em projeto em parceria com ABAG/RP e UNICAMP.

Os dados sobre temperatura e precipitação (máxima, mínima e anual) para cada município foram obtidos do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Essas informações auxiliaram na modelagem da Produtividade Primária Líquida (NPP). Para complementar os dados, pesquisou-se a precipitação no intervalo de 1936 a 1997 para cada município, fornecida pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e pelo Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo (DAEE).

As imagens de satélite LANDSAT 5 sensor TM utilizadas no mapeamento de uso e ocupação da terra foram obtidas do Departamento de Geração de Imagens (DGI) do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram obtidas três imagens referentes à órbita 220 ponto 75, com datas de passagem 27 de outubro de 1989, 02 de setembro de 1999 e 24 de maio de 2009. A análise das imagens de satélite gerou o mapa de uso e ocupação da terra, mapa de hemerobia e subsidiou o estudo da apropriação humana da produção primária líquida, do padrão da paisagem e da estrutura da paisagem.

As **Figuras 4 e 5** sintetizam as informações adquiridas operacionalizadas neste trabalho, a origem e os resultados de sua análise.

As informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo utilizados os *softwares* MAPINFO 10, IDRISI Andes, SPRING 5.1.5 e Fragstats 3.3.

Foram basicamente utilizados três procedimentos metodológicos: Caracterização da Paisagem, Análise da Paisagem por meio de Indicadores e Análises Estatísticas.

3.2.1. Caracterização da paisagem

Para a caracterização da paisagem foi criado um banco de dados georreferenciados da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu no programa SPRING 5.1. Utilizou-se a Projeção UTM/Córrego Alegre. As informações foram estruturadas nos Planos de Informação (PI) para cada unidade de estudo (UGB, UGP e UGM) e fonte/escala de trabalho. Os PI estão alocados em três categorias: temático, imagem e modelo numérico do terreno (MNT).

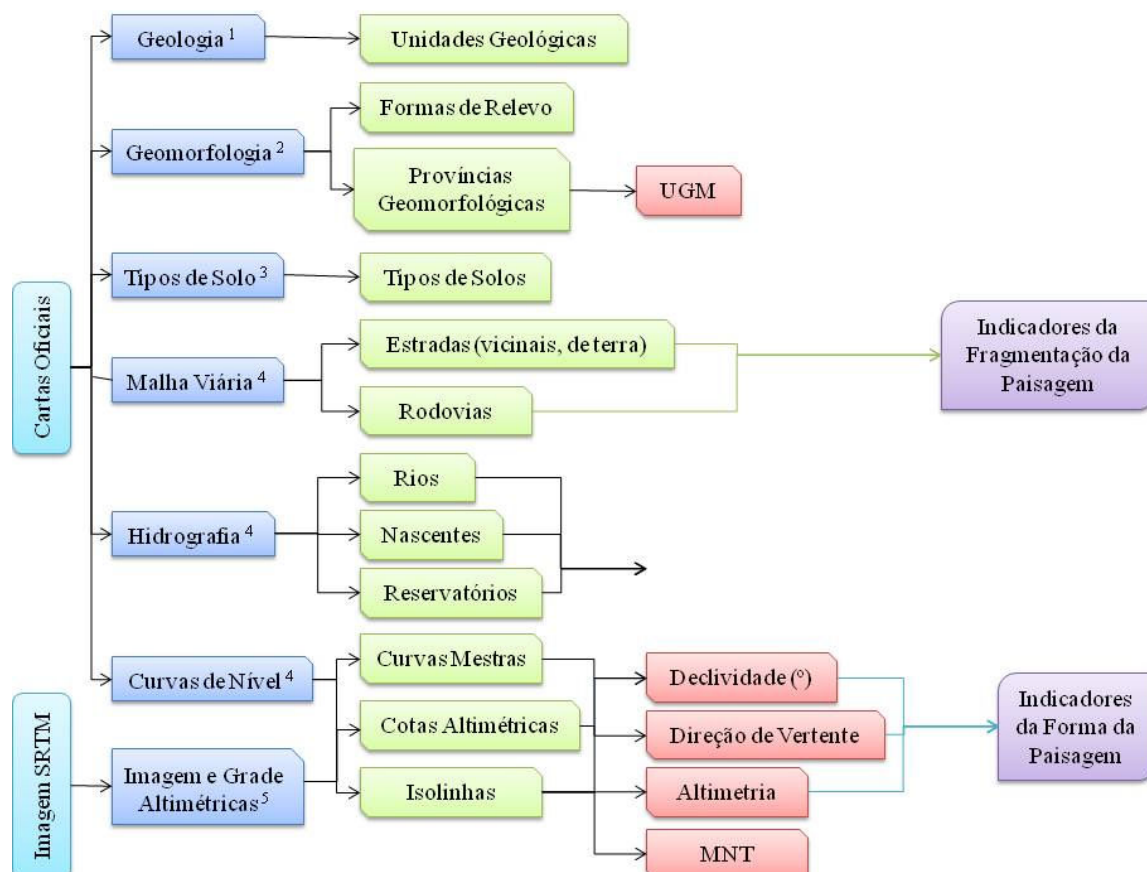


Figura 4: Fluxograma síntese da aquisição de dados com base nas cartas oficiais e de imagem de radar SRTM) e sua aplicação neste estudo, onde 1) IGC (1974); 2) IPT (1981); 3) IAC; 4) IBGE (1971) e 5) EMBRAPA Monitoramento por Satélite.

Fonte: Fushita (2011).

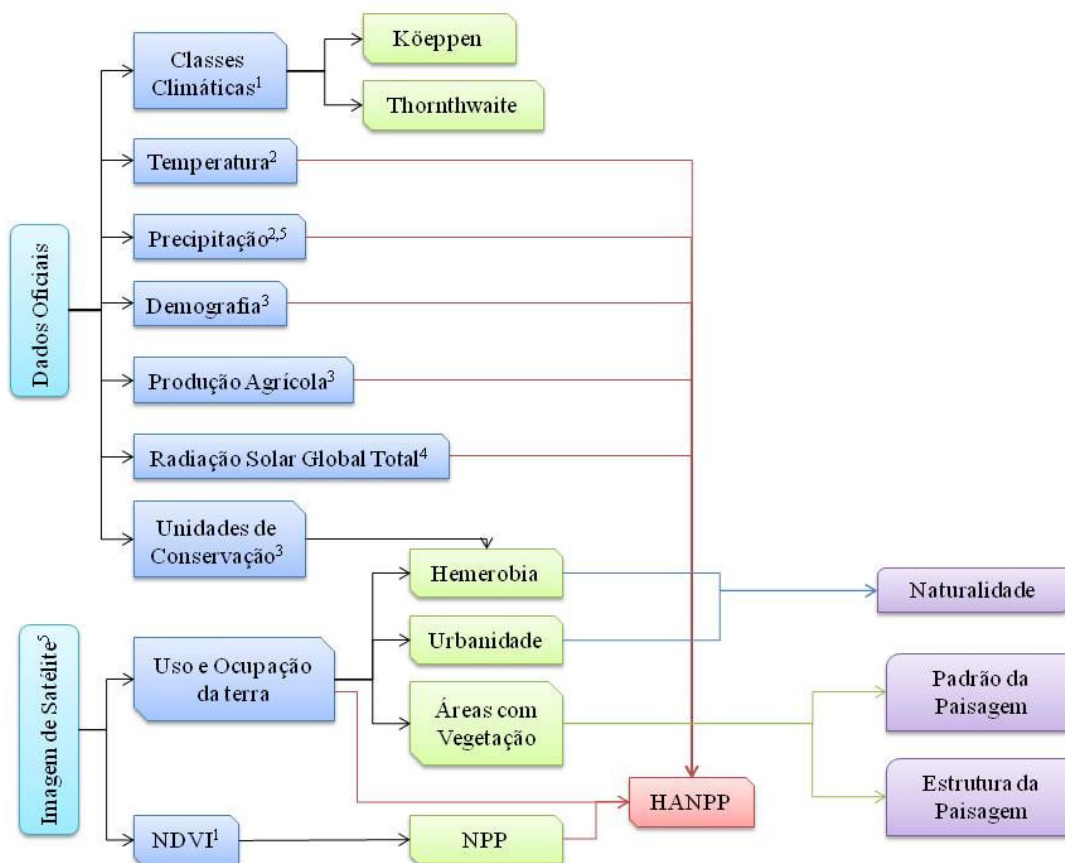


Figura 5 Fluxograma síntese da aquisição de dados com base nos dados oficiais e de imagem de satélite (LANDSAT 5 Sensor TM) e sua aplicação neste estudo, onde 1) EMBRAPA Monitoramento por Satélite (2005); 2) CEPAGRI/UNICAMP (2010); 3) IBGE (2010); 4) CEPTEC/INPE (2010); 5) INPE/OBT/DGI. Fonte: Fushita (2011).

Todas as informações vetoriais foram importadas em formato SHAPEFILE, uma vez que foram vetorizados e/ou convertidos no *software* MAPINFO 10, devido à agilidade e facilidade desse processo em comparação ao SPRING 5.1.

A síntese da estrutura do banco de dados georreferenciados está apresentada na **Figura 6**.

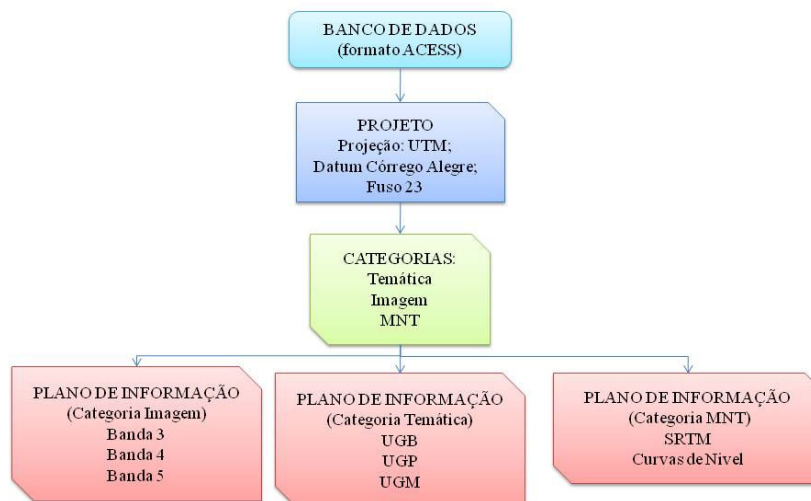


Figura 6: Fluxograma da estrutura do banco de dados elaborado no *software* SPRING 5.1.
Fonte: Fushita (2011).

3.2.1.1. Categoria Imagem

Nesta categoria, os dados obtidos por satélites, fotografias ou radares são armazenados nos elementos de imagem (pixel) que correspondem a um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície correspondente (CAMARA; MONTEIRO, 2004).

As imagens de satélite LANDSAT 5 sensor TM de 1989, 1999 e 2009 foram importadas em formato GEOTIFF, tratadas e produzida a imagem sintética com base na composição em falsa cor das bandas 3 (associada a cor Azul), 4 (Verde) e 5 (Vermelha).

As imagens sintéticas foram exportadas em formato GEOTIFF para o programa MAPINFO 10, no qual os mapas de uso e ocupação da terra de 1989, de 1999 e de 2009 (USO_2009) foram gerados por digitalização em tela (*on screen digitalizing*).

3.2.1.2. Categoria MNT

Câmara e Monteiro (2004) relatam que o modelo numérico do terreno (MNT) é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Nesta categoria, estão as informações referentes à elevação do terreno geradas por meio da importação dos dados vetorizados das cartas topográficas do IBGE (1971) e da imagem de radar SRTM.

As curvas de nível e cotas altimétricas foram importadas do *software* MAPINFO 10 em formato SHAPEFILE, como entidade Amostra. A geração da grade TIN utilizou os seguintes parâmetros: modelo Delaunay, com linha de quebra (classe rios), tolerância de isolinhas = 20; distância entre Ponto de Isolinhas = 400; tolerância de linhas de quebra = 20 e menor aresta = 4.

As imagens de radar foram importadas como entidade Grade. Em seguida, as quatro cenas de imagens SRTM foram concatenadas por meio do comando MOSAICO. Os parâmetros para a geração da grade TIN foram: modelo Delaunay, com linha de quebra (classe rios), tolerância de isolinhas = 74,2132; distância entre Ponto de Isolinhas = 1484,265; tolerância de linhas de quebra = 74,2132 e menor aresta = 14,843.

Utilizaram-se as rotinas Geração de Grade Retangular, Declividade e Fatiamento para compor os mapas de direção de vertente e declividade (°). A modelagem do terreno foi realizada por meio do comando Visualização em 3D e Perfil. O mapa de altimetria foi produzido por meio do comando Fatiamento.

O comando Fatiamento consiste em seccionar a Grade/Imagem da categoria MNT e associar a classes temáticas, resultando em mapas temáticos.

3.2.1.3. Categoria Temática

Conforme Câmara e Monteiro (2004) um mapa temático descreve a distribuição espacial de uma grandeza geográfica de forma qualitativa. Nessa categoria foram trabalhados os mapas de geologia, geomorfologia, tipos de solo, malha viária, hidrografia, temperatura, precipitação, unidades de conservação e uso e ocupação da terra e seus derivados, além dos polígonos de limite da bacia hidrográfica e dos municípios.

Foram estruturados os planos de informação (PI) contendo três representações: vetor, classe e matriz. Os dados vetoriais são aqueles originados da importação dos arquivos em SHAPEFILE. Por edição vetorial, os polígonos e linhas são associados a suas respectivas classes, e em seguida, convertidos em matriz com tamanho de pixel = 30 m, 3.139 linhas e 3.398 colunas. É neste formato que foram feitas as análises deste estudo. O fatiamento das grades/imagens da categoria MNT gerou mapas temáticos matriciais.

A compartimentalização das informações nas UGP e UGM foi processada em Algoritmo LEGAL (APÊNDICE A). A preparação dos mapas para impressão foi feita no módulo SCARTA, utilizando a representação classes e a quantificação da área ocupada por cada classe temática considerou a representação matricial com pixel de 30 m.

3.2.2. Análise da Paisagem por meio de Indicadores

A paisagem da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e das unidades de gerenciamento (Unidades Geopolíticas e Unidades Geomorfológicas) foi realizada por meio de seis tipos de indicadores:

- Indicadores de Características Topográficas: correspondem as variáveis como altimetria, declividade e direção de vertentes;
- Indicadores do Padrão da Paisagem: correspondem às métricas da paisagem geradas para o nível mancha. Foram selecionadas as métricas: Número de Manchas, Índice de Similaridade, Índice de Forma, Círculo Circunscrito Relacionado, Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo, Índice de Área de Interior, Índice de Contraste de Borda;
- Indicadores da Heterogeneidade da Paisagem: fornecem a informação sobre riqueza e diversidade da paisagem;
- Indicadores da Fragmentação da Paisagem: abrangem informações sobre a estrutura viária distância entre os fragmentos;
- Indicadores da Naturalidade da Paisagem: utiliza-se os conceitos de urbanidade e hemerobia;
- Indicador de Mudança na Disponibilidade Trófica em Ecossistemas Influenciada pelo Uso da Terra: analisa a porcentagem da produtividade primária líquida que é apropriada pelo ser humano, operacionalizada neste trabalho pela sigla HANPP (Human Appropriation of Net Primary Production).

Os indicadores foram analisados para os anos 1989, 1999 e 2009, para todas as UGP, UGM e para a UGB.

3.2.2.1. Indicadores de Características Topográficas

Foram gerados os dados tabulares das características topográficas: elevação (m), declividade (°) e direção de vertente (°), derivadas da digitalização das cartas topográficas 1:10.000 para a análise das UGP e UGM. No caso da UGB, tais índices foram gerados com base na imagem de radar SRTM. Essas informações foram trabalhadas no programa SPRING 5.1.5.

As informações das isolinhas e curvas mestras (representação Amostra, do SPRING 5.1.5), foram processadas e por meio de transformações matemáticas, obtendo-se uma grade numérica, e de modificação do formato (de MNT para temático) produziram-se as imagens temáticas.

A elevação foi obtida pelo fatiamento da grade numérica após a rotina de Geração de Grade TIN e Geração de Grade Retangular. A definição das fatias seguiu os parâmetros: Passo Fixo = 100 m; Valor Inicial = 400 m; Valor Final = 1.100, obtendo sete classes temáticas.

A declividade, que constitui o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal (VALERIANO, 2008), foi expressa em graus e obtida da rotina Declividade. O fatiamento foi com passo variável, obtendo seis classes: 0° a 3°, 3° a 8°, 8° a 13°, 13° a 20°, 20° a 45° e acima de 45°.

A orientação de vertentes compreende uma medida de ângulo horizontal da direção esperada do escoamento superficial expressa em relação ao Norte geográfico, onde o valor é 0°, e cresce desta direção, no sentido horário (VALERIANO, 2008). A análise desse índice é fundamental, principalmente para regiões onde os regimes térmico e hídrico dirigem o uso e ocupação da terra, uma vez que a incidência da energia solar é maior na vertente orientada ao Norte do que ao Sul.

O mapa com a orientação de vertentes derivou do módulo Declividade e o fatiamento segue os parâmetros: Passo Fixo = 30°; Valor Inicial = 0°; Valor Final = 360°, obtendo doze classes temáticas.

As imagens temáticas foram compartimentalizadas para as unidades de gerenciamento por meio de algoritmo LEGAL e posteriormente exportadas em formato GEOTIFF para o *software* Dinamica EGO, onde foram analisadas com os demais indicadores. A modelagem no Dinamica EGO, para o cálculo da área de cada classe temática está apresentada na **Figura 7**.

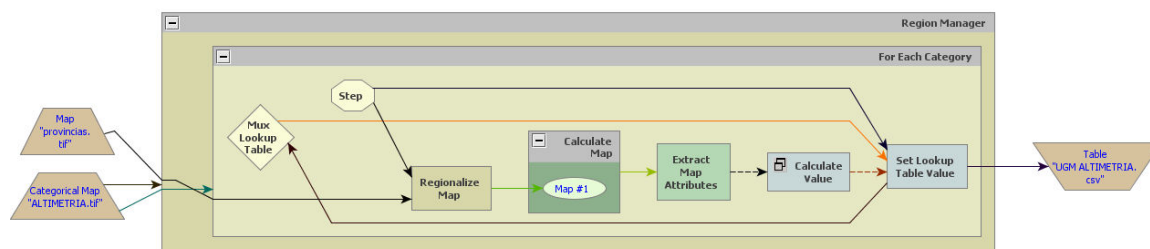


Figura 7: Modelagem para o cálculo de área, no *software* Dinamica EGO.
Fonte: Fushita (2011).

3.2.2.2. Indicadores do Padrão da Paisagem

Os indicadores do padrão da paisagem foram derivados do mapa de uso e ocupação da terra, por meio da classificação das imagens de satélite LANDSAT 5 sensor TM. O mapa de uso e ocupação vetorial foi convertido pelo programa SPRING em uma matriz 8-bit com 3.139 linhas x 3.398 colunas. A leitura dessa matriz é feita diretamente pelo FRAGSTATS 3.3, onde as métricas foram geradas.

Foram selecionadas as métricas: Número de Fragmentos, Índice de Similaridade, Índice de Forma, Círculo Circunscrito Relacionado, Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo, Índice de Área de Interior, Índice de Contraste de Borda.

Foram fixados os seguintes parâmetros: largura de borda = 30 m; número total de classes = 14; largura da célula = 30 m/ tamanho da célula = 900 m²; número de linhas = 3.139; número de colunas = 3.398; formato do arquivo = 16-bit. O **APÊNDICE B** apresenta a definição matemática e o intervalo de cada métrica, o **APÊNDICE C** a matriz de Similaridade, e o **APÊNDICE D** a matriz de Contraste. Analisaram-se as informações para os anos de 1989, 1999 e 2009 e para as UGP, UGM e UGB, como arquivo BATCH.

3.2.2.3. Indicadores da Fragmentação da Paisagem

Esses indicadores foram baseados no mapa de malha viária vetorizado das Cartas Topográficas do IBGE em escala 1:50.000, complementadas e atualizadas pelas imagens de satélite LANDSAT 5 sensor TM. Compreendem os índices Distância de Malha Viária, Proximidade de Rodovias, Proximidade de Estrada e Distância Áreas Urbanas.

Esses índices consistem na distância de um ponto da paisagem para a estrada ou rodovia mais próxima. Foi gerado no SPRING 5.1, por meio do comando Mapa de Distância e analisado no Dinamica EGO.

Esses indicadores foram analisados para os anos de 1989, 1999 e 2009 e para as UGP, UGM e UGB.

3.2.2.4. Indicadores da Heterogeneidade da Paisagem

Da mesma forma que os indicadores do padrão da paisagem, a heterogeneidade da paisagem derivou do mapa de uso e ocupação da terra. No programa FRAGSTATS 3.3 foram geradas as métricas de Riqueza da Paisagem e Índice de Diversidade de Simpson. Analisaram-se as informações para os anos de 1989, 1999 e 2009 e para as UGP, UGM e UGB.

3.2.2.5. Indicador da Naturalidade da Paisagem

Para avaliar a naturalidade da paisagem foram utilizados os índices de urbanidade e o grau de hemerobia. São indicadores utilizados para mensurar o quanto as paisagens estão dominadas por sistemas fortemente alterados pelo homem (WRBKA et al. 2004)

O Índice de Urbanidade foi calculado no *software* IDRISI Andes, pela Equação 1:

$$Urbanidade = -\log_{10} \frac{(U+A)}{(F+W+B)} \text{Eq.(1)}$$

onde U = área urbana, A = área agrícola, F = áreas florestais, W = água e áreas alagadas, B = biótopo natural ou semi-natural (áreas naturais).

A Hemerobia, que descreve o gradiente de influência humana na paisagem e na flora, foi avaliado segundo escala ordinal do nível 1 (ahemerobiótico, sem impacto humano) para nível 6 (metahemerobiótico, elementos artificiais da paisagem que não se assemelha a biocenose que prevalecia originalmente).

A classificação do grau de hemerobia foi embasada por estudos de Sukopp (1972); Troppmair (1988); Haberl (1990); Favero; Nucci; Biasi (2004); Moletta; Nucci; Kröker

(2005), definida com base no conhecimento de campo e adaptada às características da área de estudo (**Quadro 1**).

| Grau de Hemerobia | Classificação | Descrição |
|--------------------------|----------------------|---|
| Ahemerobiótico | 1. Natural | Paisagem natural, de pequena interferência antrópica (sem influência humana direta e capaz de auto-regulação) |
| Oligohemerobiótico | 2. Quase-natural | Paisagens pouco antropizadas (influenciadas pelo ser humano, mas similares ao anterior). |
| Mesohemerobiótico | 3. Semi-natural | Paisagens mais artificiais do que naturais (resultantes do uso humano, nem sempre intencionalmente, com capacidade limitada de auto-regulação) |
| Euhemerobiótico | 4. Agrícola | Paisagens artificiais (intencionalmente criadas e totalmente dependentes do controle e manejo humanos). Predomínio de agricultura e pecuária. |
| Polihemerobiótico | 5. Quase cultural | Paisagens artificiais (intencionalmente criadas e totalmente dependentes do controle e manejo humanos). São áreas agrícolas em transição para as áreas urbanizadas. |
| Metahemerobiótico | 6. Cultural | Paisagens artificiais (intencionalmente criadas e totalmente dependentes do controle e manejo humanos), caracterizada por áreas urbanas |

Quadro 1: Classificação e descrição do grau de hemerobia utilizado neste estudo.

Fonte: Fushita (2011), adaptado de Sukopp (1972).

O mapa de hemerobia foi produzido por meio do mapa de uso e ocupação da terra. Utilizou-se o *software* SPRING 5.1 por programação em Algoritmo LEGAL (**APÊNDICE E**). Foram gerados mapas de hemerobia para os anos de 1989, 1999 e 2009, para a bacia hidrográfica e para cada unidade de gerenciamento.

3.2.2.6. Indicador de Mudança na Disponibilidade Trófica em Ecossistemas Influenciados pelo Uso da Terra

O indicador de mudanças na disponibilidade de energia trófica em ecossistemas influenciados pelo uso da terra foi calculado baseado nos dados de uso e cobertura da terra, conforme os métodos descritos por HABERL et al. (2001) e VITOUSEK et al. (1986) e realizado em duas etapas: mapeamento da produtividade primária líquida e mapeamento da apropriação humana sobre a produtividade primária líquida (HANPP).

Para a definição do melhor modelo para o cálculo da produtividade primária líquida foram observadas as considerações de Uchijima; Seino (1985); Vitousek et al (1986); Potter et al (1993); Field; Randerson/ Malmoström (1995); Waring; Landsberg; Williams (1998); Cramer et al. (1999); Gower; Kucharik; Norman (1999); Schloss et al. (1999); Clark et al. (2001); Imhoff et al. (2004); Cao et al. (2004) e Nascimento; Barbosa e Braga (2009).

Por definição, a Produtividade Primária Bruta (NPP, Net Production Primary) é obtida pela Equação 2:

$$NPP_{(x,t)} = IPAR_{(x,t)} \times \varepsilon_{(x,t)} \text{ Equação (2)}$$

onde: IPAR = a quantidade da radiação fotossinteticamente ativa incidente;

ε = fator de eficiência no uso da luz.

Optou-se por calcular a NPP por meio de dois modelos, conforme os trabalhos de Uchijima; Seino (1985) e Nascimento; Barbosa e Braga (2009), devido a inexistência de dados da área de estudo que permitissem gerar o mapa de NPP por outros modelos.

Dessa forma, o cálculo da NPP para comparar os anos de 1989, 1999 e 2009 abordados neste trabalho, utilizou o modelo de Chikugo (UCHIJIMA; SEINO, 1985), que considera a temperatura e a precipitação, conforme descrevem as Equações 3 e 4:

$$NPP_p = 30 \left[1 - \exp^{(-0,00065P)} \right] \text{ Equação (3)}$$

$$NPP_T = \left[\frac{30}{1 + \exp^{(1,315 - 0,119T)}} \right] \text{ Equação (4)}$$

onde: P = precipitação anual (mm)

T = média anual da temperatura (°C)

Como o modelo de Chikugo apresenta restrições e foi desenvolvido para áreas florestais, o segundo método utilizado para estimar a produtividade primária líquida seguiu o exposto por Nascimento; Brito e Braga (2009). A NPP foi calculada com base no Índice de

Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e de dados de radiação solar global (Equação 5):

$$NPP = \varepsilon \sum [(-0,31 + 1,31NDVI)IPAR]_{\text{Equação (5)}}$$

Nesse modelo, o fator de eficiência da luz varia em função do intervalo de NDVI do pixel, conforme apresentado no **Quadro 2**.

| Intervalo de NDVI | Fator de Eficiência da Luz |
|--------------------------|--|
| NDVI < 0,2 | $\varepsilon = 0,98 - 0,042 \times \text{Banda 3}$ |
| 0,2 < NDVI < 0,5 | $\varepsilon = 0,971 + 0,018 \left[\frac{(NDVI - 0,2)^2}{0,09} \right]$ |
| NDVI > 0,5 | $\varepsilon = 0,98$ |

Quadro 2: Cálculo do fator de eficiência da luz para os intervalos de NDVI.

Fonte: Nascimento; Barbosa e Braga (2009).

O mapa de Produtividade Primária Líquida foi gerado no IDRISI Andes, por meio dos procedimentos de OVERLAY, RECLASS e Image Calculator.

A Apropriação Humana sobre a Produtividade Primária Líquida (HANPP) foi calculada pela diferença entre a NPP da vegetação natural atual e da NPP relacionada à influência antrópica. Para tanto, foi necessário estimar a NPP dos cultivos agrícolas (NPP_c), referente às mudanças no uso e ocupação da terra (NPP_m), em substituição ao NPP da vegetação natural atual (NPP_v). A NPP_c foi calculada de estatísticas agrícolas e florestais e do mapa de NPP (do modelo gerado por meio do NDVI). A NPP_v considerou a NPP das áreas remanescentes com vegetação natural em cada ano. A NPP_m considerou a diferença de NPP potencial da vegetação natural (NPP_p) e o NPP_v. A NPP_p refere-se a NPP anterior a substituição das fitofisionomias florestais existentes na área de estudo por cultivos agrícolas e considerou o valor de NPP estimado para as duas Unidades de Conservação existentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

Para melhor acurácia do mapeamento foram levantados os dados de produtividade agrícola, densidade demográfica e Produto Interno Bruto de cada município. A HANPP foi expressa em porcentagem (HANPP%) representando a porcentagem da NPP potencial da vegetação natural que foi apropriada pelas atividades humanas.

3.2.3. Análises estatísticas

A averiguação da relação entre HANPP(%) e todos indicadores da paisagem (padrão, estrutura, fragmentação e naturalidade) e das características topográficas para BH, UGP e UGM foi efetuada por meio de modelos de regressão, com os resultados testados pela ANOVA ($p < 0,05$). O método de *bootstrap* foi utilizado para a validação, com mínimo de 100 repetições e tamanho de células 900 m x 900 m.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior

A área de estudo possui 3.443 km de extensão de rios e de córregos e sua hidrografia está espacializada na **Figura 8**. A densidade de drenagem (Dd) é de $0,80\text{km}/\text{km}^2$, sendo considerada uma bacia de baixa densidade de drenagem (CRISTOFOLETTI, 1979), para a escala adotada (1:50.000).

Dos cinco compartimentos da UGRH-09, a bacia hidrográfica do Médio Mogi tem o segundo menor número de pontos de lançamento de efluentes outorgados pelo DAEE em 2006. Entretanto, conforme relata o mesmo estudo, a qualidade da água no rio Mogi-Guaçu neste trecho é regular, quando mensurada pelo Índice de Qualidade de Águas destinadas a proteção da vida aquática (CBH, 2008).

As **Figuras 9, 10 e 11** apresentam o potencial hídrico dos aquíferos, a demanda hídrica e as outorgas do DAEE em 2008, respectivamente.

Em relação à hidrogeologia, o Aquífero Guarani se estende ao longo do rio Mogi-Guaçu, abrangendo uma porção do território dos municípios da bacia hidrográfica, exceto Porto Ferreira (**Figura 9**). A noroeste da área de estudo, parte dos municípios de Guatapará, Cravinhos e Luis Antônio estão sobre o Aquífero Serra Geral.

Quatro municípios da área de estudo utilizam as águas subterrâneas para o abastamento público: Américo Brasiliense que capta água do Aquífero Serra Geral; Luis Antônio, Rincão e Santa Lúcia que o fazem do Aquífero Guarani, conforme discorre o Plano da Bacia Hidrográfica (CBH-Mogi Guaçu, 2008).

O setor agrícola apresenta maior demanda hídrica nessa região, considerando os dados de captação de água superficial e subterrânea outorgados pelo DAEE por tipo de usuário (CBH-Mogi Guaçu, 2008).

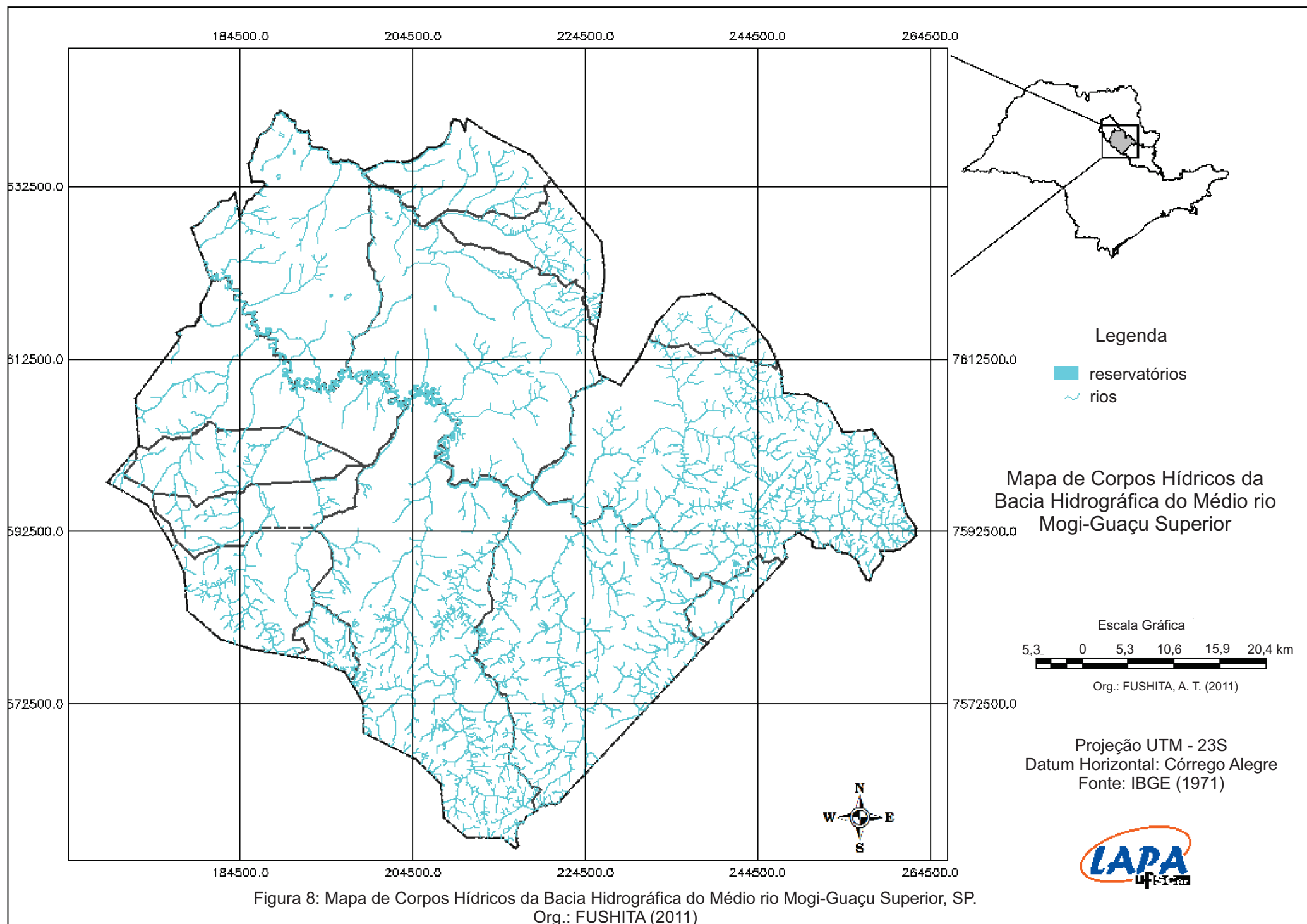


Figura 8: Mapa de Corpos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP.
Org.: FUSHITA (2011)

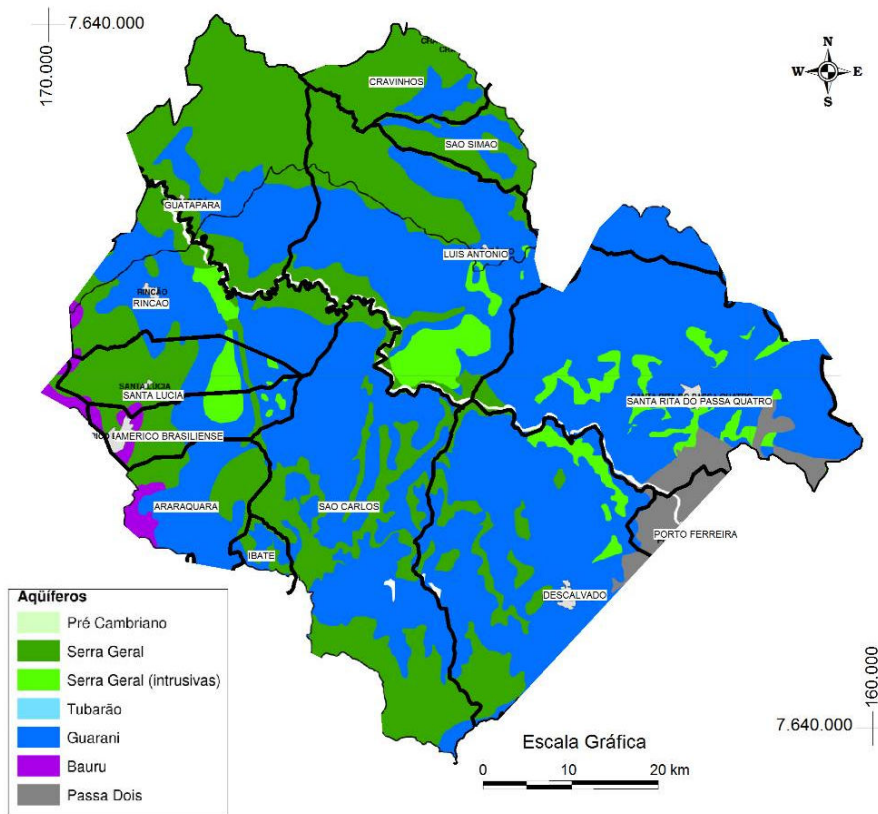


Figura 9: Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu.
 Fonte: Adaptado de CBH-Mogi (2008).

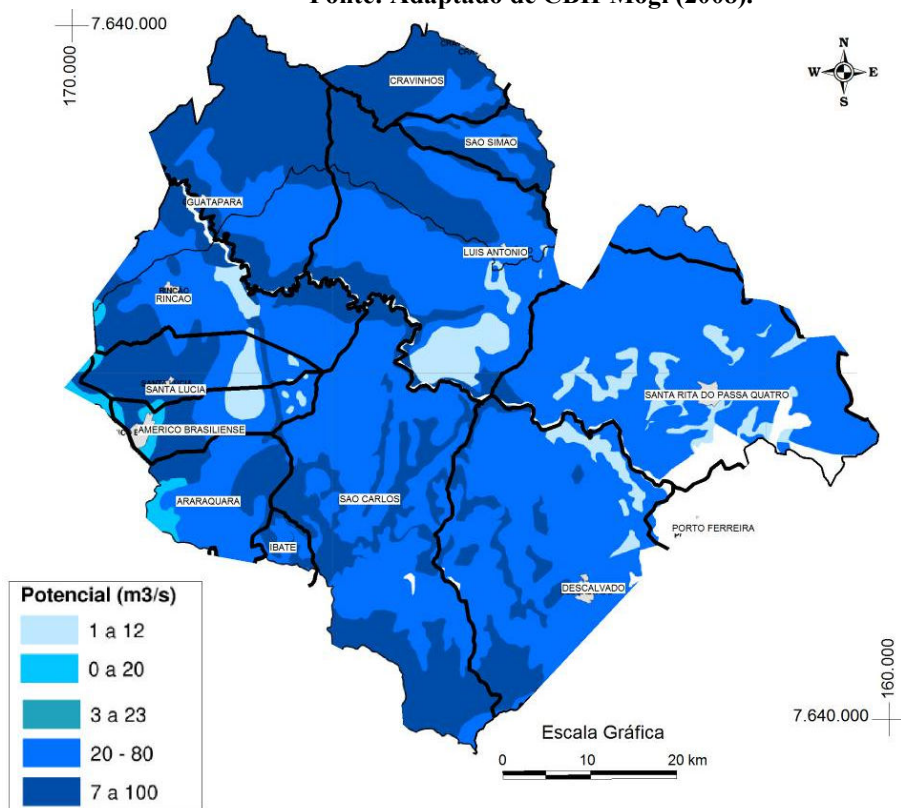


Figura 10: Potencial de exploração de aquíferos na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.
 Fonte: Adaptado de CBH-Mogi (2008).

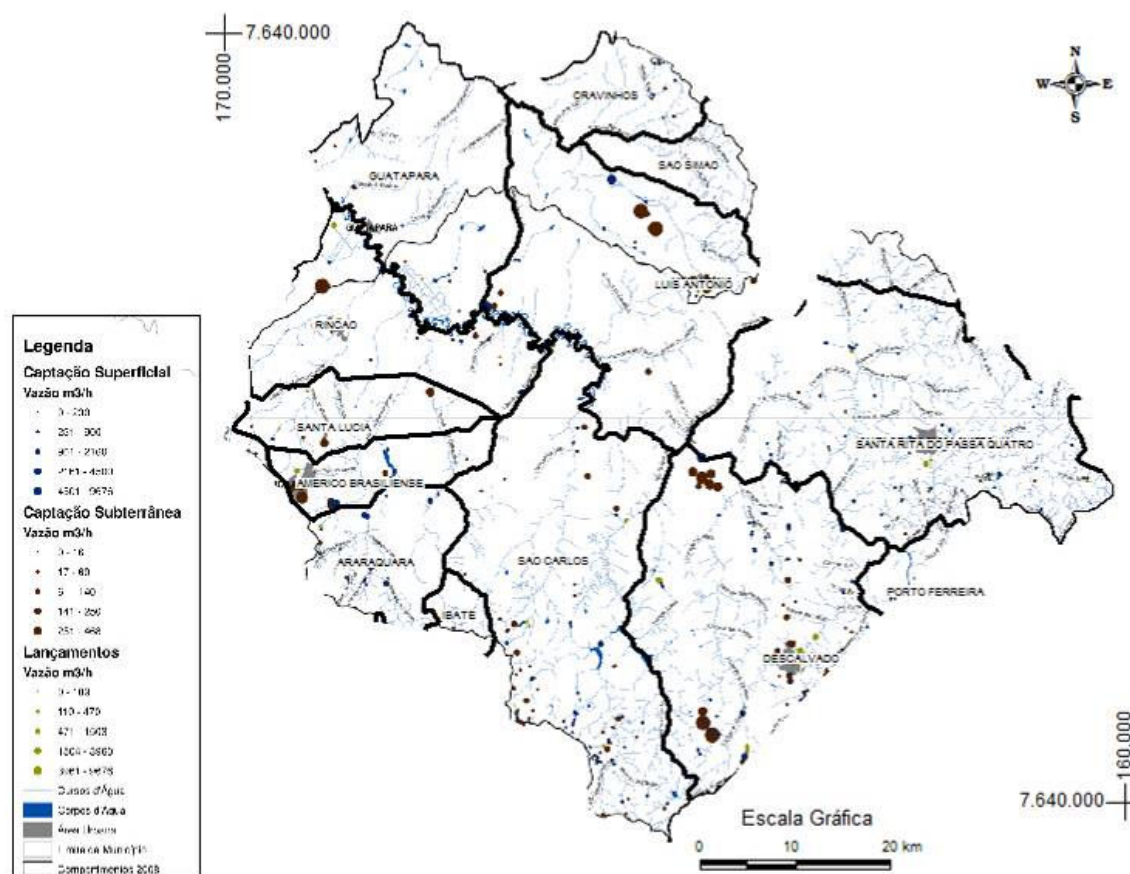


Figura 11: Outorgas de poços para captação de água (superficial e subterrânea) na área de estudo.
Fonte: Adaptado de CBH-MOGI (2008).

A malha viária da área de estudo contempla rodovias pavimentadas estaduais e estradas municipais não pavimentadas (**Figura 12**). Estão presentes as seguintes rodovias¹:

- SP 215 – denominada Rodovia Doutor Paulo Lauro, interliga o município de São Carlos, com início na SP 310, com os municípios de Descalvado e Porto Ferreira, quando se une com a SP 330;
- SP 253 - percorre a bacia hidrográfica em dois trechos. Entre os municípios de Luís Antônio, Cravinhos e Guataparã com a denominação de Rodovia Deputado Cunha Machado; quando interligando o município de São Simão à SP 330 recebe o nome de Conde Francisco Matarazzo Júnior;
- SP 255 – Rodovia Antônio Machado Santana percorre os municípios de Cravinhos, Américo Brasiliense e Araraquara. Interliga este último ao município de Ribeirão Preto;

¹ Informações de denominação e trecho consultadas na página do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER)

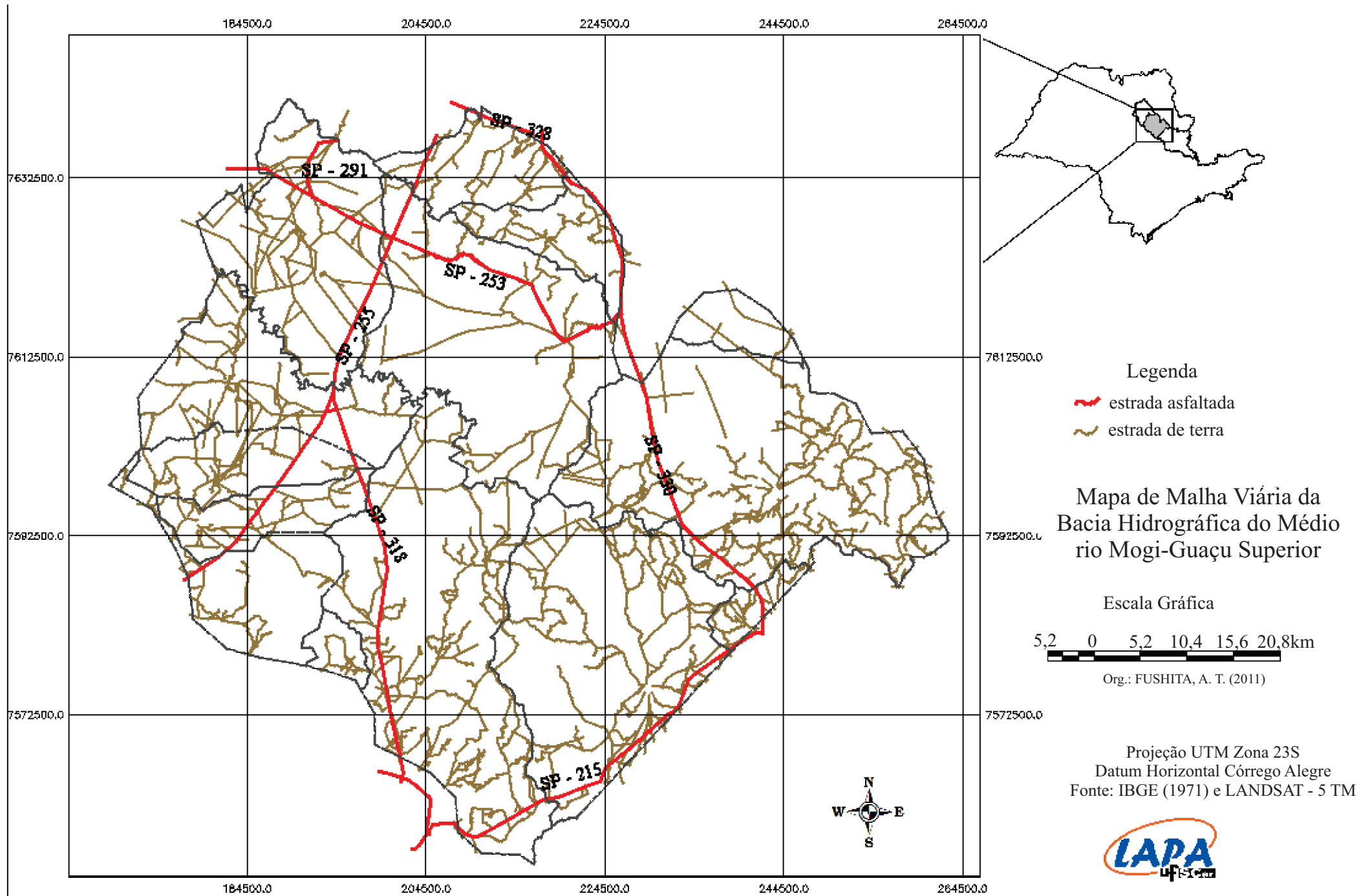


Figura 12: Malha Viária da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP.
Org.: FUSHITA (2011).

- SP 291 – Rodovia Mario Donega. Na área de estudo percorre o município de Guatapar, fazendo a ligao entre o município de Ribeirão Preto e Pradópolis
- SP 318 - Denominada Rodovia Engenheiro Thales de Lorena Peixoto Junior, corta o município de São Carlos até o município de Luis Antônio, quando encontra com a SP 255. É a principal via de acesso entre os municípios de São Carlos e Ribeirão Preto.
- SP 328 – Rodovia José Fregonesi, no trecho que interliga o município de Cravinhos a Ribeirão Preto.
- SP 330 - Rodovia Anhanguera: via duplicada em toda a sua extensão. É uma das principais rodovias do Estado de São Paulo. Na divisa com o Estado de Minas Gerais encontra a BR 050 que percorre os Estados de Minas Gerais e Goiás. No trecho inserido na bacia hidrográfica, corta os municípios de Santa Rita do Passa Quatro, Porto Ferreira, Luis Antônio e Cravinhos.

As rodovias totalizam 304,1 km de extensão e as estradas municipais, pavimentadas ou não, se estendem por aproximadamente 2.216 km. As estradas municipais ligam os centros urbanos com as áreas agrícolas; entretanto, não foram contabilizados os aceiros entre talhões em uma mesma cultura.

As classes hipsométricas provenientes do tratamento da imagem SRTM foram agrupadas de 100 a 100 metros (**Tabela 1 e Figura 13**), sendo 486 m a menor cota, e 1.063 m a mais alta. Cerca de 72% da área total da bacia hidrográfica tem elevao entre 500 e 700 m.

Tabela 1: Classes altimétricas e respectivas áreas (ha e %) ocupadas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

| Classe | rea | |
|-----------------|-------------------|--------------|
| | ha | % |
| 400 a 500 m | 0,09 | 0,0 |
| 500 a 600 m | 150.393,61 | 35,1 |
| 600 a 700m | 158.554,62 | 36,9 |
| 700 a 800 m | 92.056,77 | 21,5 |
| 800 a 900 m | 21.454,11 | 5,0 |
| 900 a 1000 m | 6.612,30 | 1,5 |
| 1.000 a 1.110 m | 0,09 | 0,0 |
| Total | 429.071,67 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

As curvas de nível da digitalização das cartas topográficas em escala 1:50.000 foram agrupadas em 100 m, sendo a menor curva de 500 m e a mais alta de 1.000 m. A cota mais alta dessa região é 1.005m. Esses dados foram utilizados nas análises das subunidades de estudo.

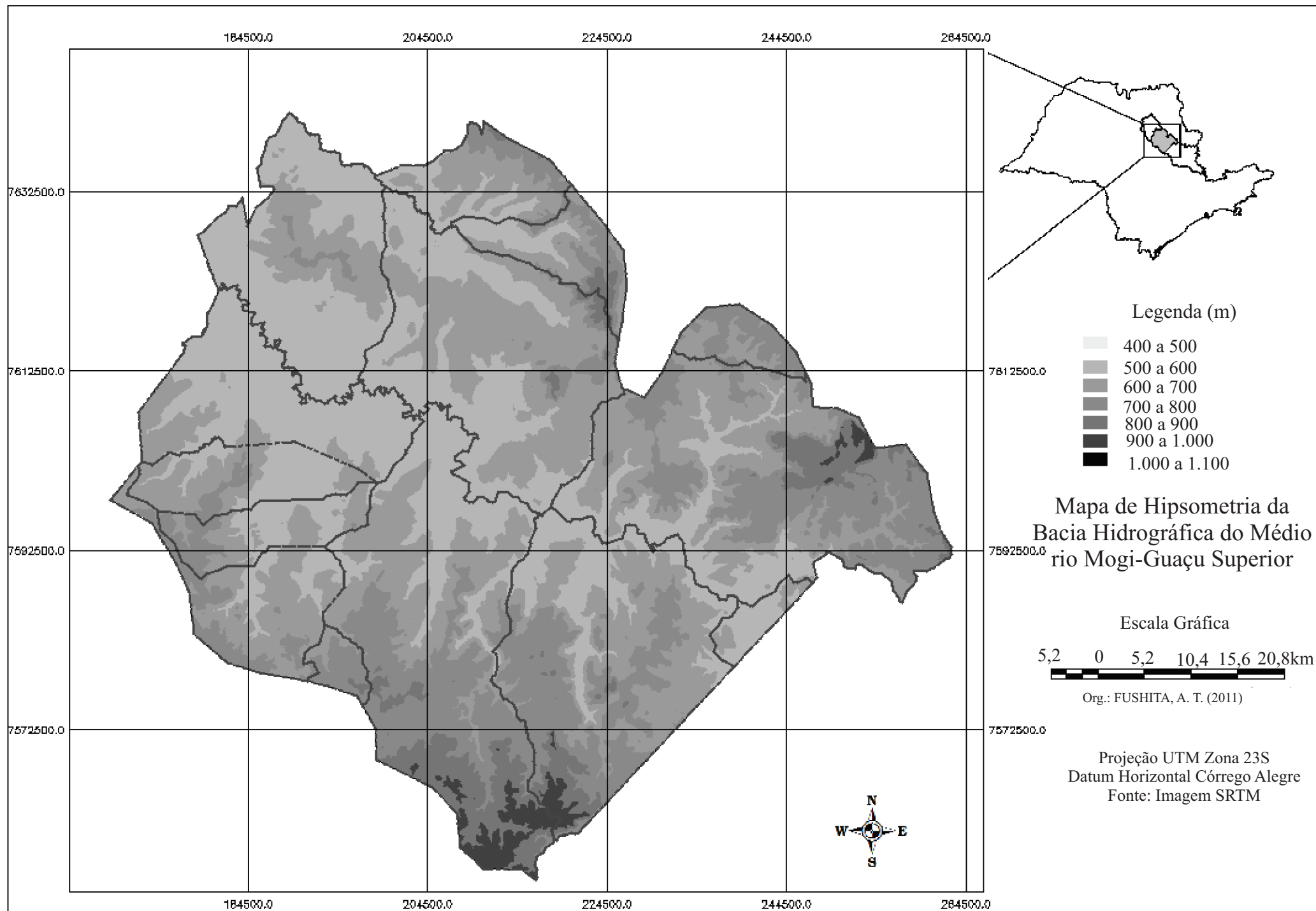
As classes de declividade plana a moderadamente ondulada predominam na área de estudo, ocupando 90,4% da área total. As áreas consideradas montanhosas/escarpadas representam 0,2% (**Tabela 2** e **Figura 14**). Conforme o critério para classificação morfológica de unidades de relevo apresentado por FLORENZANO (2008), a declividade predominante é baixa (entre 2% a 6%). Dessa forma, o grau de fragilidade do terreno, quanto à declividade, é considerado muito fraco a fraco.

Tabela 2. Classes de declividade, as respectivas áreas (ha), porcentagem relativa (%) e as características de cada classe, conforme EMBRAPA (1995), para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior.

| Classe (%) | UGB | | Característica |
|--------------|-------------------|--------------|----------------------|
| | ha | % | |
| 0 a 3 | 102.098,16 | 23,8 | Plano |
| 3 a 8 | 210.596,31 | 49,1 | Suave Ondulado |
| 8 a 13 | 75.295,89 | 17,5 | Moderado ondulado |
| 13 a 20 | 25.127,82 | 5,9 | Ondulado |
| 20 a 45 | 15.159,69 | 3,5 | Forte ondulado |
| acima de 45 | 793,80 | 0,2 | Montanhoso/Escarpado |
| Total | 429.071,67 | 100,0 | |

Fonte: Fushita (2011).

A orientação de vertentes, calculada por meio da triangulação das curvas de nível (**Tabela 3** e **Figura 15**), não apresentou variação significativa entre as direções, não registrando orientação preferencial de vertentes. Este resultado corrobora os valores de declividade da área que foi registrado entre plano a moderado ondulado, quando a determinação da direção de vertentes é difícil e tem pouca relevância, pois é uma medida da direção esperada do escoamento superficial (**Figura 16**), sendo que o módulo para o seu cálculo é próximo ao nulo (FLORENZANO, 2008).

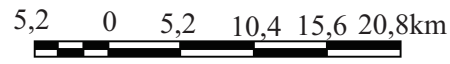


Legenda (m)

- 400 a 500
- 500 a 600
- 600 a 700
- 700 a 800
- 800 a 900
- 900 a 1.000
- 1.000 a 1.100

Mapa de Hipsometria da
Bacia Hidrográfica do Médio
rio Mogi-Guaçu Superior

Escala Gráfica



Org.: FUSHITA, A. T. (2011)

Projeção UTM Zona 23S
Datum Horizontal Córrego Alegre
Fonte: Imagem SRTM

Figura 13: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP.
Org.: FUSHITA (2011).

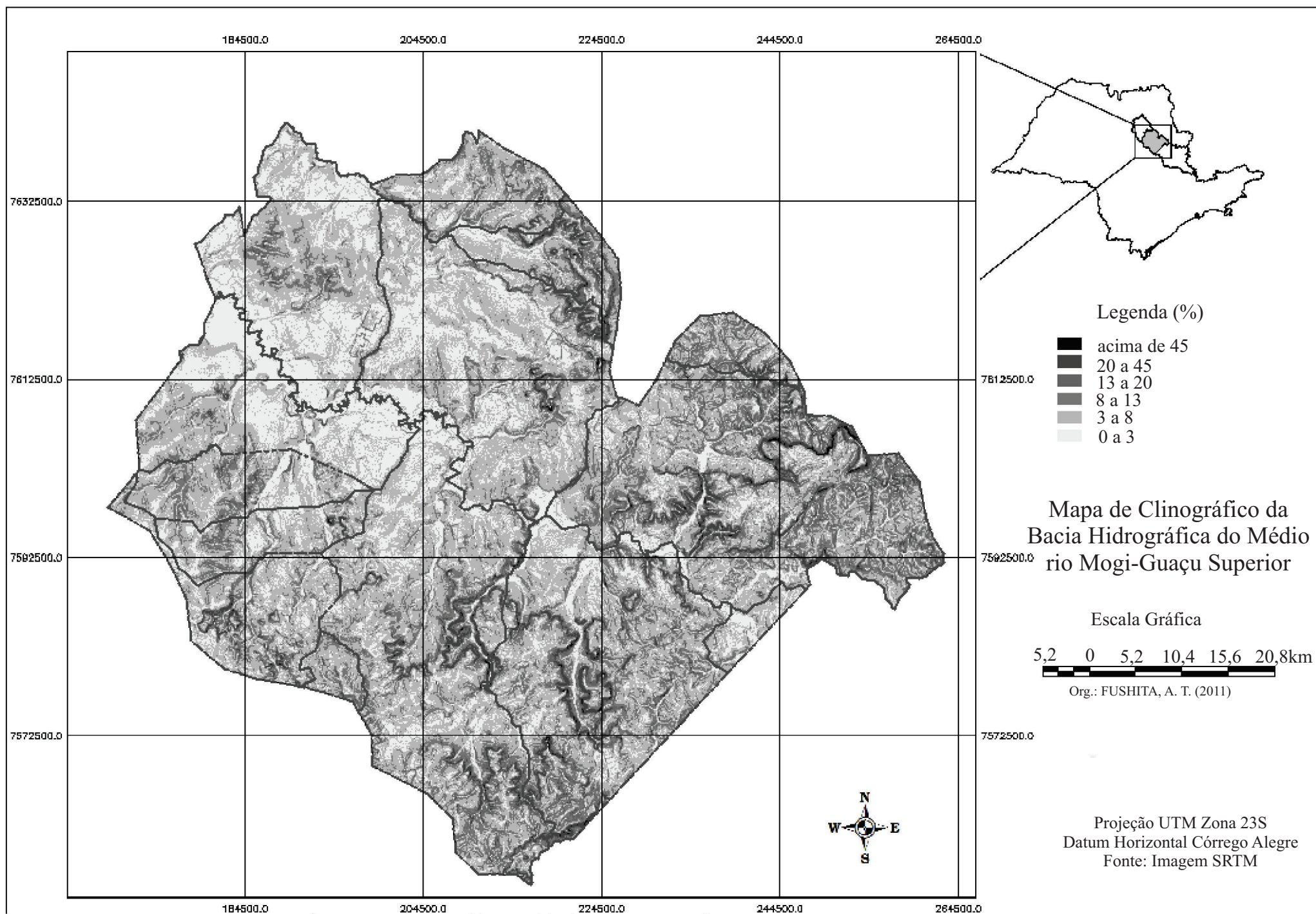


Figura 14: Mapa Clinográfico (em%) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP, gerada por meio do tratamento da imagem SRTM (2000).
Org.: FUSHITA (2011).

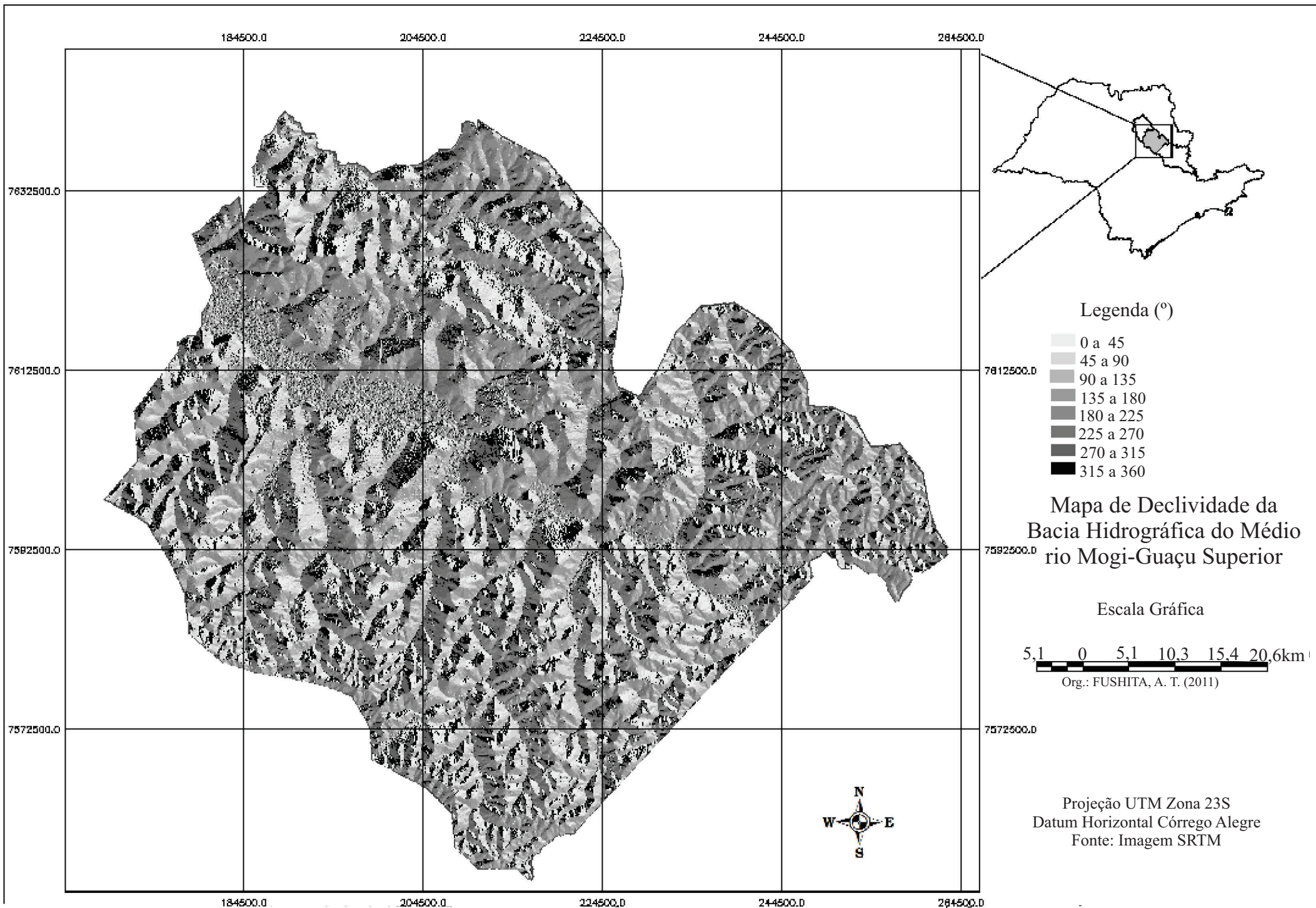


Figura 15: Orientação de Vertentes da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP, expresso em azimute (Norte Geográfico = 0°) gerado a partir de radar SRTM (2000).
Org.: FUSHITA (2011).

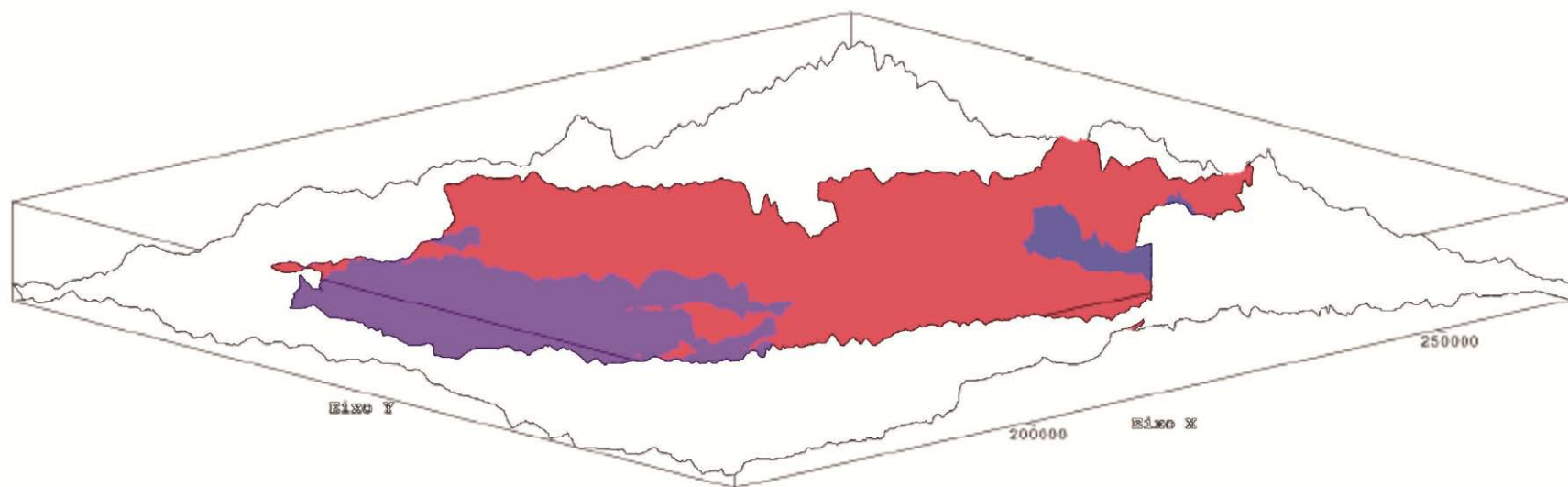


Figura 16: Visão tridimensional da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu tendo como imagem de textura as províncias geomorfológicas(em vermelho Cuestas Basálticas, UGM-1; em azul Depressão Periférica, UGM-2; e em roxo Planalto Ocidental, UGM-3).

Fonte: Fushita (2011).

Tabela 3: Orientação de vertentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

| Orientação de vertentes * | UGB | |
|---------------------------|-------------------|--------------|
| | ha | % |
| 0 a 45 | 55.099,17 | 12,9 |
| 45 a 90 | 53.592,48 | 12,5 |
| 90 a 135 | 51.245,55 | 12,0 |
| 135 a 180 | 47.801,88 | 11,1 |
| 180 a 225 | 44.945,91 | 10,5 |
| 225 a 270 | 51.695,82 | 12,1 |
| 270 a 315 | 62.665,74 | 14,6 |
| 315 a 360 | 61.734,06 | 14,4 |
| Total | 428.780,61 | 100,0 |

Fonte: Fushita (2011).

* expressa em azimute, isto é, em relação ao Norte Geográfico, onde o valor é 0°, aumentando em sentido horário.

As formas de relevo que predominam na bacia do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior são morros amplos em 40,21% e colinas amplas em 26,36% da área total (**Quadro 3 e Figura 17**). Em terrenos baixos e planos próximos ao rio Mogi Guaçu ocorre a planície aluvial. É um relevo de agradação (acumulação) sujeito a inundações periódicas em épocas chuvosas.

As demais formas de relevo presentes pertencem à unidade morfológica de natureza denuncional (erosão), sendo mapeados os relevos colinosos (36,6%), relevos de morros com encostas suavizadas (45,2%), relevo de morros (9,7%), encostas não escarpadas (6,1%) e relevos residuais (1,7%) (**Quadro 3**). Os morros correspondem a macroforma de relevo predominante na área de estudo. Uma macroforma apresenta amplitudes entre 100 e 200 m, com domínio de topos arredondados e médias elevações do terreno (FLORENZANO, 2008).

Os relevos residuais sustentados por maciços básicos (mesas basálticas) são caracterizados por morros testemunhos, vertentes com perfis retilíneos, podendo apresentar trechos escarpados. As mesas sedimentares são morros tabulares de bordas escarpadas, com topos achatados e perfis retilíneos e podem ser formadas mesas isoladas ou conjuntos.

| FORMA DE RELEVO | | Tipo | UGB | |
|---|--|-----------------------------|-------------------|-----------------|
| | | | ha | % |
| Relevo de degradação em planaltos dissecados | Relevo Colinoso | Colinas amplas | 114.238,35 | 26,6 |
| | | Colinas médias | 42.730,56 | 10 |
| | Subtotal | | 156.968,91 | 36,60 |
| | Relevo de Morros com Encostas suavizadas | Morros alongados | 20.419,92 | 4,8 |
| | | Morros amplos | 172.467,18 | 40,2 |
| | Subtotal | | 192.887,10 | 45,0 |
| | Relevo de Morros | Morros arredondados | 41.515,02 | 9,7 |
| Subtotal | | 41.515,02 | 9,7 | |
| Relevo de Transição | Encostas não escarpadas | Encostas com cânions locais | 14.182,38 | 3,3 |
| | | Encostas sulcadas | 12.044,61 | 2,8 |
| | Subtotal | | 26.226,99 | 6,10 |
| Relevo Residual suportado por litologias particulares | Sustentado por maciços básicos | Mesas basálticas | 5.068,80 | 1,2 |
| | Sustentado por rochas sedimentares | Mesas sedimentares | 2.200,86 | 0,5 |
| | Subtotal | | 7.269,66 | 1,70 |
| Relevo de Agradação Continental | | Planícies aluviais | 4.203,99 | 1,0 |
| | | Subtotal | | 4.203,99 |
| TOTAL | | | 429.071,67 | 100,0 |

Quadro 3: Formas de relevo da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

Fonte: Fushita (2011).

Nas encostas não escarpadas predomina declividade média de 15 a 30% e amplitude altimétrica maior que 100 m. Nessa forma de relevo, estão as encostas sulcadas que apresentam topos angulosos e arredondados, vertentes de perfil retilíneo e as encostas com cânions locais que têm vertentes com perfis retilíneos a convexos e trechos escarpados, com formação local de vales fechados próximos aos corpos d'água (FLORENZANO, 2008).

Quanto a geologia, encontram-se as Formações Bauru (8,08%), Serra Geral (31,29%), Botucatu/Pirambóia (45,79%), Corumbataí (1,13%) e as coberturas do Cenozóico (0,609%) e intrusivas básicas do Jurássico Cretáceo (11,64%). As regiões mapeadas com corpos de água, nesse caso e para a escala mapeada, foi de 1,45% (**Quadro 4**). As unidades geológicas da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu estão apresentadas na **Figura 18**.

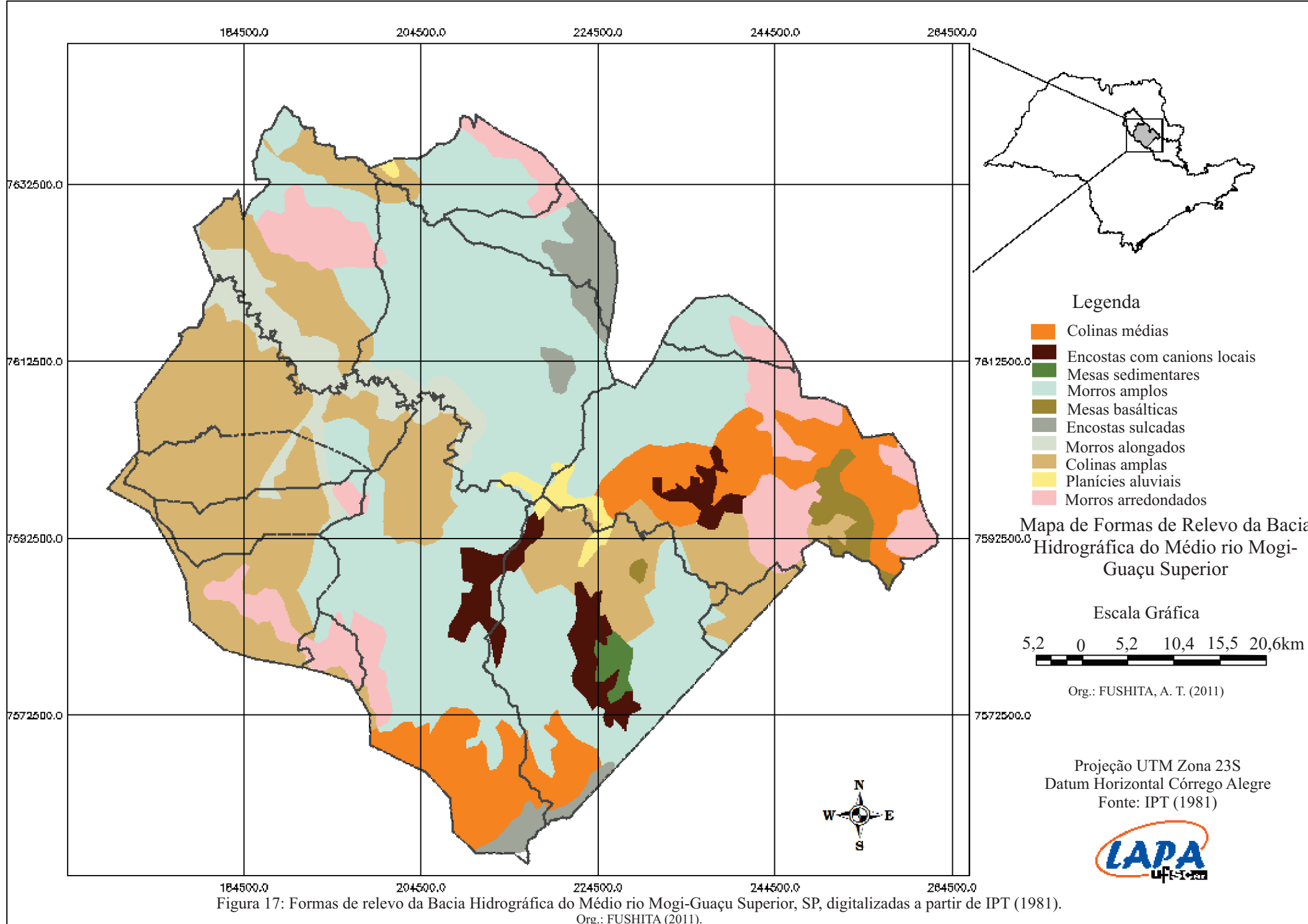


Figura 17: Formas de relevo da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP, digitalizadas a partir de IPT (1981).
Org.: FUSHITA (2011).

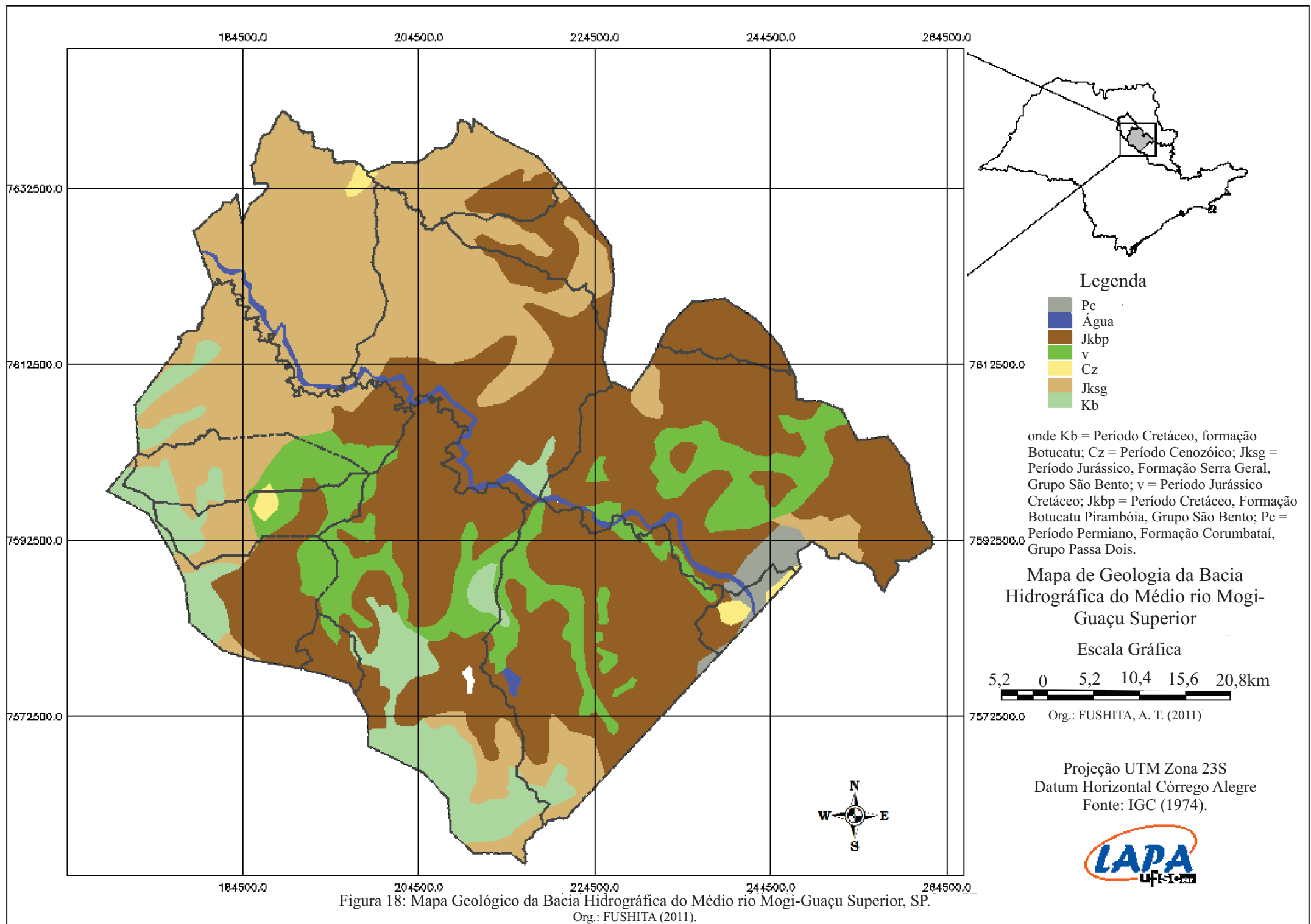


Figura 18: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, SP.
Org.: FUSHITA (2011).

| Legenda | Período | Formação | Grupo | Minerais de rochas | | |
|--------------|--------------------|-----------------------------|------------------|--|-------------------|---------------|
| Kb | Cretáceo | Formação Bauru | | Arenitos, silitos, conglomerados, argilitos e calcários | 34.705,71 | 8,09 |
| Cz | Cenozóico | | | Areias, argilas, cascalhos, arenitos e folhelhos pirobetuminosos | 2.613,24 | 0,61 |
| JKsg | Jurássico | Formação Serra Geral | Grupo São Bento | Efusivas básicas | 134.297,28 | 31,30 |
| v | Jurássico Cretáceo | | | Intrusivas básicas | 49.974,12 | 11,65 |
| JKbp | Cretáceo | Formação Botucatu/Pirambóia | Grupo São Bento | Arenitos, argilitos e conglomerados | 196.587,79 | 45,82 |
| Pc | Permiano | Formação Corumbataí | Grupo Passa Dois | Silitos, falhelhos, arenitos, calcários e sílex | 4.847,49 | 1,13 |
| Água | | | | | 6.045,98 | 1,41 |
| TOTAL | | | | | 429.071,61 | 100,00 |

Quadro 4: Formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

Fonte: Fushita (2011).

A Formação Botucatu/Pirambóia constitui um dos maiores aquíferos do mundo, o Aquífero Guarani, caracterizado por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões. É constituída por um pacote homogêneo de arenitos avermelhados, com areia média a grossa e muito fina a fina, predominando granulometria fina a média, com grãos arredondados a bem arredondados na fração grossa e subangulares a arredondados na fração fina, alta esfericidade e foscas, muito friáveis ou silicificados, destituídos de matriz (BACCI, 2007). A Formação Serra Geral é representada pelas rochas oriundas dos derrames de lavas basálticas e pelos diabásicos, intrusivos tanto na forma de soleiras (*sills*).

As coberturas Cenozóicas constituem-se de arenitos que 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 não estão satisfatoriamente esclarecidas (IPT 1993). A Formação Bauru, do Cretáceo Superior, além de coberturas sedimentares de idade mais recente recobre as lavas basálticas de Planalto Ocidental (BACCI, 2007).

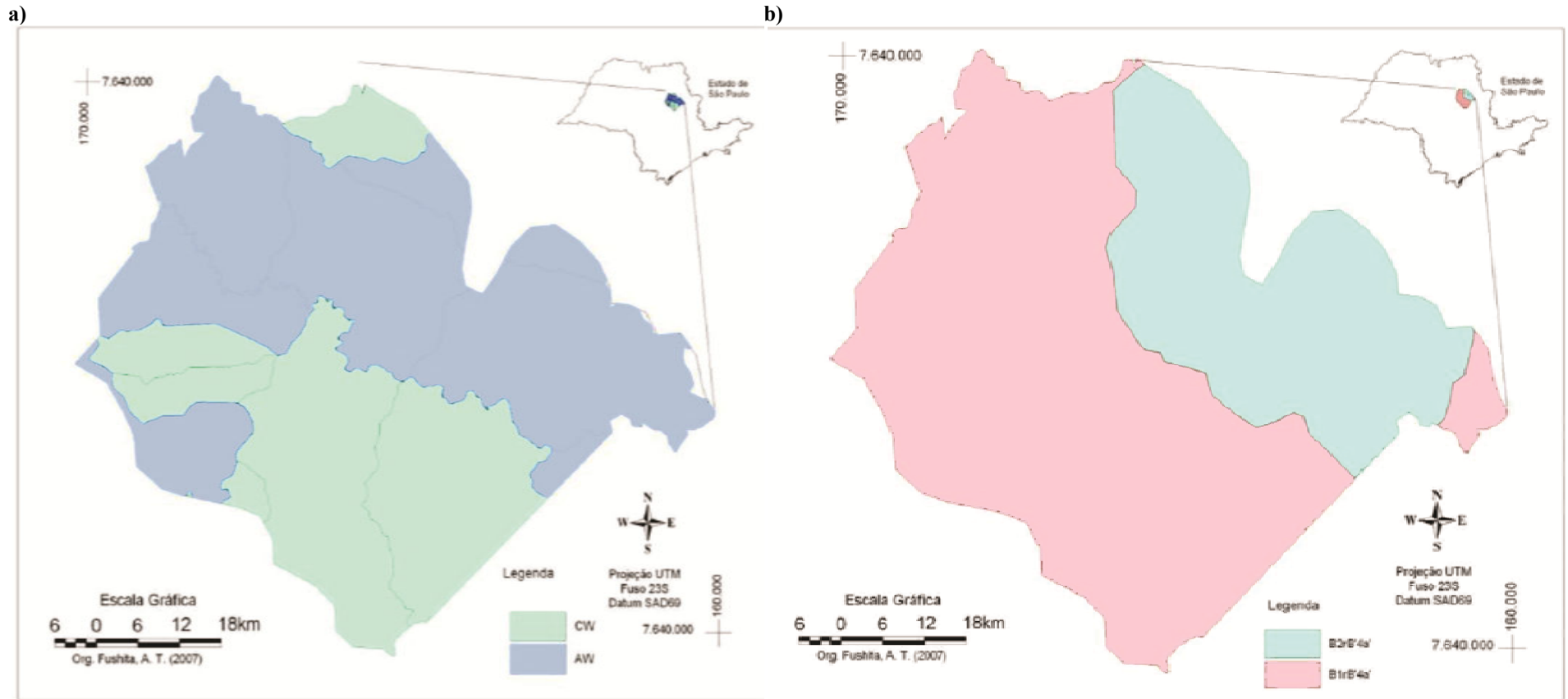
O clima mesotérmico de inverno seco (Cw), presente em 66,21% da área da bacia hidrográfica (**Figura 19a**), caracteriza-se por temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C, com a do mês mais quente ultrapassando 22°C (CBH-Mogi, 1999). O índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.700 mm, sendo que a estação seca ocorre nos meses de abril a setembro, sendo julho o mês mais seco. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro (CBH-Mogi, 1999). Em 33,79% da área da bacia hidrográfica onde o clima é tropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Aw), o índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.300 mm, e a estação seca ocorre entre os meses de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco (CBH-Mogi, 1999).

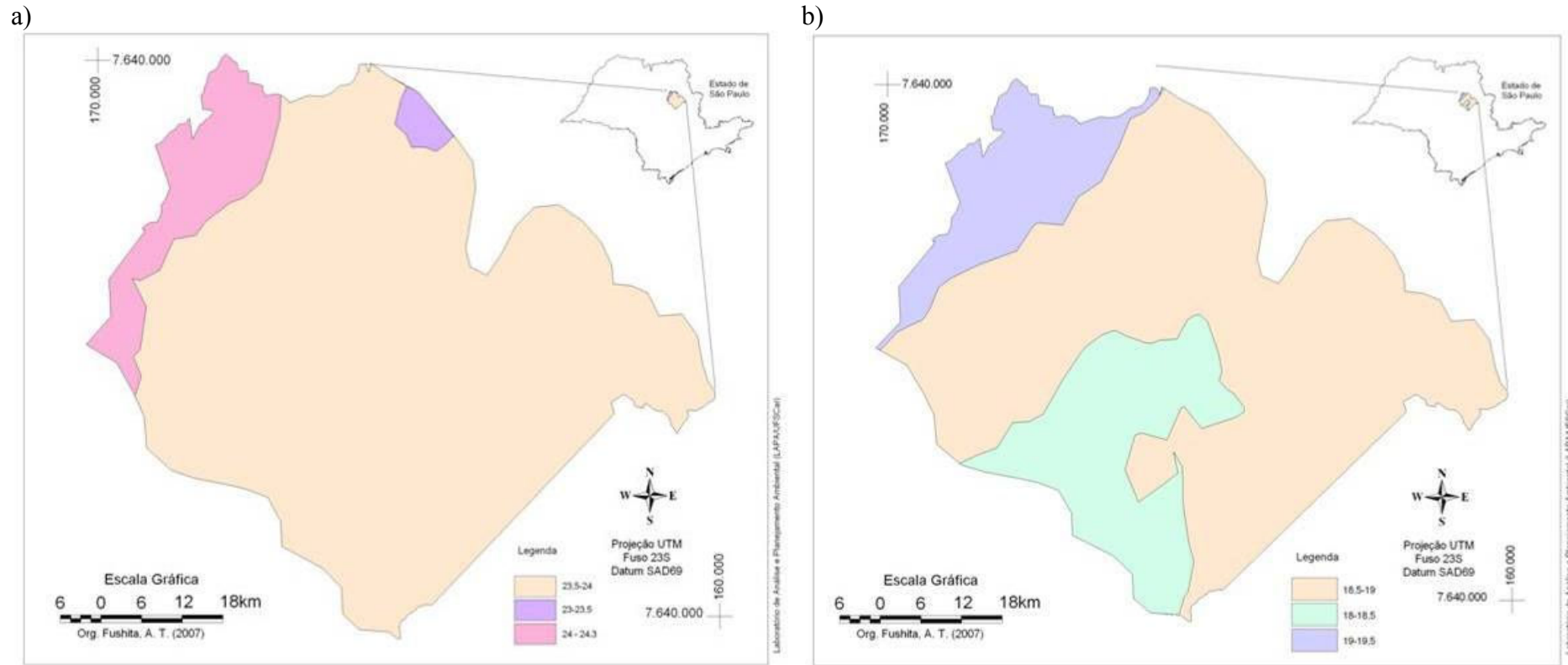
Pela classificação climática de Köppen, os municípios de São Simão, Guataporã, Luiz Antônio, Rincão, Araraquara, Santa Rita do Passa Quatro e Porto Ferreira apresentam clima Aw e os município de São Carlos, Descalvado, Américo Brasiliense, Santa Lúcia, Cravinhos e Ibaté clima Cw (CPA, 2007) (**Figura 19a**).

Pela classificação de Thorntwaite na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu predomina o tipo climático mesotérmico úmido com pequena deficiência hídrica (B2rB'4a') (**Figura 19b**) em 67,92% da área de estudo.

Apresenta valores médios de temperatura máxima entre 23° e 24,5°C, atingidos no verão. Na **Figura 20a** pode ser observado que a maior porção da área de estudo está na faixa entre 23,5° e 24° C (89,48%). Uma porção a oeste atinge a média da temperatura máxima de entre 24° e 24,5°C (9,43%). Uma pequena região ao norte atinge entre 23° e 23,4°C (1,095) e corresponde a uma parte do município de Cravinhos.

As temperaturas mínimas registradas no inverno variaram entre 18° e 19,4°C (**Figura 19b**). Valores entre 18,5° e 19°C são atingidos na maior parte da área de estudo (69,23%). Entre 18° e 18,4°C está ao sul e correspondente ao município de São Carlos (18,71%). Cerca de 12,06 % da área de estudo está entre 19° e 19,4°C (**Figura 20b**).





Duas unidades de conservação de proteção integral estão localizadas na área de estudo (**Figura 21**). A Estação Ecológica de Jataí (criada pelo Decreto 18.997 de 15 de julho de 1982 e ampliada pelo Decreto 47.096 de 18 de setembro de 2002), com 11.031,7 ha, e o Parque Estadual de Vassununga (Decretos Estaduais 52.546 de 26 de outubro de 1970 e 52.729 de 12 de março de 1971), que engloba seis fragmentos de vegetação natural totalizando 1.732,14 ha. As duas unidades de conservação somam 12.763,84 ha.

A Estação Ecológica Jataí situada no município de Luiz Antônio, apresenta a maior área de cerrado do Estado de São Paulo, além das fitofisionomias cerradão, cerrado *stricto sensu* e mata estacional semi-decídua (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010a).

O Parque Estadual Vassununga localiza-se no município de Santa Rita do Passa Quatro, sendo formado por seis glebas que pertenciam a antiga Usina Açucareira Vassununga. Uma das glebas possui a fisionomia de cerrado (Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante), enquanto que nas demais é a floresta estacional semi-decídua (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010b). Conforme as definições do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), um Parque tem como objetivo a preservação dos ecossistemas em função de sua relevância ecológica e beleza cênica. O Parque Estadual Vassununga possui um dos últimos remanescentes de florestas com jequitibá rosa, *Cariniana legalis* (Martius) (Lecythictaceae).

As classes de uso e ocupação da terra identificadas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior para os anos de 1989, 1999 e 2009 estão representadas nas **Figuras 22 a 24**. Verificou-se que as áreas agrícolas predominam na bacia hidrográfica nos três anos investigados. Entretanto nesse intervalo, também houve um aumento para as áreas urbanas. Em contrapartida ocorreu uma redução gradativa da extensão das áreas naturais entre 1989 a 2009. Os ambientes aquáticos e áreas alagadas apresentaram aumento entre 1989 a 1999 e redução entre 1999 a 2009 (Figura 22).

Em estudo realizado por Miranda et al. (2005), na região coberta pela Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG/RP), que inclui 86 municípios e abrange a bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu, as porcentagens em área das classes de uso foram similares aos observados neste estudo no período de 1999 e 2009 (**Tabela 4**).

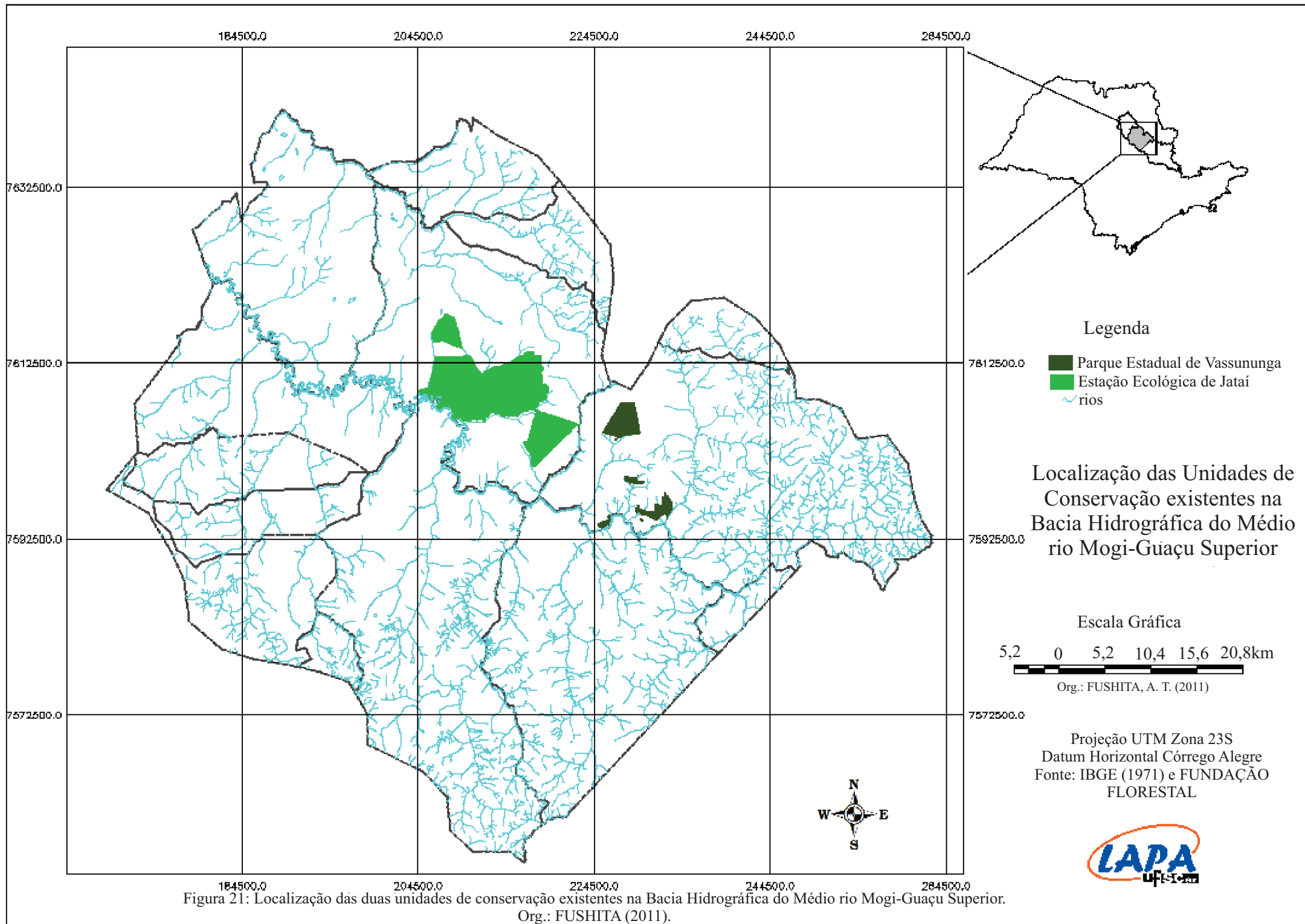


Figura 21: Localização das duas unidades de conservação existentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.
Org.: FUSHITA (2011).

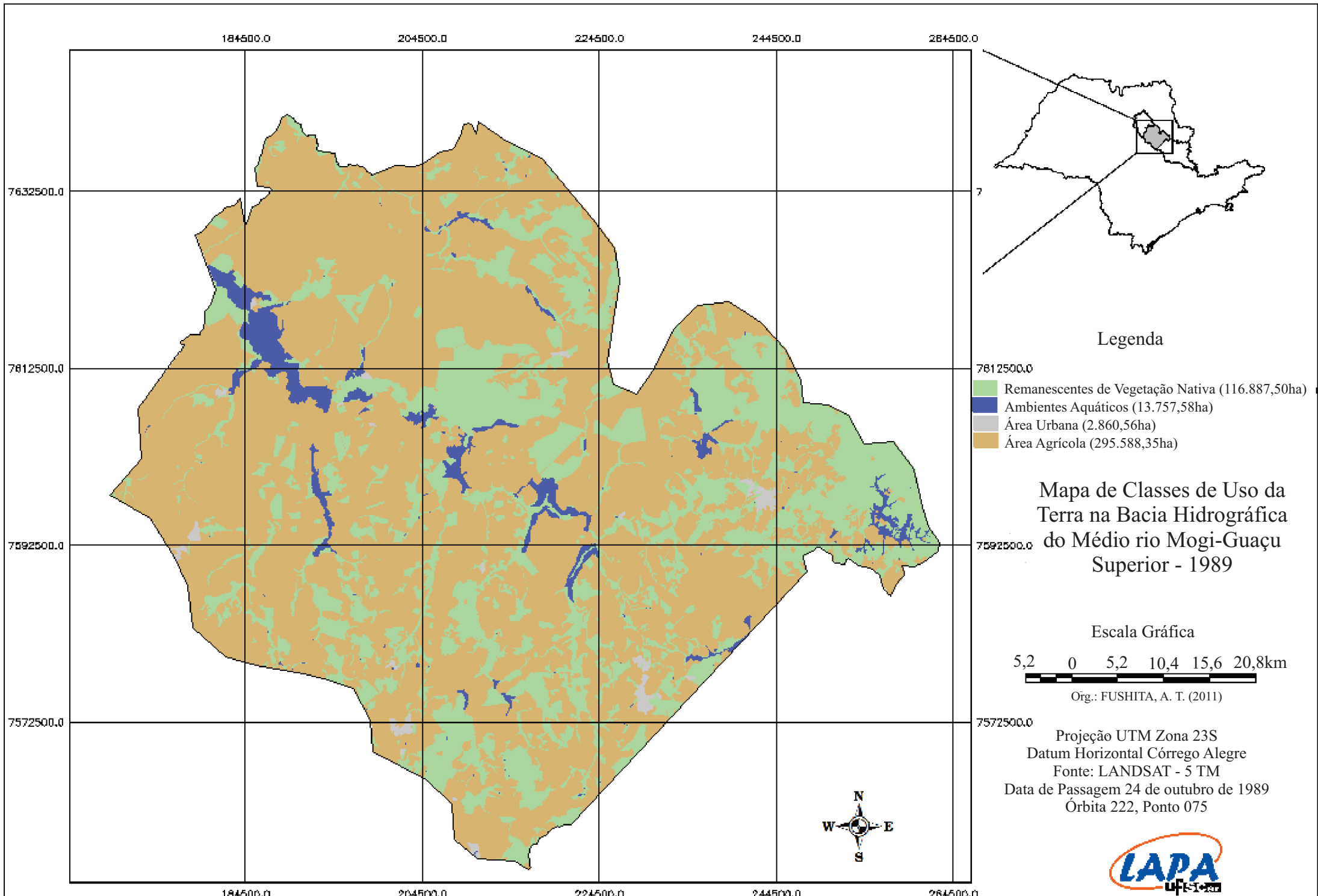
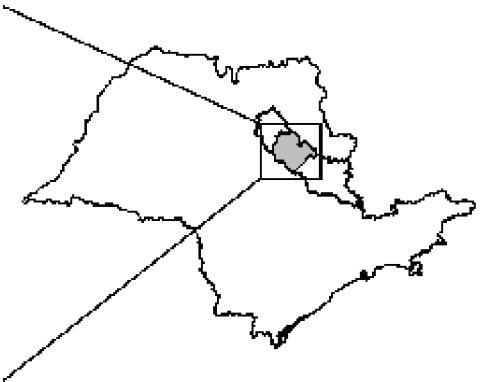
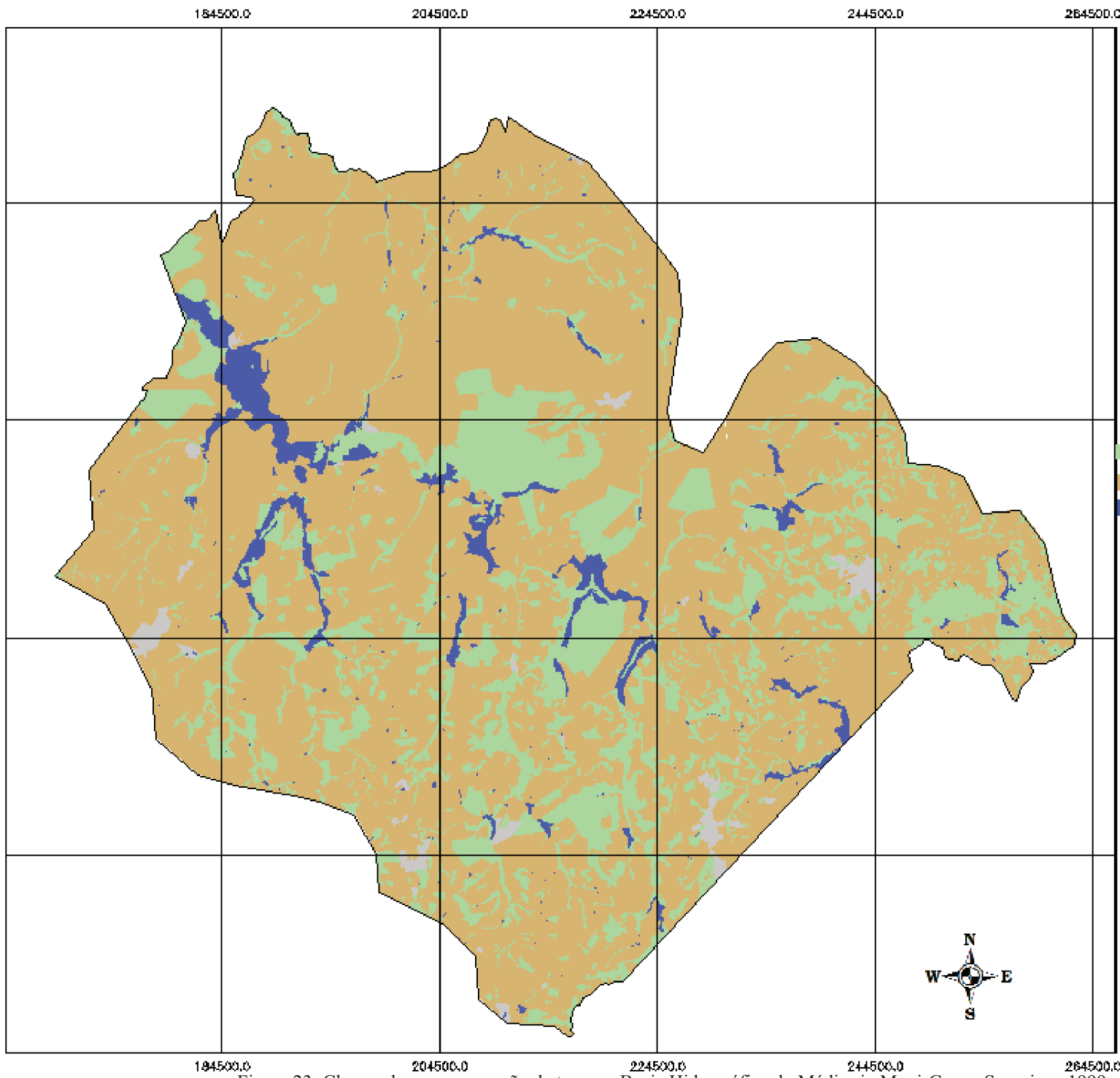


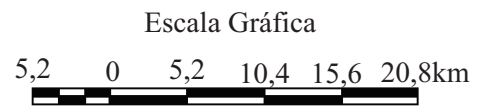
Figura 22: Classes de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior - 1989.
Org.: FUSHITA (2011).



Legenda

- Remanescentes de Vegetação Nativa (88.500,42ha)
- Ambientes Aquáticos (15.749,28ha)
- Área Urbana (5.166,09ha)
- Área Agrícola (319.667,58ha)

Mapa de Classes de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior - 1999



Org.: FUSHITA, A. T. (2011)

Projeção UTM Zona 23S
 Datum Horizontal Córrego Alegre
 Fonte: LANDSAT - 5 TM
 Órbita 222, Ponto 075



Figura 23: Classes de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior - 1999.
 Org.: FUSHITA (2011).

Tabela 4: Classes de uso e ocupação da terra da região da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG/RP) em 2003 (Miranda et al., 2005) e da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu (UGB) em 2009 (área em hectares) e a porcentagem ocupada por cada classe.

| Classes | ABAG/RP (2003) | | UGB (1999) | | UGB (2009) | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Áreas agrícolas | 2.952.427 | 80,4 | 319.678,21 | 74,5 | 331.237,80 | 77,2 |
| Remanescentes de vegetação nativa | 592.599 | 16,1 | 88.500,42 | 20,6 | 77.823,63 | 18,14 |
| Áreas urbanas/antropizadas | 75.707 | 2,1 | 5.166,09 | 1,2 | 6.875,28 | 1,6 |
| Ambientes aquáticos | 516,67 | 1,4 | 15.749,28 | 3,7 | 13.157,28 | 3,1 |
| Total | 36724,00 | 100, | 429.083,37 | 100,0 | 429094,08 | 100,0 |

Org. Fushita (2011)

As mudanças na classe áreas naturais ocorridas na paisagem referem-se à redução das áreas de campo sujo e de cerrado e aumento das áreas de mata secundária (**Figura 25 a 27**), que engloba as matas ciliares e os fragmentos florestais estacionais semi-decíduais em estágio médio a avançado de regeneração. Esta dinâmica vem sendo discutida em vários estudos, para o Estado de São Paulo, relatando evidências de um processo de recuperação florestal, principalmente das matas ciliares e em áreas de preservação permanente, em decorrência ao Código Florestal que torna obrigatória a preservação e recuperação desses fragmentos e as Resoluções da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, que impedem ou limitam as intervenções em função do porte e característica dos fragmentos florestais.

A redução em áreas de campo sujo reflete a expansão das áreas agrícolas sobre as áreas naturais e principalmente nesta tipologia (vegetação em estágio pioneiro de regeneração). Diferente dos fragmentos de mata secundária em estágio médio a avançado de regeneração, conforme a legislação estadual, esta fisionomia está dispensada de autorização/licenciamento ambiental para qualquer intervenção, seja para a implantação de empreendimentos ou para a utilização da terra para fins agrícolas, o que justifica os dados obtidos em 1999, quando não foram observados fragmentos de campo sujo na região. Em contrapartida, a partir da vigência efetiva das leis ambientais, principalmente na década de 2000, verificou-se aumento de manchas com vegetação em estágio pioneiro de regeneração, que foram classificadas neste trabalho como campo sujo em 2009.

As culturas de ciclo curto predominaram na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no intervalo de tempo estudado (**Figura 25 a 27**), particularmente a cana-de-açúcar, que teve a sua expansão, principalmente após a década de 1970, resultante dos

incentivos governamentais ao setor e do aumento da utilização do álcool como combustível, influenciando também nos valores de infra-estrutura rural na bacia hidrográfica.

Na região, a citricultura também se destaca como uma importante cultura perene para a economia de alguns municípios. Entre 1989 a 1999 houve redução em sua área, entretanto no segundo intervalo, ocorreu um incremento. Esta situação pode ser explicada pela substituição das mesmas por áreas urbanizadas, principalmente os loteamentos, e pela tecnificação das culturas, determinando a expansão das culturas de ciclo curto, respectivamente.

A silvicultura que apresentou pouca alteração em porcentagem no período de estudo (Figura 25 a 27) e está presente principalmente próxima às rodovias asfaltadas, com destaque a indústria de papel e celulose, que é a principal responsável pelo plantio de *Eucaliptus* spp. no entorno das Unidades de Conservação. As áreas urbanas, apesar de ocuparem cerca de 2% da área total da bacia hidrográfica, foi a classe de uso em que houve alteração significativa dos tipos de uso predominantes para o período de estudo.

O loteamento foi caracterizado como ocupação urbana com predominância de gramíneas ou áreas verdes, destacou pela pouca representatividade em 1989 e um aumento superior a 500% em 2009, refletindo a tendência de expansão urbana. Também foi detectado um incremento nos tipos de uso urbanização de alta densidade (áreas urbanizadas com impermeabilização superior a 70% da superfície) e de média densidade (áreas com impermeabilização entre 40 e 70% da superfície) (Figura 25 a 27). Ao contrário dos grandes centros metropolitanos, onde se verifica o processo de verticalização, uma vez que as alternativas para o crescimento urbano são poucas, os municípios da região, mesmo aqueles em que a infra-estrutura de saúde, de educação e os equipamentos sociais demonstram a condição de pólos urbanos, o crescimento se apresenta horizontal, com a expansão para áreas próximas aos núcleos já existentes.

Os mapas de uso e ocupação da terra para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período entre 1989 a 2009, estão apresentados nas Figuras de 25 a 27.

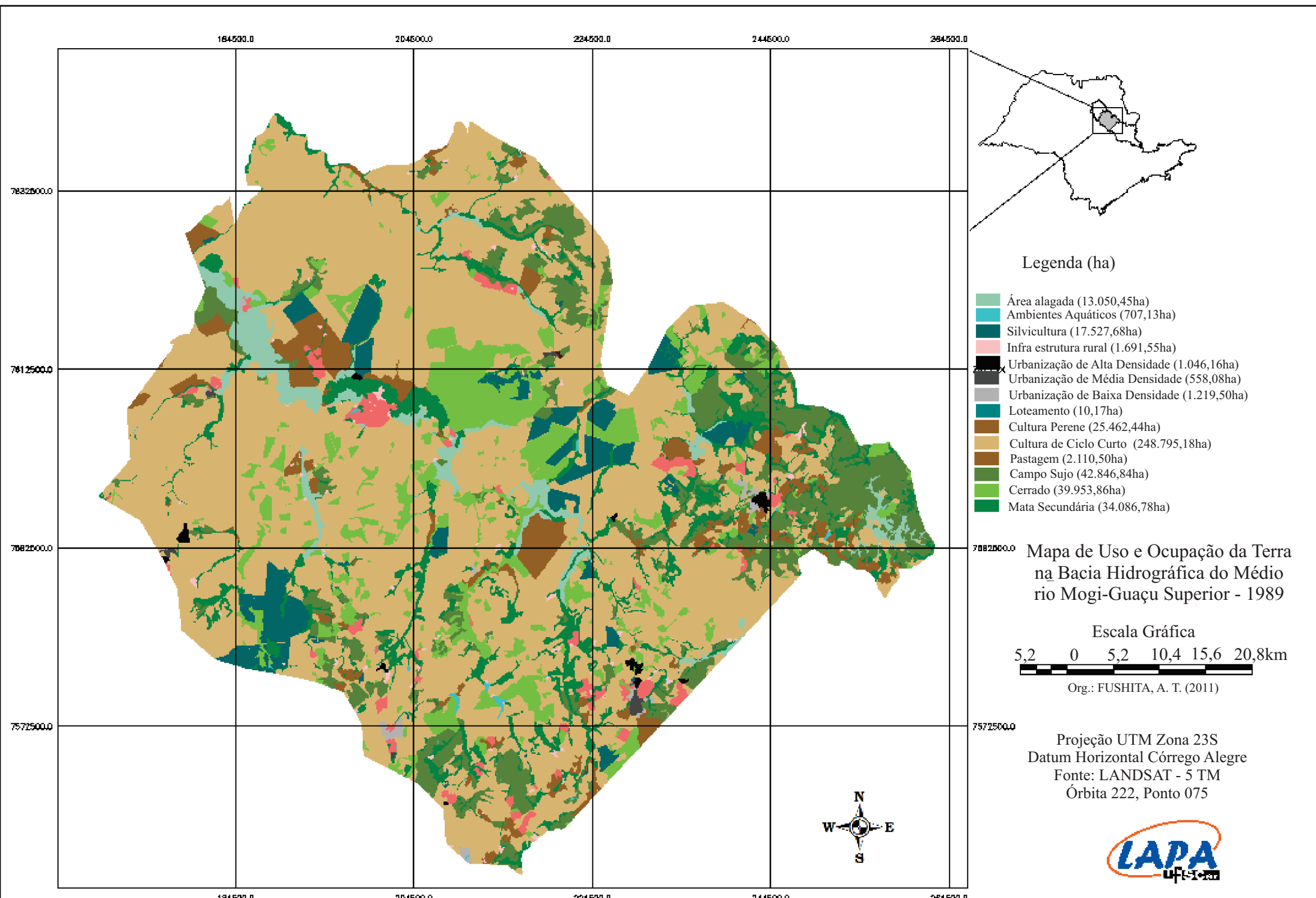


Figura 25: Mapa de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior - 1989.

Org.: FUSHITA (2011).



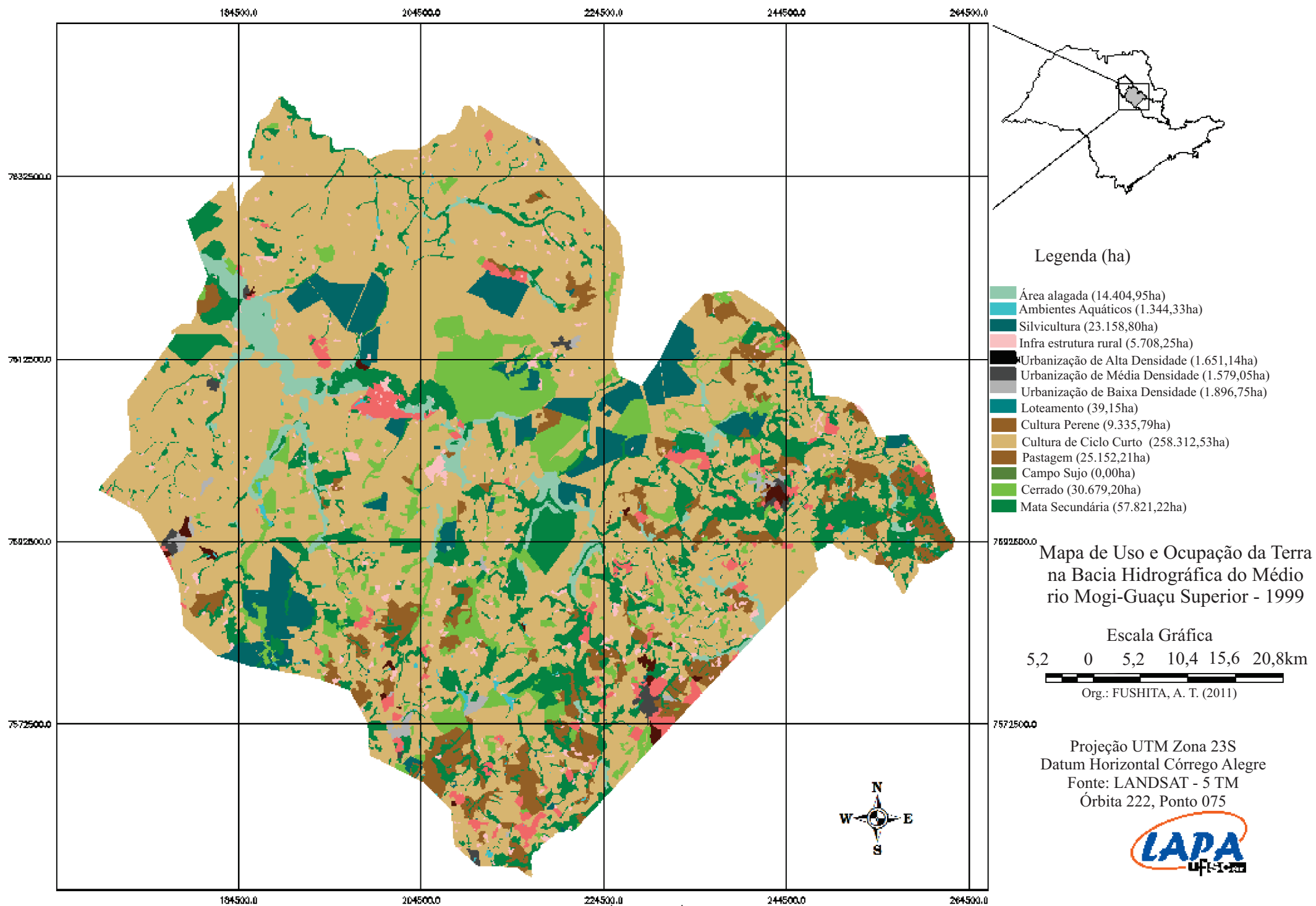
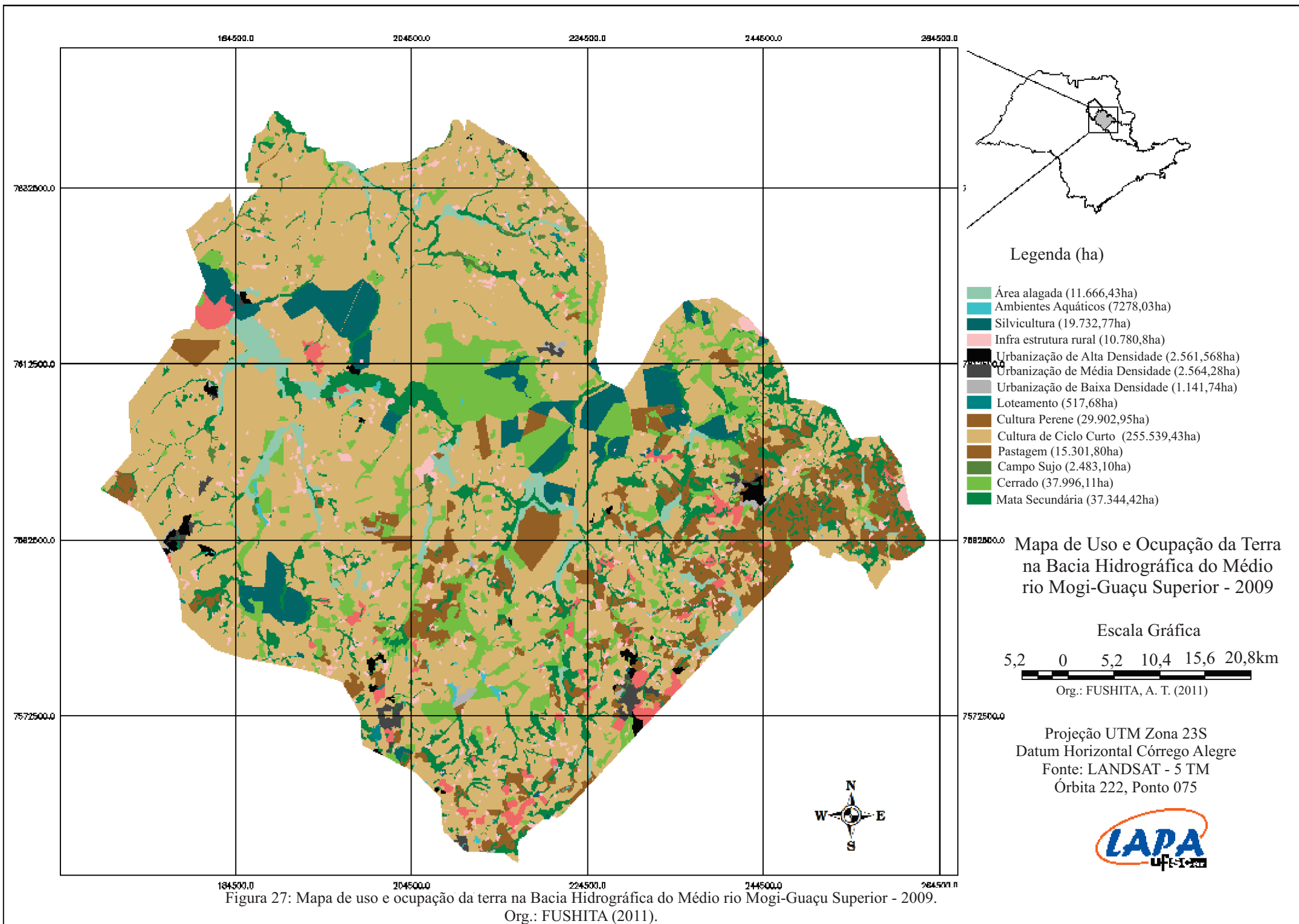


Figura 26: Mapa de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior - 1999.
Org.: FUSHITA (2011).



4.2. Caracterização das unidades da paisagem

4.2.1. Unidades Geomorfológicas

As unidades geomorfológicas são referentes às três províncias geomorfológicas, sendo: Cuestas Basálticas (UGM-1), Depressão Periférica (UGM-2) e Planalto Ocidental (UGM-3) (**Figura 28**)

A província geomorfológica Cuestas Basálticas possui um relevo dissimétrico, constituído de um lado por um perfil côncavo em declive íngreme, denominado frente e, do outro, de perfil suavemente inclinado, denominado reverso. É na área do reservo que se situam os solos conhecidos como latossolos roxos, de grande fertilidade agrícola (IPT, 1981). Observam-se nessa área morros arredondados, morros alongados e colinas amplas.

A Depressão Periférica (UGM-2) apresenta relevo uniforme, com vales, planícies aluviais, caracteriza-se por formas suavizadas, levemente onduladas e constituídas por colinas amplas, colinas médias e morros amplos, sendo constituídas litologicamente na sua maior parte por areia, resultando na formação de solos ácidos e pobres em fertilidade. Destaca-se por ser área de recarga do aquífero Botucatu-Pirambóia (IPT, 1981).

O Planalto Ocidental é constituído por diversas formações predominantemente areníticas e o relevo é, em geral, levemente ondulado, com predomínio de colinas e morrotes (IPT, 1981).

4.2.1.1. Cuestas Basálticas (UGM-1)

Esta unidade da paisagem ocupa 298.286,46 ha (69,52% da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior). As cotas altimétricas variam entre 500 a 1.100 m, com predomínio entre 600 a 800m. Não foi observada variação significativa entre as direções de vertentes e a declividade do terreno concentra-se em 13%, que é considerada propícia para atividades agrícolas (terreno plano a suave ondulado) (**Figura 29a a c**). Predominam morros amplos, solos do tipo latossolo e formação geológica Botucatu-Pirambóia e Formação Serra Geral, ambos do Grupo São Bento, como mostra a **Figura 30a a c**).

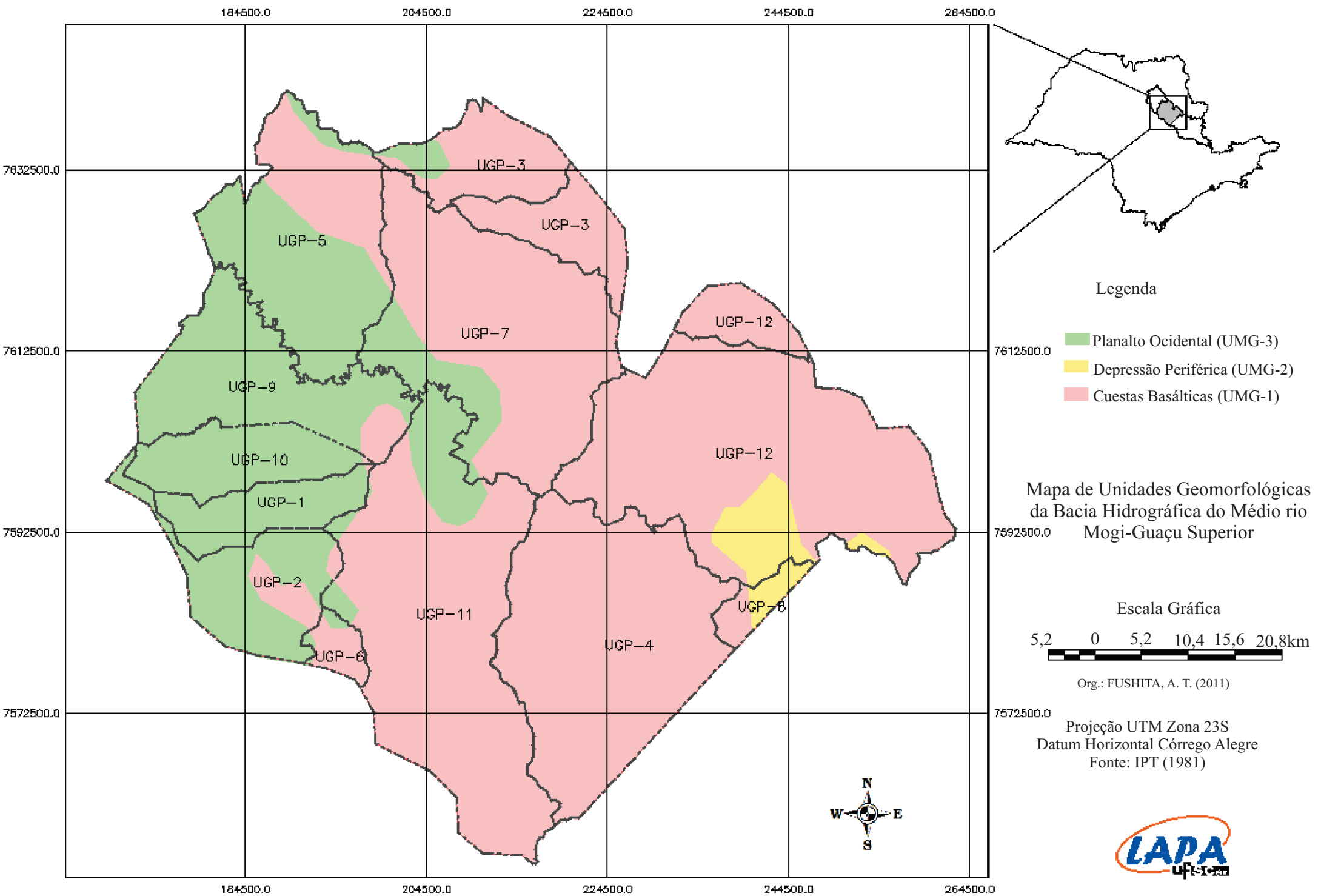


Figura 28: Unidades Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

Org.: FUSHITA (2011).

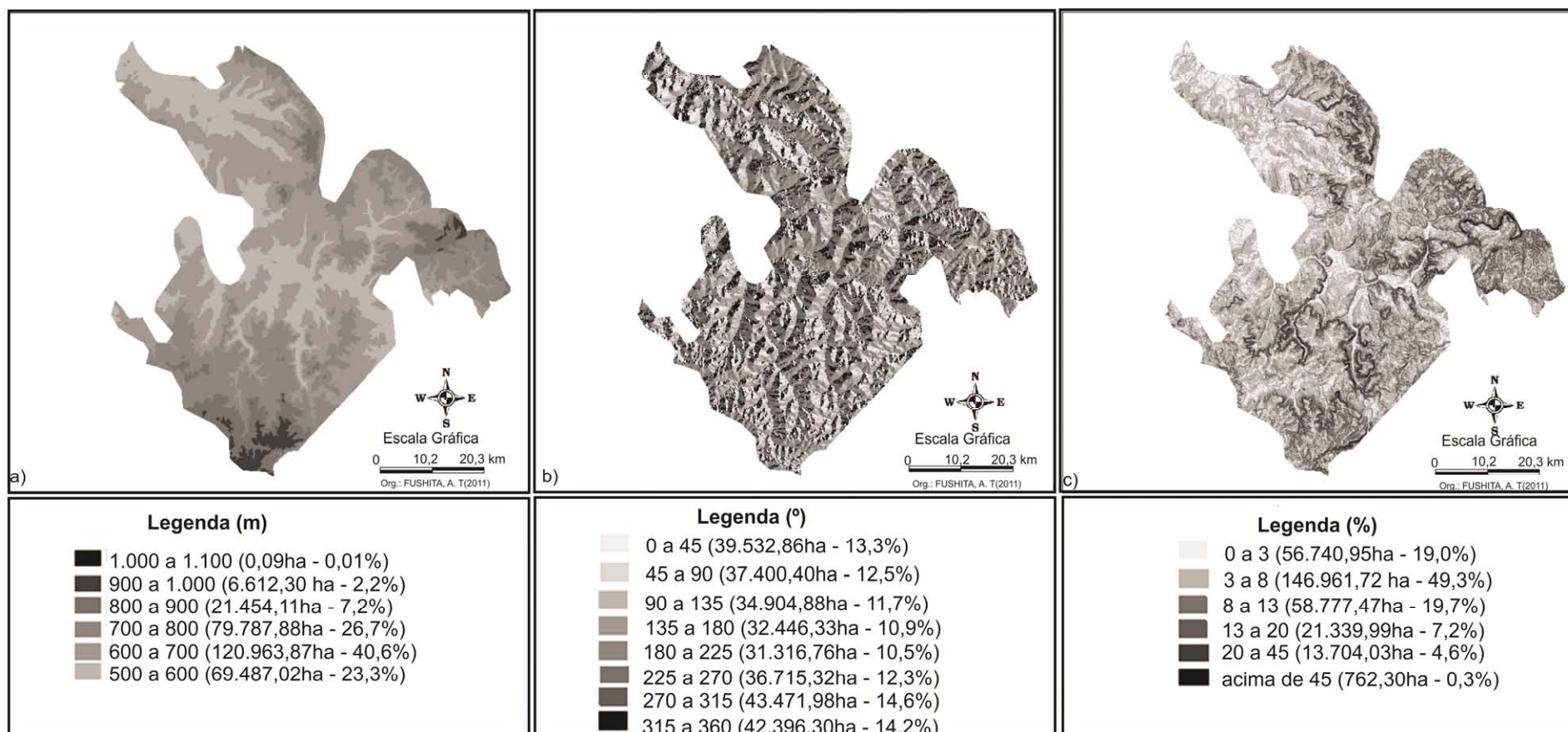


Figura 29: Mapas da UGM-1 Cuestas Basálticas: a)altimetria; b)orientação de vertentes e c)declividade.

Fonte: FUSHITA (2011).

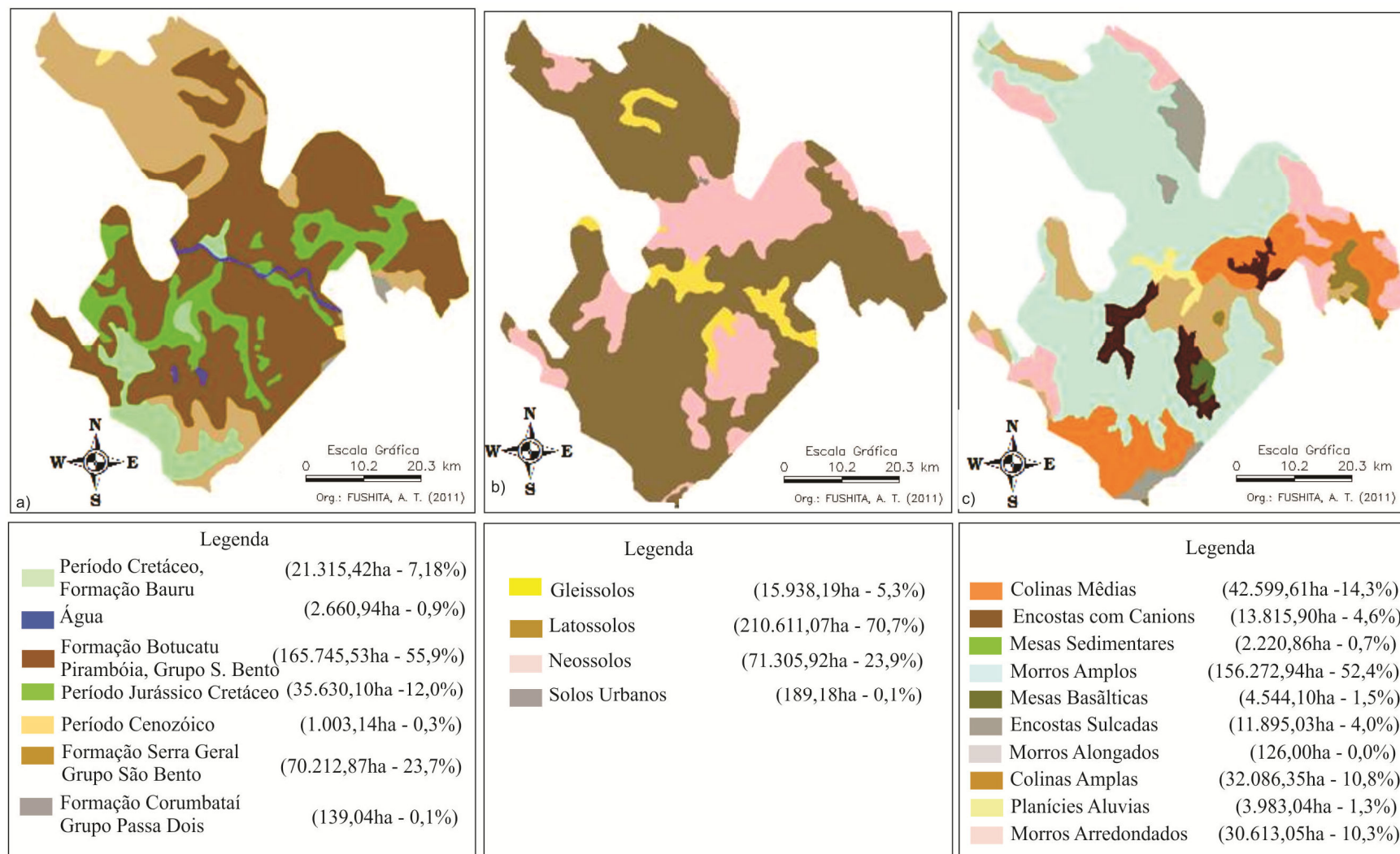


Figura 30: Mapas da UGM-1 Cuestas Basálticas a) geologia; b) tipos de solo e c) formas de relevo.
Fonte: FUSHITA (2011).

As áreas agrícolas aumentaram gradativamente entre 1989 e 2009, situação inversa observada para os remanescentes de vegetação nativa. Houve um incremento das áreas urbanas em 2009 de quase três vezes a ocupação observada em 1989 (**Figura 31a a c**).

Entre 1989 e 2009 houve redução das áreas ocupadas pelo campo sujo nesta unidade da paisagem, enquanto houve aumento das matas secundárias neste intervalo. Considerando o segundo intervalo, houve aumento em áreas de cerrado e a redução de mata secundária, ambos alcançando valores próximos aos de 1989 (**Tabela 5**). Deve-se ressaltar que é nesta UGM que estão inseridas as duas Unidades de Conservação da Bacia do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (Parque Estadual de Vassununga e Estação Ecológica de Jataí).

Na classe ambientes aquáticos e áreas alagadas, houve incremento em área nos dois tipos de uso. Os ambientes aquáticos referem-se aos rios, córregos e reservatórios, sendo este o responsável pela variação nesse tipo de uso (**Tabela 5**).

As culturas de ciclo curto predominaram na UGM-1, em especial as culturas de cana-de-açúcar. A área ocupada por esta cultura não apresentou variações entre os anos estudados. A infra-estrutura rural, por sua vez, teve aumento em área entre os anos estudados (**Tabela 5**), reflexo da tecnificação das lavouras e a construção de estrutura para o beneficiamento dos produtos agrícolas.

A cultura perene sofreu redução no primeiro período e um aumento no segundo período. Entretanto, a área ocupada por este uso em 2009 é superior ao utilizado em 1989.

No intervalo estudado, as áreas de média densidade aumentaram em cinco vezes e de alta densidade duplicou. Apesar de pouco representativo, devem-se destacar os loteamentos que surgiram nesse período. Em 1989 os loteamentos ocupavam 10,17 ha e em 2009 passaram para 456,75 ha (**Tabela 5**).

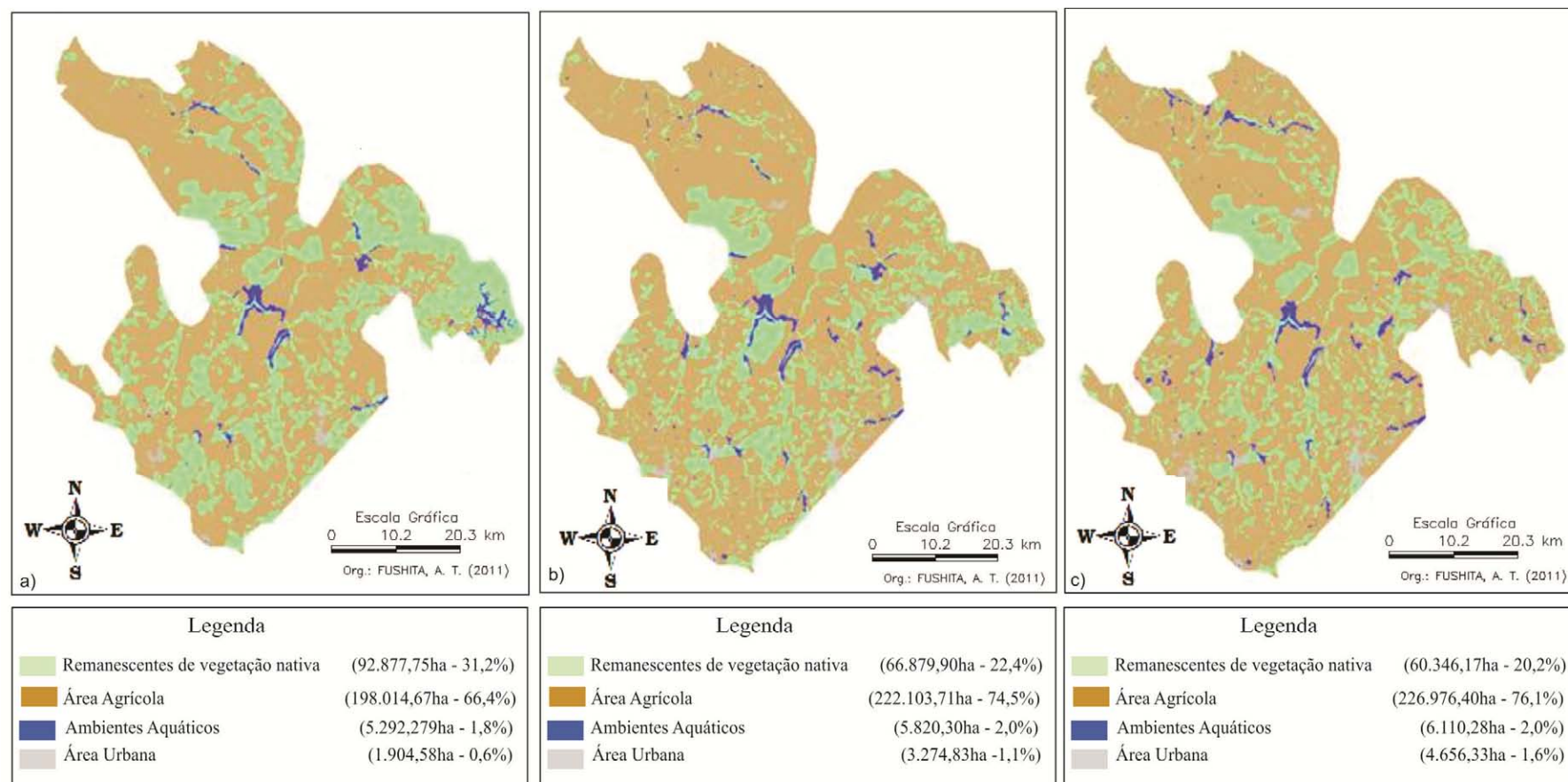


Figura 31: Mapas da UGM-1- Província Geomorfológica Cuestas Basálticas, a) classes de uso e ocupação da terra em 1989; b) classes de uso e ocupação da terra em 1999 e c) classes de uso e ocupação da terra em 2009).

Fonte: FUSHITA, A. T. (2011).

Tabela 5: Classes de uso e ocupação da terra na UGM1 – Cuestas Basálticas em 1989, 1999 e 2009

| Tipos de Uso e Ocupação da terra | | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
|---|--------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | Mata Secundária | 26.002,89 | 8,7 | 42.594,36 | 14,3 | 27.564,94 | 9,2 |
| | Cerrado | 30.421,44 | 10,2 | 24.287,90 | 8,1 | 31.104,82 | 10,4 |
| | Campo Sujo | 36.453,42 | 12,2 | 0,00 | 0,0 | 1.676,43 | 0,6 |
| Áreas agrícolas | Pastagem | 975,42 | 0,3 | 22.737,59 | 7,6 | 12.873,15 | 4,3 |
| | Cultura de Ciclo Curto | 168.865,29 | 56,6 | 173.468,08 | 58,2 | 170.994,83 | 57,4 |
| | Cultura Perene | 15.553,44 | 5,2 | 6.824,31 | 2,3 | 23.513,14 | 7,9 |
| | Silvicultura | 11.410,65 | 3,8 | 15.291,72 | 5,1 | 12.004,74 | 4,0 |
| | Infra Estrutura Rural | 1.209,87 | 0,4 | 3.789,85 | 1,3 | 7.590,60 | 2,5 |
| Áreas urbanas | Loteamento | 10,17 | 0,0 | 39,15 | 0,0 | 456,75 | 0,2 |
| | Urbanização de Baixa Densidade | 956,88 | 0,3 | 1.381,28 | 0,5 | 786,60 | 0,3 |
| | Urbanização de Média Densidade | 400,41 | 0,1 | 1.017,85 | 0,3 | 2.070,72 | 0,7 |
| | Urbanização de Alta Densidade | 537,12 | 0,2 | 836,67 | 0,3 | 1.342,26 | 0,5 |
| Ambientes aquáticos e áreas alagadas | Ambiente Aquático | 592,47 | 0,2 | 942,69 | 0,3 | 1.017,72 | 0,3 |
| | Área Alagada | 4.699,80 | 1,6 | 4.877,81 | 1,6 | 5.092,56 | 1,7 |
| TOTAL | | 298.089,27 | 100,0 | 298.089,27 | 100,0 | 298.089,27 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011).

4.2.1.2. Depressão Periférica (UGM-2)

Esta unidade da paisagem ocupa 2,41% (10.351,08 ha) e é a menor unidade da paisagem. É verificado o predomínio de declividade até 8 % (terreno plano a suave ondulado), que é propício para atividades agrícolas. As cotas altimétricas variam de 500 m a 900 m, concentrando entre 500 m e 600 m. Quanto à orientação de vertentes, as áreas com vertente entre Norte e Leste ocupam menor área enquanto as vertentes entre Sudeste e Sudoeste aparecem em maior porcentagem (**Figura 32a, b e c**).

As colinas amplas ocupam 55,3% da UGM-2 que juntamente com os morros arredondados representam 90% desta unidade da paisagem. Os latossolos são o tipo de solo predominante da UGM-2. A Formação Corumbataí (Grupo Passa Dois) e a Formação Botucatu Pirambóia (Grupo São Bento) são as formações geológicas que ocupam maiores áreas da UGM-2 (33,42% e 30,17%, respectivamente) (**Figura 33a, b e c**).

Pode-se observar o aumento gradativo das áreas agrícolas entre 1989 a 2009 e neste último período, ocupa 81,1%. Inversamente, houve redução em área dos remanescentes de vegetação nativa, resultando em manchas dispersas em 2009 (**Figura 34a, b e c**).

A **Tabela 6** apresenta a distribuição dos tipos de uso para a UGM-2 Depressão Periférica no período 1989 e 2009 e observa-se que o tipo de uso e ocupação que mais sofreu redução foi o campo sujo, que ocupava 2.395,89 ha em 1989 e não foi registrado nos anos seguintes. O cerrado teve diminuição gradativa entre os anos e a mata secundária aumentou em área entre 1989 a 1999 e voltou a reduzir entre 1999 e 2009. Entretanto, a área ocupada pela mata secundária em 2009 é superior ao encontrado em 1989.

A cultura de ciclo curto, assim como a UGM-1, é o tipo predominante na UGM-2, porém houve redução entre 1999 e 2009. As áreas ocupadas por pastagem aumentaram gradativamente entre 1989 e 2009, devendo ressaltar que no primeiro período, não foi registrado áreas de pastagem.

Da mesma forma que na UGM-1 e na bacia hidrográfica, as áreas urbanas apresentaram aumento em área, sendo a urbanização de alta densidade aquela que apresentou maior incremento.

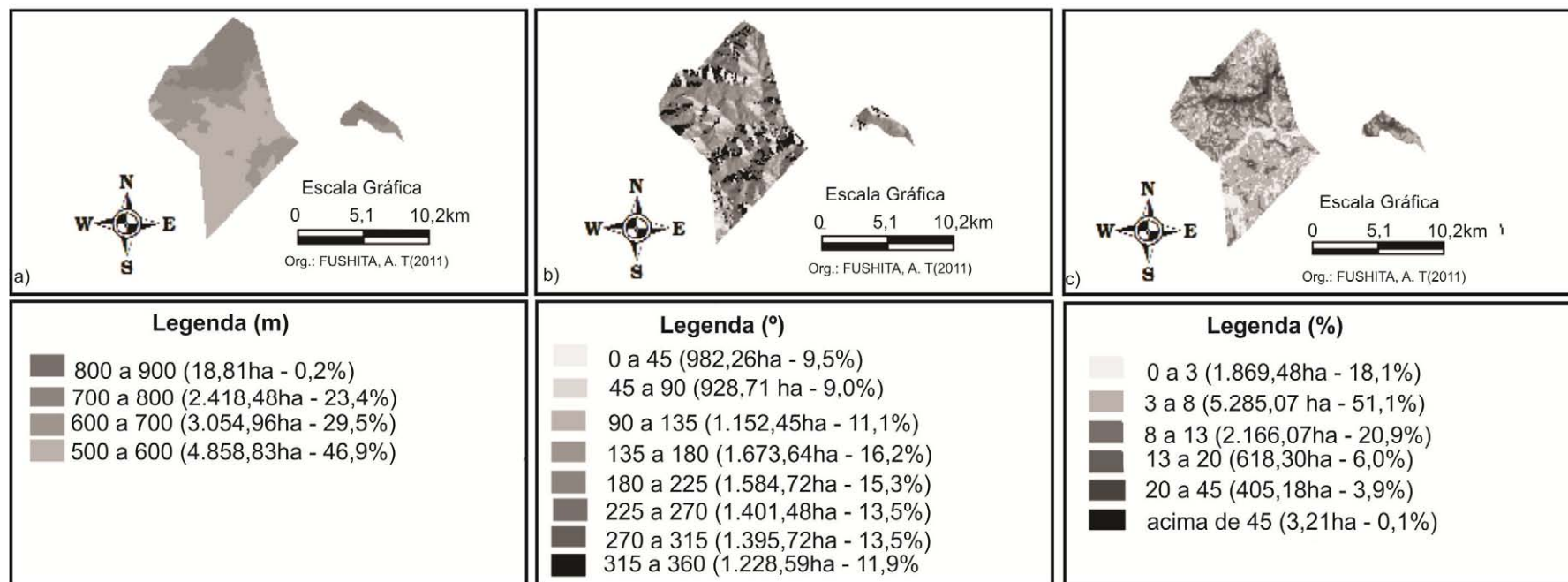


Figura 32: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a)altimetria; b)orientação de vertentes e c)declividade.
Fonte: FUSHITA (2011).

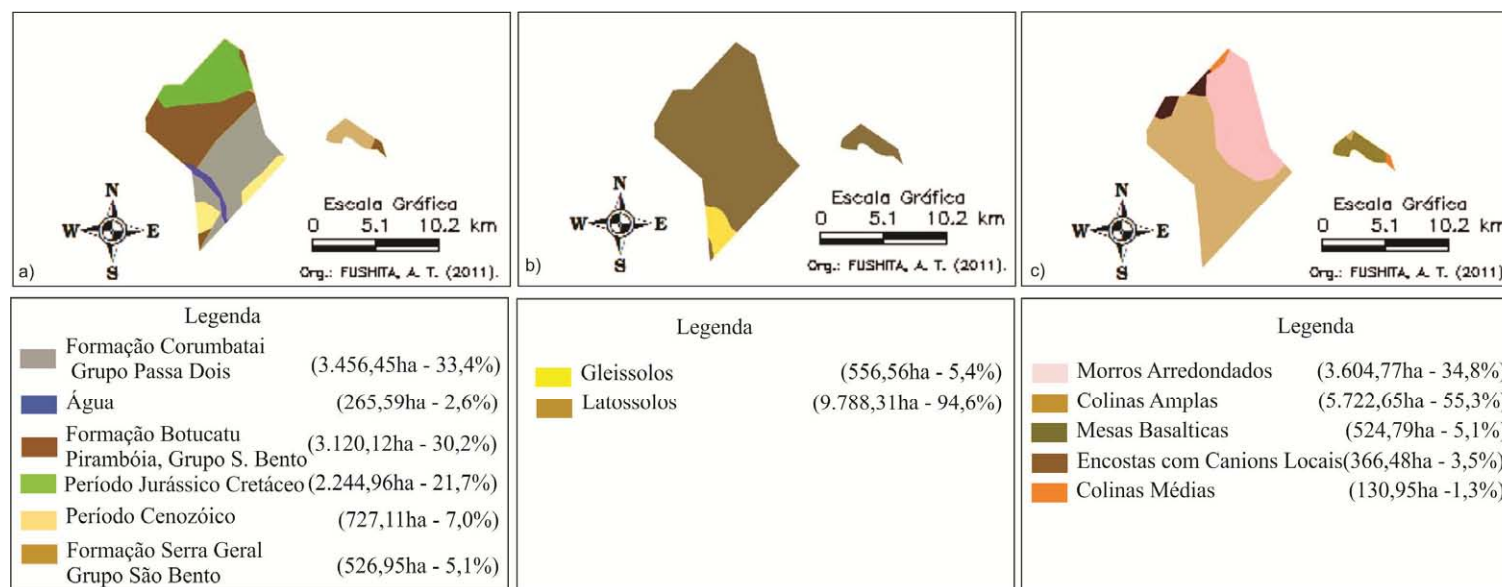


Figura 33: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a) geologia; b) tipos de solo e c) formas de relevo. Fonte: FUSHITA (2011).

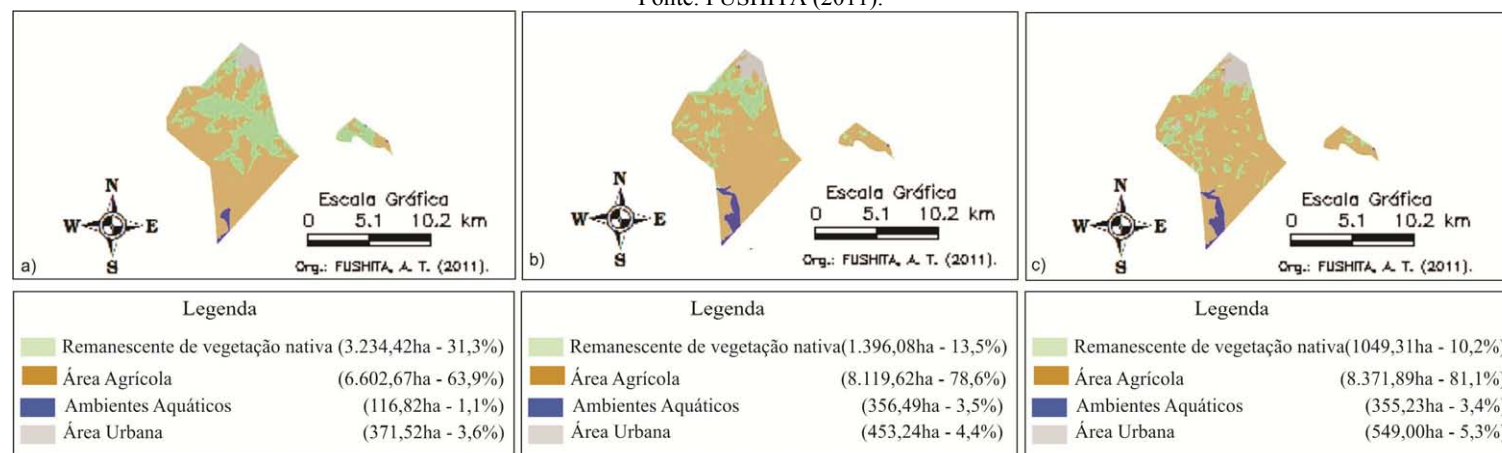


Figura 34: Mapas da UGM-2 – Província Geomorfológica Depressão Periférica: a) classes de uso da terra em 1989; b) classes de uso da terra em 1999 e c) classes de uso da terra em 2009. Fonte: FUSHITA (2011).

Tabela 6: Classes de uso e ocupação da terra na UGM-2 – Depressão Periférica em 1989, 1999 e 2009.

| Tipos de Uso e Ocupação da terra | | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
|---|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | Mata Secundária | 400,41 | 3,9 | 1.196,37 | 11,6 | 749,43 | 7,3 |
| | Cerrado | 438,12 | 4,2 | 199,71 | 1,9 | 299,88 | 2,9 |
| | Campo Sujo | 2.395,89 | 23,2 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Áreas agrícolas | Pastagem | 0,00 | 0,0 | 846,81 | 8,2 | 1.686,42 | 16,3 |
| | Cultura de Ciclo Curto | 6.371,28 | 61,7 | 7.059,87 | 68,4 | 6.237,99 | 60,4 |
| | Cultura Perene | 129,33 | 1,3 | 129,33 | 1,3 | 129,33 | 1,3 |
| | Silvicultura | 93,87 | 0,9 | 4,50 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| | Infra Estrutura Rural | 8,19 | 0,1 | 79,11 | 0,8 | 318,15 | 3,1 |
| Áreas urbanas | Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 30,69 | 0,3 |
| | Urbanização de Baixa Densidade | 144,27 | 1,4 | 51,57 | 0,5 | 183,78 | 1,8 |
| | Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 137,97 | 1,3 | 0,27 | 0,0 |
| | Urbanização de Alta Densidade | 227,25 | 2,2 | 263,70 | 2,6 | 334,26 | 3,2 |
| Ambientes aquáticos e áreas alagadas | Ambiente Aquático | 5,31 | 0,1 | 5,58 | 0,1 | 25,11 | 0,2 |
| | Área Alagada | 111,51 | 1,1 | 350,91 | 3,4 | 330,12 | 3,2 |
| TOTAL | | 10.325,43 | 100,0 | 10.325,43 | 100,0 | 10.325,43 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011).

4.2.1.3. Planalto Ocidental (UGM-3)

O Planalto Ocidental ocupa 28,07% da bacia hidrográfica (120.434,13 ha), predominando as cotas altimétricas entre 500 m e 600 m, declividade até 8% e sem variação brusca entre as direções de vertentes (**Figura 35a, b e c**). Verificam-se a Formação Geológica do Grupo São Bento (Formação Botucatu-Pirambóia e Formação de Serra Geral), solos do tipo latossolo e colinas amplas (**Figura 36a, b e c**).

As áreas agrícolas e áreas urbanas aumentaram no intervalo estudado, enquanto os remanescentes de vegetação nativa diminuíram (**Figura 37a, b e c**). O campo sujo não foi registrado em 1999 e ocupa uma área de 794,16 ha em 2009, que é inferior ao observado em 1989 (**Tabela 7**). A tipologia mata secundária apresentou acréscimo entre 1989 a 1999 e redução entre 1999 e 2009, entretanto a área ocupada é maior do que em 1989. A variação da classe ambientes aquáticos e áreas alagadas pode ser em virtude do aumento dos ambientes aquáticos, em especial, dos reservatórios (**Tabela 7**).

Detectou-se elevação gradativa de culturas de ciclo curto e da infra-estrutura rural, com a implantação de instalações para o beneficiamento da produção agrícola, como as usinas de cana-de-açúcar. Em contrapartida, houve redução das áreas destinadas às culturas perenes. As áreas de silvicultura e de pastagem tiveram aumento entre 1989 e 1999 e redução entre 1999 e 2009, sendo que a silvicultura ocupou, em 2009, área superior ao registrado em 1989. Os valores observados para as áreas urbanas entre os anos estudados devem-se principalmente ao incremento das áreas caracterizadas como urbanização de alta densidade, que triplicou nesse intervalo (**Tabela 7**).

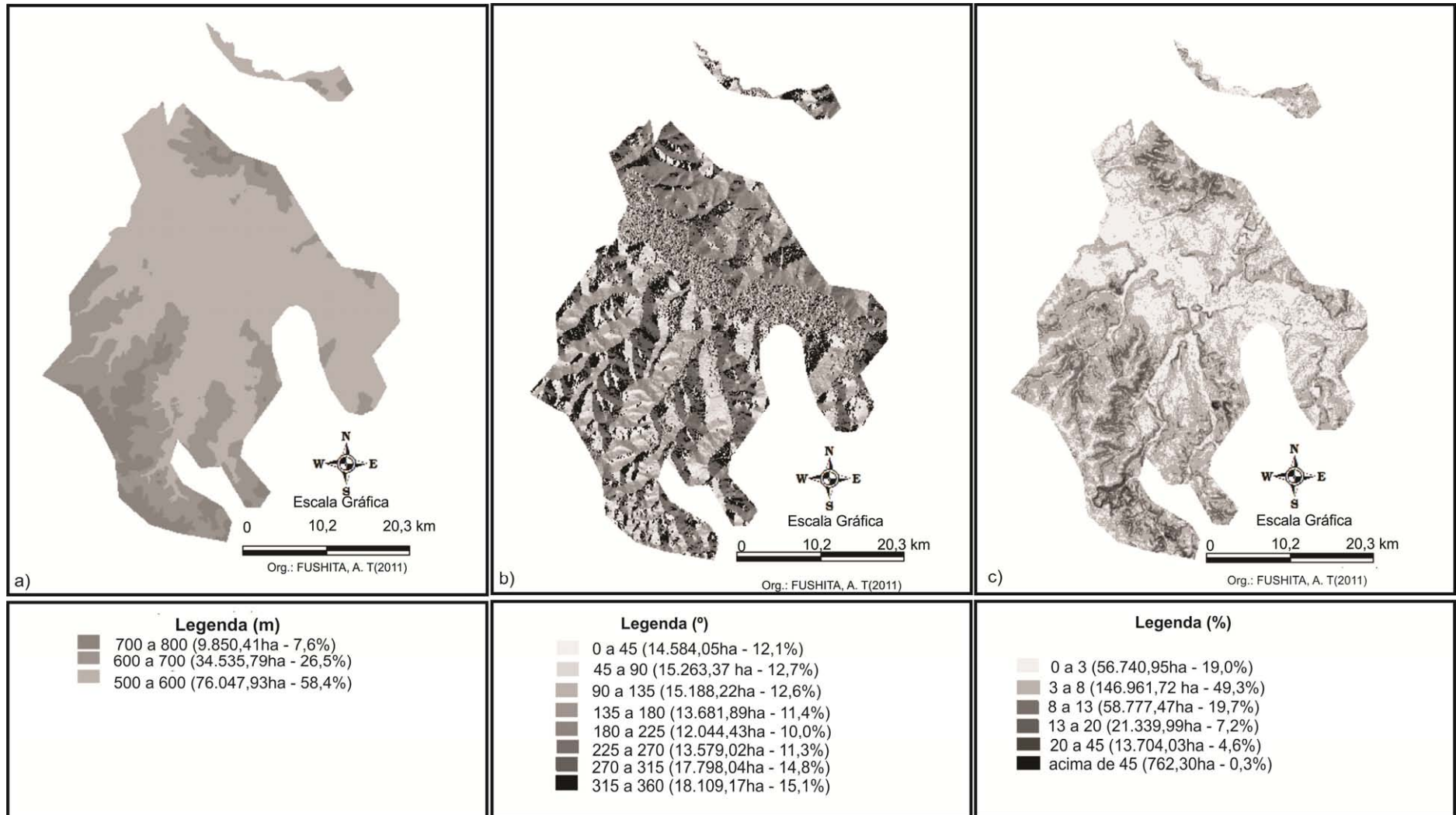


Figura 35 Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a)altimetria; b)orientação de vertentes e c)declividade.
Fonte: FUSHITA (2011).

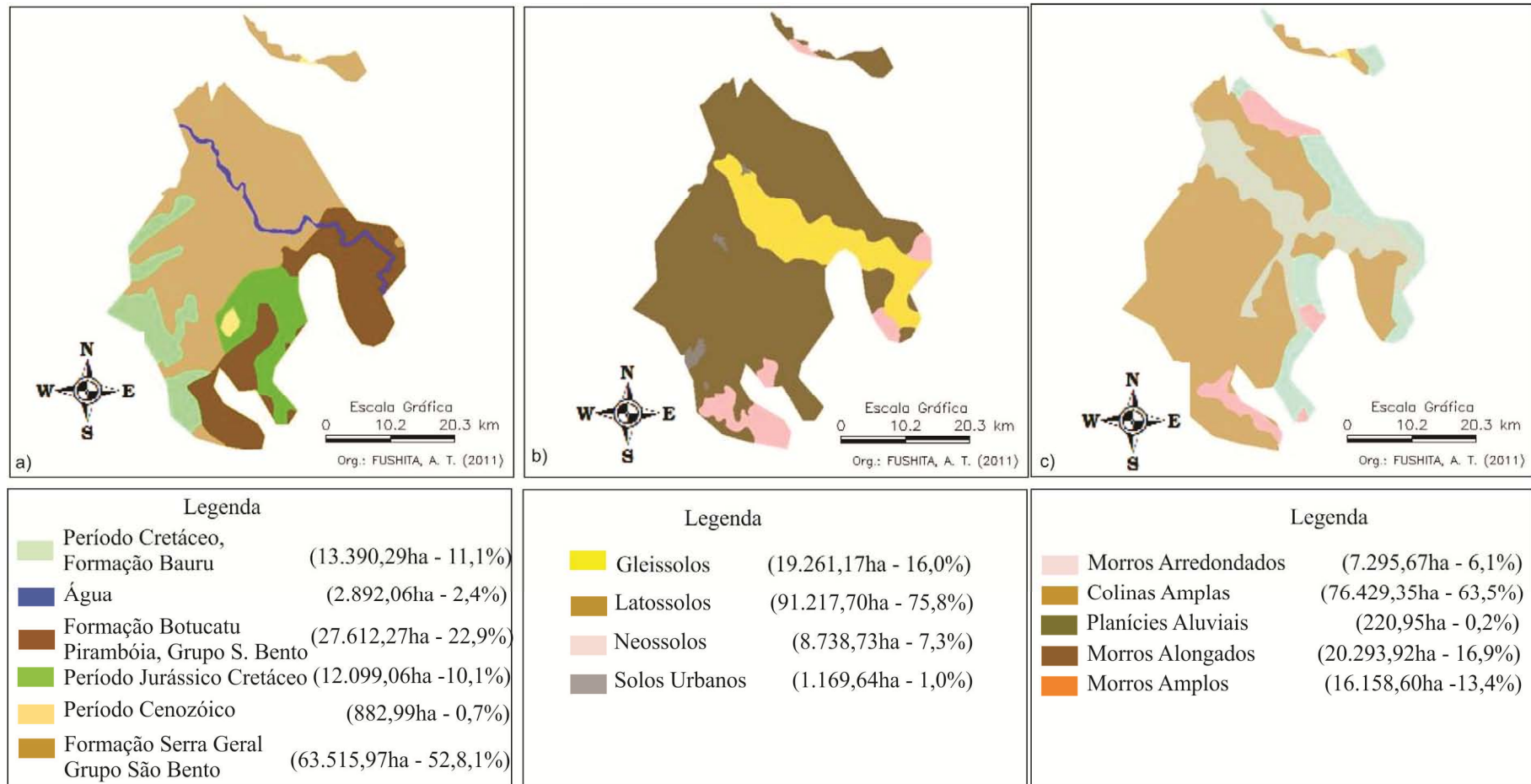


Figura 36: Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a) geologia; b) tipos de solo e c) formas de relevo.

Fonte: FUSHITA (2011).

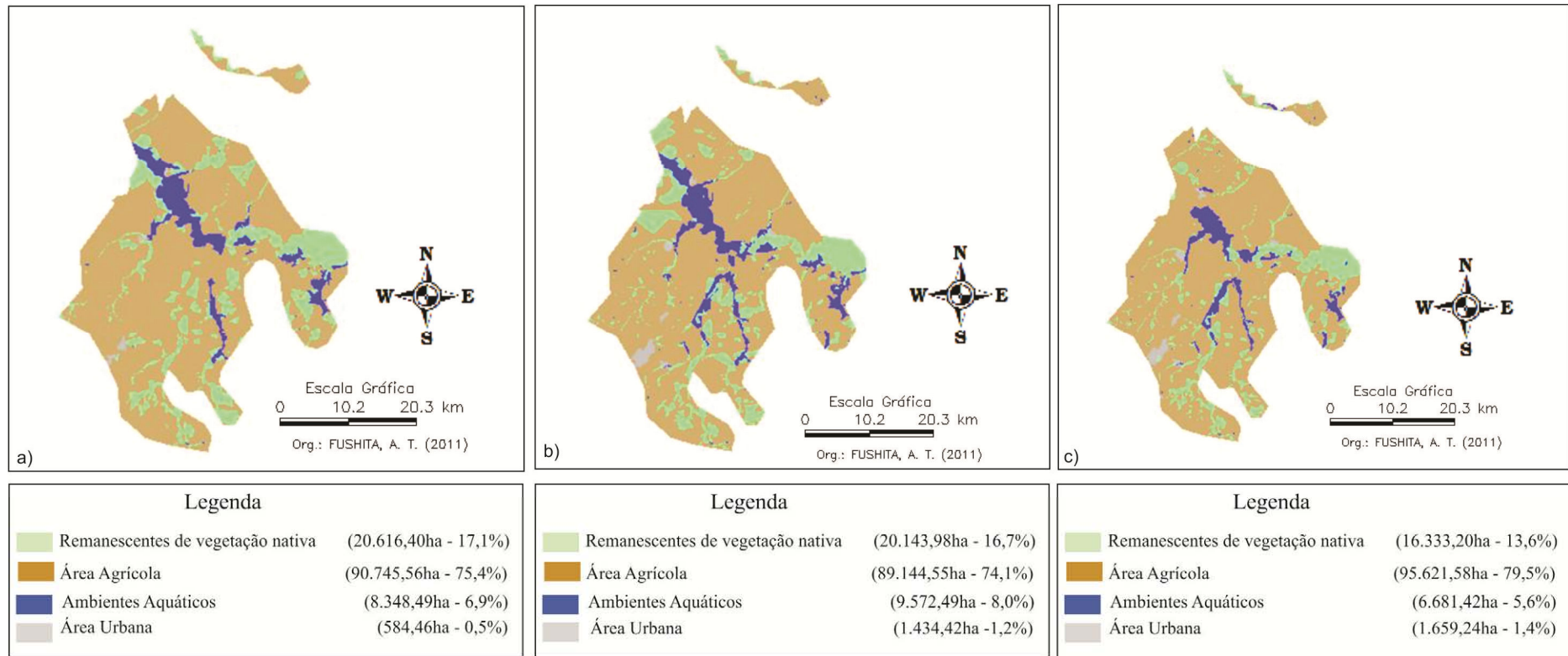


Figura 37: Mapas da UGM-3 Planalto Ocidental: a) classes de uso da terra em 1989; b) classes de uso da terra em 1999 e c) classes de uso da terra em 2009)
Fonte: FUSHITA (2011)

Tabela 7: Classes de uso e ocupação da terra na UGM-3 – Planalto Ocidental em 1989, 1999 e 2009.

| Tipos de Uso e Ocupação da terra | | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
|---|--------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | Mata Secundária | 7.609,24 | 6,3 | 13.959,18 | 11,6 | 8.960,22 | 7,4 |
| | Cerrado | 9.072,10 | 7,5 | 6.184,80 | 5,1 | 6.578,82 | 5,5 |
| | Campo Sujo | 3.935,52 | 3,3 | 0,00 | 0,0 | 794,16 | 0,7 |
| Áreas agrícolas | Pastagem | 1.125,00 | 0,9 | 1.536,03 | 1,3 | 722,88 | 0,6 |
| | Cultura de Ciclo Curto | 74.715,76 | 62,1 | 75.763,08 | 63,0 | 80.716,59 | 67,1 |
| | Cultura Perene | 8.413,30 | 7,0 | 2.163,69 | 1,8 | 3.634,74 | 3,0 |
| | Silvicultura | 6.018,04 | 5,0 | 7.847,82 | 6,5 | 7.715,07 | 6,4 |
| | Infra Estrutura Rural | 473,49 | 0,4 | 1.833,93 | 1,5 | 2.832,30 | 2,4 |
| Áreas urbanas | Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 30,24 | 0,0 |
| | Urbanização de Baixa Densidade | 118,36 | 0,1 | 461,88 | 0,4 | 171,36 | 0,1 |
| | Urbanização de Média Densidade | 157,69 | 0,1 | 493,83 | 0,4 | 486,63 | 0,4 |
| | Urbanização de Alta Densidade | 308,43 | 0,3 | 478,71 | 0,4 | 971,01 | 0,8 |
| Ambientes aquáticos e áreas alagadas | Ambiente Aquático | 109,36 | 0,1 | 396,09 | 0,3 | 448,02 | 0,4 |
| | Área Alagada | 8.239,15 | 6,8 | 9.176,40 | 7,6 | 6.233,40 | 5,2 |
| TOTAL | | 120.295,44 | 100,0 | 120.295,44 | 100,0 | 120.295,44 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011).

4.2.2. Unidades Geopolíticas

As unidades geopolíticas (UGPs) referem-se aos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu. Os municípios mais populosos da área de estudo são Araraquara e São Carlos (**Tabela 8**), entretanto não estão integralmente inseridos na Bacia Hidrográficas do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. Deve ser ressaltado que a sede administrativa de São Carlos está fora dos limites dessa bacia hidrográfica. O município menos populoso é Guatapar que também apresenta a menor área urbanizada (0,37km²). O município de Tambaú tem uma porão na área de estudo, entretanto para as análises, não foi individualizado e sua área somada ao município de Santa Rita do Passa Quatro. Os mapas da caracterizao ambiental de cada UGP com as cartas de Altimetria, Orientao de Vertentes, Declividade, Geologia, Tipos de Solos, Formas de Relevo, Classes de Uso da Terra em 1989, Classes de Uso da Terra em 1999 e Classes de Uso da Terra em 2009, estão apresentados no **APÊNDICE E**.

Tabela 8: Municípios que compoem a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior. rea total (km²), populao total (IBGE, 2010), populao urbana e área urbanizada (km²) (modificado de MIRANDA; GOMES; GUIMARÃES 2005). Org. Fushita (2011).

| | Município | rea total (km²) | Populao total | Populao urbana | rea urbanizada (km²) |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|---|
| UGP-1 | Américo Brasiliense* | 123 | 34.522 | 27.641 | 4,79 |
| UGP-2 | Araraquara | 1.004 | 208.725 | 173.569 | 38,88 |
| UGP-3 | Cravinhos* | 311 | 31.688 | 27.182 | 4,73 |
| UGP-4 | Descalvado | 754 | 31.053 | 24.136 | 4,32 |
| UGP-5 | Guatapar* | 413 | 6.966 | 4.144 | 0,37 |
| UGP-6 | Ibaté | 291 | 30.724 | 25.112 | 4,45 |
| UGP-7 | Luís Antônio* | 598 | 11.286 | 6.558 | 1,85 |
| UGP-8 | Porto Ferreira | 245 | 51.407 | 45.568 | 4,77 |
| UGP-9 | Rincão* | 316 | 10.414 | 8.257 | 2,09 |
| UGP-10 | Santa Lúcia* | 154 | 8.246 | 7.045 | 1,92 |
| UGP-11 | Santa Rita do Passa Quatro* | 754 | 26.420 | 22.493 | 4,09 |
| UGP-12 | São Carlos | 1.137 | 221.936 | 183.433 | 35,04 |
| | São Simão** | 617 | 14.350 | 11.940 | 2,61 |

*municípios integralmente inseridos na área de estudo.

** parte do município foi incorporado  UGP-3 e  UGP-11

4.2.2.1. Américo Brasiliense (UGP-1)

O município está integralmente inserido na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 38**), totalmente inserido na UGM-3. Possui área de 123 km², 34.522 habitantes (IBGE, 2010), PIB *per capita* de R\$13.336,00 e PIB a preços correntes de R\$ 413.489,00 (IBGE, 2007). A área urbanizada em 2007 era de 4,79 km² e população urbana de 27.641 habitantes (MIRANDA; GOMES; GUIMARÃES, 2007).

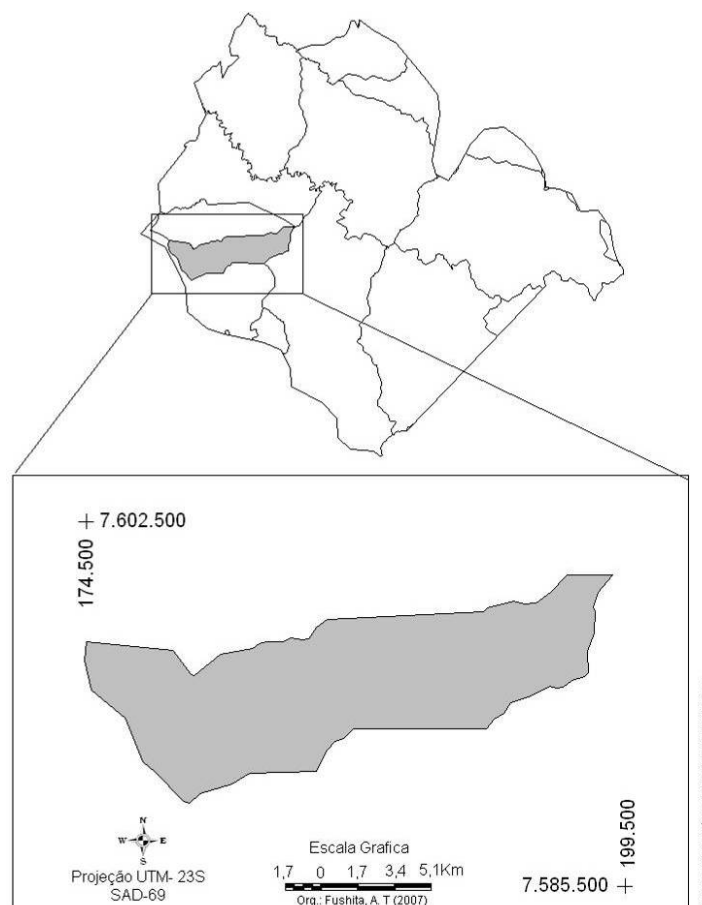


Figura 38: Localização do município de Américo Brasiliense, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Os dados referentes ao levantamento de produção agrícola e da pecuária (2009) do município apresentam um rebanho de 36.000 cabeças de frangos/galinhas/galos e a pecuária com uma produção de aproximadamente 2.000 cabeças. As culturas perenes eram de abacate, limão e tangerina, enquanto as culturas temporárias são representadas por cana-de-açúcar ocupando 9.309 há (IBGE, 2010). As cotas altimétricas variam de 500 a 800 m e a direção de vertentes que ocorre em maior porcentagem está entre o Norte e o Leste. Cerca de 96% da área do município está em declividade até 13%, considerada apta a agricultura.

O tipo Latossolos representa 95,6 % dos solos presentes na UGP-1. As formações geológicas identificadas foram Formação Botucatu-Pirambóia (16,3%), rochas intrusivas básicas (29,6%), Formação Serra Geral (30,5%) e Formação Bauru (18%). As formas de relevo desta unidade geopolítica são morros arredondados (7,45), colinas amplas (81,8%), morros alongados (6,1%) e morros amplos (4,7%).

Os tipos de usos e ocupação da terra mostram aumento em áreas urbanas com redução de áreas agrícolas entre o período de 1989 a 2009. Entretanto pode ser observado o aumento de áreas com mata secundária, provavelmente devido à recuperação de fragmentos de florestas semi-decíduais e matas ciliares. Houve redução das áreas de campo sujo, mas que não foi identificada em 1999. As áreas de cerrado praticamente mantiveram-se constantes no período de estudo. A monocultura de cana-de-açúcar foi o principal tipo de uso da terra em 1989, 1999 e 2009; entretanto foi registrada uma redução em sua área no período de estudo. As culturas perenes e a silvicultura não foram identificadas em 2009, e nos anos anteriores ocuparam menos de 0,1% da área total da UGP-1 (**Tabela 9**).

Tabela 9: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Américo Brasiliense, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Tipos de Usos | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 286,02 | 2,3 | 490,14 | 4,0 | 563,49 | 4,6 |
| Cerrado | 951,39 | 7,7 | 819,36 | 6,6 | 816,84 | 6,6 |
| Campo Sujo | 194,04 | 1,6 | 0,00 | 0,0 | 69,93 | 0,6 |
| Pastagem | 45,18 | 0,4 | 100,71 | 0,8 | 44,19 | 0,4 |
| Cultura de Ciclo Curto | 10.285,38 | 83,1 | 9.550,08 | 77,2 | 9.334,62 | 75,4 |
| Cultura Perene | 0,09 | 0,0 | 12,87 | 0,1 | 0,00 | 0,0 |
| Silvicultura | 0,00 | 0,0 | 4,14 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Infra Estrutura Rural | 23,04 | 0,2 | 61,47 | 0,5 | 218,43 | 1,8 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 303,93 | 2,5 | 40,68 | 0,3 |
| Urbanização de Média Densidade | 58,68 | 0,5 | 204,66 | 1,7 | 231,39 | 1,9 |
| Urbanização de Alta Densidade | 197,37 | 1,6 | 299,79 | 2,4 | 527,85 | 4,3 |
| Ambiente Aquático | 2,07 | 0,0 | 147,51 | 1,2 | 148,23 | 1,2 |
| Área Alagada | 329,22 | 2,7 | 377,82 | 3,1 | 376,83 | 3,0 |
| TOTAL | 12.372,48 | 100,0 | 12.372,48 | 100,0 | 12.372,48 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

Houve um incremento das áreas urbanas entre os períodos de 1989 e 1999 (de 2,1% a 6,5%), mas sem alteração significativa entre 1999 a 2009. Entretanto, pode ser evidenciado um aumento nas áreas de urbanização com alta densidade populacional, enquanto que as com baixa densidade reduziram (2,5% para 0,3). Os valores de áreas alagadas e de ambientes aquáticos foram praticamente constantes nos anos estudados, como pode ser observado na Tabela 9.

4.2.2.2. Araraquara (UGP-2)

O município de Araraquara, localizado na porção sudoeste da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior possui área de 1.004 km², dos quais 19,78% (199 km²) estão inseridos na área de estudo (**Figura 39**), sendo que uma pequena porção central desta unidade está na UGM-1 e o restante está compreendido na UGM-3. Possui 208.725 habitantes (IBGE, 2010) e o produto interno bruto *per capita* de R\$19.707,70 (IBGE, 2008).

A produção de aves foi de 90.000 cabeças e a pecuária teve um rebanho de 15.500 animais. As culturas perenes foram de abacate, limão e tangerina, enquanto as culturas temporárias são representadas por cana-de-açúcar, ocupando 49.000 ha, e milho, arroz, amendoim e algodão cultivados em 1.202 ha (IBGE 2009).

As cotas altimétricas variam entre 500 e 800 m, com maior frequência de 600 m a 700 m. As vertentes ao Norte e ao Leste estão em maior porcentagem na porção estudada. Cerca de 8,9% da área total da UGP-2 está em declividade que necessita de manejo para as práticas agrícolas e 92,36% da área está em declividade até 13%.

Nesta unidade geopolítica, ocorrem as formações geológicas Formação Botucatu-Pirambóia (57,2%), Formação Bauru (23,5%), Formação Serra Geral (7,4%) e rochas intrusivas básicas (11,9%). Verificam-se solos dos tipos latossolos (60,9%) e neossolos (37,7%). As formas de relevo presentes nesta área são colinas amplas (70,4%), morros arredondados (17,7%) e morros amplos (11,8%).

O campo sujo foi a fitofisionomia submetida à maior pressão antrópica entre os anos estudados, não sendo identificada em 1999. O cerrado teve diminuição gradativa e a mata secundária aumentou entre o período de 1989 a 1999 e reduziu no segundo período de estudo. Os ambientes aquáticos e as áreas alagadas diminuíram entre os anos estudados, em especial

as áreas alagadas que ocupavam 119,07 ha em 1989, atingindo 12,24 ha em 2009 (**Tabela 10**), que foram substituídas por áreas agrícolas.

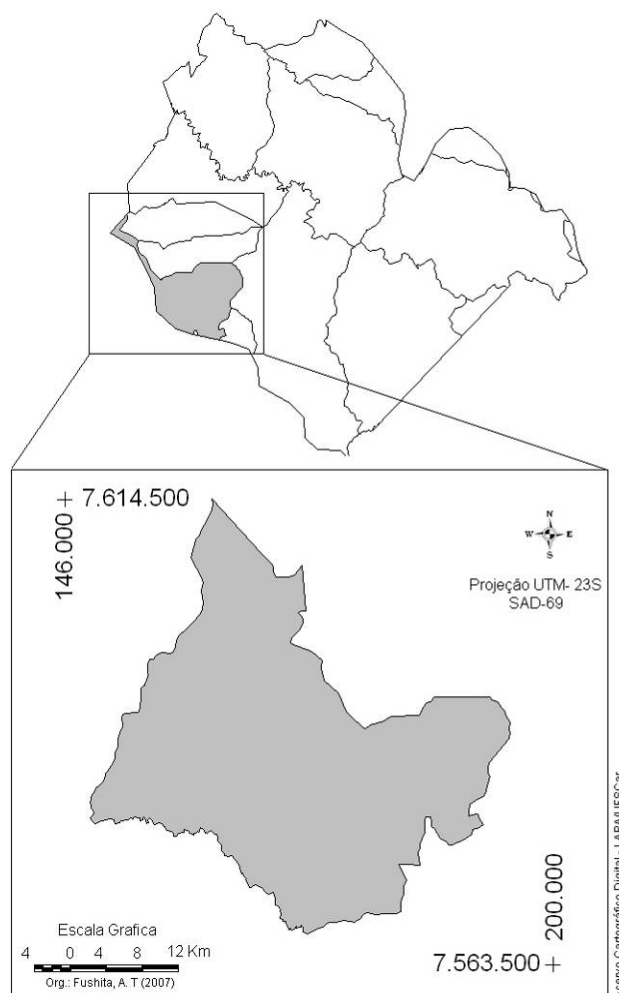


Figura 39: Localização do município de Araraquara, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

As culturas de ciclo curto após um declínio entre 1989 a 1999 aumentaram em 2009, de forma que neste ano a área ocupada por esta tipologia foi maior que em 1989. As culturas perenes e a infra-estrutura rural aumentaram gradativamente entre 1989 e 2009. As áreas de pastagem tiveram um incremento de 1989 a 1999 e diminuíram em 50% no segundo período (Tabela 10).

Houve um aumento das áreas com urbanização de alta densidade entre 1999 e 2009, e sem alteração de valores entre 1989 e 1999. As áreas de urbanização de média densidade tiveram declínio, entretanto, estas foram convertidas em urbanização de alta densidade. O loteamento que não foi observado nos dois primeiros anos de estudo ocupou 0,1% da área

total em 2009 (Tabela 10). Deve ser ressaltado que esta análise compreende somente as áreas da porção do município de Araraquara inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.

Tabela 10: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Araraquara, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 1.800,00 | 9,0 | 2.535,39 | 12,7 | 2.211,30 | 11,1 |
| Cerrado | 1.091,07 | 5,5 | 1.039,05 | 5,2 | 945,27 | 4,7 |
| Campo Sujo | 346,50 | 1,7 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Pastagem | 12,24 | 0,1 | 624,33 | 3,1 | 354,69 | 1,8 |
| Cultura de Ciclo Curto | 11.384,82 | 56,9 | 10.141,47 | 50,7 | 12.450,15 | 62,3 |
| Cultura Perene | 52,47 | 0,3 | 103,59 | 0,5 | 439,30 | 2,2 |
| Silvicultura | 4.999,50 | 25,0 | 5.028,75 | 25,1 | 3.001,68 | 15,0 |
| Infra Estrutura Rural | 84,96 | 0,4 | 238,32 | 1,2 | 385,38 | 1,9 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 24,93 | 0,1 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 67,77 | 0,3 | 61,11 | 0,3 |
| Urbanização de Média Densidade | 32,85 | 0,2 | 8,10 | 0,0 | 1,26 | 0,0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 44,46 | 0,2 | 46,08 | 0,2 | 73,62 | 0,4 |
| Ambiente Aquático | 27,45 | 0,1 | 31,14 | 0,2 | 33,66 | 0,2 |
| Área Alagada | 119,07 | 0,6 | 131,40 | 0,7 | 12,24 | 0,1 |
| TOTAL | 19.995,39 | 100,0 | 19.995,39 | 100,0 | 19.994,59 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2.3 Cravinhos (UGP-3)

O município de Cravinhos possui 31.688 habitantes, uma área total de 311km² (IBGE, 2010) e PIB *per capita* de R\$ 12.929,78 em 2009. Da área total do município, 47,71% está inserida na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu (**Figura 40**) e a maior porção da unidade pertence à UGM-1 (Cuestas Basálticas).

O setor pecuário possui um rebanho com 10.747 animais e teve a produção de 33.000 aves. As culturas permanentes são representadas por plantações de banana, café e limão, que ocupam 210 ha. As culturas temporárias possuem 21.757 ha de cana-de-açúcar e 1.022 ha com o plantio de amendoim, mandioca, milho e tomate (IBGE, 2009).

As cotas altimétricas variam de 500 a 900 m, com maior frequência entre 500 m e 700 m. As vertentes ao Norte e ao Leste ocupam menor área, em comparação com as demais direções. Predominam as declividades até 13%, que são propícias a agricultura.

As formações geológicas presentes nesta UGP são Formação Serra Geral (72,6%), Formação Botucatu-Pirambóia (26,8%) e rochas do período Cenozóico (0,5%). Verificaram solos do tipo latossolos (99,6%) e neossolos (0,4%) e as formas de relevo foram morros amplos (64,7%), morros arredondados (25,7%), colinas amplas (7,6%) e planícies aluviais (2,0%).

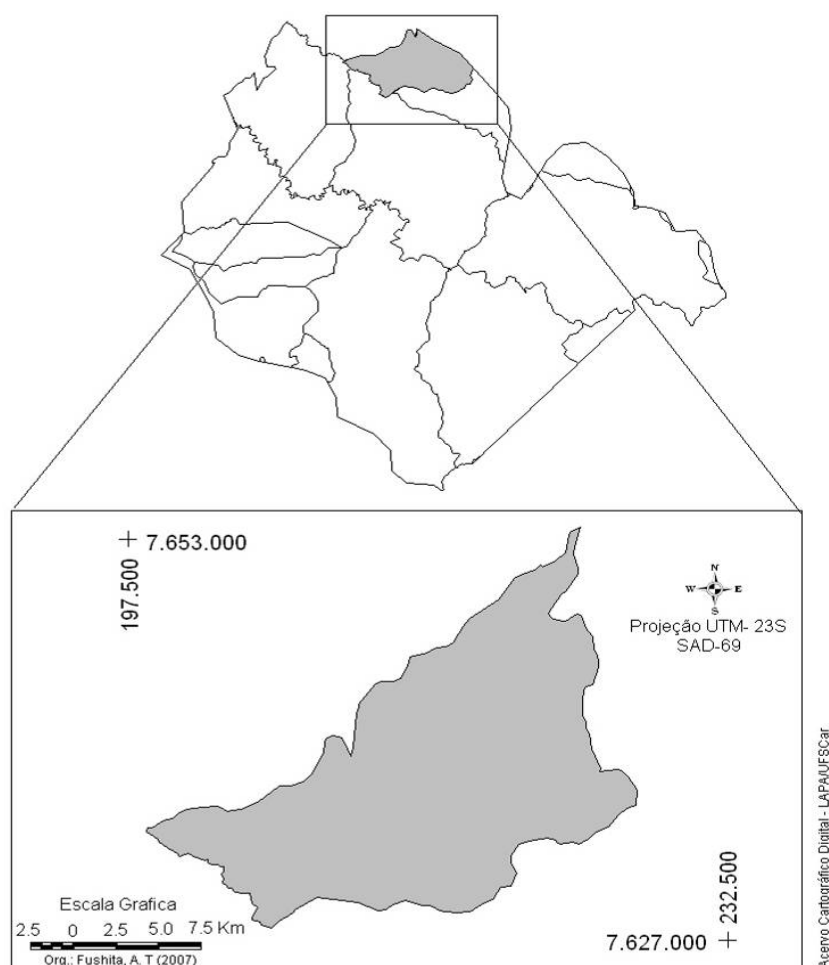


Figura 40: Localização do município de Cravinhos, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

As áreas de campo sujo, que ocupavam em 1989 cerca de 7,5% da área total da UGP-3 e não foram identificadas em 1999, porém em 2009 passaram a ocupar 3,1% da área total da UGP-3. A mesma tendência foi observada para o cerrado. A mata secundária, por sua vez, teve incremento gradativo entre 1989 e 2009. As áreas de pastagens, após um aumento entre

1989 e 1999, não foram identificadas em 2009. Neste ano, também não foram classificadas as culturas perenes, que apresentaram uma redução na área ocupada, entre 1989 e 1999. Na porção do município inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, não foram registrados loteamentos, mas foi observado um aumento da urbanização de alta densidade em 2009 (**Tabela 11**).

Tabela 11: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Cravinhos, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 536,59 | 3,6 | 585,63 | 4,0 | 630,00 | 4,3 |
| Cerrado | 370,17 | 2,5 | 229,59 | 1,6 | 263,97 | 1,8 |
| Campo Sujo | 1.096,65 | 7,4 | 0,00 | 0,0 | 454,32 | 3,1 |
| Pastagem | 88,20 | 0,6 | 177,12 | 1,2 | 0,00 | 0,0 |
| Cultura de Ciclo Curto | 12.048,30 | 81,4 | 13.383,40 | 90,4 | 12.409,05 | 83,8 |
| Cultura Perene | 482,94 | 3,3 | 82,08 | 0,6 | 0,00 | 0,0 |
| Silvicultura | 2,61 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Infra Estrutura Rural | 79,38 | 0,5 | 151,20 | 1,0 | 640,85 | 4,3 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 16,47 | 0,1 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 25,83 | 0,2 | 35,73 | 0,2 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 80,19 | 0,5 |
| Ambiente Aquático | 76,17 | 0,5 | 73,44 | 0,5 | 55,71 | 0,4 |
| Área Alagada | 27,54 | 0,2 | 83,79 | 0,6 | 238,73 | 1,6 |
| TOTAL | 14.808,55 | 100,0 | 14.808,55 | 100,0 | 14.808,55 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2.4. Descalvado (UGP-4)

O município de Descalvado apresenta uma população de 31.053 habitantes e uma área de 754 km² (IBGE, 2010), da qual 79,91% está inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 41**), em sua porção sudeste e em sua totalidade pertente à UGM-1.

A pecuária possui aproximadamente 52.7000 animais e o setor granjeiro produziu 1.092.140 cabeças de aves. As plantações de café, laranja e tangerina ocupavam uma área de

4.670 ha. As culturas temporárias do município correspondem a plantação de cana-de-açúcar (27.100 ha) e milho (1.500 ha).

Na UGP-4 as cotas altimétricas variam entre 500 e 1.000 m, predominando entre 600 m e 800 m. As vertentes ao Sul e ao Oeste são encontradas em menor porcentagem do que as demais direções. Verificou-se que 85,6% da área desta unidade geopolítica está em declividade plana a ondulada (apta para agricultura). São encontrados solos dos tipos latossolos (57%), neossolos (30,3%) e gleissolos (12,7%).

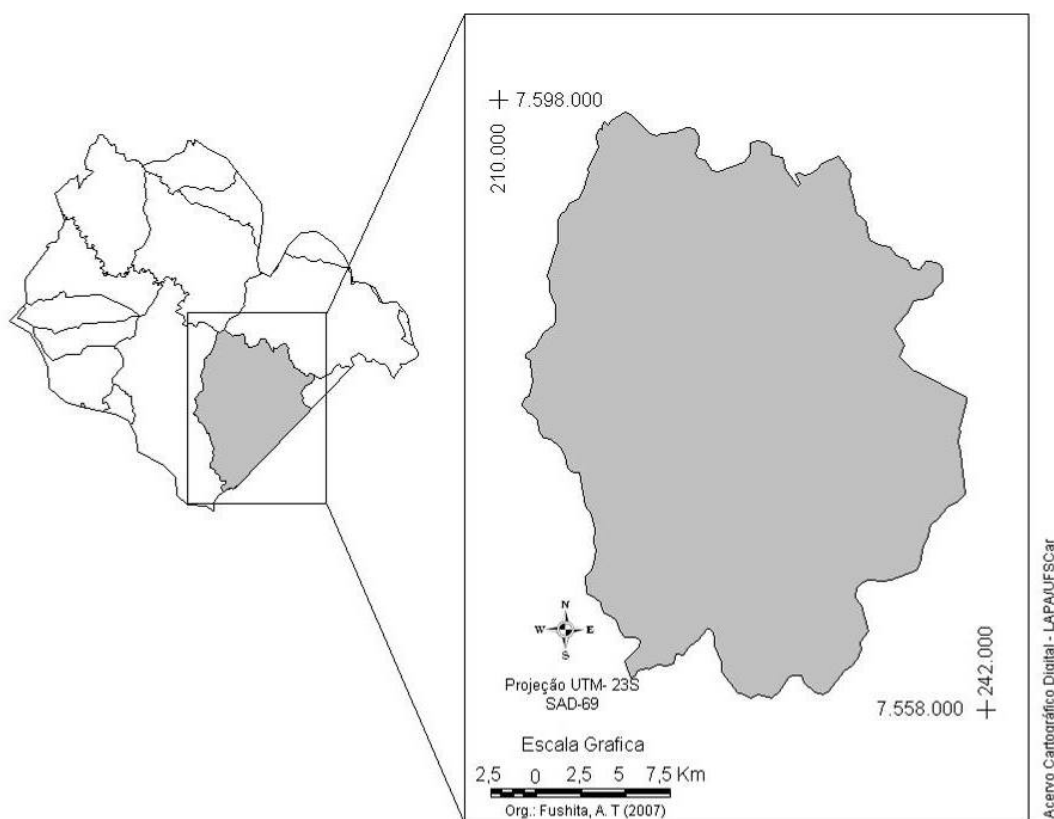


Figura 41: Localização do município de Descalvado, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

As formações geológicas encontradas nesta área são Formação Corumbataí (0,5%), Formação Botucatu-Pirambóia (70,5%), rochas intrusivas básicas (17,3%), Formação Serra Geral (8,4%) e Formação Bauru (2,5%). As formas de relevos presentes nesta UGP são morros amplos (49,6%), colinas amplas (22,3%), encostas com canions locais (11,8%), colunas médias (8,0%), mesas sedimentares (3,6%), encostas sulcadas (2,1%), planícies aluviais (1,9%) e mesas basálticas (0,7%).

A mata secundária apresentou maior extensão de área em 1999. O cerrado reduziu sua área de ocupação entre 1989 e 1999, aumentando no período entre 1999 a 2009. A tipologia campo sujo teve redução de área entre os anos estudados, não tendo sido identificado manchas desta fitofisionomia em 1999. Houve aumento expressivo na área de pastagens entre 1989 e 1999, seguido de uma redução também significativa entre 1999 e 2009. As culturas de ciclo curto e culturas perenes diminuíram entre 1989 e 1999 e aumentaram entre 1999 e 2009. As áreas com urbanização de média e de alta densidade intensificaram no intervalo estudado (Tabela 12).

Tabela 12: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Descalvado, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 7.064,37 | 11,7 | 14.516,46 | 24,0 | 6.907,05 | 11,4 |
| Cerrado | 5.737,14 | 9,5 | 3.817,35 | 6,3 | 5.629,14 | 9,3 |
| Campo Sujo | 3.554,37 | 5,9 | 0,00 | 0,0 | 60,21 | 0,1 |
| Pastagem | 361,53 | 0,6 | 5.668,83 | 9,4 | 2.377,35 | 3,9 |
| Cultura de Ciclo Curto | 34.325,28 | 56,9 | 29.553,12 | 49,0 | 32.128,56 | 53,2 |
| Cultura Perene | 5.847,66 | 9,7 | 2.362,68 | 3,9 | 8.003,61 | 13,3 |
| Silvicultura | 971,28 | 1,6 | 175,05 | 0,3 | 102,24 | 0,2 |
| Infra Estrutura Rural | 409,59 | 0,7 | 1.302,84 | 2,2 | 1.992,60 | 3,3 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 22,14 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 161,37 | 0,3 | 78,57 | 0,1 | 82,53 | 0,1 |
| Urbanização de Média Densidade | 295,11 | 0,5 | 521,46 | 0,9 | 779,49 | 1,3 |
| Urbanização de Alta Densidade | 321,93 | 0,5 | 563,94 | 0,9 | 610,56 | 1,0 |
| Ambiente Aquático | 152,91 | 0,3 | 197,55 | 0,3 | 233,82 | 0,4 |
| Área Alagada | 1.165,50 | 1,9 | 1.610,19 | 2,7 | 1.438,74 | 2,4 |
| TOTAL | 60.368,04 | 100,0 | 60.368,04 | 100,0 | 60.368,04 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2.5. Guatapar (UGP-5)

Guatapar localiza-se na porção noroeste da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (Figura 42), na qual está totalmente inserido. Este município está sobre as duas maiores províncias geomorfológicas da bacia: Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

Possui 6.966 habitantes (IBGE, 2010), uma área total de 413 km² e PIB *per capita* de R\$ 11.705,59 (IBGE, 2008).

Pelos dados de produção da pecuária municipal, a UGP-5 teve um rebanho 4.083 cabeças (bovinos, eqüinos, suínos e ovinos) e as granjas produziram 3.000.000 cabeças de aves. As culturas perenes ocuparam 82 ha, sendo cultivada banana, café, limão, maracujá e tangerina (IBGE 2009). As culturas temporárias ocuparam 28.984 ha, dos quais 25.380 ha foram destinados ao cultivo de cana-de-açúcar e o restante (3.604 ha) ao amendoim, arroz, feijão, mandioca, milho e soja.

As áreas com declividade plana a suave ondulado (entre 0 a 8%) correspondem a 90,6% da área total da UGP-5. Esta unidade geopolítica contempla as cotas altimétricas 500 e 800 m, predominando entre 500 m e 600 m. Não houve variação significativa entre as direções de vertentes.

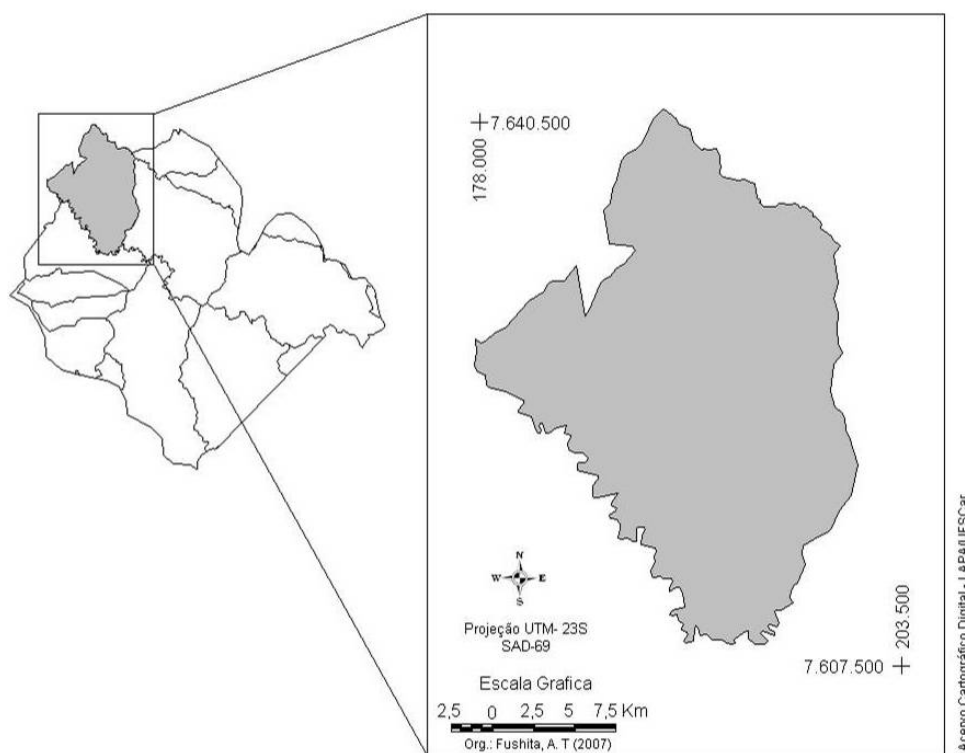


Figura 42: Localizao do município de Guatapar, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Neste município estão presentes os solos do tipo latossolos (83,1%), neossolos (9,9%) e gleissolos (6,7%). As formaes geológicas encontradas foram do período cenozóico (1,5%)

e Formação Serra Geral (95,2%). As formas de relevo existentes são morros arredondados (18,9%), colinas amplas (37,5%), morros amplos (24,6%) e morros alongados (19,1%).

Áreas naturais ocuparam entre 8,9% e 10,8% da UGP-5 no período de tempo estudado. As áreas agrícolas ocuparam mais de 75 % da área total da UGP-5 em 1989, e mantiveram esse grau de ocupação até 2009. A mata secundária teve um incremento em área nos anos estudados, enquanto cerrado e campo sujo diminuíram entre 1989 e 1999 e aumentaram no período seguinte; entretanto em 2009 ocuparam uma área menor que em 1989. As áreas urbanas cresceram entre 1989 e 2009 e as áreas alagadas e ambientes aquáticos reduziram neste intervalo de tempo (**Tabela 13**).

Tabela 13: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Guatapar, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 1.863,63 | 4,6 | 3.425,04 | 8,4 | 2.097,18 | 5,1 |
| Cerrado | 1.802,52 | 4,4 | 548,46 | 1,3 | 1.168,20 | 2,9 |
| Campo Sujo | 757,08 | 1,9 | 0,00 | 0,0 | 369,54 | 0,9 |
| Pastagem | 228,24 | 0,6 | 0,00 | 0,0 | 47,79 | 0,1 |
| Cultura de Ciclo Curto | 25.910,18 | 63,4 | 29.333,61 | 71,8 | 29.203,29 | 71,5 |
| Cultura Perene | 4.988,16 | 12,2 | 583,11 | 1,4 | 490,23 | 1,2 |
| Silvicultura | 2.346,32 | 5,7 | 3.968,01 | 9,7 | 5.154,66 | 12,6 |
| Infra Estrutura Rural | 43,20 | 0,1 | 324,63 | 0,8 | 630,36 | 1,5 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 59,67 | 0,1 | 0,00 | 0,0 | 28,26 | 0,1 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 76,77 | 0,2 | 33,48 | 0,1 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 36,27 | 0,1 | 108,00 | 0,3 |
| Ambiente Aquático | 10,62 | 0,0 | 39,78 | 0,1 | 71,19 | 0,2 |
| rea Alagada | 2.830,32 | 6,9 | 2.504,25 | 6,1 | 1.437,75 | 3,5 |
| TOTAL | 40.839,94 | 100,0 | 40.839,93 | 100,0 | 40.839,93 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

As pastagens e as culturas perenes sofreram redução no período estudado e as culturas de ciclo curto, caracterizada principalmente pelo cultivo de cana-de-açúcar que predominam no município, que anteriormente ocupavam 63,4% da área da UGP-5 passaram a representar

mais de 71% da mesma em 1999 e 2009. A infra-estrutura rural acompanhou a expansão das culturas de ciclo curto. Verificou-se o aumento das áreas de silvicultura, especialmente nas proximidades das principais vias de acesso (Tabela 13).

Assim como nas outras UGPs e nas UGM, houve aumento da urbanização de alta densidade, ressaltando que em 1989 não foi observado este tipo de cobertura (Tabela 13). As áreas urbanas de alta densidade são encontradas próximas ao rio Mogi-Guaçu.

Ao contrário do que observado para as UGP-1 a 4, a UGP-5 apresentou redução das áreas alagadas em 2009, que ocorreu junto ao rio Mogi-Guaçu. O aumento de ambientes aquáticos deve-se a implantação de reservatórios e represamentos de corpos d' água, que estão associados às culturas irrigadas e da recuperação das áreas de preservação permanente ao longo de córregos e nascentes (Tabela 13).

4.2.2.6. Ibaté (UGP-6)

O município de Ibaté possui 30.724 habitantes e ocupando uma área de 291 km² (IBGE, 2010), sendo que 12% da mesma está inserida na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu (**Figura 43**) e localiza-se na transição entre a UGM-3 ao Norte e a UGM-1 ao Sul. O PIB *per capita* é de R\$10.311,03 (IBGE, 2008).

Os dados sobre pecuária e agricultura municipal disponibilizados pelo IBGE (2009) informam que neste ano o rebanho era 6.000 mamíferos (bovinos, suínos, ovinos) e teve produção de 690.570 aves. Foi contabilizado pelo IBGE (2009) culturas de café e laranja ocupando 1.111 ha, soja e milho em 450 ha e cana-de-açúcar em 18.500 ha.

As áreas aptas à agricultura (declividade até 13%) ocupam 92% da área total da UGP-6. As cotas altimétricas variam de 600 a 900 m. A direção de vertente ao Norte ocorre em maior área.

Na UGP-6 são observados latossolos (52,3%) e neossolos (47,7%); as formações geológicas identificadas são: formação Botucatu-Pirambóia (84,2%), rochas intrusivas básicas (11,4%) e Formação Bauru (4,4%). Verificam-se ainda as formas de relevo morros arredondados (74,4%), morros amplos (14%) e colinas amplas (11,7%).

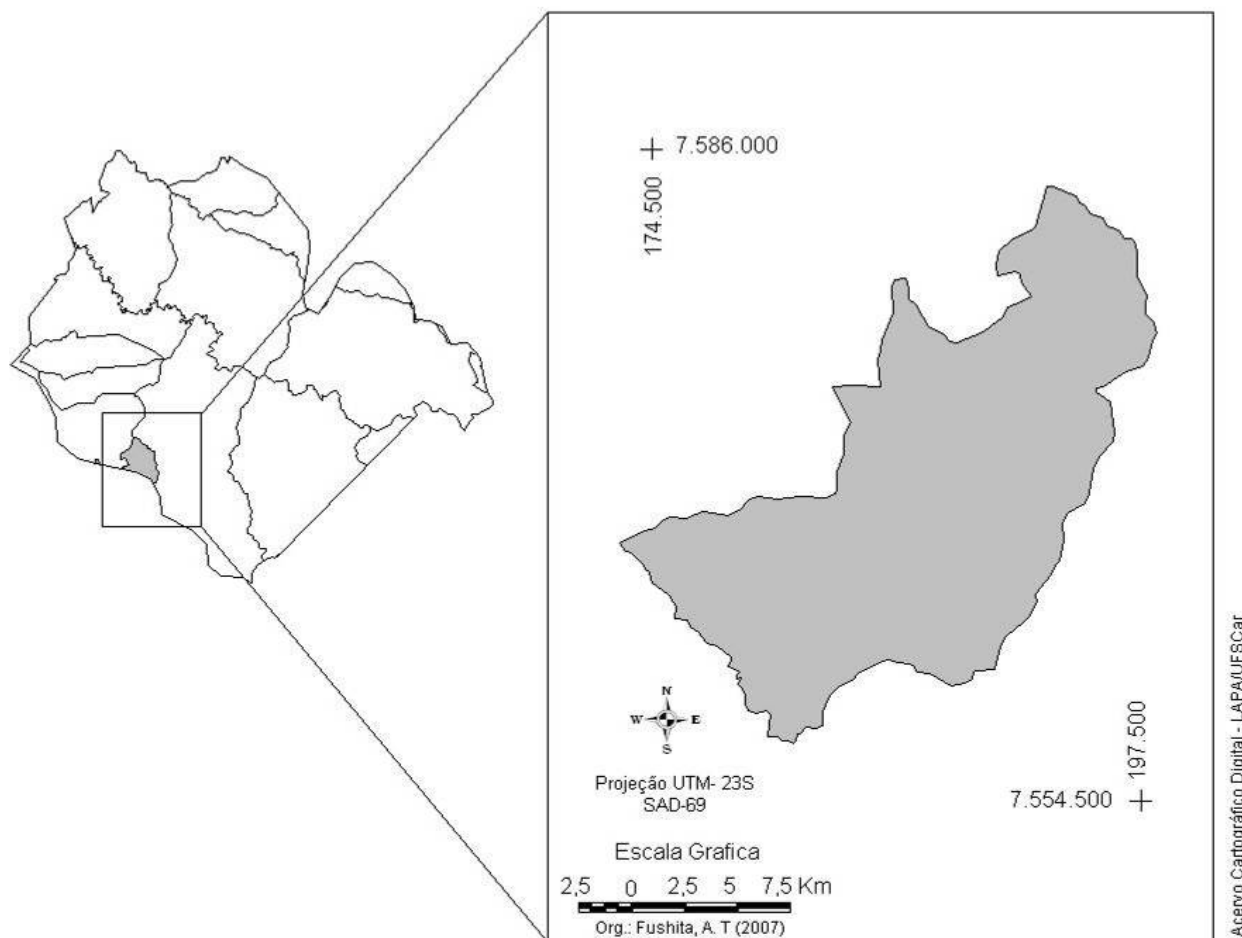


Figura 43: Localização do município de Ibaté, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Houve redução das áreas naturais e aumento das áreas agrícolas, principalmente entre 1989 e 1999. Na porção do município inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu, não foram classificadas as áreas urbanas. As mudanças nas áreas naturais devem-se a redução das manchas de campo sujo, que em 1989 ocupavam 20,4% da UGP-6 e nos períodos seguintes não foram observadas. As matas secundárias tiveram incremento em área entre 1989 e 2009, entretanto, 1999 foi o ano que ocorreu o maior valor de área. As áreas de cerrado mantiveram-se praticamente constantes no intervalo estudado (**Tabela 14**).

Houve um aumento gradual das áreas com cultura de ciclo curto e infra-estrutura rural, enquanto que as culturas perenes e a silvicultura sofreram redução (Tabela 14).

Tabela 14: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Ibaté, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 134,91 | 3,7 | 250,83 | 6,9 | 168,66 | 4,6 |
| Cerrado | 421,02 | 11,6 | 417,06 | 11,5 | 410,49 | 11,3 |
| Campo Sujo | 744,48 | 20,4 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Pastagem | 0,00 | 0,0 | 481,32 | 13,2 | 134,10 | 3,7 |
| Cultura de Ciclo Curto | 1.891,71 | 52,0 | 2.356,02 | 64,7 | 2.575,17 | 70,7 |
| Cultura Perene | 339,57 | 9,3 | 46,89 | 1,3 | 176,13 | 4,8 |
| Silvicultura | 67,14 | 1,8 | 9,00 | 0,2 | 9,00 | 0,2 |
| Infra Estrutura Rural | 37,98 | 1,0 | 75,69 | 2,1 | 163,26 | 4,5 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Ambiente Aquático | 3,69 | 0,1 | 3,69 | 0,1 | 3,69 | 0,1 |
| Área Alagada | 0,00 | 0,0 | 9,00 | 0,2 | 0,00 | 0,0 |
| TOTAL | 3.640,50 | 100,0 | 3.649,50 | 100,0 | 3.640,50 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2.7. Luís Antônio (UGP-7)

O município de Luis Antônio com área de 598 km² possui 11.286 habitantes (IBGE, 2010), PIB *per capita* de R\$ 42.197,59 (IBGE, 2008) e está integralmente inserido na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 44**), na sua porção norte-central. Localiza-se quase na sua totalidade na UGM-1 (Cuestas Basálticas), com uma pequena faixa inserida no Planalto Ocidental ao sudoeste desta unidade. Neste município está inserida a Estação Ecológica de Jataí (Figura 21), com 11.061,7 ha, que corresponde a maior área de cerrado do Estado de São Paulo.

Em 2009, foi contabilizado um rebanho com 4.894 animais, as culturas permanentes eram de café, laranja e maracujá e ocupavam 5.008 ha. Foram observados ainda o plantio de milho, amendoim e mandioca em uma área equivalente a 500 ha. O cultivo de cana-de-açúcar predominou no município e ocupou uma área de 29.488 ha (IBGE, 2009).

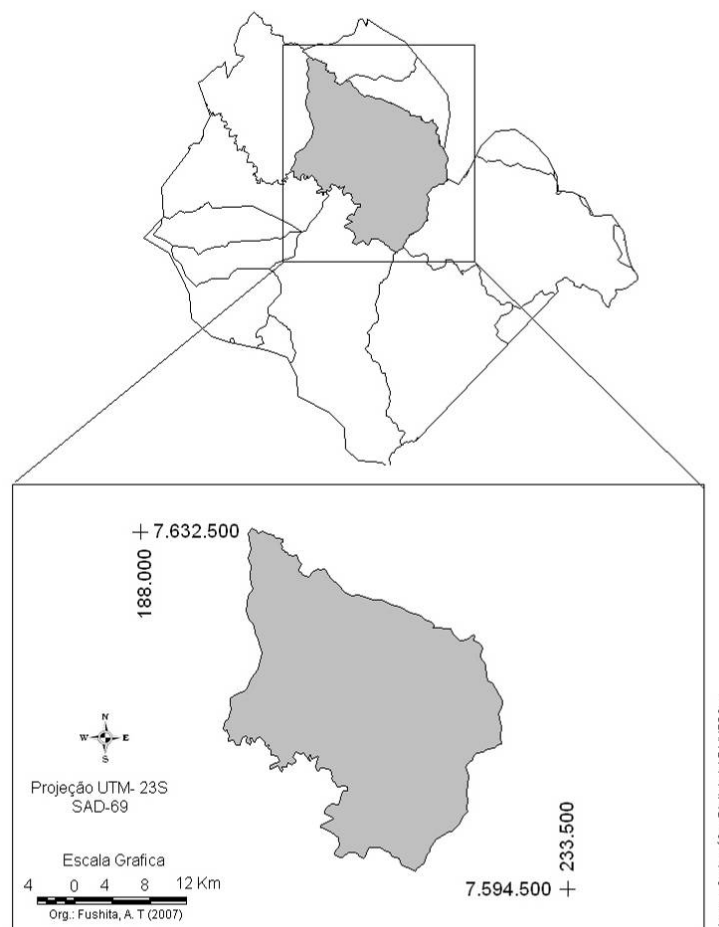


Figura 44: Localização do município de Luis Antônio, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

A área da UGP-7 está entre as cotas altimétricas 500 e 900 m, com maior frequência entre 500 m e 700 m. Não houve variação entre as direções de vertentes. Verificou-se que 95,2% da área total do município estão em declividade até 13%, propícia para as práticas agrícolas. Na UGP-7 ocorrem os latossolos (68,1%), neossolos (24,6%) e gleissolos (7,0%), as formações geológicas Botucatu-Pirambóia (44,6%), Serra Geral (49,7%) e Bauru (2,4%). Foram observadas as formas de relevo morros amplos (84%), morros alongados (7,1%), encostas sulcadas (4,6%), planícies aluviais (1,6%) e morros arredondados (0,4%).

As áreas naturais diminuíram no intervalo estudado. Tal fato está associado ao aumento das áreas agrícolas, uma vez que os ambientes aquáticos e áreas alagadas tiveram redução em área. As áreas urbanas expandiram de 0,3% do município em 1989 para 0,7% em 2009, entretanto o aumento maior em 1999, quando ocupava 0,6% desta unidade geopolítica. As mudanças nas áreas naturais devem-se a redução de áreas de campo sujo, que não foi

identificada em 1999. A mata secundária e o cerrado mantiveram-se praticamente constantes entre 1989 e 2009. Deve ser ressaltado que a Estação Ecológica de Jataí, com 11.061,7ha, está inserida nesse município. As culturas de ciclo curto e as perenes tiveram pouca alteração de área ocupada. Houve aumento das áreas destinadas à silvicultura e à infra-estrutura rural. Nesta unidade geopolítica está instalada uma indústria de papel e celulose. Houve um aumento das áreas com urbanização de baixa e média densidade. A urbanização de alta densidade manteve-se constante no período de estudo. (**Tabela 15**).

Tabela 15: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Luis Antônio, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 3.507,48 | 5,9 | 3.960,81 | 6,7 | 3.936,24 | 6,6 |
| Cerrado | 12.621,69 | 21,2 | 11.621,79 | 19,5 | 12.359,88 | 20,8 |
| Campo Sujo | 2.523,87 | 4,2 | 0,00 | 0,0 | 325,80 | 0,5 |
| Pastagem | 757,71 | 1,3 | 1.345,14 | 2,3 | 586,89 | 1,0 |
| Cultura de Ciclo Curto | 34.192,53 | 57,5 | 34.948,17 | 58,7 | 35.521,92 | 59,7 |
| Cultura Perene | 1.109,16 | 1,9 | 493,56 | 0,8 | 597,42 | 1,0 |
| Silvicultura | 2.924,55 | 4,9 | 4.630,05 | 7,8 | 3.934,53 | 6,6 |
| Infra Estrutura Rural | 58,86 | 0,1 | 507,51 | 0,9 | 726,30 | 1,2 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 103,50 | 0,2 | 131,94 | 0,2 |
| Urbanização de Média Densidade | 69,48 | 0,1 | 160,38 | 0,3 | 215,01 | 0,4 |
| Urbanização de Alta Densidade | 93,24 | 0,2 | 96,57 | 0,2 | 96,66 | 0,2 |
| Ambiente Aquático | 24,21 | 0,0 | 113,58 | 0,2 | 157,77 | 0,3 |
| Área Alagada | 1.615,86 | 2,7 | 1.517,58 | 2,6 | 908,28 | 1,5 |
| TOTAL | 59.498,64 | 100,0 | 59.498,64 | 100,0 | 59.498,64 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2. 8. Porto Ferreira (UGP-8)

O município de Porto Ferreira tem 51.407 habitantes, área física de 245 km² (IBGE, 2010) e sendo que somente 7,17% da área total do município estão inseridas na porção leste da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 45**), UGM-2 (Depressão Periférica).

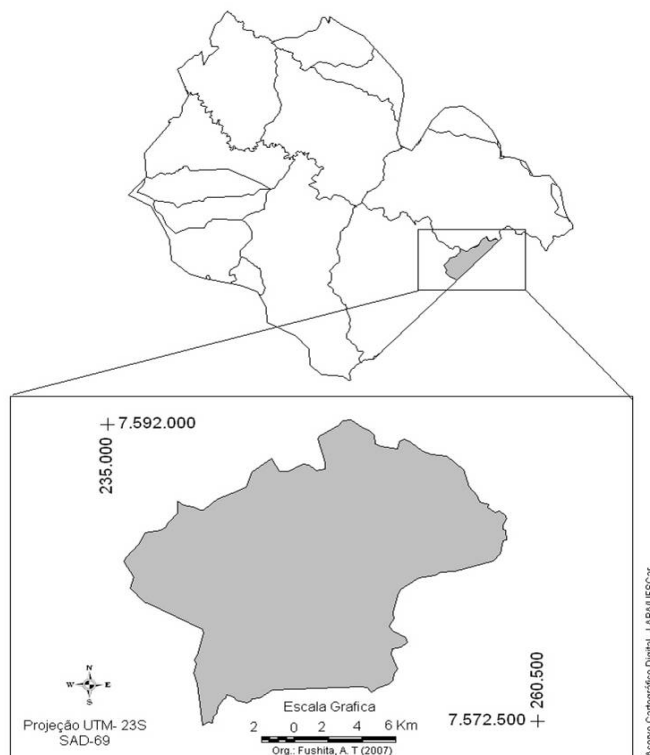


Figura 45: Localização do município de Porto Ferreira, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

O PIB *per capita* é de R\$ 15.860,41 (IBGE, 2008) e a produção pecuária apresentou um rebanho de 6.462 animais; o setor granjeiro produziu 50.000 aves e a hortifruticultura é composta de café (25 ha), borracha (7 ha), laranja (16.194 ha), limão, urucum (8 ha), batata inglesa (500 ha), cana-de-açúcar (4.850 ha), feijão (150 ha) e soja (600 ha).

As cotas altimétricas distribuem-se entre 500 e 700 m, predominando aquelas de 500 m e 600 m. As vertentes a Oeste e ao Norte são mais frequentes que as demais direções. Cerca de 98,5% da área total da UGP-8 está em declividade propícia à agricultura.

As formações geológicas presentes são Formação Corumbataí (34,1%), Formação Botucatu-Pirambóia (36,9%) e as do período Cenozóico (26,0%). Os tipos de solos encontrados são gleissolos (24,1%) e latossolos (75,9%). As formas de relevo ocorrentes são colinas amplas (81,6%), morros amplos (15,1%) e morros arredondados (3,3%).

Houve redução na extensão das áreas naturais (de 10,3% para 6,2%) e das áreas agrícolas (de 83,9% para 79,8%) no intervalo de tempo de estudo. As áreas alagadas e de ambientes aquáticos apresentaram expansão entre o período de 1989 e 2009. As áreas urbanas não foram observadas em 1989 e 1999 (**Tabela 16**).

A UGP-8, diferente das demais Unidades, apresentou redução de culturas de ciclo curto em quase 50% entre 1999 e 2009. Entretanto, as culturas perenes e infra-estrutura rural tiveram aumento nesse mesmo período. Áreas com pastagem, que não foram registradas em 1989, foram detectadas em 1999 e 2009 (Tabela 16).

Tabela 16: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Porto Ferreira, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011).

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 109,17 | 2,6 | 124,65 | 2,9 | 114,48 | 2,7 |
| Cerrado | 190,98 | 4,5 | 161,55 | 3,8 | 151,20 | 3,5 |
| Campo Sujo | 137,61 | 3,2 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Pastagem | 0,00 | 0,0 | 257,67 | 6,0 | 282,60 | 6,6 |
| Cultura de Ciclo Curto | 3.531,78 | 82,9 | 3.004,38 | 70,5 | 1.431,90 | 33,6 |
| Cultura Perene | 0,00 | 0,0 | 39,15 | 0,9 | 1.415,79 | 33,2 |
| Silvicultura | 11,61 | 0,3 | 15,48 | 0,4 | 0,00 | 0,0 |
| Infra Estrutura Rural | 30,96 | 0,7 | 163,89 | 3,8 | 267,75 | 6,3 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 29,52 | 0,7 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Ambiente Aquático | 0,00 | 0,0 | 3,60 | 0,1 | 21,87 | 0,5 |
| Área Alagada | 247,50 | 5,8 | 489,24 | 11,5 | 544,50 | 12,8 |
| TOTAL | 4.259,61 | 100,0 | 4.259,61 | 100,0 | 4.259,61 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

Campo sujo foi a fitofisionomia que sofreu maior pressão antrópica, não sendo registrada a partir de 1999. As demais fisionomias mantiveram-se praticamente constantes no período em questão (Tabela 16).

As áreas alagadas aumentaram entre 1989 - 1999 e no período entre 1999 e 2009 apresentaram pouca variação. Não foram identificadas áreas urbanas nesta unidade geopolítica em 1989, 1999 e 2009 (Tabela 16).

4.2.2.9. Rincão (UGP-9)

Rincão está integralmente inserido na porção oeste da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 46**), localizado na sua maior parte na UGM-3 (Planalto Ocidental), tem área de 313km², 10.414 habitantes (IBGE, 2010) e PIB *per capita* de R\$ 7.723,97 (IBGE, 2008).

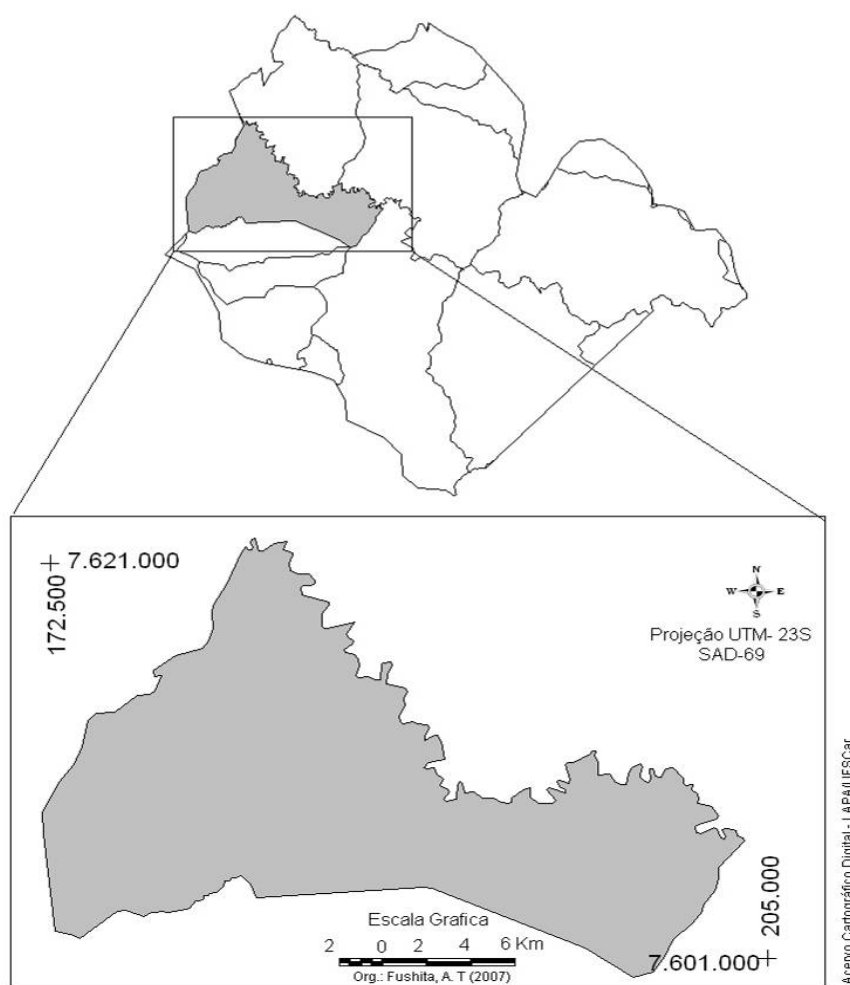


Figura 46: Localização do município de Rincão, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

A pecuária produziu um rebanho de 6.510 animais, o setor granjeiro produziu 126.000 aves. Cana-de-açúcar foi a única cultura identificada pelo IBGE (2009), ocupando uma área de 19.600 ha. Os resultados mostraram que as cotas altimétricas variam de 500 a 700 m, com predomínio entre 500 m e 600 m. As vertentes ao Sul e a Oeste são as menos freqüentes. O município apresenta terras cuja declividade é propícia à agricultura em 98,9% de sua área.

As formações geológicas presentes são Formação Botucatu Pirambóia (13,8%), Formação Serra Geral (67,8%), Formação Bauru (1145%) e rochas intrusivas básicas (6,5%).

Os tipos de solo presentes na UGP-9 são latossolos (62,8%) e gleissolos (36,4%). As formas de relevo classificadas neste município são colinas amplas (76,4%), morros alongados (17%) e morros amplos (6,6%).

Verificou-se redução das áreas naturais (de 12,6% para 7,2%) e aumento de áreas agrícolas e urbanas entre 1989 e 2009 (**Tabela 17**). Mata secundária foi a tipologia mais representativa de áreas naturais, exceto em 1989, quando ocupava 4,5% da área total do município, área inferior ao campo sujo no ano em questão. Campo sujo foi observado apenas em 1989, ocupando 5,2% da área total da UGP-9. O cerrado reduziu de 2,8% em 1989, para 1,8% em 2009. As culturas de ciclo curto predominaram na UGP-9, entretanto tiveram um ligeiro declínio em 1999, da mesma forma que as culturas perenes.

Tabela 17: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Rincão, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011).

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 1.394,39 | 4,5 | 3.784,14 | 12,3 | 1.659,60 | 5,4 |
| Cerrado | 864,93 | 2,8 | 470,61 | 1,5 | 539,19 | 1,8 |
| Campo Sujo | 1.600,11 | 5,2 | 0,00 | 0,0 | 5,58 | 0,0 |
| Pastagem | 25,22 | 0,1 | 528,66 | 1,7 | 131,22 | 0,4 |
| Cultura de Ciclo Curto | 20.754,82 | 67,6 | 19.779,12 | 64,4 | 21.348,81 | 69,5 |
| Cultura Perene | 2.606,94 | 8,5 | 1.339,47 | 4,4 | 2.213,28 | 7,2 |
| Silvicultura | 0,00 | 0,0 | 348,03 | 1,1 | 1.077,75 | 3,5 |
| Infra Estrutura Rural | 186,22 | 0,6 | 483,21 | 1,6 | 493,02 | 1,6 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 5,31 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 71,82 | 0,2 | 63,63 | 0,2 | 41,31 | 0,1 |
| Urbanização de Média Densidade | 66,15 | 0,2 | 144,63 | 0,5 | 69,30 | 0,2 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 187,74 | 0,6 |
| Ambiente Aquático | 47,07 | 0,2 | 95,67 | 0,3 | 120,87 | 0,4 |
| Área Alagada | 3.084,48 | 10,0 | 3.664,98 | 11,9 | 2.809,17 | 9,1 |
| TOTAL | 30.702,15 | 100,0 | 30.702,15 | 100,0 | 30.702,15 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

As áreas de silvicultura aumentaram entre 1989 e 2009 e a de infra-estrutura rural manteve-se constante entre 1999 e 2009, após o incremento da mesma entre 1989 – 1999. A urbanização de alta densidade e loteamento não foram detectados em 1989 e em 1999. Os ambientes aquáticos tiveram incremento de 0,1% da área total da UGP-9, nos anos estudados.

As áreas alagadas variaram entre 9,1% a 11,9%, tendo o menor valor em 2009 e o maior em 1999.

4.2.2.10. Santa Lúcia (UGP-10)

O município de Santa Lúcia tem 8.246 habitantes, área de 154 km² (IBGE, 2010) e PIB *per capita* de R\$6.796,49 (IBGE, 2008). Está inserido integralmente na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 47**), em sua porção oeste e localizado na UGM-3 (Planalto Ocidental).

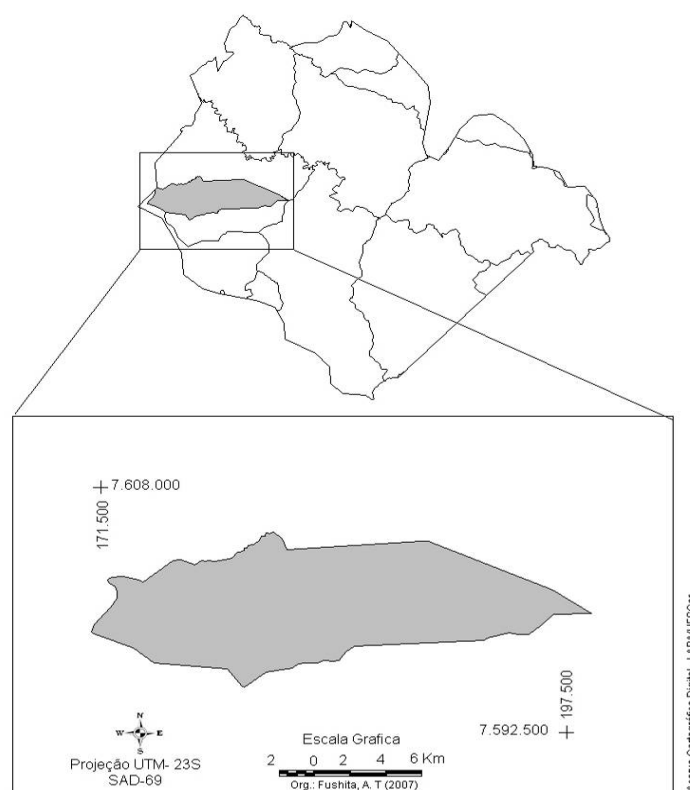


Figura 47: Localização do município de Santa Lúcia, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

O levantamento pecuário de 2009 apresentou um rebanho de 1.725 animais. O setor granjeiro produziu 36.000 aves e foram cultivadas manga (10 ha) e cana-de-açúcar (13.800 ha) em 2009 (IBGE, 2009).

As cotas altimétricas variam de 500 a 800 m. As vertentes ao Oeste e Sul estão em maior frequência nesta UGP. Verificou-se o predomínio de declividade entre 0 e 13% para 95,2% da área total do município. As formações geológicas encontradas são Formação Serra

Geral (50,5%), rochas intrusivas básicas (28,2%), Formação Bauru (19,3%) e Formação Botucatu-Pirambóia (1,5%). Os latossolos predominam no município. As formas de relevo encontradas são colinas amplas (84%), morros alongados (9,0%) e morros amplos (7,0%).

As áreas naturais variaram de 9,2% (em 2009) a 14,6% (em 1999). As áreas agrícolas ocuparam maior área em 1989 (86,8%), reduzindo em 1999 (78,4%). Os ambientes aquáticos e áreas alagadas aumentaram entre 1989 e 1999. As áreas urbanas cresceram a partir de 2009, mas não foram identificadas em 1989. Áreas de mata secundária apresentaram um aumento entre 1989 e 1999, porém no segundo período uma redução de 10% para 3,8%. Cerrado e o campo sujo tiveram declínio de suas áreas no intervalo estudado (**Tabela 18**).

Tabela 18: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Santa Lúcia, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 277,02 | 1,8 | 1.515,96 | 10,0 | 578,97 | 3,8 |
| Cerrado | 1.011,69 | 6,6 | 709,11 | 4,7 | 619,02 | 4,1 |
| Campo Sujo | 382,50 | 2,5 | 0,00 | 0,0 | 198,81 | 1,3 |
| Pastagem | 29,16 | 0,2 | 58,50 | 0,4 | 0,00 | 0,0 |
| Cultura de Ciclo Curto | 12.549,06 | 82,4 | 11.683,44 | 76,7 | 11.910,69 | 78,2 |
| Cultura Perene | 579,96 | 3,8 | 0,00 | 0,0 | 295,74 | 1,9 |
| Silvicultura | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Infra Estrutura Rural | 57,51 | 0,4 | 196,74 | 1,3 | 532,71 | 3,5 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 111,96 | 0,7 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 151,20 | 1,0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,45 | 0,0 |
| Ambiente Aquático | 2,43 | 0,0 | 55,44 | 0,4 | 55,44 | 0,4 |
| Área Alagada | 343,62 | 2,3 | 901,80 | 5,9 | 889,92 | 5,8 |
| TOTAL | 15.232,95 | 100,0 | 15.232,95 | 100,0 | 15.232,95 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

Houve redução das culturas de ciclo curto entre 1989 e 1999, seguida do aumento entre 1999 e 2009. Porém, em 2009 a área ocupada apresenta-se inferior a contabilizada em 1989. As culturas perenes não foram classificadas em 1999 e a silvicultura não apareceu nos três anos de estudo, enquanto a infra-estrutura rural aumentou entre 1989 e 2009 (Tabela 18).

Não foram identificadas áreas de loteamento nos três anos de estudo. Em 1989 e 1999 não foram identificadas as áreas de urbanização de média e alta densidade. A urbanização de baixa densidade foi registrada somente em 1999. Houve incremento de áreas alagadas e ambientes aquáticos entre 1989 e 1999; entretanto as áreas alagadas apresentaram uma redução de 0,1% e os ambientes aquáticos mantiveram a mesma área entre 1999 e 2009 (Tabela 18).

4.2.2.11. Santa Rita do Passa Quatro (UGP-11)

Este município possui 26.420 habitantes, área de 754 km² (IBGE, 2010), PIB *per capita* de R\$12.032,83 (IBGE, 2008) estando integralmente inserido na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 48**), em sua maior parte localizado na UGM-1, sendo uma porção ao sul na UGM-2 (Depressão Periférica). O município abriga o Parque Estadual Vassununga que é composto por seis glebas com remanescentes de cerrado e de floresta semi-decidual.

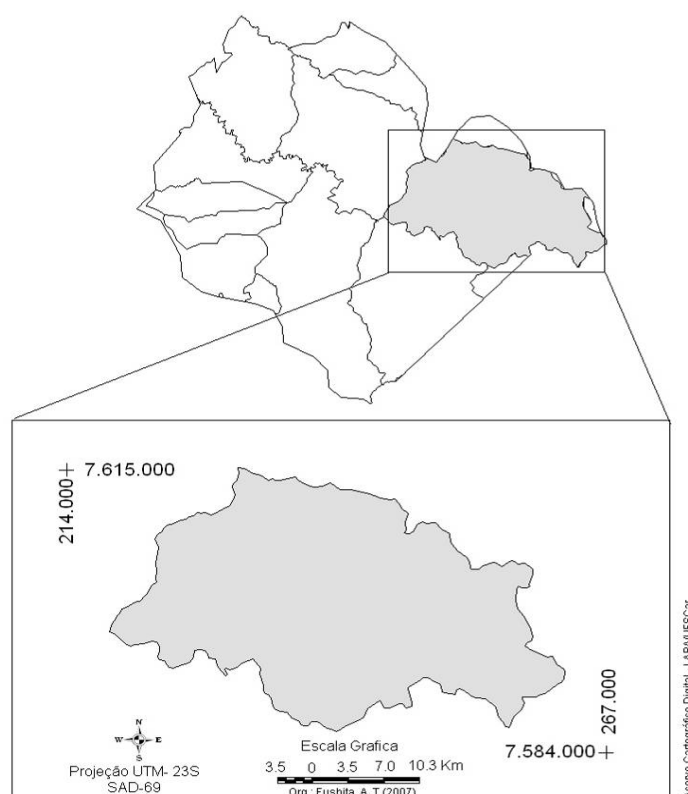


Figura 48: Localização do município de Santa Rita do Passa Quatro, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

Os dados da atividade pecuária no município contabilizaram 25.729 animais e o setor granjeiro produziu 924.910 aves. As lavouras existentes na UGP-11 são de café (393 ha), laranja (5.389 ha), cana-de-açúcar (16.200 ha) e milho (1.400 ha) (IBGE, 2009).

As cotas altimétricas variam de 500 a 1.000 m, declividades até 13%, propícias à agricultura, ocupam 83% da área do município e as vertentes estão distribuídas sem o predomínio de uma direção. As formações geológicas desta área são: Formação Botucatu-Pirambóia (67,2%), rochas intrusivas básicas (20,6%), Formação Serra Geral (5,8%) e Formação Corumbataí (4,1%).

Foram identificados os solos do tipo latossolos (69,9%), neossolos (27,7%) e gleissolos (2,5%). As formas de relevo presentes são colinas médias (30,8%), morros amplos (24,7%), colinas amplas (10,6%), morros arredondados (21,1%), planícies aluviais (2,3%), mesas basálticas (6,1%) e encostas com cânions locais (4,3%).

As áreas naturais, os ambientes aquáticos e as áreas alagadas apresentaram redução de suas extensões entre 1989 e 2009, enquanto as áreas agrícolas e áreas urbanas aumentaram no mesmo período. Campo sujo foi a tipologia mais afetada pela expansão agrícola, que ocupava 26,3% do município em 1989 e não foi registrado em 1999. Em 2009 esta fisionomia representava menos de 0,5% da UGP-11. A mata secundária é a fitofisionomia que predominou na UGP-11 em 1999 e em 2009. O cerrado teve declínio entre 1989 e 1999, seguido de aumento da área no ano de 2009 (**Tabela 19**).

Todas as tipologias agrícolas (pastagem, cultura de ciclo curto, cultura perene, silvicultura e infra-estrutura rural) aumentaram entre 1989 e 2009. Foram registrados os maiores valores de cultura de ciclo curto e silvicultura em 1999, enquanto para as culturas perenes e infra-estrutura rural observou-se maiores áreas em 2009 (Tabela 19).

Houve aumento na área ocupada pelo tipo de uso loteamento, porém, não esteve acima de 0,1% da UGP. As áreas de urbanização de baixa densidade reduziram entre 1999 e 2009. A urbanização de média densidade não foi registrada em 1989. As áreas de alta densidade tiveram acréscimo de 0,4% entre 1989 e 2009. Não houve mudança significativa na área dos ambientes aquáticos, enquanto que as áreas alagadas reduziram de 3,0% em 1989 para 2,1% em 2009 (Tabela 19).

Tabela 19: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP, em 1989, 1999 e 2009. Org.: Fushita (2011).

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 8.996,94 | 11,8 | 15.448,95 | 20,3 | 10.876,35 | 14,3 |
| Cerrado | 5.020,47 | 6,6 | 3.480,75 | 4,6 | 5.540,47 | 7,3 |
| Campo Sujo | 19.944,81 | 26,3 | 0,00 | 0,0 | 312,30 | 0,4 |
| Pastagem | 260,19 | 0,3 | 6.899,58 | 9,1 | 7.926,20 | 10,4 |
| Cultura de Ciclo Curto | 26.948,61 | 35,5 | 37.290,06 | 49,1 | 29.988,45 | 39,5 |
| Cultura Perene | 6.288,12 | 8,3 | 2.053,89 | 2,7 | 11.104,56 | 14,6 |
| Silvicultura | 5.253,39 | 6,9 | 7.350,66 | 9,7 | 5.814,45 | 7,7 |
| Infra Estrutura Rural | 132,66 | 0,2 | 459,27 | 0,6 | 1.418,13 | 1,9 |
| Loteamento | 10,17 | 0,0 | 39,15 | 0,1 | 92,61 | 0,1 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 357,66 | 0,5 | 348,84 | 0,5 | 270,81 | 0,4 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 259,38 | 0,3 | 226,53 | 0,3 |
| Urbanização de Alta Densidade | 324,36 | 0,4 | 389,97 | 0,5 | 578,79 | 0,8 |
| Ambiente Aquático | 123,21 | 0,2 | 180,00 | 0,2 | 176,76 | 0,2 |
| Área Alagada | 2.266,47 | 3,0 | 1.726,56 | 2,3 | 1.600,65 | 2,1 |
| TOTAL | 75.927,06 | 100,0 | 75.927,06 | 100,0 | 75.927,06 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.2.2.12. São Carlos (UGP-12)

O município de São Carlos, da mesma forma que Araraquara, tem maior número de habitantes, com uma população de 221.936 pessoas (IBGE, 2010). Possui área de 1.137 km², PIB *per capita* de R\$ 17.941,42 (IBGE, 2008) e 65,5% da área do território inserida estão na porção centro sul da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 49**), localizado na província geomorfológica Cuestas Basálticas (UGM-1).

A atividade pecuária no município (IBGE, 2009) possui um rebanho de 45.795 animais e o setor granjeiro produziu 2.590.675 aves. No levantamento agrícola foram cadastrados os cultivos de abacate (50 ha), borracha (25 ha), café (535 ha), goiaba (80 ha), laranja (5.160 ha), cana-de-açúcar (35.284 ha), mandioca (9 ha), milho (2.000 ha), soja (400 ha) e tomate (9 ha).

Na porção inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, as cotas altimétricas variam entre 500 e 1.000 m. As direções de vertente a Oeste e a Norte ocorrem

com maior frequência. Cerca de 89,2% da área desta UGP está em declividade até 13%, propícia para a agricultura.

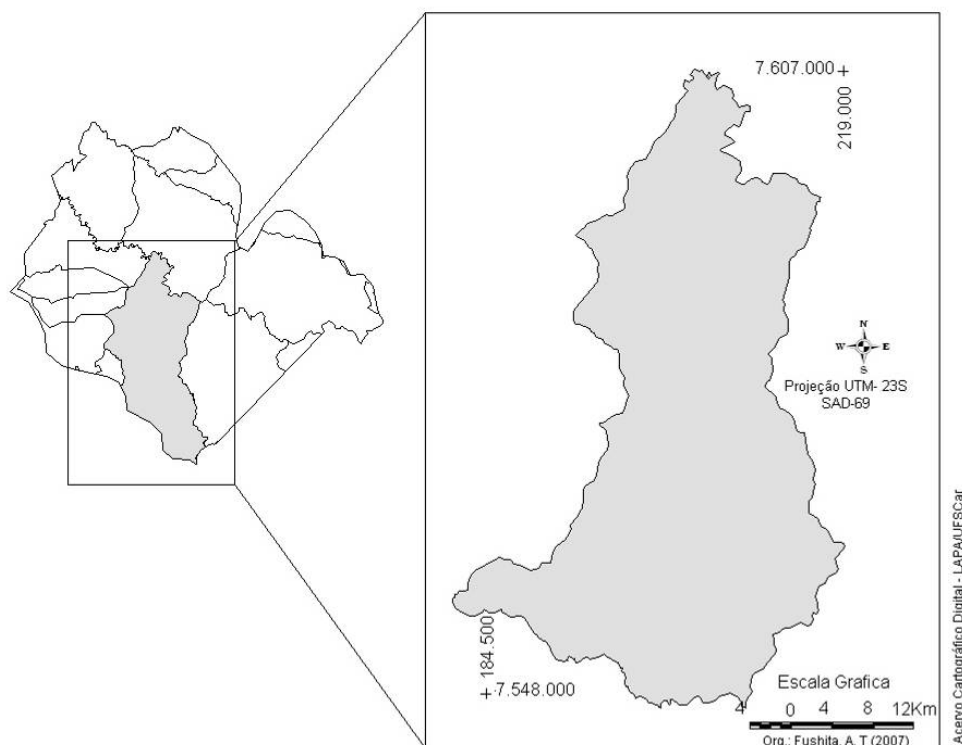


Figura 49:Localização do município de São Carlos, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

A UGP-12 caracteriza-se por solos do tipo latossolos (81,6%), neossolos (10,3%) e gleissolos (8,1%); as formações geológicas Botucatu-Pirambóia (51,3%), Formação Bauru (25%), rochas intrusivas básicas (15,4%) e Formação Serra Geral (8,0%); as formas de relevo compreendem morros amplos (51,3%), colinas amplas (14,4%), encostas com cânions locais (5,3%), morros arredondados (4,6%), encostas sulcadas (2,9%) e morros alongados (1,4%).

As áreas naturais diminuíram entre 1989 e 2009 (29,7% e 19,6%, respectivamente). Em contrapartida, as áreas agrícolas e as áreas urbanas se ampliaram neste intervalo (**Tabela 20**).

Campo sujo e o cerrado apresentaram maiores áreas em 1989 e as menores em 1999, enquanto que mata secundária e áreas alagadas aumentaram entre 1989 e 1999, reduzindo no período seguinte (Tabela 20).

Tabela 20: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de São Carlos, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 6.078,33 | 8,4 | 9.516,96 | 13,1 | 6.371,19 | 8,8 |
| Cerrado | 8.234,19 | 11,4 | 6.620,67 | 9,1 | 7.590,69 | 10,5 |
| Campo Sujo | 7.234,47 | 10,0 | 0,00 | 0,0 | 211,52 | 0,3 |
| Pastagem | 258,84 | 0,4 | 7.710,21 | 10,6 | 3.258,19 | 4,5 |
| Cultura de Ciclo Curto | 44.810,40 | 61,8 | 41.088,42 | 56,7 | 44.022,34 | 60,7 |
| Cultura Perene | 2.983,68 | 4,1 | 2.121,48 | 2,9 | 5.165,48 | 7,1 |
| Silvicultura | 687,87 | 0,9 | 1.156,86 | 1,6 | 191,52 | 0,3 |
| Infra Estrutura Rural | 447,84 | 0,6 | 1.485,81 | 2,0 | 2.485,17 | 3,4 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 240,48 | 0,3 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 568,98 | 0,8 | 860,31 | 1,2 | 485,12 | 0,7 |
| Urbanização de Média Densidade | 35,82 | 0,0 | 189,27 | 0,3 | 816,48 | 1,1 |
| Urbanização de Alta Densidade | 91,44 | 0,1 | 146,43 | 0,2 | 385,02 | 0,5 |
| Ambiente Aquático | 288,63 | 0,4 | 387,54 | 0,5 | 405,54 | 0,6 |
| Área Alagada | 776,70 | 1,1 | 1.213,20 | 1,7 | 868,42 | 1,2 |
| TOTAL | 72.497,19 | 100,0 | 72.497,16 | 100,0 | 72.497,16 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011).

As culturas perenes e infra-estrutura rural, após um declínio em área ocupada no ano de 1999, aumentaram na década seguinte. No caso das culturas de ciclo curto, o maior valor foi em 1989 (61,8%). A silvicultura e a pastagem aumentaram em 1999, entretanto o primeiro tipo de uso, o menor valor foi observado em 2009 e o segundo ocorreu em 1989 (Tabela 20).

Loteamento não foi identificado em 1989 e 1999. Os demais tipos de usos em área urbana foram registrados com aumento gradual em áreas de urbanização de alta densidade (Tabela 20).

4.2.2.13. São Simão

O município de São Simão tem uma população de 14.350 habitantes (IBGE 2010), PIB *per capita* R\$14.754,07 (IBGE 2009), e área de 617 km². Da área total, 30,5% está inserida na porção norte da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (**Figura 50**) e pertence à UGM-1. Por apresentar duas áreas separadas, para a análise dos indicadores da paisagem, a porção oeste foi incluída na UGP-3 (Cravinhos) e a porção leste na UGP-11 (Santa Rita do Passa Quatro).

O levantamento da pecuária e agricultura do município de São Simão cadastrou rebanho de 20.791 animais. O setor granjeiro produziu 3.000 aves. Em 2009, foram cultivados banana (7 ha), café (33 ha), coco-da-baia (10 ha), laranja (1.175 ha), tangerina (92 ha), cana-de-açúcar (29.853 ha), mandioca (1 ha) (IBGE 2009).

As cotas altimétricas variam de 500 a 900 m. Cerca de 81% da UGP-13 está em declividade até 13%, propícia para a agricultura. Não foi observada variação significativa entre as direções de vertentes. Estão presentes nesta unidade geopolítica as formações geológicas Botucatu-Pirambóia (68%) e Serra Geral (32%); os tipos de solo latossolos (65,2%), neossolos (28,4%) e gleissolos (6,4%) e as formas de relevo morros amplos (52,44%), encostas sulcadas (31,1%) e morros arredondados (16,6%).

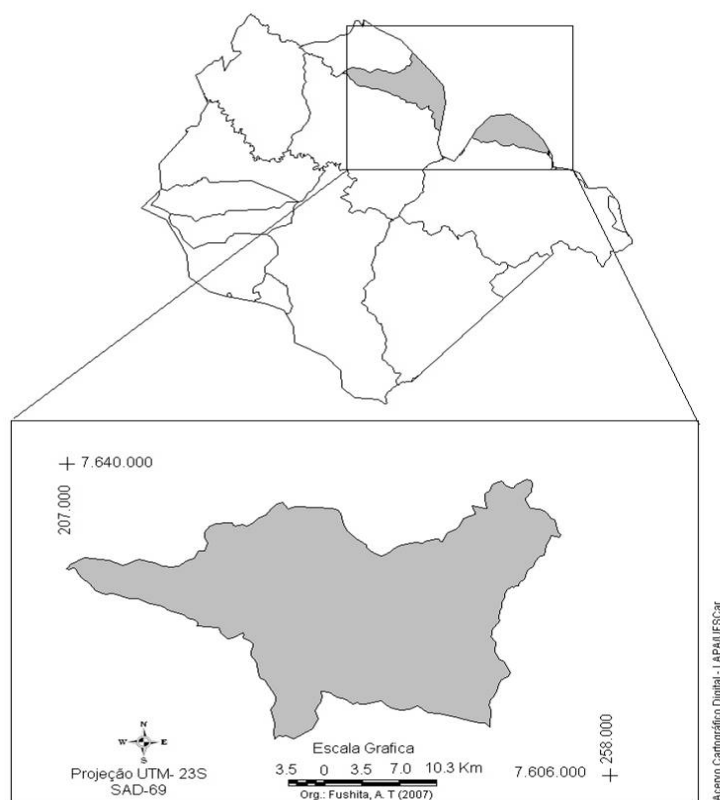


Figura 50: Localização do município de São Simão, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior.

As áreas naturais reduziram de 42,3% em 1989 para 12,6% em 1999. Em contrapartida, as áreas agrícolas tiveram aumento de 56,7%, em 1989, para 86,3% em 1999. As áreas urbanas não foram registradas em 1989 e 1999 e passaram a ocupar 0,5% da UGP-13 em 2009 (**Tabela 21**).

A área ocupada por mata secundária, cerrado e campo sujo reduziram entre 1989 e 1999. O campo sujo que representava 22,9% da área da Unidade em 2009, não foi identificado em 1999. A mata secundária diminuiu gradativamente no período de estudo. O cerrado, após declínio em área entre 1989 e 1999, teve um incremento em 2009 (Tabela 21).

As culturas de ciclo curto, a silvicultura e a infra-estrutura rural aumentaram para o período de estudo, atingindo o maior valor em 1999 para os dois primeiros usos da terra e em 2009 para o último. As culturas perenes reduziram no intervalo de tempo estudado. Em 2009 essa cultura não foi registrada na porção do município inserida na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (Tabela 21).

Neste município, um loteamento foi registrado somente em 2009. As demais tipologias de áreas urbanas não foram identificadas. Verificou-se aumento das áreas alagadas entre 1999 e 2009. Os ambientes aquáticos não tiveram alteração significativa em área ocupada (Tabela 21).

Tabela 21: Tipos de usos e ocupação da terra e respectivas áreas (em hectares e porcentagem) ocupadas no município de São Simão, SP, em 1989, 1999 e 2009.

| Uso | Área | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | 1989 | | 1999 | | 2009 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Mata Secundária | 1.989,45 | 10,6 | 1.620,09 | 8,7 | 1.183,23 | 6,3 |
| Cerrado | 1.623,24 | 8,7 | 738,99 | 4,0 | 1.954,53 | 10,5 |
| Campo Sujo | 4.290,75 | 22,9 | 0,00 | 0,0 | 468,09 | 2,5 |
| Pastagem | 37,26 | 0,2 | 1.278,18 | 6,8 | 145,44 | 0,8 |
| Cultura de Ciclo Curto | 10.036,62 | 53,7 | 14.054,13 | 75,1 | 13.076,46 | 69,9 |
| Cultura Perene | 173,79 | 0,9 | 95,49 | 0,5 | 0,00 | 0,0 |
| Silvicultura | 260,01 | 1,4 | 462,96 | 2,5 | 438,21 | 2,3 |
| Infra Estrutura Rural | 99,36 | 0,5 | 253,98 | 1,4 | 794,16 | 4,2 |
| Loteamento | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 102,24 | 0,5 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| Ambiente Aquático | 7,83 | 0,0 | 15,39 | 0,1 | 6,30 | 0,0 |
| Área Alagada | 184,41 | 1,0 | 183,51 | 1,0 | 534,06 | 2,9 |
| TOTAL | 18.702,72 | 100,0 | 18.702,72 | 100,0 | 18.702,72 | 100,0 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.3. Indicadores da Estrutura da Paisagem

4.3.1. Indicadores de características topográficas

4.3.1.1. Altimetria

Não houve diferença significativa na porcentagem ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em 1989, 1999 e 2009 em função das classes altimétricas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e na UGM-1 (**Quadro 5**).

Na UGM-2 observa-se o predomínio das cotas entre 500 m e 600 m na área total da unidade. Nos remanescentes de vegetação nativa, houve variação em porcentagem ocupada entre os anos, com predomínio das cotas entre 500 m e 600 m em 1989; 700 m a 800 m em 1999 e 600 m a 700 m em 2009 (Quadro 5). As cotas altimétricas entre 500 m e 600 m foram mais freqüentes na UGM-3 na área total da unidade e nos fragmentos de vegetação nativa, entretanto, as cotas entre 800 m e 900 m, presentes nesta unidade, não foram observadas nestas. Também houve aumento das cotas altimétricas entre 500 m e 600 m, com a redução das cotas 600 m a 800 m (Quadro 5).

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | |
|---------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | | 500 a 600 m | 600 a 700 m | 700 a 800 m | 800 a 900 m | 900 a 1.000 m |
| UGB | 1989 | 35.750,52 | 40.562,01 | 30.538,89 | 8.378,19 | 1.657,89 |
| | 1999 | 32.600,34 | 30.730,32 | 20.254,41 | 3.973,41 | 941,94 |
| | 2009 | 28.555,02 | 28.805,40 | 15.827,94 | 3.822,39 | 812,88 |
| UGM-1 | 1989 | 18.811,62 | 35.112,78 | 28.956,51 | 8.338,95 | 1.657,89 |
| | 1999 | 17.361,18 | 25.597,53 | 19.016,55 | 3.962,70 | 941,94 |
| | 2009 | 16.060,77 | 24.619,59 | 15.048,27 | 3.804,66 | 812,88 |
| UGM-2 | 1989 | 1.323,99 | 952,83 | 947,16 | 10,44 | 0,00 |
| | 1999 | 190,35 | 562,59 | 636,66 | 6,48 | 0,00 |
| | 2009 | 281,88 | 506,70 | 254,25 | 6,48 | 0,00 |
| UGM-3 | 1989 | 15.569,19 | 4.464,72 | 582,93 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 15.000,75 | 4.556,70 | 586,53 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 12.164,94 | 3.658,86 | 509,40 | 0,00 | 0,00 |

Quadro 5: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes altimétricas na Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas durante o período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011)

Não houve preferência de cotas altimétricas nos remanescentes de vegetação nativa nas unidades geopolíticas, porém cada uma apresentou variações entre os anos (**Quadro 6**).

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | |
|---------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | | 500 a 600 m | 600 a 700 m | 700 a 800 m | 800 a 900 m | 900 a 1.000 m |
| UGP1 | 1989 | 1.141,92 | 1.811,70 | 283,95 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 836,64 | 432,09 | 40,77 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 903,42 | 465,84 | 81,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-2 | 1989 | 1.141,92 | 1.811,70 | 283,95 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 1.261,80 | 2.024,01 | 288,63 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 1.209,96 | 1.634,13 | 312,48 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-3 | 1989 | 592,83 | 1.032,12 | 373,41 | 5,04 | 0,00 |
| | 1999 | 393,48 | 371,97 | 49,77 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 584,46 | 579,33 | 184,50 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-4 | 1989 | 3.969,99 | 5.832,09 | 5.490,00 | 758,52 | 305,28 |
| | 1999 | 5.156,28 | 6.184,26 | 5.923,71 | 805,23 | 264,33 |
| | 2009 | 3.090,06 | 4.811,04 | 3.872,97 | 575,55 | 246,78 |
| UGP-5 | 1989 | 3.785,13 | 633,60 | 4,50 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 3.200,94 | 760,68 | 11,88 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 3.061,35 | 573,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-6 | 1989 | 0,00 | 404,55 | 835,20 | 60,66 | 0,00 |
| | 1999 | 0,00 | 221,49 | 425,43 | 20,97 | 0,00 |
| | 2009 | 0,00 | 236,07 | 343,08 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-7 | 1989 | 8.775,09 | 8.154,99 | 1.160,01 | 562,95 | 0,00 |
| | 1999 | 8.366,67 | 6.670,98 | 436,32 | 108,63 | 0,00 |
| | 2009 | 8.782,92 | 6.521,76 | 853,47 | 463,77 | 0,00 |
| UGP-8 | 1989 | 261,90 | 175,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 143,82 | 142,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 121,50 | 144,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-9 | 1989 | 3.600,99 | 258,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 4.083,57 | 171,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 2.008,80 | 195,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-10 | 1989 | 1.358,91 | 312,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 1.668,42 | 550,53 | 6,12 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 962,73 | 433,53 | 0,54 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-11 | 1989 | 4.930,02 | 12.928,41 | 13.125,96 | 2.310,93 | 666,90 |
| | 1999 | 2.740,14 | 7.209,18 | 7.569,00 | 1.254,51 | 156,87 |
| | 2009 | 2.740,14 | 7.209,18 | 7.569,00 | 1.254,51 | 156,87 |
| UGP-12 | 1989 | 5.669,91 | 5.028,75 | 5.801,31 | 4.361,31 | 685,71 |
| | 1999 | 4.226,94 | 5.287,23 | 4.389,66 | 1.713,06 | 520,74 |
| | 2009 | 4.458,69 | 4.033,89 | 3.584,43 | 1.727,46 | 368,91 |

Quadro 6: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes altimétricas nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior durante o período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-1 as cotas altimétricas de 600 m a 700 m ocorrem em maior porcentagem, que também é observado em 1989 para os remanescentes de vegetação nativa. Neste ano, as cotas entre 700 m e 800 m aparecem em menor porcentagem do que área total da unidade. Entre 1989 e 1999 houve aumento das cotas altimétricas entre 500 m e 600 m e redução das demais nos fragmentos florestais. Em 2009, a porcentagem de cada intervalo de altitude é praticamente igual ao encontrado em 1999.

Considerando a área total da unidade e a ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa na UGP-2 nos três anos abordados neste estudo, houve maior frequência das cotas de 600 m a 700 m. Comparativamente, nestas áreas verificou-se aumento na porcentagem ocupada pelas cotas entre 500 m e 600 m e redução entre 700 m e 800 m .

Verifica-se o predomínio das cotas altimétricas entre 600 m e 700 m na UGP-3. Quando se analisa a porcentagem ocupada pelos remanescentes, observa-se que houve incremento na porcentagem das cotas entre 700 m e 800 m em 1989, entre 500 m e 600 m em 1999. Em 2009 manteve-se o padrão de distribuição das cotas altimétricas da área total desta unidade.

Nos três anos abordados neste trabalho, não houve variação significativa na frequência das cotas altimétricas nos remanescentes de vegetação nativa em relação à área total da UGP-4, entretanto, ocorrem, em maior porcentagem, altitudes entre 600 m a 800 m.

Na UGP-5, verifica-se o predomínio das cotas entre 500 m e 600 m na unidade e nos remanescentes de vegetação nativa encontrados em cada ano. Há discreta variação na porcentagem ocupada nos intervalos de cotas altimétricas.

Houve diminuição na frequência das cotas entre 800 m e 900 m nos fragmentos florestais da UGP-6 entre 1989 e 2009, não sendo registradas em 2009. As cotas que predominaram nesta unidade foram de 700 m a 800 m, com aumento das cotas entre 600 m a 700 m em 2009, em relação aos demais anos.

Observa-se um aumento gradual dos remanescentes de vegetação nativa da porcentagem ocupada nas cotas de 500 m a 600 m entre 1989 e 2009. Comparando com a distribuição nas cotas na área total da UGP-7, há redução da porcentagem nas cotas entre 600 m e 700 m, exceto em 1999, quando a porcentagem entre 700 m e 900 m também diminuíram.

Na UGP-8 ocorrem as cotas entre 500 m e 700 m. Entre 1989 e 2009 houve redução gradual dos remanescentes de vegetação nativa nas cotas entre 500 e 600 m com aumento da porcentagem nas cotas entre 600 e 700 m. Tendência inversa foi observada na UGP-9, onde também estão presentes as cotas entre 500 a 700 m. Nesta unidade da paisagem, os remanescentes registrados em 1989 e 1999 ocorriam predominantemente entre as cotas 500 m e 600 m.

A porcentagem ocupada pelas cotas entre 700 m e 800 m na UGP-10 não foi mantida quando analisadas a porcentagem ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa separadamente em cada ano. Esse intervalo de altitude não foi observado nos três anos, porém, houve aumento na frequência das cotas altimétricas entre 500 m e 600 m e redução entre 600 m e 700 m.

Na UGP-11, há o predomínio dos intervalos de altitude 600 m a 700 m e 700 a 800 m. Nos fragmentos vegetacionais registrados em 1989, as cotas entre 700 m e 800 m estão em maior porcentagem em relação à área total da unidade.

A UGP-12, por sua vez, não teve intervalo de cotas altimétricas predominantes. Nos remanescentes de vegetação nativa registrados em 1989, comparativamente com a área total da UGP-12, houve aumento das cotas entre 500 m e 600 m e entre 800 m e 900 m, com redução das cotas entre 900 m e 1.000 m. Entre 1989 e 1999, o intervalo entre 800 m e 900 m diminuiu, com incremento na porcentagem ocupada pelas cotas entre 600 m e 700 m. Em 2009 houve aumento das cotas 500 m a 600 m e redução entre 600 m e 700 m.

4.3.1.2. Declividade

Observa-se o aumento da porcentagem da área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em declividade acima de 13% na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas e geopolíticas.

A classe de declividade predominante na bacia hidrográfica (UGB) e nas unidades geomorfológicas foi de 3 a 8%. Na sobreposição das informações sobre os remanescentes da bacia hidrográfica, verifica-se, proporcionalmente, aumento na porcentagem ocupada pelas classes de declividade 8 a 13%, 13 a 20% e 20 a 45%. De 1989 a 2009, sendo que a porcentagem em declividade entre 20 e 45% duplicou (**Quadro 7**).

Comparando a frequência das classes de declividade na UGM-1 e nos remanescentes de vegetação nativa, observa-se que a declividade superior a 8% aumentou, enquanto houve redução da classe 3 a 8% (Quadro 7). Essa tendência também foi detectada na UGM-2, com o acréscimo na classe de 20 a 45% e diminuição da declividade inferior a 8%.

Na UGM-3, a porcentagem dos remanescentes de vegetação nativa nas classes de declividade não seguiu o observado na área total desta unidade, onde as classes 0 a 3% e 3 a 8% ocupam mais de 80% da unidade. Em 1989, esses intervalos representaram menos de 60% da área dos fragmentos, verificando aumento da declividade acima de 8% e a redução da classe 0 a 3%. Em 1999 e em 2009, os remanescentes tiveram maior ocupação nas classes 13 a 20% e 20 a 45% do que na unidade 2009 (Quadro 7).

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | | |
|---------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------|
| | | 0 a 3% | 3 a 8% | 8 a 13% | 13 a 20% | 20 a 45% | acima de 45% |
| UGB | 1989 | 21.872,70 | 46.595,07 | 25.586,82 | 12.321,00 | 9.954,00 | 557,91 |
| | 1999 | 19.441,62 | 37.324,35 | 16.698,24 | 7.659,00 | 6.951,24 | 425,97 |
| | 2009 | 15.534,99 | 30.243,78 | 15.561,09 | 8.140,59 | 7.843,32 | 499,86 |
| UGM-1 | 1989 | 13.570,38 | 36.848,97 | 21.777,66 | 10.998,72 | 9.137,61 | 544,41 |
| | 1999 | 11.163,78 | 28.996,47 | 13.511,79 | 6.533,19 | 6.267,33 | 407,34 |
| | 2009 | 9.807,30 | 23.248,98 | 12.708,36 | 6.979,23 | 7.117,56 | 484,74 |
| UGM-2 | 1989 | 484,74 | 1.279,71 | 786,69 | 368,82 | 310,68 | 3,78 |
| | 1999 | 103,14 | 528,21 | 368,82 | 183,96 | 206,73 | 5,22 |
| | 2009 | 128,34 | 449,64 | 256,77 | 99,45 | 113,67 | 1,44 |
| UGM-3 | 1989 | 128,34 | 449,64 | 256,77 | 99,45 | 113,67 | 1,44 |
| | 1999 | 8.147,97 | 7.773,57 | 2.802,78 | 935,01 | 471,24 | 13,41 |
| | 2009 | 5.579,01 | 6.517,35 | 2.572,83 | 1.047,96 | 602,37 | 13,68 |

Quadro 7: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes de declividade na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGB) e nas unidades geomorfológicas durante o período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011).

Na análise das unidades geopolíticas, houve diferenças na porcentagem ocupada pelos fragmentos em cada ano nas classes de declividade (**Quadro 8**). Na UGP-1, há o predomínio do intervalo de declividade 3 a 8% (aproximadamente 80%). Com a sobreposição dos remanescentes de vegetação nativa, as classes acima de 8% tiveram acréscimo na porcentagem de área ocupada (cerca de 25%).

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | | |
|---------|------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------------|
| | | 0 a 3% | 3 a 8% | 8 a 13% | 13 a 20% | 20 a 45% | acima de 45% |
| UGP1 | 1989 | 290,25 | 693,72 | 342,81 | 96,39 | 8,28 | 0,00 |
| | 1999 | 294,66 | 609,21 | 264,33 | 73,17 | 64,17 | 3,96 |
| | 2009 | 323,46 | 636,66 | 327,51 | 93,51 | 65,16 | 3,96 |
| UGP-2 | 1989 | 401,85 | 1.162,62 | 797,49 | 454,32 | 412,92 | 8,37 |
| | 1999 | 458,19 | 1.407,96 | 920,16 | 450,45 | 329,49 | 8,19 |
| | 2009 | 386,64 | 1.070,82 | 789,48 | 469,89 | 431,37 | 8,37 |
| UGP-3 | 1989 | 386,64 | 1.070,82 | 789,48 | 469,89 | 431,37 | 8,37 |
| | 1999 | 360,81 | 629,82 | 468,27 | 242,73 | 311,40 | 24,30 |
| | 2009 | 350,01 | 921,06 | 783,36 | 440,28 | 549,09 | |
| UGP-4 | 1989 | 2.414,70 | 6.536,88 | 3.623,94 | 1.652,76 | 1.977,75 | 149,85 |
| | 1999 | 2.963,61 | 8.037,90 | 3.417,75 | 1.689,48 | 2.070,27 | 154,80 |
| | 2009 | 1.631,88 | 4.595,94 | 2.868,66 | 1.453,14 | 1.902,15 | 144,63 |
| UGP-5 | 1989 | 2.108,07 | 1.646,46 | 507,78 | 136,98 | 22,68 | 1,26 |
| | 1999 | 2.108,07 | 1.646,46 | 507,78 | 136,98 | 22,68 | 1,26 |
| | 2009 | 1.587,42 | 1.416,42 | 431,64 | 170,37 | 27,81 | 1,26 |
| UGP-6 | 1989 | 111,78 | 616,50 | 423,45 | 132,48 | 16,20 | 0,00 |
| | 1999 | 62,01 | 303,30 | 216,09 | 80,28 | 6,21 | 0,00 |
| | 2009 | 60,75 | 290,70 | 176,85 | 47,16 | 3,69 | 0,00 |
| UGP-7 | 1989 | 5.722,11 | 8.541,09 | 2.580,57 | 970,47 | 806,67 | 32,13 |
| | 1999 | 4.911,03 | 7.751,07 | 1.992,06 | 545,67 | 359,28 | 23,49 |
| | 2009 | 5.324,31 | 7.439,04 | 2.240,37 | 813,15 | 769,32 | 35,73 |
| UGP-8 | 1989 | 77,58 | 232,11 | 107,46 | 20,07 | 0,54 | 0,00 |
| | 1999 | 63,99 | 146,61 | 62,82 | 12,24 | 0,54 | 0,00 |
| | 2009 | 65,88 | 153,54 | 41,31 | 4,41 | 0,54 | 0,00 |
| UGP-9 | 1989 | 2.273,85 | 1.281,69 | 227,34 | 50,85 | 25,56 | 0,09 |
| | 1999 | 2.982,06 | 1.040,49 | 188,19 | 30,15 | 13,86 | 0,00 |
| | 2009 | 1.010,43 | 916,11 | 217,26 | 42,48 | 18,00 | 0,09 |
| UGP-10 | 1989 | 344,16 | 895,68 | 344,88 | 71,28 | 15,21 | 0,00 |
| | 1999 | 579,06 | 1.111,05 | 405,09 | 105,66 | 24,21 | 0,00 |
| | 2009 | 233,73 | 609,39 | 336,15 | 167,58 | 49,95 | 0,00 |
| UGP-11 | 1989 | 3.358,62 | 12.338,37 | 9.816,39 | 4.985,73 | 3.213,99 | 249,12 |
| | 1999 | 1.819,98 | 7.305,84 | 5.121,81 | 2.559,69 | 1.971,36 | 151,02 |
| | 2009 | 1.720,62 | 5.710,23 | 4.339,80 | 2.619,09 | 2.128,50 | 210,87 |
| UGP-12 | 1989 | 3.855,96 | 9.112,86 | 4.245,57 | 2.220,93 | 2.054,61 | 57,06 |
| | 1999 | 2.944,71 | 7.166,52 | 2.822,58 | 1.494,90 | 1.654,38 | 54,54 |
| | 2009 | 2.944,71 | 7.166,52 | 2.822,58 | 1.494,90 | 1.654,38 | 54,54 |

Quadro 8: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas classes de declividade nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior durante o período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011).

Neste sentido, observa-se a elevação da porcentagem ocupada em declividade entre 20 e 45% em 1999 e 2009 que não são propícias ao uso agrícola. A mesma tendência é encontrada nas UGP-2, UGP-3 e UGP-4, entretanto, apresentaram maior redução da declividade até 8% nas áreas vegetadas, comparando com os valores da UGP-1. Esse intervalo, que na área total da unidade representava quase 80%, dos remanescentes florestais, que corresponde 50% destas unidades. As classes de declividade com indicação de manejo do solo para fins agrícola e/ou de ocupação humana ou a necessidade de conservação corresponde a 25% dos fragmentos de vegetação nativa nos três anos, enquanto equivale a menos de 10% da área total das unidades (Quadro 8).

Deve-se destacar que a UGP-5 têm mais de 95% da sua área em declividade propícia à agricultura, entretanto não apresentou variações na porcentagem ocupada por essas classes na área total e nos remanescentes de vegetação nativa em 1989, 1999 e 2009. A classe de 0 a 3%, classificado como plano ocupou menos de 10% da UGP-6. Houve o predomínio da classe 3 a 8%, que diminuiu nos fragmentos florestais. Em contrapartida, o intervalo superior a 8% apresentou maior porcentagem nos remanescentes de vegetação nativa, quando se compara com a área total da unidade. Apesar das classes de declividade consideradas não propícias para práticas agrícolas ocupar menos de 5% da área total da UGP-7, este intervalo teve a frequência duplicada com sobreposição das informações de áreas vegetadas em 1989 a 2009.

Na UGP-8, as diferenças na distribuição das classes de declividade na área total da unidade e nos remanescentes de vegetação nativa estão concentradas na classe 0 a 3%, que registrou menor porcentagem ocupada nessas áreas, enquanto os intervalos 8 a 13 e 13 a 20%, que teve sua porcentagem aumentada em 1989 e 1999. Em 2009, a porcentagem ocupada pelas áreas vegetadas nas classes de declividade foi similar ao encontrado para a área total da unidade. A UGP-9 registrou aumento da frequência na classe 0 a 3% e redução do intervalo 3 a 8% nos remanescentes de vegetação nativa existentes em 1989 e 1999 comparativamente com a área total da unidade. Em 2009, a porcentagem dessa classe ocupada pelos fragmentos florestais foi próxima ao registrado na unidade (Quadro 8).

Na UGP-10, a distribuição das classes de declividade na unidade e nos remanescentes de vegetação nativa existentes em 1989 e 1999 não apresentou diferenças significativas. Em 2009, houve aumento das classes de declividade acima de 13. Entre as unidades geopolíticas, a UGP-11 registrou a maior porcentagem ocupada pelas classes de declividade acima de 8%.

Os intervalos 13 a 20% e 20 a 45% tiveram a frequência aumentada quando sobrepôs a declividade com as áreas naturais mapeadas. A UGP-12 também apresentou tal elevação, principalmente a declividade entre 20 a 45% cuja porcentagem duplicou, em relação à área total da unidade (Quadro 8).

4.3.1.3. Orientação de Vertentes

Em todas as unidades analisadas, foi registrado redução da porcentagem ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa nas direções de vertente Norte e Nordeste e aumento das vertentes ao Sul e Sudoeste, em relação à área total das unidades. Para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e UGM-1, a maior redução da ocupação de vertentes ao Norte e Nordeste ocorreu em 2009 (**Quadro 9**).

A UGM-2, que apresentava menor porcentagem ocupada pelas áreas vegetadas nas vertentes ao Norte e Nordeste. Na sobreposição das informações dos fragmentos florestais nos três anos estudados, essa direção ocupa menos de 7,5% da área analisada e a vertente ao Sul e ao Sudeste elevou (Quadro 9), principalmente em 1989 e 2009. Em contrapartida, na UGM-3 as vertentes a Noroeste e Nordeste tiveram maior frequência do que as demais (Quadro 9) e com a redução da porcentagem de remanescentes nessas direções em 1989, 1999 e 2009.

| | Ano | Área (ha) | | | | | | | |
|--------------|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 0 a 45° | 45 a 90° | 90 a 135° | 135 a 180° | 180 a 225° | 225 a 270° | 270 a 315° | 315 a 360° |
| UGB | 1989 | 11.747,88 | 12.590,01 | 13.886,82 | 15.246,09 | 15.278,04 | 17.338,32 | 16.890,12 | 13.745,52 |
| | 1999 | 9.202,77 | 9.157,68 | 10.220,04 | 11.239,29 | 11.118,24 | 13.222,71 | 13.069,98 | 0,00 |
| | 2009 | 7.281,36 | 7.699,32 | 9.049,14 | 10.265,40 | 10.682,73 | 12.392,19 | 11.430,00 | 8.931,24 |
| UGM-1 | 1989 | 9.457,83 | 9.997,38 | 10.903,95 | 11.885,13 | 12.172,14 | 13.935,78 | 13.539,60 | 10.961,28 |
| | 1999 | 9.457,83 | 9.997,38 | 10.903,95 | 11.885,13 | 12.172,14 | 13.935,78 | 13.539,60 | 10.961,28 |
| | 2009 | 5.701,32 | 5.943,96 | 6.839,64 | 7.886,16 | 8.373,33 | 9.787,86 | 8.829,36 | 6.966,81 |
| UGM-2 | 1989 | 241,83 | 260,28 | 355,32 | 624,15 | 599,13 | 441,81 | 390,60 | 320,49 |
| | 1999 | 102,78 | 115,56 | 228,15 | 244,98 | 222,57 | 233,19 | 145,62 | 103,05 |
| | 2009 | 54,27 | 61,83 | 114,12 | 195,84 | 212,22 | 171,54 | 149,22 | 90,00 |
| UGM-3 | 1989 | 2.041,38 | 2.324,16 | 2.619,09 | 2.729,52 | 2.499,39 | 2.952,36 | 2.954,52 | 2.458,35 |
| | 1999 | 2.023,92 | 2.272,23 | 2.403,09 | 2.423,70 | 2.363,22 | 2.970,72 | 3.056,31 | 2.588,94 |
| | 2009 | 1.523,79 | 1.691,55 | 2.091,69 | 2.176,29 | 2.090,16 | 2.426,31 | 2.447,73 | 1.872,45 |

Quadro 9: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em relação à orientação de vertentes na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas no período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011).

As unidades geopolíticas não apresentam ocupação uniforme em função da orientação de vertentes. Na maioria predominam uma ou mais direções. Na UGP-1, as vertentes ao Sul e ao Sudeste são as menos freqüentes, enquanto houve aumento da ocupação em vertentes a Leste. Verifica-se que os remanescentes de vegetação nativa ocorrem em maior porcentagem os vertentes Leste e Sudoeste e em menor nas vertentes ao Sul. Condição similar é observada na UGP-2 (**Quadro 10**).

Na UGP-3, vertentes Norte e Nordeste ocorrem em menor área, enquanto vertentes a Sudeste e Sudoeste predominam na unidade. Os remanescentes de vegetação nativas concentram nas vertentes a Sudoeste, exceto em 1989 que teve aumento da porcentagem ocupada na vertente a Norte e redução a Oeste (**Quadro 10**).

Seguindo a tendência da UGB, a UGP-4 apresentou menor porcentagem de fragmentos florestais em vertentes a Norte e Nordeste. Os menores valores são observados na vertente ao Sul, entretanto houve aumento na porcentagem ocupada pelos remanescentes em relação à direção de vertentes. Verifica-se distribuição homogênea na orientação de vertentes na UGP-5, entretanto, a porcentagem ocupada pelos fragmentos ao Norte e ao Nordeste é menor quando comparada com a área total da unidade (**Quadro 10**).

Houve predomínio de vertentes do Noroeste a Nordeste na UGP-6. A direção de vertente a Sudeste ocupou menor área nesta unidade. Quando os remanescentes de vegetação nativa foram analisados separadamente, verificou-se elevação da porcentagem ocupada na vertente a Sudeste e Sul e redução na vertente Nordeste (**Quadro 10**).

Entre as unidades geopolíticas, na UGP-7 foi registrada menor ocupação de vertentes a Leste e quando os remanescentes de vegetação nativa foram sobrepostos, verifica-se que as direções Norte e Nordestes estão em menor porcentagem, enquanto ao Sul e Sudoeste tiveram acréscimo. A UGP-8 e a UGP-9 registraram menor porcentagem de áreas em vertente ao Sul, porém, os fragmentos apresentaram menor ocupação em vertentes ao Norte e aumento nas vertentes a Sudeste e a Sudoeste (**Quadro 10**).

A UGP-10 apresenta maior porcentagem de terras na direção ao Sudoeste, tendência que se manteve quando as informações de remanescentes de vegetação nativa foram sobrepostas em 1989 e 2009. Nesses anos, houve redução de área ocupada na vertente Norte (**Quadro 10**).

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | | | | |
|---------|------|-----------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 0 a 45° | 45 a 90° | 90 a 135° | 135 a 180° | 180 a 225° | 225 a 270° | 270 a 315° | 315 a 360° |
| UGP1 | 1989 | 172,53 | 228,69 | 167,22 | 243,09 | 96,66 | 172,17 | 221,40 | 129,06 |
| | 1999 | 159,84 | 212,13 | 160,74 | 168,30 | 67,77 | 179,46 | 198,90 | 161,82 |
| | 2009 | 164,34 | 234,36 | 182,16 | 186,57 | 81,81 | 193,50 | 230,22 | 176,76 |
| UGP-2 | 1989 | 271,89 | 353,16 | 422,82 | 405,00 | 331,83 | 469,35 | 560,16 | 422,55 |
| | 1999 | 376,83 | 467,73 | 513,36 | 351,27 | 322,20 | 496,62 | 562,77 | 482,85 |
| | 2009 | 274,05 | 349,02 | 417,51 | 398,61 | 340,20 | 481,86 | 499,23 | 395,28 |
| UGP-3 | 1989 | 908,82 | 690,21 | 724,59 | 880,29 | 1.107,36 | 1.121,31 | 765,27 | 787,05 |
| | 1999 | 113,85 | 120,24 | 227,61 | 306,54 | 449,82 | 410,76 | 217,80 | 190,17 |
| | 2009 | 216,00 | 196,83 | 328,23 | 484,83 | 555,30 | 579,51 | 372,42 | 344,70 |
| UGP-4 | 1989 | 1.774,53 | 2.060,01 | 1.955,43 | 1.859,13 | 1.597,23 | 2.393,55 | 2.674,44 | 2.035,08 |
| | 1999 | 2.558,34 | 2.092,41 | 1.902,78 | 1.967,40 | 1.592,82 | 2.419,29 | 3.096,63 | 2.697,48 |
| | 2009 | 1.405,26 | 1.525,95 | 1.450,44 | 1.451,61 | 1.347,57 | 1.906,38 | 1.974,69 | 1.529,82 |
| UGP-5 | 1989 | 503,28 | 396,18 | 488,43 | 665,01 | 652,50 | 637,47 | 548,55 | 526,14 |
| | 1999 | 411,30 | 340,02 | 448,20 | 605,43 | 545,40 | 551,97 | 576,54 | 491,58 |
| | 2009 | 477,54 | 387,00 | 449,10 | 501,84 | 524,25 | 464,22 | 437,85 | 389,97 |
| UGP-6 | 1989 | 180,18 | 110,79 | 86,04 | 87,84 | 202,86 | 249,30 | 176,04 | 207,09 |
| | 1999 | 110,79 | 75,96 | 47,16 | 38,52 | 101,07 | 130,50 | 89,37 | 74,25 |
| | 2009 | 106,83 | 76,77 | 45,63 | 22,23 | 68,67 | 104,13 | 79,56 | 75,06 |
| UGP-7 | 1989 | 1.233,90 | 1.505,16 | 1.941,03 | 2.616,30 | 3.296,43 | 3.429,99 | 2.773,44 | 1.844,55 |
| | 1999 | 973,26 | 1.321,38 | 1.699,83 | 2.148,21 | 2.616,21 | 2.828,70 | 2.329,83 | 1.656,54 |
| | 2009 | 1.070,73 | 1.380,24 | 1.755,00 | 2.269,71 | 2.885,58 | 3.152,25 | 2.472,48 | 1.625,04 |
| UGP-8 | 1989 | 23,94 | 44,37 | 84,42 | 111,87 | 36,72 | 19,08 | 62,19 | 54,72 |
| | 1999 | 27,63 | 35,10 | 44,19 | 60,39 | 18,09 | 14,22 | 42,66 | 43,47 |
| | 2009 | 32,04 | 38,25 | 31,95 | 16,83 | 14,04 | 29,88 | 59,85 | 42,84 |
| UGP-9 | 1989 | 590,04 | 731,25 | 506,25 | 470,34 | 325,08 | 322,38 | 408,24 | 481,59 |
| | 1999 | 577,44 | 626,49 | 468,09 | 528,93 | 407,70 | 419,40 | 570,96 | 624,15 |
| | 2009 | 253,26 | 326,79 | 324,63 | 310,05 | 247,95 | 200,88 | 265,95 | 272,79 |
| UGP-10 | 1989 | 107,73 | 209,70 | 293,76 | 157,23 | 132,48 | 213,03 | 345,60 | 210,87 |
| | 1999 | 195,39 | 386,19 | 325,26 | 187,38 | 179,28 | 342,09 | 371,34 | 236,88 |
| | 2009 | 92,70 | 146,16 | 267,75 | 165,33 | 88,83 | 138,15 | 306,90 | 190,62 |
| UGP-11 | 1989 | 3.033,45 | 3.271,86 | 4.018,86 | 5.246,37 | 5.841,09 | 5.989,41 | 5.420,79 | 4.057,47 |
| | 1999 | 1.696,86 | 1.542,06 | 2.212,83 | 2.961,45 | 3.441,15 | 3.455,82 | 2.689,92 | 2.063,88 |
| | 2009 | 1.314,27 | 1.263,69 | 1.821,06 | 2.743,02 | 3.421,89 | 3.569,40 | 2.690,73 | 1.778,13 |
| UGP-12 | 1989 | 2.947,50 | 2.988,63 | 3.197,88 | 2.503,62 | 1.657,80 | 2.321,37 | 2.934,00 | 2.989,08 |
| | 1999 | 2.001,24 | 1.937,97 | 2.169,99 | 1.915,47 | 1.376,73 | 1.973,97 | 2.323,26 | 2.434,32 |
| | 2009 | 1.874,34 | 1.774,26 | 1.975,68 | 1.714,77 | 1.106,64 | 1.572,12 | 2.040,12 | 2.110,23 |

Quadro 10: Área ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa em relação à orientação de vertentes nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior no período estudado.

Fonte: FUSHITA (2011).

Verificou-se que o aumento da porcentagem de remanescentes de vegetação nativa em vertentes direcionadas a Sudoeste, Sudeste e Sul e redução nas vertentes a Nordeste e Norte nas UGP-11 e UGP-12 no intervalo estudado (Quadro 10).

Esta tendência vem ao encontro de trabalhos sobre a preferência na ocupação da terra para fins agrícolas em vertentes ao Norte, pois a exposição à luz solar é maior, assim têm maior produtividade primária. Por esta característica, nesses terrenos houve a expansão agrícola em intensidade e ao contrário das vertentes ao Sul, são as menos destinadas à recuperação e conservação ambiental.

4.3.2. Indicadores do padrão da paisagem

4.3.2.1. Número de Fragmentos (NP)

A maioria das unidades de gerenciamento apresentou aumento do número de fragmentos (NP) de mata secundária entre 1989, 1999 e 2009. Nas UGM-3, UGP-1 e UGP-6 houve elevação de NP-mata secundária entre 1989 e 1999. A UGP-12 teve os maiores valores de NP-mata secundária entre as unidades geopolíticas no intervalo estudado e a UGP-8 apresentou os menores valores em 1989 e 1999. Em 2009, o valor mais baixo de NP-mata secundária foi obtido para a UGP-6 (**Tabela 22**).

A NP-cerrado teve alterações entre os anos e unidades. Na UGM-2 não houve registro de manchas de cerrado em 2009, após redução entre 1989 e 1999. A UGM-1 e UGM-3 apresentaram redução entre 1989 e 1999, com posterior aumento entre 1999 e 2009, sendo que na UGM-1 o maior valor registrado foi em 1989 e na UGM-3 em 2009 (Tabela 22).

As UGP-4, UGP-6 e UGP-11 apresentaram aumento entre 1989 e 1999, com redução entre 1999 e 2009, enquanto as UGP-2 e UGP-9 tiveram elevação da NP-cerrado e as UGP-1 e UGP-10 redução entre os anos estudados. A métrica NP-cerrado das UGP-3, UGP-5, UGP-7 e UGP-12 diminuiu entre 1989 e 1999, com aumento no segundo período. A UGP-8 registrou os menores valores desta métrica para o cerrado, enquanto os maiores foram obtidos na UGP-11 (Tabela 22).

Em 1999 não foram registradas manchas de campo sujo em todas as unidades da paisagem. As UGM-1 e UGM-2 apresentaram NP-campo sujo menor em 2009. Na UGM-3

essa métrica foi similar nesses dois anos. Verificou-se que esta métrica foi maior em 2009 nas UGP-3 e UGP-5. Nas demais Unidades Geopolíticas, a NP-campo sujo em 1989 foi maior que em 2009 (Tabela 22).

Entre as unidades geopolíticas, os valores mais elevados de NP-campo sujo foram registrados na UGP-12 em 1989 e na UGP-3 em 2009. O menor valor foi obtido para a UGP-10. As UGP-2, UGP-6 e UGP-8 não registraram esta fitofisionomia em 2009 (Tabela 22).

Tabela 22: Métrica Número de Mancha gerado para os Remanescentes de Vegetação Nativa, em cada unidade de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior para os anos estudados.

| Unidade | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|---------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 246 | 189 | 147 | 409 | 165 | - | 878 | 185 | 41 |
| UGM-02 | 25 | 8 | 9 | 32 | 6 | - | 45 | - | - |
| UGM-03 | 69 | 63 | 21 | 135 | 48 | - | 69 | 63 | 21 |
| UGP-01 | 8 | 19 | 4 | 29 | 15 | - | 27 | 15 | 1 |
| UGP-02 | 21 | 7 | 4 | 34 | 7 | - | 40 | 8 | - |
| UGP-03 | 36 | 12 | 17 | 47 | 3 | - | 143 | 10 | 23 |
| UGP-04 | 56 | 55 | 29 | 104 | 58 | - | 143 | 57 | 1 |
| UGP-05 | 34 | 12 | 5 | 51 | 4 | - | 130 | 13 | 11 |
| UGP-06 | 12 | 5 | 5 | 15 | 6 | - | 14 | 5 | - |
| UGP-07 | 40 | 31 | 18 | 61 | 17 | - | 133 | 24 | 6 |
| UGP-08 | 6 | 2 | 4 | 9 | 2 | - | 20 | 1 | - |
| UGP-09 | 23 | 11 | 6 | 49 | 11 | - | 69 | 16 | 4 |
| UGP-10 | 17 | 19 | 3 | 36 | 17 | - | 64 | 11 | 2 |
| UGP-11 | 66 | 66 | 47 | 128 | 67 | - | 155 | 65 | 2 |
| UGP-12 | 119 | 54 | 49 | 157 | 37 | - | 363 | 44 | 5 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.3.2.2. Índice de Similaridade (SIMI)

O Índice de Similaridade (SIMI) considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas elencadas no tipo de classe, cujas bordas estão dentro de um raio específico de

busca, no caso deste estudo, 30 metros. Essa métrica é dada em metros e aumenta quando a vizinhança é ocupada por manchas com maior coeficiente de similaridade entre si, com distribuição menos fragmentada e são mais contíguas.

Verificou-se que os menores valores de SIMI-mata secundária entre as unidades geomorfológicas foram registrados na UGM-2. Na UGM-3 é observado o valor mais elevado da área de estudo. As unidades geomorfológicas apresentaram aumento da SIMI-mata secundária entre 1989 e 1999 e redução entre 1999 e 2009 (**Tabela 23**).

As unidades geopolíticas tiveram variação da SIMI-mata secundária entre 1.004,76 m (UGP-6 em 1989) e 33.560,51 m (UGP-7 em 2009). As UGP-2, UGP-5, UGP-7 e UGP-12 tiveram elevação da SIMI entre os três anos estudados, enquanto as UGP-1, UGP-8 e UGP-10 reduziram no mesmo intervalo. A UGP-4 apresentou menor valor em 1999 e maior em 1989. Nas demais unidades (UGP-3, UGP-6 e UGP-9), a SIMI-mata secundária aumentou entre 1989 e 1999 e diminuiu entre 1999 e 2009 (Tabela 23).

Em 1989, o menor valor desta métrica foi registrado na UGP-6 (17.662,25 m) e a maior similaridade ocorreu na UGP-11 (554.785,5 m). Em 1999 e em 2009, a menor SIMI-mata foi registrada na UGP-8 (40.428,56 m e 13.048,5 m, respectivamente) e o maior valor na UGP-5 (824.443,84 m e 922.510,91 m) (Tabela 23).

Considerando todas as unidades da paisagem, SIMI-cerrado teve menor valor em 2009 e maior em 1999. Entre as unidades geomorfológicas, a UGM-3 apresentou maior similaridade das manchas de cerrado com a matriz intervalo estudado. A menor similaridade foi registrada na UGM-2 em 2009, que sofreu redução entre os anos. As demais unidades geomorfológicas tiveram aumento da SIMI-cerrado entre 1989 e 1999 e redução no segundo período (Tabela 23).

Entre as unidades geopolíticas, a métrica SIMI-cerrado apresentou elevação dos valores entre 1989 e 1999 e decréscimo nas UGP-3, UGP-4, UGP-5, UGP-9 e UGP-11 entre 1999 e 2009. A UGP-1 teve diminuição dos valores da métrica entre 1989 e 2009, enquanto as UGP-5, UGP-8 e UGP-10 registraram redução da similaridade no primeiro período e aumento no segundo. Houve aumento da SIMI-cerrado nas UGP-6, UGP-7, UGP-12 entre os anos estudados (Tabela 23).

Tabela 23: Métrica Índice de Similaridade para os remanescentes de vegetação nativa das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior para os anos estudados.

| | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|--------|-----------------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 21.783,56 | 22.991,52 | 36.203,84 | 37.428,26 | 39.220,62 | - | 32.072,17 | 33.415,83 | 106.875,07 |
| UGM-02 | 4.617,06 | 9.103,44 | 3.834,46 | 4.764,25 | 7.791,73 | - | 1.940,39 | 2.728,10 | - |
| UGM-03 | 2.7049,20 | 34.559,45 | 72.927,20 | 50.738,28 | 46.327,63 | - | 37.239,13 | 39.185,41 | 369.985,67 |
| UGP-01 | 7.707,70 | 6.700,95 | 15.633,53 | 3.127,19 | 3.334,75 | - | 2.972,20 | 2.894,44 | 11.886,00 |
| UGP-02 | 8.231,21 | 7.296,04 | 13.717,67 | 13.394,09 | 14.858,00 | - | 13.264,35 | 24.689,29 | 13.754,50 |
| UGP-03 | 11.609,61 | 7.197,52 | 14.777,07 | 25.053,91 | 26.150,60 | - | 23.369,57 | 23.885,17 | 45.604,17 |
| UGP-04 | 9.902,95 | 10.418,78 | 15.631,62 | 8.268,56 | 12.407,70 | - | 9.237,80 | 9.627,27 | 11.367,30 |
| UGP-05 | 22.906,04 | 29.850,58 | 15.261,68 | 27.475,57 | 32.583,80 | - | 31.301,35 | 32.538,12 | 64.927,90 |
| UGP-06 | 1.004,76 | 2.125,88 | 2.061,94 | 2.987,77 | 2.981,28 | - | 1.680,04 | 1.948,52 | - |
| UGP-07 | 27.085,42 | 17.207,32 | 33.414,07 | 29.243,82 | 21.401,29 | - | 33.560,51 | 25.563,42 | 68.036,42 |
| UGP-08 | 3.335,63 | 3.836,80 | 5.900,85 | 1.348,09 | 1.618,85 | - | 1.535,12 | 2.474,00 | - |
| UGP-09 | 7.920,16 | 11.798,64 | 23.650,88 | 14.363,53 | 20.092,56 | - | 11.493,43 | 10.593,05 | 481,58 |
| UGP-10 | 10.971,02 | 9.561,47 | 10.077,07 | 9.240,93 | 2.683,26 | - | 8.193,43 | 4.130,76 | 19.166,00 |
| UGP-11 | 19.853,23 | 25.534,89 | 11.735,63 | 26.268,72 | 40.202,79 | - | 7.406,82 | 8.378,33 | 9.652,66 |
| UGP-12 | 20.182,57 | 20.779,27 | 45.821,72 | 22.399,43 | 27.663,63 | - | 28.065,42 | 31.196,96 | 84.395,00 |

Fonte: FUSHITA (2011)

Os valores extremos da SIMI-cerrado foram registrados em 1989 e 2009 na UGP-6 (2.125,88 m e 1.948,52 m, respectivamente) e na UGP-5 (29.850,58 m e 32.538,12 m, em 1989 e 2009). Em 1999, a menor similaridade foi observada na UGP-8 (1.618,85 m) e a unidade com maior similaridade foi a UGP-11 (40.202,79 m) (Tabela 23).

A métrica SIMI-campo sujo não foi registrada em 1999 e nas unidades UGM-2, UGP-2, UGP-6 e UGP-8. Entre as unidades geomorfológicas, a UGM-3 registrou maior valor desta métrica, enquanto a UGM-2, o menor valor (Tabela 23).

Houve aumento da similaridade entre 1989 e 2009 nas unidades geopolíticas UGP-3, UGP-5, UGP-7, UGP-10, UGP-11 e redução nas UGP-1, UGP-2, UGP-4, UGP-6, UGP-8, UGP-9 e UGP-12. A menor SIMI-campo sujo de 1989 foi registrada na UGP-6 (2.061,94 m) e a maior ocorreu na UGP-12 (45,821,32 m). Em 2009, os valores extremos foram na UGP-9 (481,59 m) e na UGP-12 (84.395,00 m) (Tabela 23).

De forma geral, as melhores condições para a similaridade foram encontradas em 1999 e 2009, entretanto, pode não significar melhor integridade das manchas e da paisagem, uma vez que nesses anos houve aumento do número de manchas.

4.3.2.3. Índice de forma (SHAPE)

O Índice de Forma (SHAPE) tem como base a razão perímetro-área que é ajustado para um quadrado. Não possui unidade, sendo o valor mínimo 1, quando a forma da mancha for mais compactada possível e aumenta sem limites quando a forma é a mais irregular possível.

Para as unidades geomorfológicas, o Índice de Forma das manchas de mata secundária tiveram o menor valor na UGM-2, nos três anos. Na UGM-1 houve redução do SHAPE-mata secundária entre os anos, ou seja, os fragmentos tornaram-se menos irregulares no intervalo estudado, enquanto nas UGM-2 e UGM-3 o índice diminuiu entre 1989 e 1999, com elevação do valor no segundo período (**Tabela 24**).

A SHAPE-mata secundária apresentou redução no intervalo estudado nas UGP-2, UGP-3, UGP-4, UGP-8, UGP-9, UGP-11 e UGP-12, e aumento na UGP-6. Nas UGP-7 e UGP-10 os valores elevaram em 1999, com diminuição em 2009, enquanto na UGP-1 houve

redução dos valores de SHAPE-mata secundária entre 1989 e 1999 e aumento em 2009 (Tabela 24).

Tabela 24: Métrica Índice de Forma para os remanescentes de vegetação nativa das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|--------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 2,41 | 1,69 | 2,01 | 2,11 | 1,68 | - | 1,73 | 1,75 | 1,87 |
| UGM-02 | 1,75 | 1,63 | 2,16 | 1,67 | 1,47 | - | 1,72 | - | - |
| UGM-03 | 2,27 | 1,66 | 2,01 | 2,05 | 1,59 | - | 2,27 | 1,66 | 2,01 |
| UGP-01 | 2,07 | 1,55 | 1,52 | 1,58 | 1,53 | - | 1,72 | 1,51 | 1,96 |
| UGP-02 | 2,12 | 2,15 | 1,58 | 1,95 | 2,00 | - | 1,92 | 1,77 | - |
| UGP-03 | 1,97 | 1,75 | 2,06 | 1,90 | 1,74 | - | 1,54 | 1,50 | 1,90 |
| UGP-04 | 2,57 | 1,70 | 1,91 | 2,16 | 1,64 | - | 2,00 | 1,76 | 2,98 |
| UGP-05 | 2,11 | 1,71 | 2,20 | 2,05 | 1,44 | - | 1,68 | 1,81 | 2,64 |
| UGP-06 | 1,76 | 1,55 | 1,87 | 1,74 | 1,48 | - | 1,92 | 1,54 | - |
| UGP-07 | 2,05 | 1,67 | 1,79 | 2,11 | 1,51 | - | 1,63 | 1,57 | 1,82 |
| UGP-08 | 2,08 | 1,73 | 1,45 | 1,69 | 1,74 | - | 1,67 | 1,99 | - |
| UGP-09 | 1,97 | 1,63 | 1,98 | 1,92 | 1,45 | - | 1,79 | 1,57 | 1,50 |
| UGP-10 | 1,84 | 1,48 | 1,79 | 1,90 | 1,45 | - | 1,61 | 1,49 | 2,21 |
| UGP-11 | 2,31 | 1,79 | 1,88 | 2,04 | 1,71 | - | 1,92 | 1,80 | 2,45 |
| UGP-12 | 2,36 | 1,65 | 2,14 | 2,04 | 1,80 | - | 1,73 | 1,84 | 1,70 |

Fonte: FUSHITA (2011)

A unidade geopolítica com a forma das manchas mais irregulares foi a UGP-4, sendo $SHAPE_{1989} = 2,57$, $SHAPE_{1999} = 2,16$ e $SHAPE_{2009} = 2,00$. Os menores valores de SHAPE-mata secundária foram registrados na UGP-6 em 1989 (1,76), UGP-1 em 1999 (1,58) e UGP-3 em 2009 (1,54) (Tabela 24).

Para as manchas de cerrado, esta métrica diminuiu entre 1989 e 1999 em todas as unidades geomorfológicas. Em 2009 a SHAPE-cerrado não foi registrada na UGM-2 e o menor valor do índice nas UGM-1 e UGM-3 ocorre em 1989 (Tabela 24).

A SHAPE-cerrado teve redução dos valores entre os anos estudados nas UGP-1, UGP-2 e UGP-3. Houve aumento nas UGP-8 e UGP-12 no mesmo período e nas demais unidades

(UGP-4, UGP-5, UGP-6, UGP-7, UGP-9, UGP-10 e UGP-11), registrou decréscimo entre 1989 e 1999 e elevação valores entre 1999 e 2009. Em 1989, os valores extremos de SHAPE-cerrado foram observados na UGP-10 (1,48) e na UGP-2 (2,15), em 1999, na UGP-5 (1,44) e na UGP-2 (2,0) e em 2009 na UGP-10 (1,49) e na UGP-8 (1,99) (Tabela 24). A UGP-10 é a unidade com as manchas de cerrado menos irregulares, enquanto a UGP-2 apresenta as mais irregulares.

Não foram registrados os valores para SHAPE-campo sujo em 1999 e nas unidades UGM-2, UGP-2, UPG-6 e UGP-8. Entre as fitofisionomias, o campo sujo teve os valores mais elevados de SHAPE. A UGM-1 teve menor valor da SHAPE-campo sujo em 2009, enquanto a UGM-3 apresentou os mesmo valor em 1989 e 2009 (Tabela 24).

Comparando os valores de SHAPE-campo sujo de 1989 e 2009, observa-se que nas UGP-1, UGP-4, UGP-5, UGP-7, UGP-10 e UGP-11 o índice foi menor em 1989, enquanto nas UGP-3, UGP-9 e UGP-12, o valor foi menor em 2009. Os valores extremos da SHAPE-campo sujo foi observado nas UGP-8 (1,45) e UGP-5 (2,2) em 1989 e nas UGP-9 (1,50) e UGP-4 (2,98) em 2009. Para esta fitofisionomia, em 1989 a forma das manchas foi menos irregular do que o apresentado em 2009 (Tabela 24).

4.3.2.4. Círculo circunscrito Relacionado (CIRCLE)

A métrica Círculo Circunscrito Relacionado (CIRCLE) utiliza o menor círculo circunscrito ao invés do quadrado, como no SHAPE. Não possui unidade e varia entre zero e 1. Os valores próximos a zero indicam que a forma das manchas está próxima a um círculo e quando próximo a 1, a mancha é alongada.

A CIRCLE-mata secundária variou entre 0,55 e 0,83, ou seja, a forma das manchas dessa fitofisionomia na área de estudo é mais alongada do que circular.

Considerando as unidades geomorfológicas, a CIRCLE-mata secundária teve menor valor na UGM-2 e os maiores valores foram na UGM-1, para 1989 e 1999, e na UGM-3 para 2009. Verificou-se a tendência das manchas de mata secundária ser menos alongadas na UGM-1, enquanto para a UGM-2 os remanescentes tiveram tendência inversa no mesmo

período. Já as manchas da UGM-3 tiveram redução da CIRCLE-mata secundária entre 1989 e 1999, com aumento no intervalo seguinte (**Tabela 25**).

Tabela 25: Métrica Máximo Círculo Circunscrito para os remanescentes de vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| Unidade | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|---------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 0,75 | 0,61 | 0,64 | 0,72 | 0,62 | - | 0,66 | 0,63 | 0,67 |
| UGM-02 | 0,66 | 0,61 | 0,67 | 0,68 | 0,59 | - | 0,67 | - | - |
| UGM-03 | 0,73 | 0,62 | 0,66 | 0,71 | 0,63 | - | 0,73 | 0,62 | 0,66 |
| UGP-01 | 0,82 | 0,65 | 0,57 | 0,64 | 0,63 | - | 0,65 | 0,62 | 0,77 |
| UGP-02 | 0,67 | 0,72 | 0,55 | 0,70 | 0,71 | - | 0,69 | 0,64 | - |
| UGP-03 | 0,69 | 0,65 | 0,68 | 0,68 | 0,57 | - | 0,63 | 0,57 | 0,68 |
| UGP-04 | 0,76 | 0,62 | 0,65 | 0,73 | 0,65 | - | 0,70 | 0,66 | 0,81 |
| UGP-05 | 0,72 | 0,58 | 0,74 | 0,72 | 0,55 | - | 0,67 | 0,62 | 0,82 |
| UGP-06 | 0,72 | 0,60 | 0,66 | 0,71 | 0,61 | - | 0,74 | 0,64 | - |
| UGP-07 | 0,71 | 0,58 | 0,61 | 0,73 | 0,55 | - | 0,64 | 0,58 | 0,69 |
| UGP-08 | 0,83 | 0,69 | 0,61 | 0,71 | 0,71 | - | 0,68 | 0,69 | - |
| UGP-09 | 0,67 | 0,63 | 0,73 | 0,67 | 0,60 | - | 0,66 | 0,63 | 0,72 |
| UGP-10 | 0,66 | 0,62 | 0,61 | 0,68 | 0,63 | - | 0,64 | 0,63 | 0,64 |
| UGP-11 | 0,76 | 0,63 | 0,64 | 0,71 | 0,64 | - | 0,70 | 0,65 | 0,80 |
| UGP-12 | 0,73 | 0,63 | 0,64 | 0,70 | 0,64 | - | 0,66 | 0,65 | 0,58 |

Fonte: FUSHITA (2011)

Houve redução dos valores da CIRCLE-mata secundária entre 1989 e 2009 nas UGP-1, UGP-3, UGP-4, UGP-5, UGP-8, UGP-11 e UGP-12. Comparativamente e nestas unidades, as manchas tornaram-se menos alongadas em 2009 do que o registrado em 1989 (Tabela 25).

Na UGP-6, houve diminuição da CIRCLE-mata secundária entre 1989 e 1999, com elevação do valor entre 1999 e 2009, ou seja, as manchas eram menos alongadas em 1999 do que nos demais anos. Nas UGP-2, UGP-9 e UGP-10 foi registrado aumento dos valores de CIRCLE-mata secundária no primeiro período e redução entre 1999 e 2009 (Tabela 25). Nestas unidades geopolíticas, em 1999 as manchas eram mais alongadas.

A CIRCLE-cerrado teve elevação dos valores na UGM-1 entre 1989 e 2009, ou seja, nesta unidade as manchas tornaram-se mais alongadas em 2009, comparativamente com 1989. Na UGM-2 foram registrados os menores valores desta métrica entre as unidades geomorfológicas, reduzindo principalmente entre 1989 e 1999. A UGM-3 manteve a CIRCLE-cerrado entre 0,62 e 0,63 (Tabela 25).

As manchas de cerrado apresentaram a forma menos alongada em 1989 nas UGP-4, UGP-6, UGP-10, UGP-11 e UGP-12, sendo registrado aumento da CIRCLE-cerrado entre 1989 e 2009. Em contrapartida, nas UGP-1, UGP-2 e UGP-3, as formas menos alongadas são observadas em 2009. Nas UGP-5, UGP-7 e UGP-9, os menores valores de CIRCLE-cerrado foram registrados em 1999. Nestas unidades, verifica-se redução da métrica entre 1989 e 1999 e elevação do valor em 2009. A UGP-8 teve aumento dos valores no primeiro intervalo e redução no segundo (Tabela 25).

A fitofisionomia campo sujo não foi registrada em 1999 na área de estudo e nas UGM-2, UGP-2, UGP-6 e UGP-8 em 2009. A CIRCLE-campo sujo esteve constante na UGM-3 em 1989 e 2009. Na UGM-1, verifica-se que as manchas eram menos alongadas em 1989 do que em 2009 (Tabela 25).

A CIRCLE-campo sujo teve o mesmo valor 1989 e 2009. Nas UGP-9 e UGP-12 as manchas de campo sujo eram menos alongadas em 2009 do que em 1989, enquanto nas demais, maior valor foi registrado em 1989 (Tabela 25).

4.3.2.5. Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo (ENN)

A Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo (ENN) abrange o contexto em que uma mancha está inserida e o quanto uma mancha está isolada. Quando o valor desta métrica está próximo a zero, a distância de uma mancha de mesma classe é mínima. Esta métrica aumenta sem limite conforme as manchas similares se distanciam. O N/A significa que não foram encontrados manchas de mesma classe na paisagem.

A ENN para a classe mata secundária apresentou redução dos valores nas UGM-1 e UGM-2 no intervalo estudado, enquanto na UGM-3 houve diminuição entre 1989 e 1999, retornando ao valor inicial em 2009 (Tabela 26).

Tabela 26. Métrica Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo dos remanescentes de vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| Unidade | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|---------|-----------------|----------|------------|-----------------|----------|------------|-----------------|----------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 518,11 | 922,73 | 574,12 | 366,71 | 1.090,45 | - | 278,35 | 2.616,24 | 917,11 |
| UGM-02 | 763,83 | 1.230,19 | 843,65 | 460,15 | 1.687,98 | - | 394,07 | - | - |
| UGM-03 | 549,39 | 1.191,83 | 2.211,19 | 489,01 | 1.139,76 | - | 549,39 | 1.191,83 | 2.211,19 |
| UGP-01 | 1.082,23 | 827,69 | 3.183,79 | 528,01 | 877,36 | - | 505,34 | 800,01 | N/A |
| UGP-02 | 515,47 | 3.344,72 | 6.601,39 | 300,45 | 1.151,97 | - | 451,87 | 3.430,56 | - |
| UGP-03 | 263,93 | 2.048,15 | 756,05 | 374,92 | 8.634,15 | - | 218,52 | 2.335,09 | 614,20 |
| UGP-04 | 362,31 | 738,65 | 1.211,99 | 233,34 | 738,53 | - | 267,16 | 688,18 | N/A |
| UGP-05 | 401,11 | 1.443,90 | 2.790,22 | 444,88 | 6.435,62 | - | 276,45 | 1.189,95 | 1.428,36 |
| UGP-06 | 467,49 | 845,70 | 427,49 | 405,37 | 600,49 | - | 447,28 | 207,07 | - |
| UGP-07 | 424,03 | 716,47 | 415,03 | 405,04 | 1.030,55 | - | 251,08 | 772,52 | 2.336,06 |
| UGP-08 | 308,04 | 9.277,81 | 1.680,66 | 691,85 | 9.427,16 | - | 436,72 | N/A | - |
| UGP-09 | 460,35 | 2.065,08 | 811,10 | 466,31 | 2.090,96 | - | 340,83 | 2.124,13 | 156,20 |
| UGP-10 | 184,27 | 1.201,10 | 7252,09 | 413,72 | 1.193,26 | - | 283,91 | 1.212,34 | 2.977,42 |
| UGP-11 | 561,50 | 700,08 | 503,77 | 363,50 | 703,26 | - | 388,16 | 727,01 | 37.438,58 |
| UGP-12 | 383,91 | 1.033,69 | 454,89 | 303,28 | 1.418,63 | - | 239,58 | 1.039,60 | 4.712,72 |

Fonte: FUSHITA (2011).

Entre as unidades geopolíticas, nas UGP-1 e UGP-12 a distância entre as manchas de mata secundária reduziu ao longo do intervalo estudado, com menor valor registrado em 2009. As UGP-2, UGP-4, UGP-6 e UGP-11 tiveram decréscimo da ENN-mata secundária entre 1989 e 1999, com elevação em 2009. Nas demais unidades, esta métrica elevou no primeiro período e reduziu no segundo (Tabela 26).

Os valores extremos de ENN-mata secundária foi de 184,77 m na UGP-10 e de 1082,23 m na UGP-1, ambos em 1989. O maior ENN-cerrado foi registrado na UGP-8 em 1999, sendo que em 2009 esta unidade teve como resultado N/A (não apresentou mancha de mesma classe) e o menor valor na UGP-6 em 2009 (Tabela 26).

A distância entre as manchas de cerrado aumentou na UGM-1 e na UGM-3. Já a UGM-2, elevou no primeiro período e não foi registrado em 2009. Nas UGP-1, UGP-3, UGP-4, UGP-5, UGP-7, UGP-8 e UGP-12 houve aumento da ENN-cerrado entre 1989 e 1999 e redução entre 1999 e 2009; enquanto as UGP-2, UGP-9, UGP-10 e UGP-11 tiveram diminuição da métrica no primeiro intervalo e elevação no segundo. A UGP-6 teve redução entre os anos estudados (Tabela 26).

Entre as unidades geomorfológicas, a UGM-1 apresentou elevação dos valores de ENN-campo sujo e a UGM-3 não variou entre os anos. A UGM-2 foi registrada apenas em 1989. Entre as unidades geopolíticas, a ENN-campo sujo teve maior valor na UGP-11 (37.438,58 m em 2009) e o menor na UGP-9 (156,20 m) ambos em 2009. As UGP-2, UGP-6 e UGP-8 não foram registradas em 2009. As UGP-9 e UGP-10 tiveram menor ENN-campo sujo em 2009 enquanto as UGP-3, UGP-7, UGP-11 e UGP-12 as menores distâncias foram registradas em 1989. As UGP-1 e UGP-4 tiveram N/A em 2009 (Tabela 26).

4.3.2.6. Índice de Área de Interior (CAI)

O Índice de Área de Interior (CAI) é uma métrica que quantifica a área de interior como uma porcentagem da área da mancha, sendo que as manchas com valores próximos a zero não apresentam área de interior e quando próximos a 100 contém o máximo possível de área de interior.

Entre as unidades geomorfológicas, as menores médias da CAI é observada na UGM-2, com a área de interior inferior a 50% da área total das manchas. A UGM-1, CAI-mata secundária teve redução dos valores entre os anos estudados, principalmente entre 1999 e 2009, quando diminuiu em 50% a área de interior das manchas. As UGM-2 e UGM-3 apresentaram maior valor em 1999 e o menor em 1989, com pouca variação no intervalo estudado (**Tabela 27**).

Tabela 27. Métrica Índice de Área de Interior para os remanescentes de vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| Unidade | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|---------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 63,12 | 76,36 | 70,44 | 62,90 | 77,21 | - | 34,66 | 61,53 | 78,38 |
| UGM-02 | 44,74 | 78,43 | 67,02 | 49,70 | 75,65 | - | 48,98 | - | - |
| UGM-03 | 58,53 | 74,37 | 76,32 | 61,04 | 72,14 | - | 58,53 | 74,37 | 76,32 |
| UGP-01 | 56,69 | 56,68 | 74,85 | 36,46 | 53,88 | - | 35,10 | 54,00 | 80,70 |
| UGP-02 | 44,51 | 77,24 | 84,66 | 50,26 | 74,34 | - | 41,97 | 79,98 | - |
| UGP-03 | 51,78 | 71,58 | 77,25 | 54,68 | 85,58 | - | 18,83 | 72,49 | 62,43 |
| UGP-04 | 59,85 | 73,58 | 69,31 | 59,27 | 73,14 | - | 46,21 | 76,38 | 66,52 |
| UGP-05 | 48,12 | 85,21 | 54,34 | 49,90 | 87,33 | - | 25,17 | 61,75 | 53,76 |
| UGP-06 | 29,37 | 75,11 | 71,65 | 31,03 | 74,62 | - | 28,36 | 78,93 | - |
| UGP-07 | 32,68 | 73,04 | 48,51 | 40,40 | 80,06 | - | 19,06 | 78,46 | 66,79 |
| UGP-08 | 28,80 | 68,84 | 54,84 | 41,01 | 64,93 | - | 28,27 | 85,18 | - |
| UGP-09 | 57,85 | 76,90 | 76,84 | 44,74 | 75,78 | - | 31,15 | 59,23 | 10,42 |
| UGP-10 | 18,16 | 61,98 | 56,91 | 41,97 | 58,50 | - | 18,27 | 67,46 | 81,97 |
| UGP-11 | 59,63 | 68,68 | 68,64 | 61,89 | 67,81 | - | 47,98 | 72,95 | 64,78 |
| UGP-12 | 60,61 | 72,10 | 67,32 | 59,05 | 72,64 | - | 37,57 | 74,89 | 79,86 |

Fonte: FUSHITA (2011).

A CAI-mata secundária reduziu entre 1989 e 2009 nas UGP-1, UGP-4 e UGP-9. Nas demais unidades, houve aumento da métrica entre 1989 e 2009, com diminuição entre 1999 e 2009 (Tabela 27). Entre as unidades geopolíticas, a UGP-6 apresentou os menores da CAI, que foi inferior a 30% nos três anos estudados.

Na UGP-1 foi registrada CAI-mata secundária de 56,7% em 1989. Nos anos seguintes, foi inferior a 37%. A UGP-2 teve maior valor em 1999 e o menor valor em 2009, entretanto, nos três anos esteve entre 41 e 51%. A UGP-3 teve a CAI-mata secundária em 1989 e 1999 entre 50 e 55% e reduziu a 18,8 % em 2009. (Tabela 27).

Foi observada CAI-mata secundária da UGP-4 de aproximadamente 59% nos dois primeiros anos e reduziu para 46% em 2009. Na UGP-5, a CAI-mata secundária entre 48 e 50% em 1989 e 1999, reduzindo para 25%. A UGP-7 apresentou esta métrica entre 19 e 41%, com valor máximo em 1999 (40,4) e mínimo em 2009 (19,1%) (Tabela 27).

Na UGP-8, a CAI-mata secundária teve maior valor em 1999 (41 %), entretanto os demais anos o índice esteve em 28%. A mesma tendência foi observada na UGP-10, com valor máximo de 41% em 1989 e os demais entre 15% (Tabela 27).

A UGP-9 apresentou redução gradual da CAI-mata secundária, correspondendo 57,8% em 1989, 44,7% em 1999 e 31,1% em 2009. Nas UGP-11 e UGP-12, os maiores valores foram em 1989 e 1999, variando entre 59,6% e 61,9%, e reduziu para 47,9% em 2009. Na UGP-12, a CAI-mata secundária foi de 60,6 % em 1989, 59,0 % em 1999 e 37,6 % em 2009 (Tabela 27).

Pode-se verificar que na maioria das unidades de gerenciamento os menores valores de CAI-mata secundária foram registrados em 2009 e os maiores valores em 1999. A mata secundária em 2009 apresentou o menor valor de CAI entre as fitofisionomias e anos estudados, enquanto que o cerrado em 1999 teve o maior valor (Tabela 27).

A CAI-cerrado apresentou os maiores valores entre as três fitofisionomias, com média de 72%. O menor valor de CAI-cerrado entre as unidades geomorfológicas foi registrado na UGM-1 em 2009 e o maior na UGM-2 em 1989. A UGM-3 teve a menor variação entre os anos. Na UGM-1, a CAI-cerrado variou entre 60 e 78%, com as manchas com mais áreas interior em 1989 e 1999. Na UGM-2, a métrica esteve entre 75 e 78% e na UGM-3, foi registrado o intervalo de 72 e 74,5% (Tabela 27).

A CAI-cerrado das unidades geopolíticas variou de 53,8% (UGP-1 em 1999) a 87,3% (UGP-5 em 1999). A UGP-1 apresentou os menores valores de CAI-cerrado e a UGP-5 teve os valores máximos desta métrica. A UGP-5 registrou 85,2% em 1989 e 87,3% em 1999, decrescendo para 61,7% em 2009. A unidade com menor variação desta métrica foi a UGP-12, com valores entre 72,1 e 74,9% (Tabela 27).

Registraram-se o menor CAI-cerrado da UGP-2 em 1999 (74,3%) e o mais elevado em 2009 (79,98%). Na UGP-3, o pico foi em 1999 (85,6%) e nos demais anos esteve próximo dos 72%. CAI-cerrado da UGP-4 esteve entre 73% e 76,4% (Tabela 27).

Observa-se aumento de CAI-cerrado de 74,6% para 78,9% na UGP-6, em 1999 e 2009, respectivamente. Na UGP-7, os valores extremos desta métrica foram registrados em 1989 (73,0 %) e em 1999 (80,0%). As UGP-8, UGP-10 e UGP-11 apresentaram redução de CAI-cerrado entre 1989 e 1999 e elevação entre 1999 e 2009. Ao contrário dessas unidades, a UGP-9 teve o menor valor em 2009 (59,2%) e nos anos anteriores a métrica foi de aproximadamente 76% (Tabela 27).

O campo sujo não foi observado em 1999 em todas as unidades de gerenciamento e nas UGM-2, UGP-2, UGP-6 e UGP-8 em 2009. Entre as fitofisionomias, CAI-campo sujo apresentou o maior intervalo de valores, de 10,4% (na UGP-9, em 2009) a 84,7% (UGP-2, em 1989) (Tabela 27), entretanto, não há diferença significativa dos valores entre os anos.

CAI-campo sujo foi mais elevado em 2009 do que em 1989 nas UGM-1, UGP-1, UGP-5, UGP-7, UGP-10 e UGP-12. Nas UGM-1 e UGP-1 esta métrica esteve entre 68% e 75%. A UGP-7 registrou o menor valor de CAI-campo sujo em 1989 (48,5%) e aumentou para 66,8%. Em 1989, o CAI da UGP-12 foi de 67,3% e em 2009 de 79,9% (Tabela 27).

Na UGM-3, CAI-campo sujo esteve estável nos anos registrados. Nas UGP-3, UGP-4 e UGP-11, CAI-campo sujo foi maior em 1989 do que em 2009. Verificou-se que o intervalo dessa métrica foi de 72,2% a 77,5% na UGP-3, de 66,5% a 69,3% na UGP-4 e de 64,8% a 68,6% na UGP-11 (Tabela 27).

4.3.2.7. Índice de Contraste de Borda (ECON)

O Índice de Contraste de Borda (ECON) considera as bordas são diferentes. ECON é uma medida relativa da quantidade de contraste ao longo do perímetro de uma mancha. Os valores próximos a zero indicam que a paisagem é formada por somente uma mancha ou quando todos os segmentos do perímetro da mancha estão envolvidos por tipos de mancha que têm contraste nulo. Quando $ECON = 100$ significa que todos os perímetros da mancha têm o máximo de contraste de borda.

Verificou-se que ECON-mata secundária variou de 48,2 (na UGP-7 em 1989) a 84,89 (na UGP-1, em 2009), com valor médio 72,13. As três unidades geomorfológicas apresentaram aumento de ECON-mata secundária entre 1989 e 1999, com redução entre 1999 e 2009. Na UGM-1 e UGM-3 os valores ficaram acima de 75 e na UGP-2 a ECON foi inferior a 70%, em 1989 e 2009 (**Tabela 28**). Nesses casos, o contraste de borda baixo deve-se ao pouco contraste de borda das manchas presentes em relação a classe alvo e por menor irregularidade na borda das manchas, como pode ser observado nos valores de CIRCLE e SHAPE.

Tabela 28. Métrica Índice de Contraste de Borda para os remanescentes de vegetação nativa das unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| | 1989 | | | 1999 | | | 2009 | | |
|--------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|-----------------|---------|------------|
| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo |
| UGM-01 | 79,67 | 77,17 | 70,69 | 83,92 | 80,57 | - | 80,17 | 77,68 | 73,14 |
| UGM-02 | 57,80 | 66,56 | 57,70 | 76,74 | 79,52 | - | 69,94 | 68,50 | - |
| UGM-03 | 77,95 | 79,31 | 73,74 | 84,89 | 78,99 | - | 81,76 | 79,71 | 72,00 |
| UGP-01 | 81,61 | 71,50 | 70,53 | 70,55 | 70,76 | - | 84,42 | 71,90 | 81,68 |
| UGP-02 | 66,91 | 85,54 | 62,61 | 70,85 | 90,00 | - | 81,09 | 72,57 | - |
| UGP-03 | 71,56 | 77,49 | 64,36 | 80,20 | 90,07 | - | 82,11 | 72,20 | 76,18 |
| UGP-04 | 77,85 | 82,28 | 68,87 | 79,39 | 77,52 | - | 75,88 | 81,28 | 77,48 |
| UGP-05 | 57,91 | 81,92 | 57,54 | 70,75 | 91,85 | - | 75,56 | 73,58 | 73,29 |
| UGP-06 | 56,09 | 65,18 | 55,25 | 65,37 | 76,86 | - | 62,67 | 77,98 | - |
| UGP-07 | 48,20 | 75,09 | 54,50 | 61,51 | 85,48 | - | 65,36 | 79,20 | 73,92 |
| UGP-08 | 69,62 | 73,56 | 66,78 | 77,24 | 73,93 | - | 67,63 | 74,20 | - |
| UGP-09 | 70,05 | 76,83 | 79,28 | 70,75 | 74,53 | - | 75,91 | 56,00 | 38,28 |
| UGP-10 | 56,05 | 72,42 | 59,96 | 74,25 | 70,74 | - | 68,16 | 72,36 | 73,91 |
| UGP-11 | 68,85 | 64,26 | 70,18 | 82,60 | 71,87 | - | 66,19 | 66,67 | 73,80 |
| UGP-12 | 68,12 | 71,84 | 66,82 | 76,48 | 73,29 | - | 75,12 | 74,82 | 77,64 |

Fonte: FUSHITA (2011).

Exceto a UGP-1 e UGP-4, as demais unidades geopolíticas apresentaram melhor condição da matriz, com menos contraste de borda em 1989. Na UGP-1 houve decréscimo da

ECON-mata secundária no primeiro intervalo e aumento no segundo intervalo. Nessa unidade, o menor valor dessa métrica foi em 1999 e na UGP-4, em 2009 (Tabela 28).

Foi registrado elevação da ECON-mata secundária nas UGP-2, UGP-3, UGP-5, UGP-7, UGP-9, enquanto houve aumento entre 1989 e 1999, com diminuição entre 1999 e 2009 nas UGP-4, UGP-6, UGP-8, UGP-10, UGP-11, UGP-12 (Tabela 28).

A ECON-cerrado variou entre 56 (na UGP-9 em 2009) e 91,85 (na UGP-5 em 1999) (Tabela 28), com média de 75,68. Da mesma forma que para ECON-mata secundária o menor contraste de borda entre as unidades geomorfológicas foi encontrado na UGM-1, entretanto, verifica-se elevação no valor entre 1989 e 1999, com redução do intervalo seguinte. Essa tendência é observada na UGM-1, que teve valores entre 75 e 85. A UGM-3 registrou o inverso, com o menor valor em 1999 e o maior em 2009 (Tabela 28).

Entre as unidades geopolíticas, a UGP-1 apresentou a menor variação de ECON-cerrado entre 70 e 72, sendo registrada redução entre 1989 e 1999 e aumento da ECON-cerrado entre 1999 e 2009. Tendência similar é observada também nas UGP-4 e UGP-10. Nestas unidades, as manchas de cerrado estão inseridas em uma matriz menos contrastante em 1999 do que nos demais anos (Tabela 28).

Nas UGP-6, UGP-8 e UGP-12, os menores valores de ECON-cerrado estão registrados em 1989, uma vez que houve elevação desta métrica entre os anos estudados, enquanto na UPG-9 a melhor situação para as manchas de cerrado foi em 2009. Somente essa unidade teve decréscimo no valor das métricas no intervalo estudado. Nas UGP-2, UGP-3, UGP-5, UGP-7 e UGP-11 tiveram elevação da ECON-cerrado entre 1989 e 1999, com diminuição da métrica entre 1999 e 2009 (Tabela 28).

A ECON-campo sujo teve a menor média (68,36) e variou entre 38,25 (na UPG-9 em 2009) e 81,68 (UGP-1 em 2009). A classe campo sujo foi identificada somente em 1989 na unidades UGM-2, UGP-2, UGP-6 e UGP-8. Nas demais, esta fitofisionomia foi registrada em 1989 e 2009 (Tabela 28).

As UGM-1 e UGM-3 tiveram a ECON-campo sujo entre 70 e 75, entretanto na primeira o maior valor foi encontrado em 2009 e na segunda, em 1999. A UGM-2 teve ECON-campo sujo de 57,7. Apenas a UGP-9 teve o valor mais elevado de ECON-campo sujo em 1989. As demais unidades apresentaram maior contraste de borda da mancha com a matriz em 2009 (Tabela 28).

4.3.3. Indicadores da estrutura da paisagem

4.3.3.1. Riqueza da paisagem

Para mensurar a riqueza da paisagem foi utilizado o índice Riqueza Relativa da Mancha (RPR) que é definida como uma porcentagem da riqueza potencial máxima, (número máximo de classes na paisagem).

O ano com a maior riqueza relativa foi 1989, enquanto a menor riqueza foi observada em 1999. A UGM-1 apresentou o valor máximo de RPR em 1989 e 2009. A UGM-2 teve maior valor em 1999. As UGP-6, UGP-8 e UGP-10 apresentaram a menor riqueza relativa e as UGP-4, UGP-11 e UGP-12 registraram a maior média de RPR. A redução gradativa da RPR no intervalo estudado ocorreu na UGP-2, enquanto na UGP-3 a métrica manteve estável no período 1999-2009. Nas UGP-6 e UGP-12 a RPR foi igual em 1989 e 1999, com elevação no intervalo seguinte. As UGP-4, UGP-5, UGP-7 e UGP-10 apresentaram menor riqueza relativa em 1999, com a métrica mais elevada em 2009. As UGP-1, UGP-8, UGP-9 e UGP-11 tiveram maior RPR em 1999 (**Tabela 29**).

Tabela 29. Riqueza da paisagem para as unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| Unidade | Ano | | |
|---------|--------|--------|--------|
| | 1989 | 1999 | 2009 |
| UGM-01 | 100 | 81,25 | 100 |
| UGM-02 | 81,25 | 87,5 | 75 |
| UGM-03 | 93,75 | 75,00 | 100,00 |
| UGP-01 | 75,00 | 81,25 | 75,00 |
| UGP-02 | 75 | 68,75 | 62,5 |
| UGP-03 | 75,00 | 68,75 | 68,75 |
| UGP-04 | 93,75 | 75,00 | 100,00 |
| UGP-05 | 81,25 | 62,50 | 87,50 |
| UGP-06 | 62,50 | 62,50 | 56,25 |
| UGP-07 | 87,50 | 75,00 | 93,75 |
| UGP-08 | 50,00 | 68,75 | 62,50 |
| UGP-09 | 81,25 | 100,00 | 75,00 |
| UGP-10 | 62,50 | 56,25 | 68,75 |
| UGP-11 | 93,75 | 100,00 | 81,25 |
| UGP-12 | 100,00 | 100,00 | 80,00 |

Fonte: FUSHITA (2011)

4.3.3.2. Diversidade da paisagem

A diversidade da paisagem foi mensurada pelo Índice de Diversidade de Simpson (SIDI), que é um índice bastante utilizado na ecologia de comunidades. O valor do SIDI representa a probabilidade de dois pixel quaisquer serem de manchas diferentes. Esta métrica varia de 0 a 1. Quando $SIDI = 0$ a paisagem contém somente uma mancha e conforme aproxima de 1 quando o número de diferentes manchas aumenta e a distribuição proporcional da área entre todos os tipos de manchas torna-se homogênea.

Na área de estudo, o valor médio de SIDI é 0,53, sendo que os valores extremos foram registrados em 1999. A maior diversidade ocorreu na UGM-2 e a menor na UGP-2 (0,18). Entre as unidades geomorfológicas, a UGM1 apresentou menor variação da SIDI, que esteve entre 0,62 e 0,64, enquanto a UGM-2 registrou o maior valor (0,8 em 1999), com aumento da SIDI entre 1989 e 1999 e redução entre 1999 e 2009. Na UGM-3 houve decréscimo gradual nos valores de SIDI. Foi registrado aumento da SIDI nas UGP-1, UGP-4 e UGP-12 entre 1989 e 1999. Nas UGP-8, UGP-10 e UGP-11, a maior diversidade foi observada em 1999, enquanto nas UGP-2, UGP-3, UGP-6, UGP-9 neste ano foi registrado o menor SIDI. A UGP-7 apresentou redução entre os anos estudados (**Tabela 30**).

Tabela 30. Diversidade da paisagem para as unidades das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados.

| Unidade | Ano | | |
|---------|------|------|------|
| | 1989 | 1999 | 2009 |
| UGM-01 | 0,64 | 0,62 | 0,64 |
| UGM-02 | 0,69 | 0,80 | 0,51 |
| UGM-03 | 0,59 | 0,57 | 0,53 |
| UGP-01 | 0,30 | 0,40 | 0,42 |
| UGP-02 | 0,33 | 0,18 | 0,29 |
| UGP-03 | 0,49 | 0,21 | 0,34 |
| UGP-04 | 0,64 | 0,68 | 0,68 |
| UGP-05 | 0,57 | 0,46 | 0,47 |
| UGP-06 | 0,67 | 0,48 | 0,55 |
| UGP-07 | 0,62 | 0,60 | 0,59 |
| UGP-08 | 0,31 | 0,75 | 0,48 |
| UGP-09 | 0,52 | 0,50 | 0,55 |
| UGP-10 | 0,31 | 0,40 | 0,38 |
| UGP-11 | 0,77 | 0,78 | 0,69 |
| UGP-12 | 0,59 | 0,61 | 0,64 |

Fonte: FUSHITA (2011).

4.3.3.3. Índice de urbanidade

A urbanidade analisada para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior teve predomínio de valores entre 0,8 e 1,0, que representa alta influência antrópica na área. Valores de zero a 0,8 ocorreram em 3% em 1989, reduzindo nos demais anos, com ocupação de menos de 1% em 2009 (**Figura 51a**). A análise do índice de urbanidade por unidade da paisagem demonstrou que em todas houve o predomínio das classes entre 0,8 e 1,0 (**Figura 51 a 54**).

Na UGM-1 o padrão de distribuição nas classes de urbanidade foi similar ao da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, entretanto em 1989 as áreas com o índice de urbanidade entre 0 e 0,8 ocuparam 8% da unidade (**Figura 51b**). Na UGM-2 houve redução as áreas com urbanidade entre zero e 0,8% entre 1989 e 2009. Houve o predomínio do índice de urbanidade entre 0,8 e 1,0 nesta unidade e nos três anos analisados (**Figura 51c**).

Apesar do predomínio do índice de urbanidade 0,8 a 1,0, na UGM-3 foram registrados valores entre 0,6 e 0,8 (ocupando 3% da unidade em 1989) e zero e 0,6 (1,5% da unidade em 1989), que tiveram redução em 1999 e 2009 (**Figura 51d**).

A UGP-1 teve o índice de urbanidade entre 0,6 e 1,0, com predomínio dos valores entre 0,8 e 1,0 (**Figura 52a**) que em 1,0% da unidade foi substituída por valores entre 0,6 e 0,8 em 2009. Na UGP-2, houve redução da área classificada como de urbanidade entre 0,6 e 0,8 entre 1989 e 1999. Em 2009, nesta unidade o índice de urbanidade foi de 0,8 a 1,0 (**Figura 52b**).

Exceto em 1989, que em 1% da UGP-3 apresentou o índice de urbanidade entre 0,6 a 0,8, verificou-se que ocorreu os valores da urbanidade entre 0,8 e 1,0 nesta unidade (**Figura 52c**). A UGP-4 teve variação das classes de urbanidade entre os anos estudados. Em 1989, a urbanidade foi de 0,6 a 1,0 e em 1999, os valores ficaram entre 0,2 e 1,0, enquanto em 2009 o índice esteve entre 0,8 e 1,0 (**Figura 52d**).

O índice de urbanidade na UGP-5 esteve entre 0,4 e 1,0 em 1989 e 1999 enquanto que os valores ficaram entre 0,6 e 1,0 em 2009 (**Figura 53a**). Na UGP-6 a urbanidade esteve entre 0,6 e 1,0 em 1989 e nos demais entre 0,8 e 1,0 (**Figura 53b**).

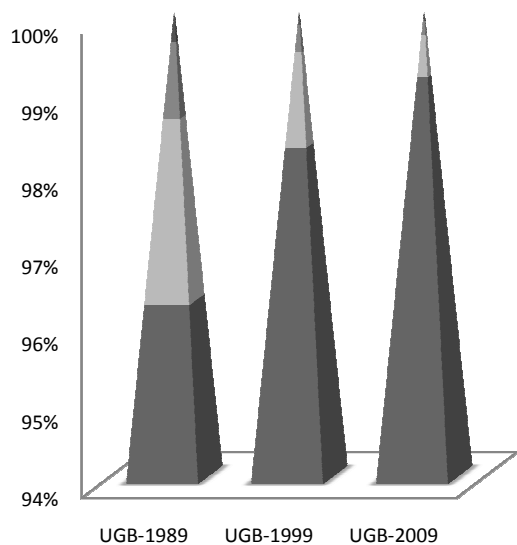
A UGP-7 destaca-se por apresentar o maior intervalo do índice de urbanidade (de zero a 1,0) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e a menor porcentagem ocupada pela classe entre 0,8 e 1,0 nos três anos (**Figura 53c**).

A UGP-8 apresentou o índice de urbanidade entre 0,8 e 1,0 em 1999 e 2009. Em 1989, menos de 1% da unidade teve este índice entre 0,6 e 0,8 e o restante foram classificados como urbanidade de 0,8 a 1,0 (**Figura 53d**).

O índice de urbanidade da UGP-9 variou de 0,6 a 1,0 em 1989 e 1999 e de 0,8 a 1,0 em 2009. Nos dois primeiros anos, os valores entre 0,8 e 1,0 ocuparam aproximadamente 94% desta unidade e no último atingiu 99% da área da UGP-9 (**Figura 54a**). Na UGP-10 houve flutuação da área ocupada pelas classes de urbanidade. Em 1989, esta unidade praticamente esteve classificada entre 0,8 e 1,0, enquanto que em 1999 e 2009 os valores entre 0,6 e 0,8 foram classificados em 1% da unidade (**Figura 54b**).

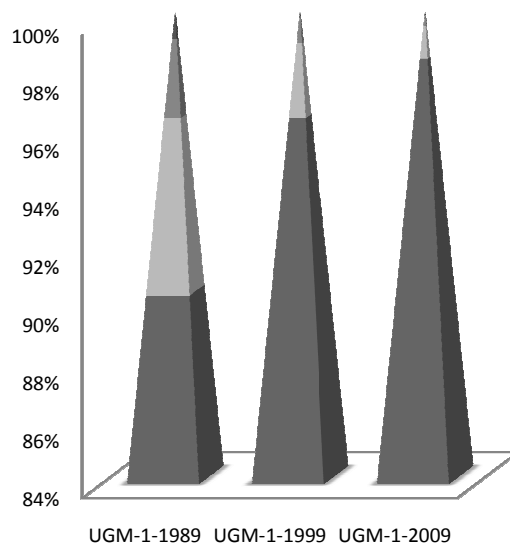
A UGP-11 apresentou o índice de urbanidade entre 0,2 e 1,0, sendo que 80% desta unidade estão entre 0,8 e 1,0 de urbanidade (**Figura 54c**). Na UGP-12, 95,5% da unidade foi classificada como de urbanidade entre 0,8 e 1,0 em 1989. Nos demais anos, mais de 99% da unidade está classificada neste intervalo (**Figura 54d**).

a)



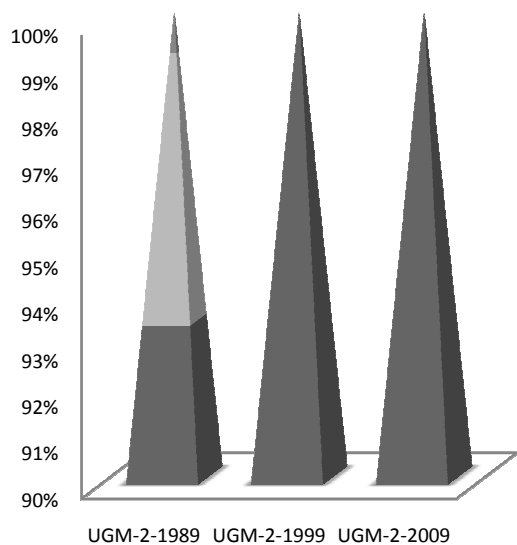
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

b)



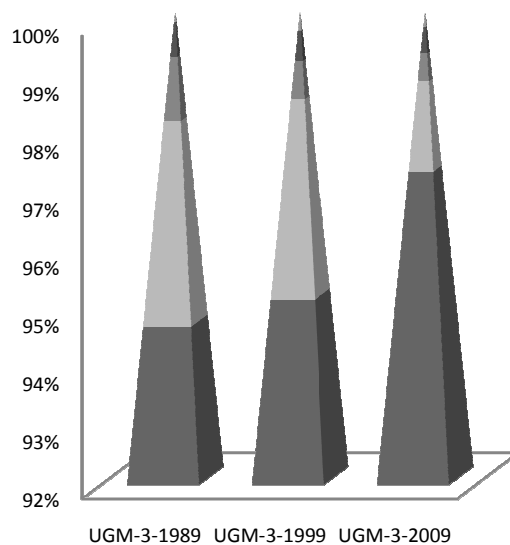
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

c)



■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

d)

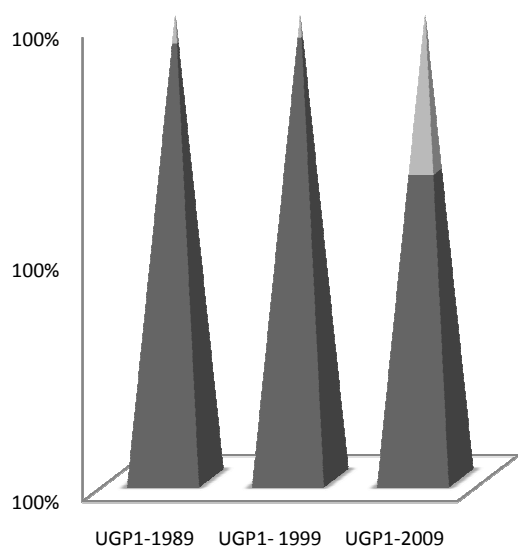


■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

Figura 51: Índice de Urbanidade para a) Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, e para as unidades de gerenciamento: b) UGM-1, c) UGM-2 e; d) UGM-3, nos anos estudados.

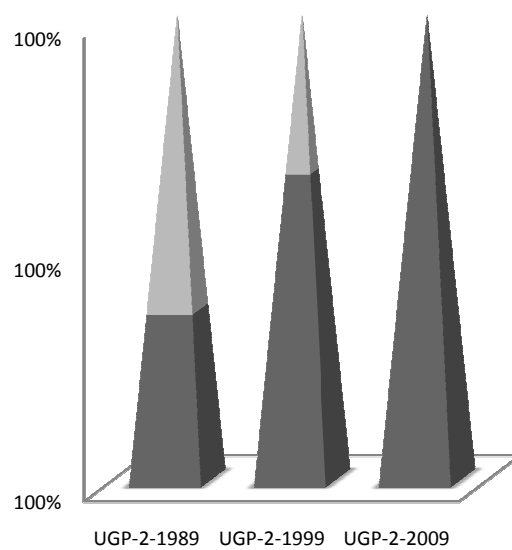
Fonte: FUSHITA (2011).

a)



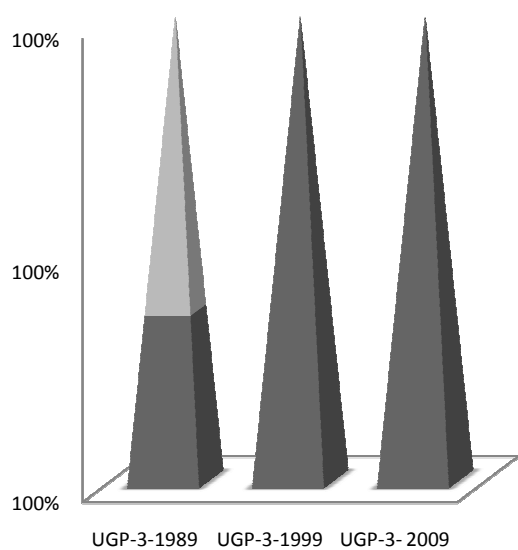
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8

b)



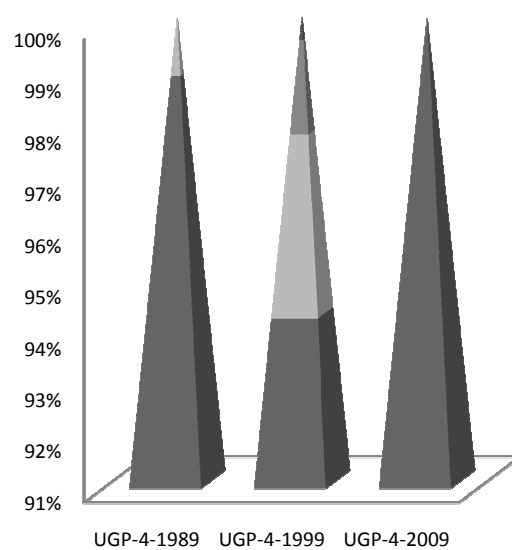
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

c)



■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

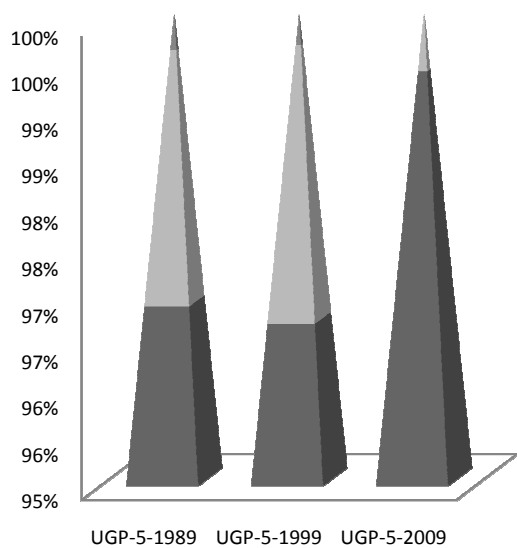
d)



■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

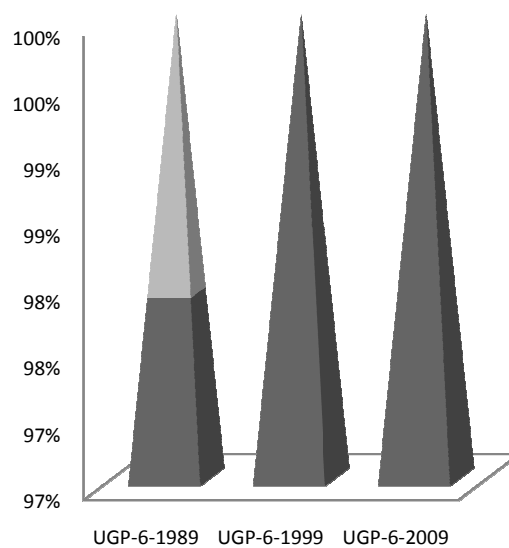
Figura 52. Índice de Urbanidade para as unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a) UGP-1; b) UGP-2; c) UGP-3 e d) UGP-4. Fonte: FUSHITA (2011).

a)



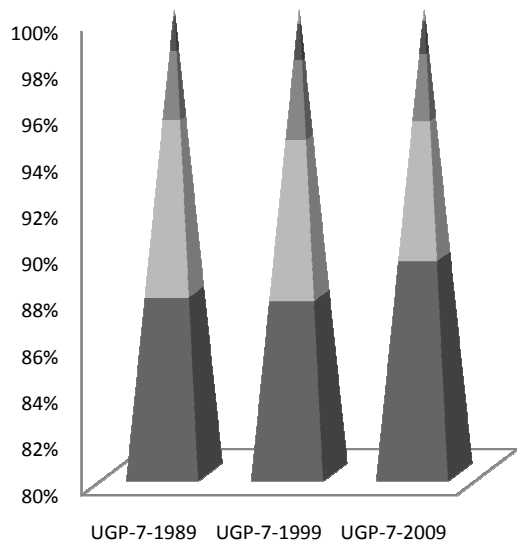
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

b)



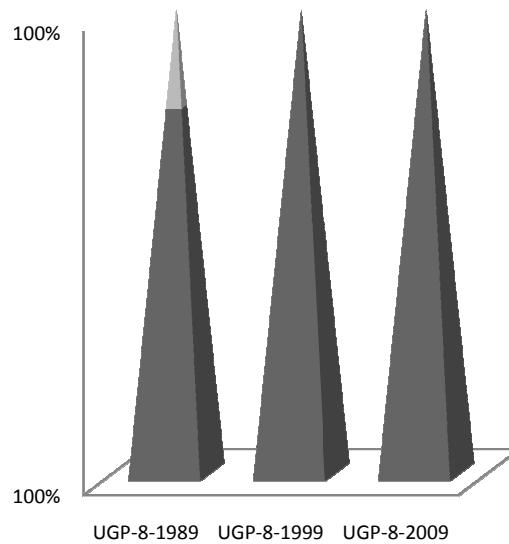
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

c)



■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

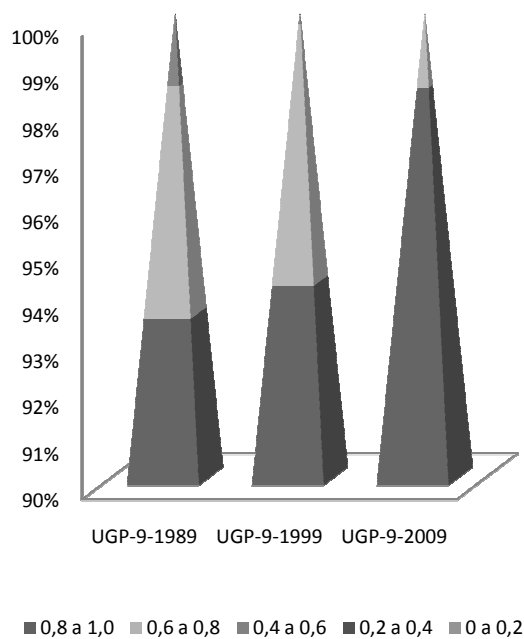
d)



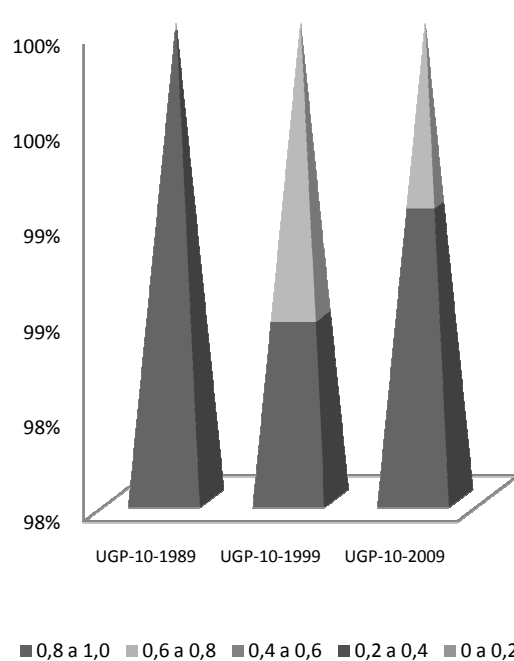
■ 0,8 a 1,0 ■ 0,6 a 0,8 ■ 0,4 a 0,6 ■ 0,2 a 0,4 ■ 0 a 0,2

Figura 53. Índice de Urbanidade das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a)UGP-5; b) UGP-6; c) UGP-7e d) UGP-8.
Fonte: FUSHITA (2011).

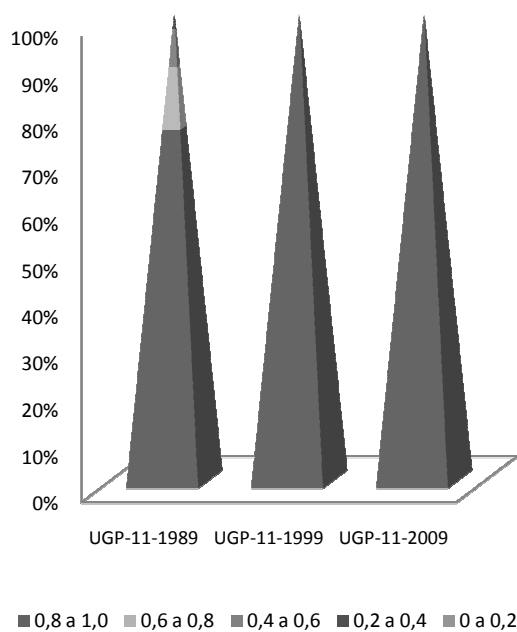
a)



b)



c)



d)

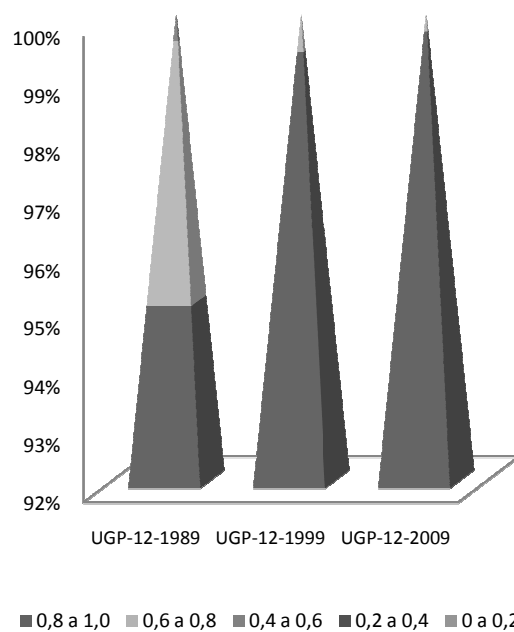


Figura 54. Índice de Urbanidade das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior nos anos estudados. a)UGP-9; b) UGP-10; c) UGP-11 e d) UGP-12.
Fonte: FUSHITA (2011).

4.3.3.4. Hemerobia

A Hemerobia para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior apresentou variações entre os anos, com predomínio dos ambientes euemeróbios, representados por áreas agrícolas e pela pecuária, ocupando aproximadamente 60% da unidade em 1989 e 1999 e 70% em 2009 (**Figuras 55, 56 e 57**). Houve aumento da classe ahemeróbia entre 1989 e 1999, com redução em 2009. Ambientes oligoemeróbios tiveram redução a partir de 1999. Tais áreas estão ocupadas por pastagem, pasto sujo ou foram classificadas como alagadas (**Tabela 31**).

O padrão de hemerobia observado na UGB permite inferir sobre algumas características desta paisagem no período estudado, com um histórico, em 1989 de cerca de 40% de ambientes com capacidade de auto-regulação, entretanto, predominando paisagens naturais (ahemeróbias – cerca de 25%), quase naturais (oligoemeróbias – 10%) e semi-naturais (mesoemeróbias – 5%), apesar de, já nesta época, predominarem as áreas euemeróbias (60%).

Em 1999, ainda permaneceu o padrão de 40% de paisagens com alguma capacidade auto-regulação, mas as quase-naturais foram transformadas em semi-naturais, perfazendo cerca de 25% das paisagens com capacidade de auto-regulação. Após dez anos, parte destes ambientes mesoemeróbios (10%) foram convertidos em paisagens euemeróbias, restando cerca de 30% de áreas com alguma capacidade de auto-regulação. Este padrão também foi encontrado na UGM-1 (Tabela 31),

As UGM-2 e UGM-3 apresentaram padrão de variação das classes similar entre si no período estudado. Em todos os anos houve predomínio das áreas euemeróbias. A classe oligohemeróbia que ocupava aproximadamente 25% em 1989, praticamente não ocorre nos demais anos. Houve aumento das classes ahemeróbias e mesoemeróbias no intervalo estudado (Tabela 31). As classes polioemeróbias e metaemeróbias aumentaram gradativamente entre os anos na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior e nas unidades geomorfológicas (Tabela 31).

Tabela 31: Classes de Hemerobia observadas na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior e nas três unidades geomorfológicas em 1989, 1999 e 2009.

| Unidade | Ano | Área (há) ocupada pelas classes | | | | | |
|---------|------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | Ahemeróbio | Oligoemeróbio | Mesoemeróbio | Euemeroóbio | Poliemeróbio | Metaemeróbio |
| UGB | 1989 | 87.091,11 | 43.553,97 | 19.638,18 | 267.208,02 | 8.768,79 | 2.833,92 |
| | 1999 | 102.905,37 | 1.344,33 | 48.311,01 | 257.891,58 | 15.044,04 | 3.587,04 |
| | 2009 | 87.006,96 | 3.973,95 | 35.034,57 | 278.164,35 | 18.038,88 | 6.875,28 |
| UGM-1 | 1989 | 61.124,13 | 37.045,89 | 12.386,07 | 179.616,42 | 6.038,82 | 1.877,94 |
| | 1999 | 71.757,54 | 942,66 | 38.027,97 | 174.298,59 | 10.613,79 | 2.438,19 |
| | 2009 | 63.762,30 | 2.694,15 | 24.877,89 | 189.710,46 | 12.388,05 | 4.656,33 |
| UGM-2 | 1989 | 950,04 | 2.401,20 | 93,87 | 6.371,28 | 137,52 | 371,52 |
| | 1999 | 1.746,99 | 5,58 | 851,31 | 7.106,04 | 425,97 | 189,54 |
| | 2009 | 1.379,43 | 25,11 | 1.686,42 | 5.715,09 | 970,38 | 549,00 |
| UGM-3 | 1989 | 950,04 | 2.401,20 | 93,87 | 6.371,28 | 137,52 | 371,52 |
| | 1999 | 1.756,99 | 54,58 | 851,31 | 7.106,04 | 425,97 | 189,54 |
| | 2009 | 1.379,43 | 25,11 | 1.686,42 | 5.715,09 | 970,38 | 549,00 |

Fonte: FUSHITA(2011).

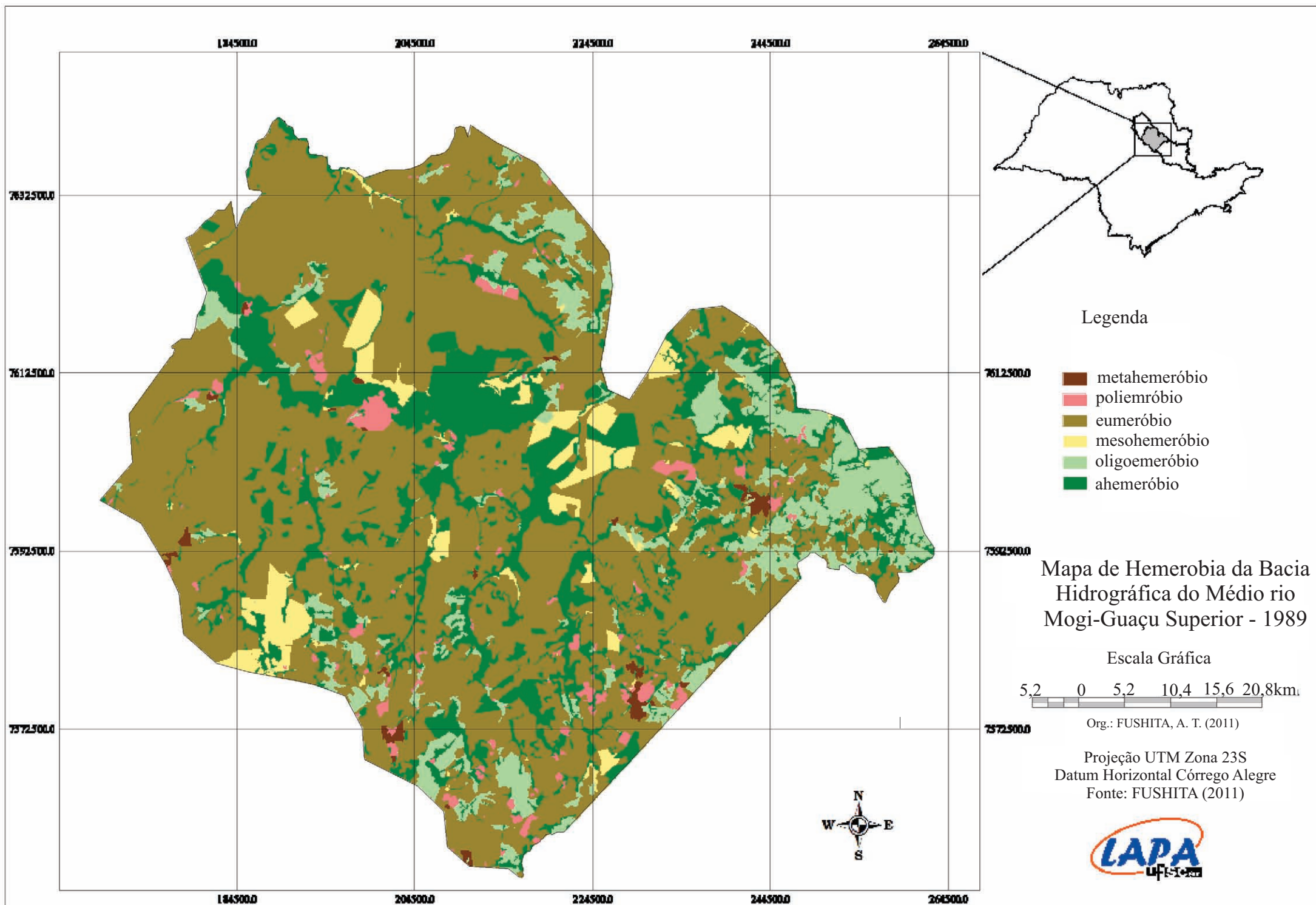


Figura 55: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 1989.
Fonte: FUSHITA (2011).

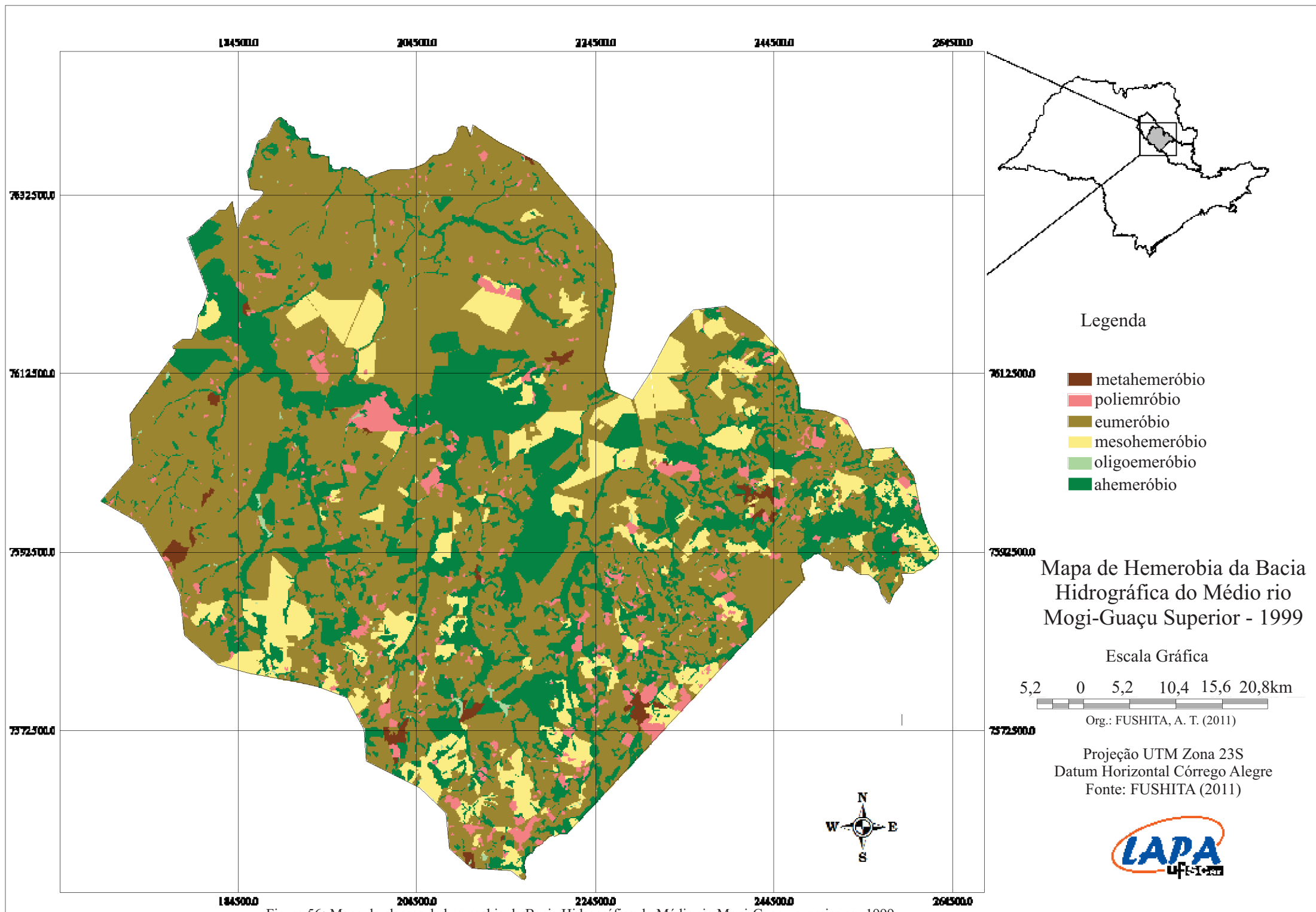


Figura 56: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 1999.

Fonte: FUSHITA (2011).

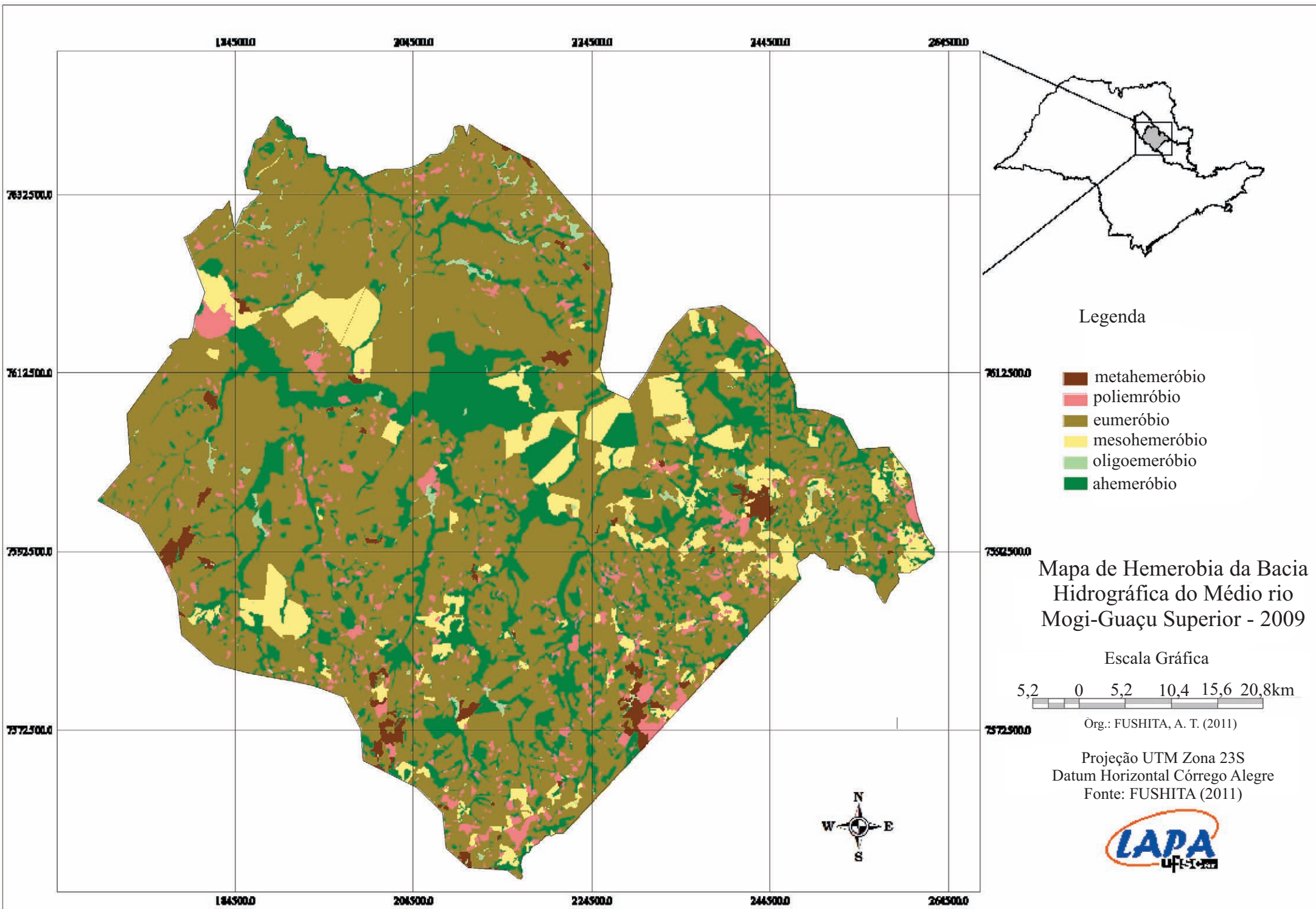


Figura 57: Mapa de classes de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu superior em 2009.
Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-1 foi registrada redução da classe euemeróbia entre 1989 e 1999 e aumento entre 1999 e 2009, que ocupava um pouco mais de 95% da unidade no primeiro ano analisado. Houve aumento da área ocupada por ambientes poliemeróbios e oligoemeróbios. Entre 1989 e 1999 os ambientes euemeróbios na UGP-2 tiveram redução enquanto os mesoemeróbios e ahemeróbios aumentaram. No segundo período, foi observado o inverso. A classe oligoemeróbio diminuiu gradualmente e em 2009 não foi registrada (**Quadro 5**).

Na UGP-3, os ambientes oligoemeróbios que ocupavam cerca de 20% em 1989 teve redução de área, correspondendo a menos de 2% em 1999 e com discreto aumento em 2009, que foi inferior a 5%. As classes mesoemeróbias e metaemeróbias ocupavam em 1989 e em 1999 menos de 1% desta unidade. As áreas ahemeróbias e euemeróbias sofreram redução entre 1989 e 1999, com posterior aumento em 1999 e 2009 (Quadro 5). Na UGP-4 as classes ahemeróbia e mesoemeróbia aumentaram no primeiro intervalo estudado e reduziram entre 1999 e 2009. Tendência inversa foi observada nas áreas euemeróbias, que predominaram nesta unidade. Ambientes oligoemeróbios e poliemeróbios representaram menos de 1% da área desta unidade no intervalo estudado (Quadro 5).

Na UGP-5 houve predomínio de ambientes euemeróbios, que sofreram pouca alteração em área ocupada em 1989, 1999 e 2009. Mudanças expressivas foram observadas na classe mesoemeróbia que apresentou aumento gradativo entre 1989 e 2009. As áreas classificadas como oligoemeróbia, poliemeróbia e metaemeróbia ocuparam menos de 5% desta unidade (Quadro 5). A variação registrada na UGP-6 foi nos ambientes oligo e mesoemeróbios. Em 1989, o primeiro ocupou cerca de 20% da unidade e não foi registrado nos demais anos e no segundo ambiente, em 1999, apresentou maior área. Da mesma forma que nas demais unidades, houve predomínio da classe euemeróbia. As áreas ahemeróbias não tiveram variação expressiva na ocupação da unidade (Quadro 5).

De todas as unidades geopolíticas, a UGP-7 teve pouca variação entre os anos em área ocupada pelas classes de hemerobia. As mudanças temporais foram observadas somente nos ambientes oligo e mesoemeróbios. Nos oligoemeróbios foi registrada maior área em 1989 e reduziu nos demais anos. Nos mesoemeróbios, a tendência foi inversa. A UGP-8 apresentou redução da classe euemeróbia, que predominou nesta unidade e aumento da ahemerobia entre os anos. As áreas oligoemeróbias foram registradas em 1989 e 2009 enquanto as mesoemeróbias foram classificadas em 1999 e 2009 (Quadro 5).

| Unidade | Ano | Ahemeróbio | Oligoemébrio | Mesoemébrio | Euemébrio | Poliemébrio | Metaemébrio |
|---------|------|------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| UGP1 | 1989 | 1.566,63 | 196,11 | 45,18 | 102.585,47 | 23,04 | 256,05 |
| | 1999 | 1.687,32 | 147,51 | 147,51 | 9.849,87 | 74,34 | 508,59 |
| | 2009 | 1.757,16 | 218,16 | 44,19 | 9.334,62 | 218,43 | 799,92 |
| UGP-2 | 1989 | 3.010,14 | 373,95 | 5.011,74 | 11.384,82 | 137,43 | 77,31 |
| | 1999 | 3.705,84 | 31,14 | 5.653,08 | 10.187,55 | 341,91 | 75,87 |
| | 2009 | 3.168,81 | 33,66 | 3.356,64 | 12.856,86 | 418,50 | 160,92 |
| UGP-3 | 1989 | 2.608,38 | 4.667,85 | 99,45 | 19.010,70 | 197,46 | 0,00 |
| | 1999 | 2.304,63 | 83,70 | 178,64 | 23.546,61 | 427,95 | 42,30 |
| | 2009 | 2.928,51 | 984,42 | 0,00 | 21.410,19 | 1.042,56 | 218,16 |
| UGP-4 | 1989 | 13.967,01 | 3.707,28 | 1.332,81 | 38.546,46 | 2.036,07 | 778,41 |
| | 1999 | 19.944,00 | 197,55 | 5.843,88 | 30.117,06 | 3.665,52 | 600,03 |
| | 2009 | 13.974,93 | 294,03 | 2.479,59 | 37.867,59 | 4.257,18 | 1.494,72 |
| UGP-5 | 1989 | 6.496,47 | 767,70 | 2.574,54 | 30.291,39 | 650,16 | 59,67 |
| | 1999 | 6.477,75 | 39,78 | 3.968,01 | 29.369,88 | 907,74 | 76,77 |
| | 2009 | 4.703,13 | 440,73 | 5.202,29 | 29.203,29 | 1.120,59 | 169,74 |
| UGP-6 | 1989 | 555,93 | 748,17 | 67,14 | 2.184,39 | 84,87 | 0,00 |
| | 1999 | 667,89 | 3,69 | 490,32 | 2.356,02 | 122,58 | 0,00 |
| | 2009 | 579,15 | 3,69 | 143,10 | 2.704,32 | 210,24 | 0,00 |
| UGP-7 | 1989 | 17.745,03 | 2.548,08 | 3.682,26 | 34.749,72 | 637,47 | 136,08 |
| | 1999 | 17.100,18 | 113,58 | 5.975,19 | 35.044,74 | 1.001,07 | 263,88 |
| | 2009 | 17.204,40 | 483,57 | 4.521,42 | 36.069,66 | 775,98 | 443,61 |
| UGP-8 | 1989 | 547,65 | 137,61 | 11,61 | 3.531,78 | 30,96 | 0,00 |
| | 1999 | 775,44 | 3,60 | 273,15 | 3.004,38 | 203,04 | 0,00 |
| | 2009 | 810,18 | 21,87 | 282,60 | 2.822,76 | 292,68 | 29,52 |
| UGP-9 | 1989 | 5.343,75 | 1.647,18 | 25,20 | 21.905,01 | 1.642,95 | 137,97 |
| | 1999 | 7.919,73 | 95,67 | 876,69 | 19.779,12 | 1.822,68 | 208,26 |
| | 2009 | 5.007,96 | 126,45 | 1.208,97 | 22.306,95 | 1.748,16 | 303,66 |
| UGP-10 | 1989 | 1.632,33 | 384,93 | 29,16 | 13.129,02 | 57,51 | 0,00 |
| | 1999 | 3.126,87 | 55,44 | 58,50 | 11.683,44 | 196,74 | 111,96 |
| | 2009 | 2.087,91 | 254,25 | 0,00 | 12.206,43 | 532,71 | 151,65 |
| UGP-11 | 1989 | 18.466,02 | 20.812,41 | 5.802,21 | 35.794,80 | 1.286,82 | 692,19 |
| | 1999 | 21.793,23 | 185,13 | 15.989,85 | 41.560,38 | 2.667,96 | 647,37 |
| | 2009 | 19.893,51 | 489,06 | 14.324,31 | 43.819,47 | 3.159,37 | 1.168,74 |
| UGP-12 | 1989 | 15.089,22 | 7.523,10 | 946,71 | 46.259,10 | 1.982,79 | 696,24 |
| | 1999 | 17.350,83 | 387,54 | 8.867,07 | 41.234,85 | 3.607,29 | 1.049,58 |
| | 2009 | 14.830,29 | 617,04 | 3.449,70 | 47.423,43 | 4.249,53 | 1.927,08 |

Quadro 11: Classes de Hemerobia observadas nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior em 1989, 1999 e 2009

Fonte: FUSHITA (2011)

Na UGP-9 é observada flutuação das áreas ahemeróbias, com aumento entre 1989 e 1999 e redução entre 1999 e 2009. Os ambientes oligoemeróbios ocupavam cerca de 10% e diminuíram nos demais anos. A classe euemeróbia predominou nessa unidade, com redução entre 1989 e 1999 e incremento em 2009. Não foi registrada a classe metaemeróbia, enquanto a poliemeróbia ocupou menos de 1% da unidade. Assim como na UGP-8, na UGP-10 houve aumento com posterior decréscimo da classe ahemeróbia entre os anos estudados e com o inverso para a euemeróbia, que foi a predominante nesta unidade. Os ambientes poliemeróbios foram registrados em 2009 e os oligoemeróbios que ocuparam menos de 5% em 1989 reduziram nos demais anos (Quadro 5).

Verificou-se que na UGP-11 os ambientes ahemeróbios não sofreram alteração em área ocupada nos três anos estudados e os euemeróbios aumentaram entre 1989 e 1999 e manteve o valor em 2009. A área ocupada pela classe oligohemeróbia em 1989 diminuiu em 1999 e 2009 enquanto na mesoemeróbia houve aumento no primeiro intervalo estudado (Quadro 5).

Na UGP-12 foi registrada flutuação nos valores de área ocupada pelas classes ahemeróbia e euemeróbia entre 1989 e 2009. Os ambientes oligoemeróbios que ocupavam quase 20% em 1989 diminuíram nos demais anos e os mesoemeróbios aumentaram entre 1989 e 1999 com posterior decréscimo no segundo intervalo. As áreas classificadas como poliemeróbia e metaemeróbia tiveram acréscimo gradual em área ocupada nesta unidade entre 1989 e 2009 (Quadro 5).

4.3.4. Índice de Apropriação Humana da Produtividade Primária (HANPP)

A Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu caracteriza-se pelo predomínio de valores acima de 60%. Em 1989, quase 40% da bacia hidrográfica apresentaram a HANPP entre 40 e 50% (**Figura 58**). Nesse intervalo e nos graus de apropriação acima deste estão as áreas sob alta influência antrópica. Em 28% da bacia hidrográfica houve apropriação de 0 a 40% da produtividade primária líquida produzida pela vegetação e são os locais menos antropizados, como mata secundária e cerrado. Em 1999, houve menos apropriação em áreas poucos

antropizadas que esteve entre 10 e 30% (**Figura 59**), que pode ser reflexo da recuperação da vegetação, quando se verifica os esforços para se fazer cumprir os termos dispostos na legislação ambiental, como a manutenção de Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais. Em contrapartida, aumentou a porcentagem da produtividade primária dos ambientes com forte influência antrópica, que foi de 50 a 60% em mais de 50% da bacia hidrográfica. Em 2009 pode ser observada a redução de áreas com HANPP entre 10 e 20%, ocupando menos de 3% da área de estudo e aumento do intervalo entre 50 e 60% de HANPP (**Figura 60**).

Na UGP-1, a HANPP% entre 60 e 70% predominou em 1989 e valores abaixo de 40% de apropriação ocuparam menos de 15% desta unidade e não foram verificadas HANPP nos intervalos entre 0 e 10% e entre 80 e 100% de apropriação. Na UGP-2, as áreas com menos interferência sobre o ambiente ocuparam aproximadamente 40% desta unidade, entretanto, houve maior frequência entre 30 e 40% de HANPP em 1989 e 2009, entre 20 e 30% em 1999. As apropriações entre 60 e 70% ocorreram em quase 60% da UGP-2, enquanto em 1999 o intervalo de HANPP foi entre 50 e 60% e em 2009 entre 50 e 70% em 55% da unidade (**Figura 61**).

A UGP-3 destaca-se por mais de 70% de sua área ocorrer apropriação entre 60 e 70% em 1989 e em mesma porcentagem, apresentar apropriação entre 50 e 60% em 1999. Em 2009, aumentou o intervalo de HANPP 40 a 50%, com redução da porcentagem ocupada pela apropriação de 20 a 40% (Figura 61).

Assim como na UGP-4, houve o predomínio de HANPP superior a 50% da área da UGP-5, sendo entre 60 e 70% em 1989, 50 a 60% em 1999 e 50 a 70% em 2009. O intervalo de HANPP 10 a 20% aumentou, com a redução do intervalo 30 a 40% entre 1989 e 1999, enquanto no segundo período os valores inferiores a 30% diminuíram bruscamente. Houve acréscimo em porcentagem dos intervalos 30 a 40% e 40 a 50%, indicando maior apropriação da produtividade primária líquida em 2009, comparado com os demais anos nesta unidade (**Figura 62**).

1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

76925000

76125000

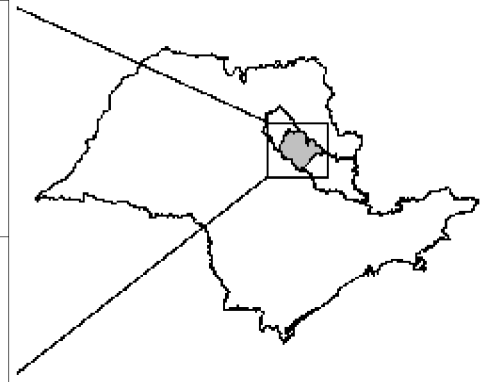
75925000

75725000

76125000

75925000

75725000



Legenda

- 0 a 10%
- 10 a 20%
- 20 a 30%
- 30 a 40%
- 40 a 50%
- 50 a 60%
- 60 a 70%
- 70 a 80%

Mapa de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior - 1989

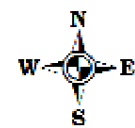
Escala Gráfica

5.2 0 5.2 10.3 15.5 20.6 km

Org.: FUSHITA, A. T. (2011)

Projeção: UTM Zona 23S

Datum Horizontal: Córrego Alegre



1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

76925000

76125000

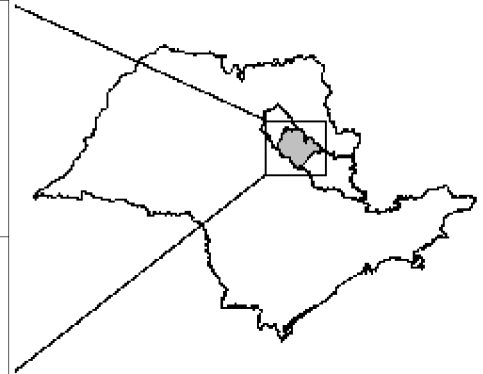
75925000

75725000

76125000

75925000

75725000

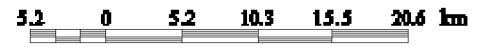


Legenda

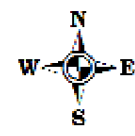
- 0 a 10%
- 10 a 20%
- 20 a 30%
- 30 a 40%
- 40 a 50%
- 50 a 60%
- 60 a 70%
- 70 a 80%

Mapa de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior - 1999

Escala Gráfica



Org.: FUSHITA, A. T. (2011)
Projeção: UTM Zona 23S
Datum Horizontal: Córrego Alegre



1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

76325000

76125000

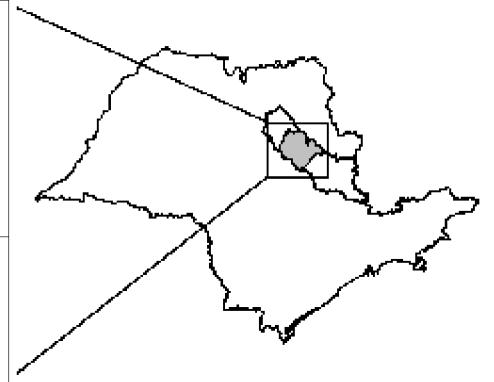
75925000

75725000

76125000

75925000

75725000

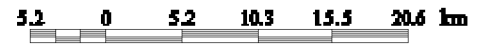


Legenda

- 0 a 10%
- 10 a 20%
- 20 a 30%
- 30 a 40%
- 40 a 50%
- 50 a 60%
- 60 a 70%
- 70 a 80%

Mapa de Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida (HANPP) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior - 2009

Escala Gráfica



Org.: FUSHITA, A. T. (2011)

Projeção: UTM Zona 23S

Datum Horizontal: Córrego Alegre



1845000 2045000 2245000 2445000 2645000

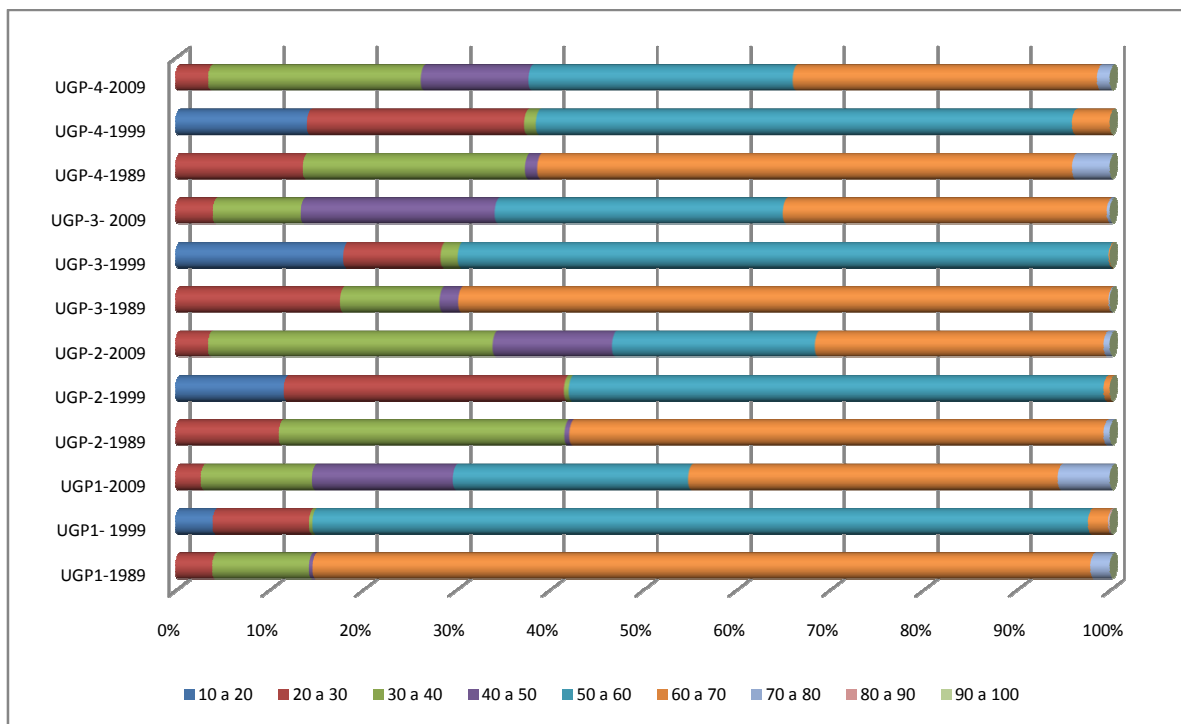


Figura 61: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-1, UGP-2, UGP-3 e UGP-4, em 1989, 1999 e 2009. Fonte: FUSHITA (2011)

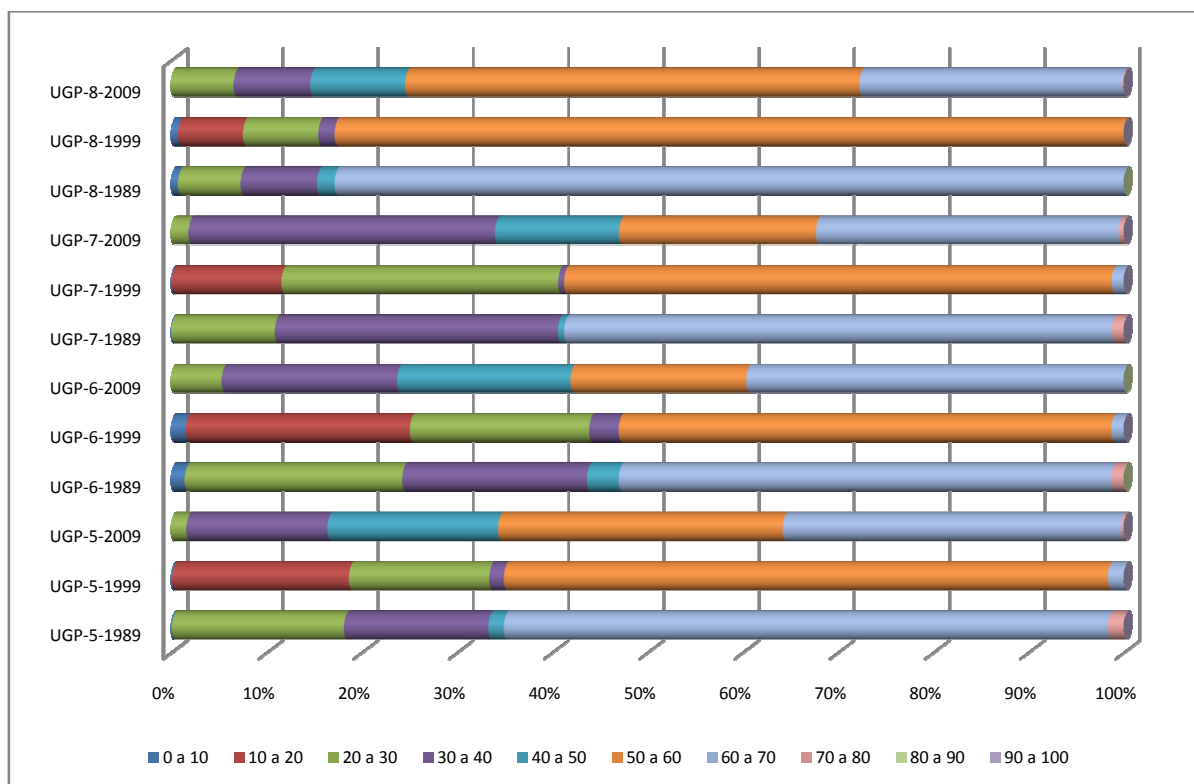


Figura 62: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-5, UGP-6, UGP-7 e UGP-8, em 1989, 1999 e 2009. Fonte: FUSHITA (2011).

A UGP-6 e a UGP-7 apresentaram tendência da HANPP similar a UGP-5, entretanto foi registrada HANPP entre 0 e 10% em 1989 e 1999 e entre 70 e 80% em 1989 na UGP-6. A UGP-7 em 2009 teve HANPP entre 30 e 40% em quase 30% da unidade, nos três anos estudados. Na UGP-8, em 1999, menos de 10% da unidade teve apropriação entre 0 e 20%, enquanto nos demais anos, esse intervalo não foi registrado (Figura 62).

Verificou-se que na UGP-9 houve maior apropriação da produtividade primária acima de 40%. Em 1989 predominou a HANPP entre 60 e 70% da produtividade e em 1999 entre 50 e 60%, enquanto que em 2009 aproximadamente 10% da área desta unidade teve HANPP entre 40 e 50%, 30% da unidade entre 50 e 60% e em 45% da área entre 60 e 70%. Já os intervalos de menor HANPP apresentaram redução em área ocupada, sendo que em 2009 foi registrado menos de 10% da unidade e em 1999 houve menor apropriação (de zero a 20%) em 15% da UGP-9 (Figura 63).

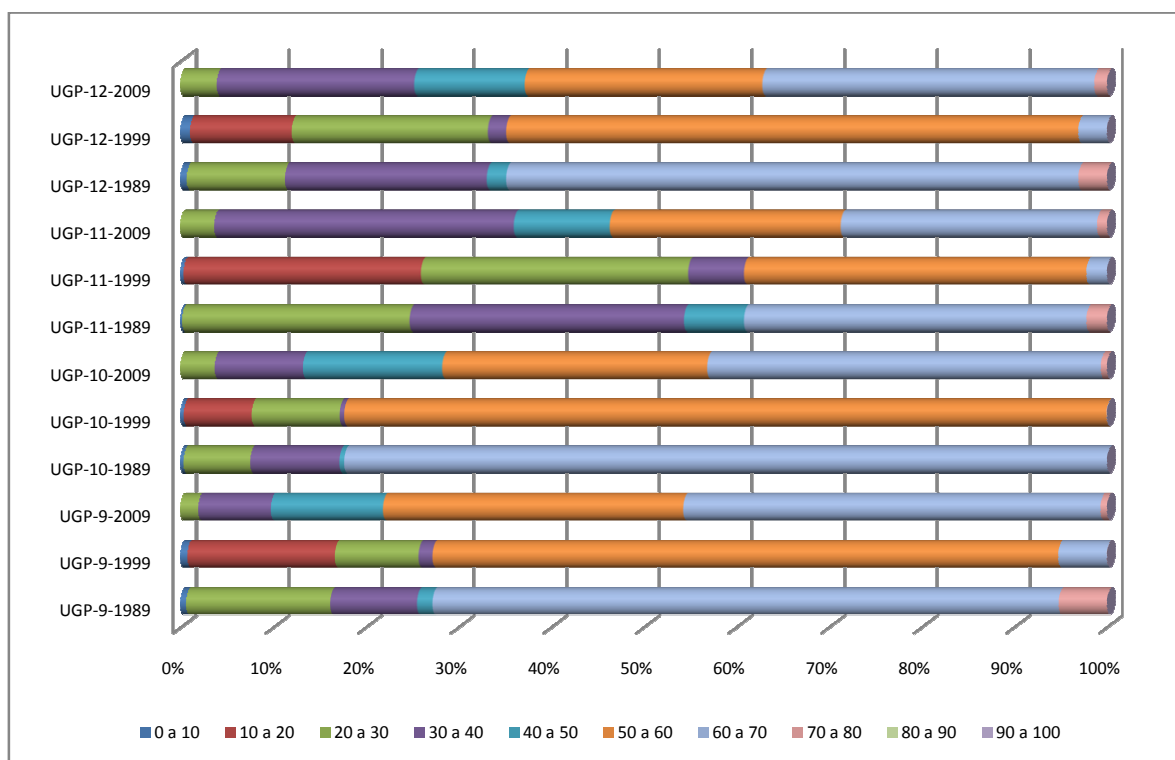


Figura 63: Apropriação Humana da Produtividade Primária Líquida nas unidades geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior, UGP-9, UGP-10, UGP-11 e UGP-12, em 1989, 1999 e 2009. Fonte: FUSHITA (2011).

Entre as unidades geopolíticas, a UGP-10 teve maior porcentagem de ocorrência em níveis de apropriação mais elevada (acima de 40%), ocupando mais de 75% da unidade nos

três anos analisados. Assim como nas demais unidades, foi registrada HANPP entre 10 e 20% em 1999, que não foi verificada nos demais anos (Figura 63).

A UGP-11 foi a unidade que apresentou maior porcentagem nos menores valores de HANPP, em 1989 e em 1999, com mais de 50% da unidade com apropriação inferior a 40%. Entre os anos, 1999 teve a maior frequência nas classes de HANPP 10 a 20% (23% da UGP-11) e 20 a 30% (20%). Em 2009, houve elevação da apropriação da produtividade primária, com valores inferiores a 30% ocupando menos de 5% da unidade. O intervalo de HANPP entre 30 e 40% aumentou, comparado com os demais anos (Figura 63).

A UGP-12 teve mais de 50% de sua área classificada em níveis de HANPP superiores a 40% nos três anos, sendo que em 2009 ocupou mais de 65%. Dentre os anos, em 2009 houve os maiores valores de HANPP e os menores ocorreram em 1999. A apropriação de zero a 20% ocorreu em 10% da unidade em 1999, nos demais anos foi próxima a 0% (Figura 63).

4.3.5. Indicadores da fragmentação

4.3.5.1. Influência da malha viária

Os remanescentes de vegetação nativa na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior foram registradas até 6.000 m de distância das estruturas viárias, predominando no intervalo de 0 a 2.000 m. Entre 1989 e 2009 houve redução da porcentagem dos fragmentos com maior influência de tráfego (até 750 m) e aumento daquelas que estão mais distantes da malha viária. Esta flutuação também foi observada na UGM-1 e UGM-3 (Figura 64).

Na UGM-2, verificou-se que as manchas concentravam a até 750 m de distância da malha viária, sendo registrada a distância máxima de 2.000 m. Houve redução da porcentagem dos fragmentos entre 750 e 2.000 m no período estudado e aumento, principalmente naqueles que estão a 250 e 750 m da malha viária (Figura 64).

A distância máxima da malha viária registrada na UGP-1 foi 2.000 m, que apresentou redução da porcentagem ocupada pelas manchas entre 1989 e 2009 (12,5% em 1989, 9,9% em 1999 e 6,2% em 2009). Houve aumento da porcentagem de áreas naturais até 250 m entre

1989 e 1999, que diminuiu em 2009. Nas demais faixas de distância, a flutuação foi inversa (Figura 65).

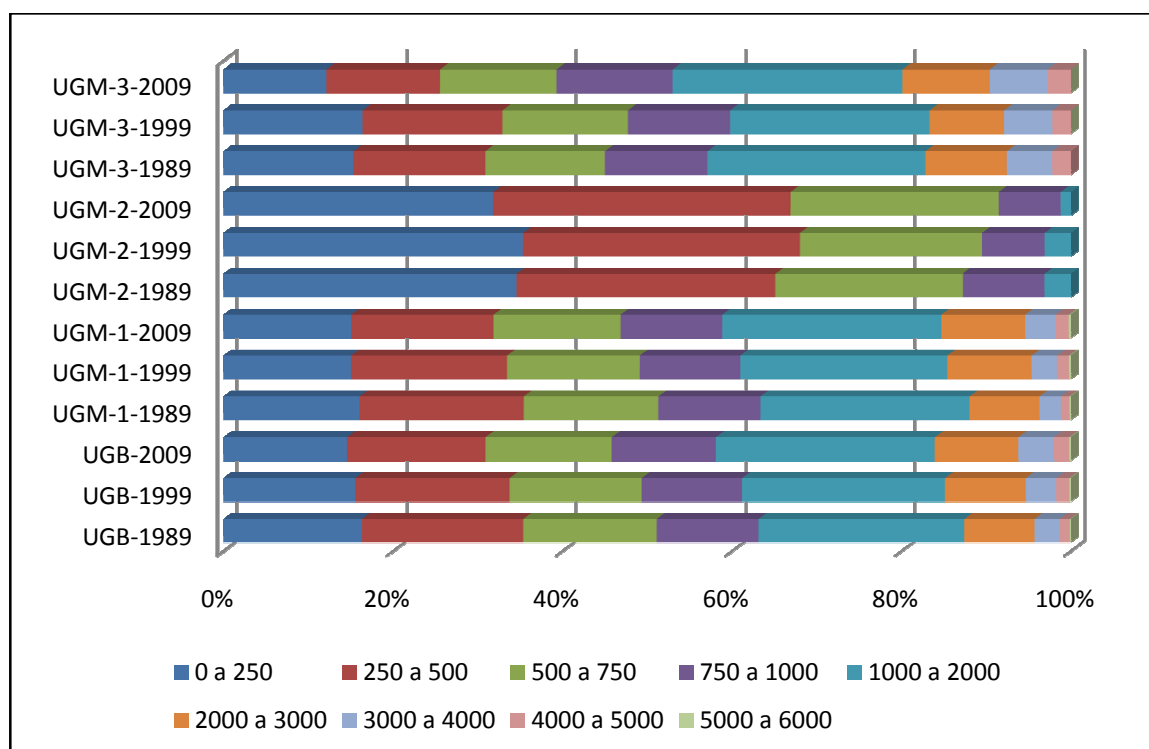


Figura 64: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e em UGM-1, UGM-2 e UGM-3, no período de estudo.
Fonte: FUSHITA (2011).

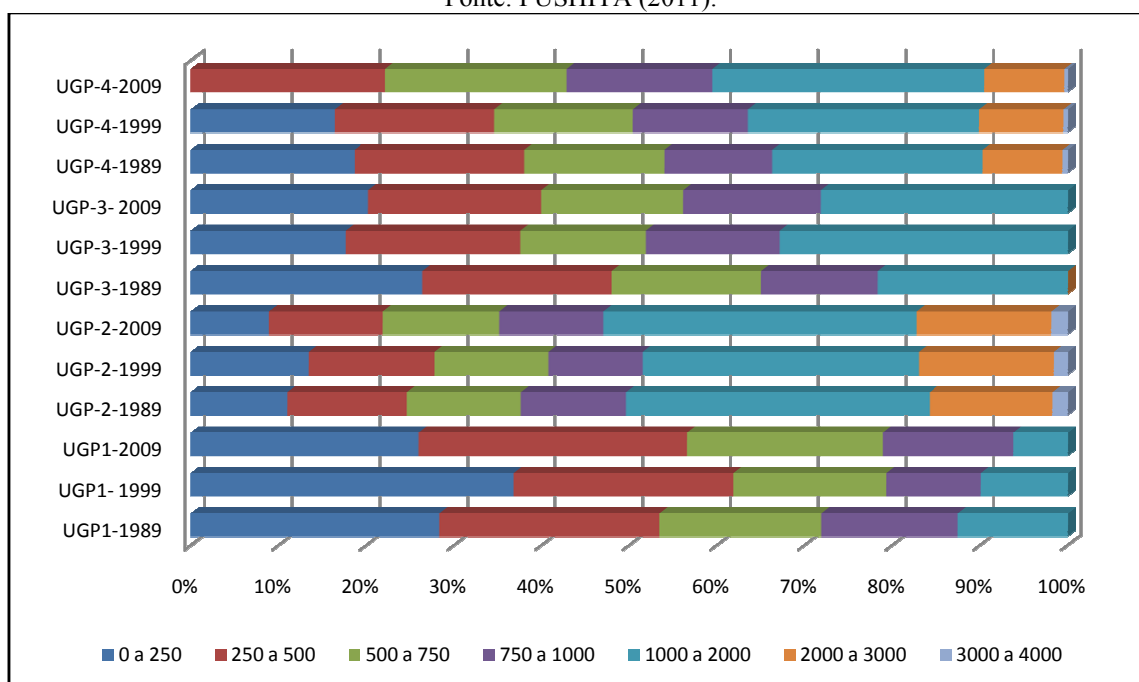


Figura 65: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-1, UGP-2, UGP-3 e UGP-4) no período de estudo.
Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-2, verificou-se que os remanescentes de vegetação nativa distavam, no máximo, 4.000 m da malha viária, estando principalmente entre 1.000 e 2.000 m. Este intervalo reduziu entre 1989 e 1999 (34,6% para 31,5%) e elevou em 2009 (35,7%). Tendência inversa foi observada nas distâncias inferiores a 500 m. A UGP-3 registrou manchas até 2.000 m de distância das áreas urbanas. No período estudado verifica-se que as áreas naturais distantes até 750 m diminuíram, enquanto as que estão entre 750 e 2.000 m aumentaram (Figura 65).

Na UGP-4, os fragmentos de vegetação nativa estavam até 4.000 m da malha viária, com maior porcentagem entre 1.000 e 2.000 m, que elevou entre os anos estudados (24,0% em 1989, 26,4% em 1999 e 31,0% em 2009). Houve redução das manchas que estão até 250 m de distância que não foram registradas em 2009 (Figura 65).

Nas UGP-5 e UGP-6 não foram registrados remanescentes de vegetação nativa a menos de 250 m da malha viária e a distância máxima foi de 5.000 m e 4.000 m, respectivamente. A UGP-5 teve redução da porcentagem de manchas de 250 a 750 m de distância no período estudado e elevação de manchas entre 1.000 a 5.000 m. Em contrapartida, a UGP-6 apresentou aumento entre 1989 e 1999 dos fragmentos de 250 a 750 m de distância e redução no segundo período, com flutuação inversa nos fragmentos localizados entre 750 e 2.000 m (**Figura 66**).

Entre as unidades geopolíticas, a UGP-7 apresentou a maior distância dos remanescentes de vegetação nativa e da malha viária, que foi de 5.410,41 m, entretanto, as manchas predominam entre 1.000 e 4.000 m. Houve aumento dos fragmentos com distância até 500 m e redução dos que estão a 500 e 1.000 m (Figura 66).

A UGP-8 registrou remanescentes de vegetação nativa com distância até 2.000 m das estruturas viárias, com predomínio daquelas que estão até 500 m, que apresentaram diminuição entre 1989 e 1999 e aumento em 2009. Houve elevação da porcentagem de manchas entre 750 e 2.000 m, no período estudado (Figura 66).

Nas UGP-9 e UGP-10 as manchas estão a uma distância máxima de 3.000 m da malha viária e concentram entre 0 e 750 m. Entretanto na UGP-9 foi registrado aumento da porcentagem entre 1989 e 1999, com redução em 2009. As manchas localizadas acima de 1.000 m de distância das estruturas viárias manifestaram tendência contrária. Na UGP-10, os remanescentes de vegetação nativa que estão até 500 m e acima de 2.000 m diminuíram entre

1989 e 2009. Nas demais faixas de distância, houve aumento da porcentagem ocupada (Figura 67).

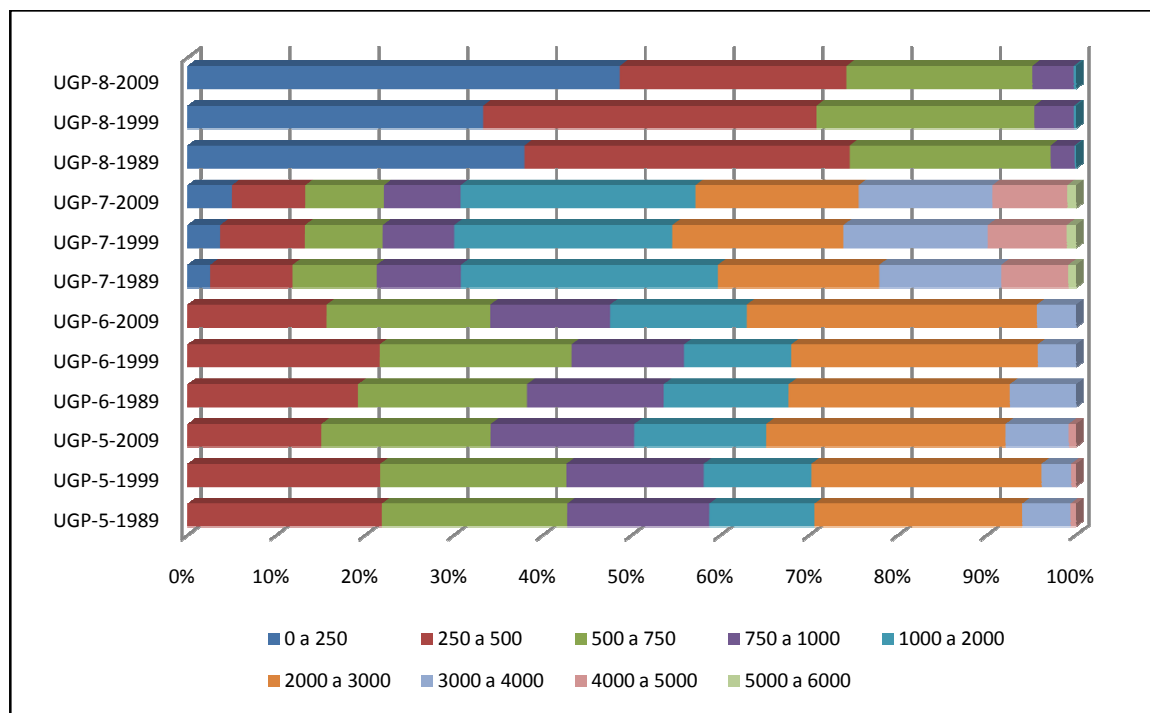


Figura 66: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-5, UGP-6, UGP-7 e UGP-8) no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

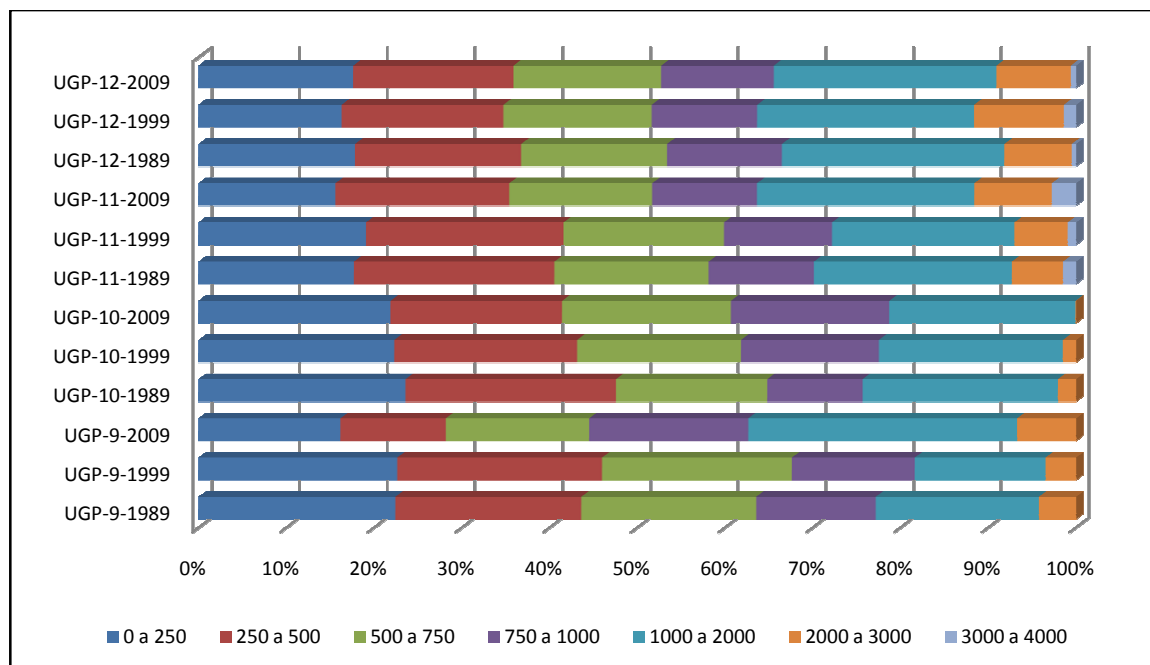


Figura 67: Influência da malha viária nos remanescentes de vegetação nativa registrados nas Unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12), no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

Apesar de registrar manchas até 4.000 m de distância da malha viária, as UGP-11 e UGP-12 apresentaram variação similar a UGP-10, diferindo em relação ao aumento das manchas entre 3.000 e 4.000 m, que não existia na UGP-10 (Figura 67).

4.3.5.2. Proximidade de rodovias

Na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior foi registrada menos de 1% dos remanescentes de vegetação nativa até 250 m das rodovias e estão distribuídos em distância superior a 15.000 m nos três anos estudados. Entre 1989 e 2009 houve aumento dos fragmentos entre 10.000 a 14.000 m de distância das rodovias e redução daqueles que estão a mais de 15.000 m (Figura 68).

Não foram verificados remanescentes de vegetação nativa até 250 m das rodovias nas UGM-1 e UGM-3. Na UGM-1 está a maior porcentagem de fragmentos vegetacionais com distância superior a 15.000 m (16,7% em 1989, 13,5% em 1999 e 11,7% em 2009) e o intervalo de 1.000 a 14.000 m apresentam frequências entre 3 e 7,5% dos remanescentes de vegetação nativa, sendo que de 1.000 a 8.000 m houve redução de área entre 1989 e 1999, seguido de aumento em 2009, ocorrendo o inverso entre as distâncias de 9.000 a 15.000 m (Figura 68).

A UGM-2 foi apresentou fragmentos com menos de 250 m de distância das rodovias, em 1989 e 1999, não sendo registrada em 2009. No período estudado, houve aumento de manchas que distam de 250 a 3.000 m entre 1989 e 2009, principalmente de 1.000 a 2.000 m e 2.000 a 3.000 m, que representaram mais de 32% em 2009. Nas distâncias entre 4.000 e 8.000 m verificou-se redução da porcentagem dessas manchas entre 1989 e 2009 (56,5% e 33,6%) (Figura 68).

Entre as unidades geomorfológicas, a UGM-3 teve distribuição mais equilibrada dos remanescentes de vegetação nativa em função da distância das rodovias e entre os anos estudados. Não foram registrados fragmentos em até 250 m das rodovias e a porcentagem dos remanescentes de vegetação nativa com distância de 4.000 a 8.000 m e acima de 11.000 m aumentou entre 1989 e 1999 e reduziu em 2009, enquanto houve o oposto nas distâncias inferiores a 4.000 m e entre 8.000 e 11.000 m (Figura 68).

Na UGP-1 verificou-se que 63,6% dos remanescentes de vegetação nativa em 1989 estavam a uma distância de 1.000 a 4.000 m das rodovias, reduzindo para 58,7% em 2009.

Observa-se que os fragmentos com distância entre 5.000 e 7.000 m das rodovias aumentaram entre 1989 e 2009, com acréscimo das manchas que estão até 250 m, entre 1989 e 1999, que regrediu em 2009. Não foram registradas manchas com distância superior a 10.000 m das rodovias (**Figura 69**).

A UGP-2 apresentou maior frequência de remanescentes de vegetação nativa em distâncias de 2.000 a 4.000 e superiores a 5.000 m, principalmente entre 6.000 a 8.000 m, que aumentou entre 1989 e 1999, com redução entre 1999 e 2009. As faixas inferiores a 2.000 m corresponderam a menos de 3% nos intervalo estudado (Figura 69).

Não foram registrados remanescentes de vegetação nativa a uma distância superior a 8.000 m das rodovias na UGP-3, que tem como distâncias predominantes entre 1.000 e 5.000 m, com elevação da porcentagem de fragmentos acima de 3.000 m em 1989 e 1999, que reduziram no segundo intervalo. Tendência oposta foi verificada na distância até 2.000 m (Figura 69).

Na UGP-4 foram registradas manchas de vegetação que estão a mais de 15.000 m das rodovias e não foram encontradas a menos 250 m. A porcentagem de remanescentes de vegetação nativa com distância superior de 10.000 m das rodovias teve aumento no primeiro período e redução no segundo (Figura 69), e o oposto foi verificado na distância inferior a 3.000 m.

Foram registrados remanescentes de vegetação nativa a uma distância de até 12.0000 m das rodovias na UGP-5, com a concentração das manchas entre 1.000 e 6.000 m (57% em 1989). Houve redução dos fragmentos que estão até 250 m das rodovias no período estudado (2,9%, 1,6% e 0%, em 1989, 1999 e 2009), assim como aqueles que distam 4.000 e 6.000 m. Fragmentos que estão entre 250 a 4.000 m tiveram a frequência diminuída entre 1989 e 1999 e aumento em 2009 (**Figura 70**).

A UGP-6 destaca-se por não apresentar manchas com distância inferior a 1.000m e superior a 8.000 m. Há o predomínio de remanescentes de vegetação nativa entre 4.000 e 6.000 m, sendo que aquelas a 4.000 e 5.000 m apresentaram redução entre 1989 e 1999 (36,5% para 27,3%) e aumento em 2009 (30,5%), enquanto os fragmentos a 5.000 e 6.000 m tiveram aumento gradual (28,2% em 1989, 36,0% em 1999 e 41,5% em 2009) (Figura 70).

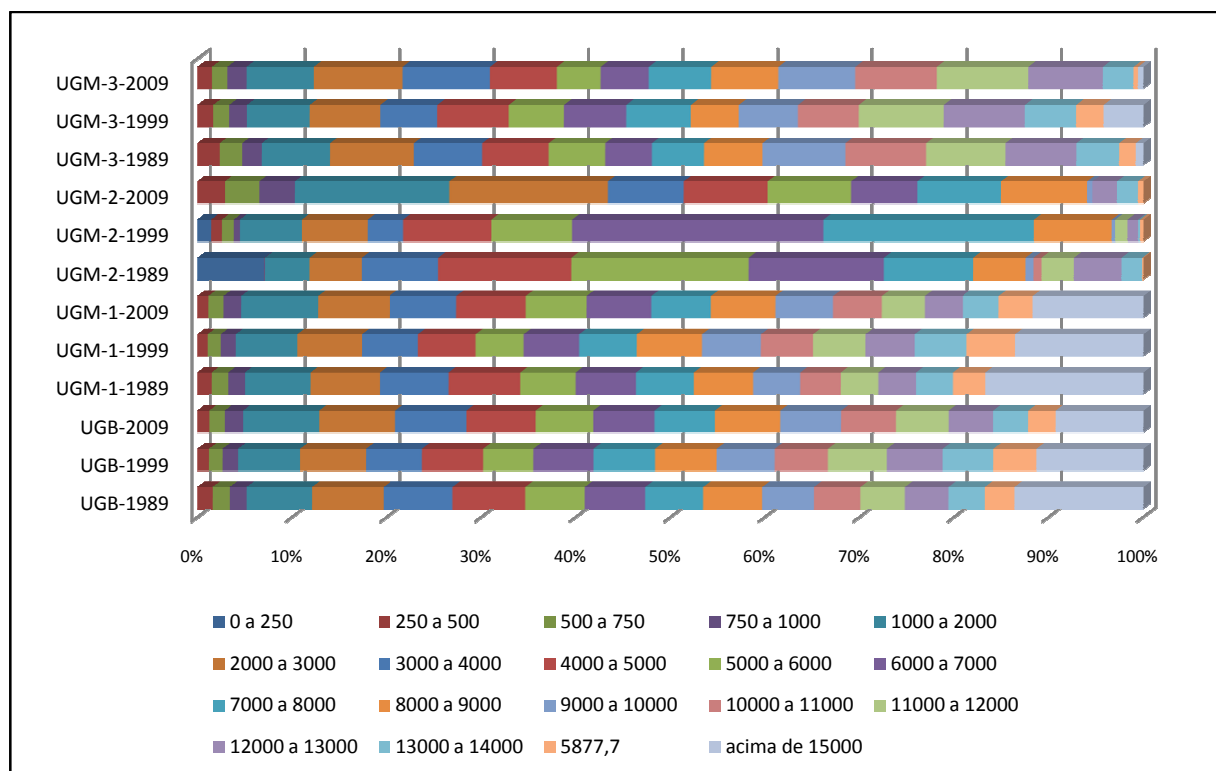


Figura 68: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, e das unidades de gerenciamento UGM-1, UGM-2 e UGM-3, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

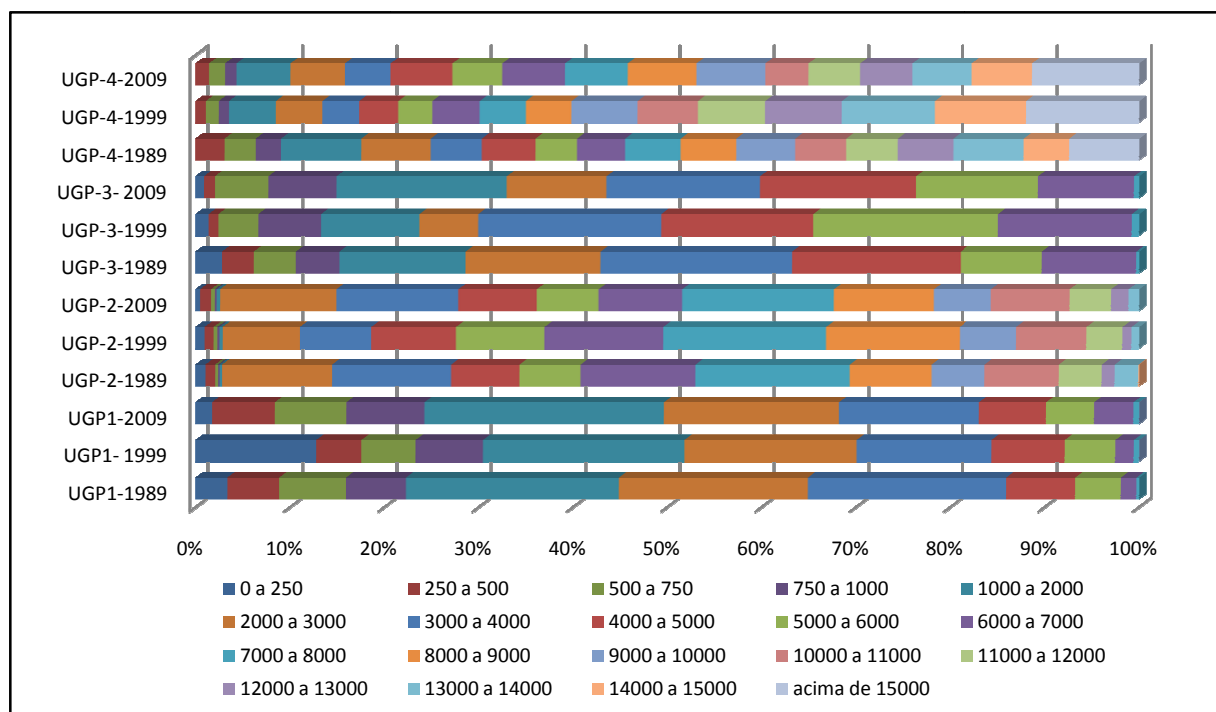


Figura 69: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-7 os remanescentes de vegetação nativa tiveram maior frequência a partir de 1.000 m de distância de rodovias, sendo registradas manchas acima a 15.000 m. Houve redução da porcentagem daquelas que distam de 1.000 a 7.000 m entre 1989 e 1999 e aumento no período seguinte, com o oposto ocorrendo naquelas que estão de 7.000 a 15.000 m das rodovias (Figura 70).

Não houve registro de fragmentos que estejam a menos de 250 m das rodovias e acima de 6.000 m na UGP-8. As manchas que estão entre 1.000 e 2.000 que correspondiam a 32,6% diminuíram entre 1989 e 2009, ocupando 4,8% neste último ano. Em contrapartida, as que estão entre 3.000 e 4.000 m aumentaram gradativamente, representando 41,7% das áreas naturais em 2009 (Figura 70).

Na UGP-9 foram registrados remanescentes de vegetação nativa em todas as distâncias, entretanto, em 1989 as maiores porcentagens estavam concentradas entre 12.000 e 15.000 m das rodovias. No período seguinte, houve aumento de áreas com distância superior a 12.000 m. Em 2009 verifica-se redução nestas distâncias e aumento de manchas entre 1.000 e 5.000 m (**Figura 71**).

Não foram registrados remanescentes de vegetação nativa com distância superior a 14.000 m das rodovias na UGP-10. Em 1989 e 1999 as manchas ocupavam maior porcentagem de fragmentos de 1.000 a 4.000 m de distância das rodovias, enquanto em 2009, houve aumento das que estão entre 7.000 e 11.000 m (Figura 71).

A UGP-11 destaca-se por apresentar maior quantidade de remanescentes com distância superior a 15.000 m das rodovias, que apesar de reduzirem entre 1989 e 2009, ainda predomina (36,0% em 1989, 32,2% em 1999 e 27,6% em 2009). Não foram registradas manchas a menos de 250 m das rodovias e em 1989, aquelas que estavam entre 250 e 1.000 m representavam menos de 2% do total (Figura 71).

Não foram observados remanescentes florestais a menos de 250 m das rodovias na UGP-12. Verifica-se que as manchas estão, principalmente, entre 1.000 e 10.000 m das rodovias e aquelas com distância entre 250 e 1.000 m reduziram entre 1989 e 2009 (Figura 71).

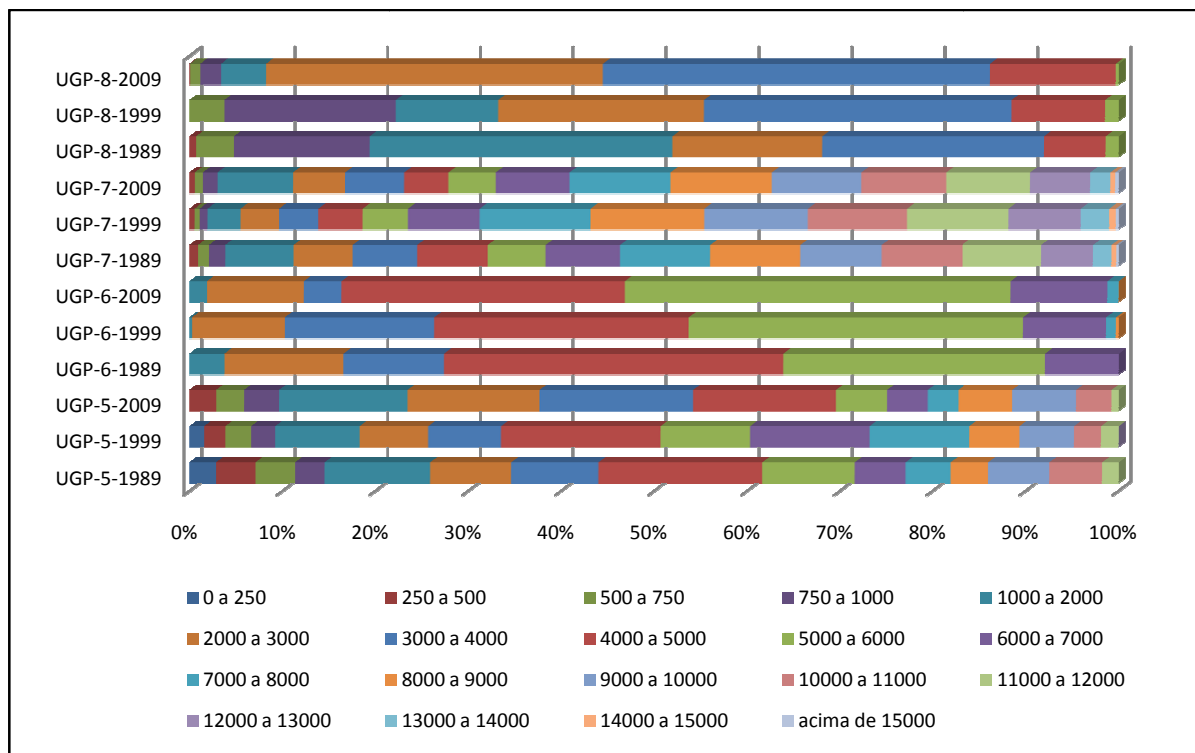


Figura 70: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

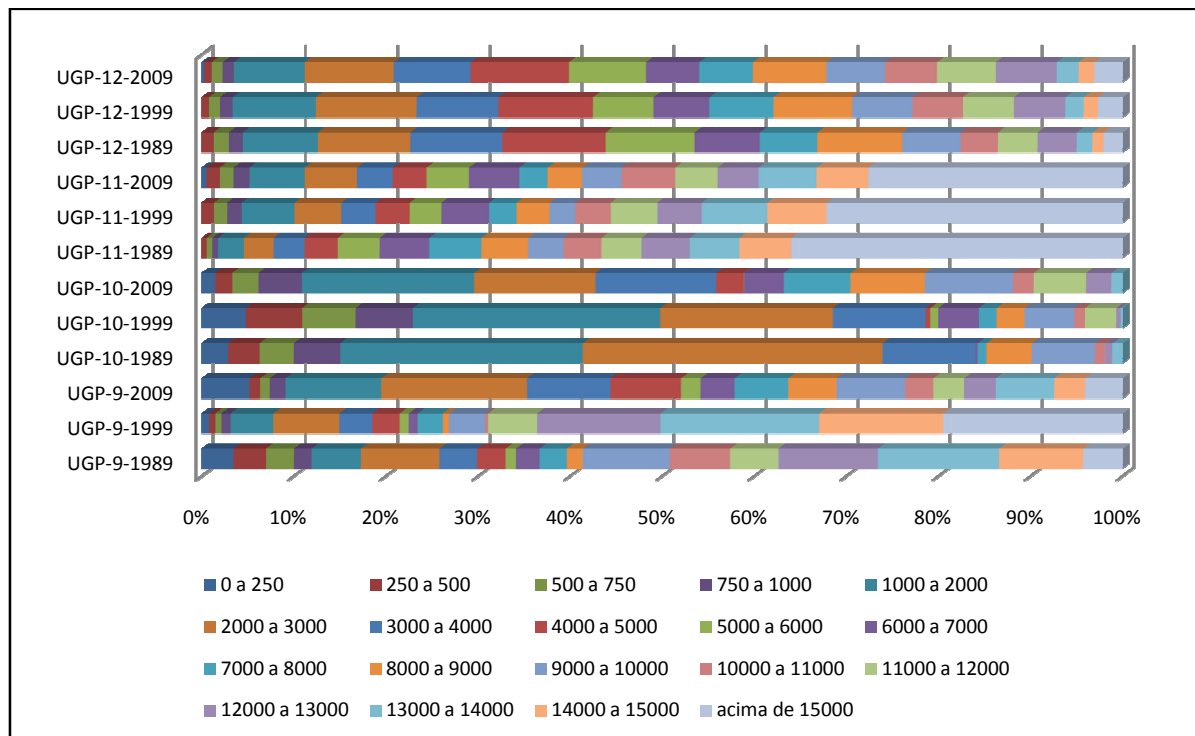


Figura 71: Proximidade dos remanescentes de vegetação nativa em relação às rodovias nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

4.3.5.3. Proximidade de estradas

Na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior foram registrados remanescentes de vegetação nativa até 6.000 m de distância das estradas, com predomínio daqueles até 3.000 m. Entre 1989 e 2009 a porcentagem ocupada pelas manchas mais próximas a estradas diminuiu (até 750 m), naquelas que estão entre 750 e 3.000 m houve redução entre 1989 e 1999 com aumento em 2009 e as que estão acima de 3.000 m o acréscimo foi gradual (**Figura 72**).

Nas UGM-1 e UGM-3, apesar de serem registradas manchas até 6.000 m de distância das estradas, elas predominaram em até 3.000 m, com redução das que estavam até 1.000 m e aumento das que estão entre 1.000 e 4.000 m, no período estudado (**Figura 72**).

A UGM-2 registrou remanescentes de vegetação nativa até 3.000 m das estradas, com predomínio daqueles que estão até 1.000 m. Entre as unidades geomorfológicas, foi a que apresentou porcentagem de manchas mais próximas a rodovias (**Figura 72**). Deve-se atentar também que essa observação pode estar associada ao fato que é a menor unidade geomorfológica da área de estudo.

A UGP-1 registrou remanescentes de vegetação nativa até 2.000 m de distância das estradas, com redução daquelas que estão de 1.000 a 2.000 m entre 1989 e 1999. As manchas com até 250 m das estradas apresentaram aumento entre 1989 e 1999 (26,6% para 35%) e redução em 2009 (21,6%). Em contrapartida, nas demais distâncias, verificou-se o inverso (**Figura 73**).

Na UGP-2, os remanescentes de vegetação nativa estavam a até 4.000 m das estradas, com maior porcentagem entre 1.000 e 2.000 m. As manchas que estavam entre 0 e 750 m tiveram aumento entre 1989 e 1999, com redução em 2009, enquanto as faixas entre 750 e 4.000 m tiveram flutuação oposta (**Figura 73**).

Os fragmentos de vegetação nativa existentes na UGP-3 registraram distância de até 3.000 m das estradas. As faixas com maior frequência em 1989 foram 0 a 250 m e 1.000 a 2.000m, sendo que a primeira apresentou redução entre 1989 e 1999 e aumento em 2009 (**Figura 85**). A UGP-4, por sua vez, apresentou manchas com até 4.000 m de distância, tendo maior porcentagem entre 1.000 e 2.000 m, que apresentou aumento entre 1989 e 1999 e redução em 2009. Verifica-se acréscimo de remanescentes de vegetação nativa que estão de 3.000 a 4.000 m das estradas entre 1999 e 2009 (de 0,5% para 3,3%) (**Figura 73**).

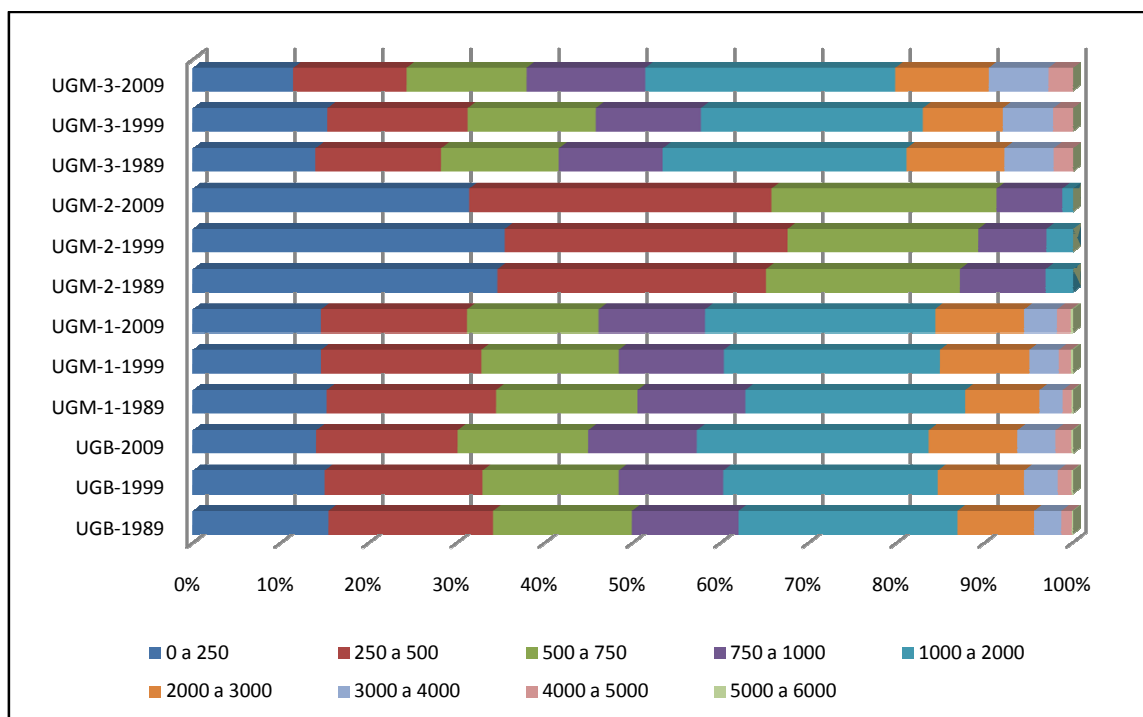


Figura 72: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às rodovias na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento (UGM-1; UGM-2; UGM-3), no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

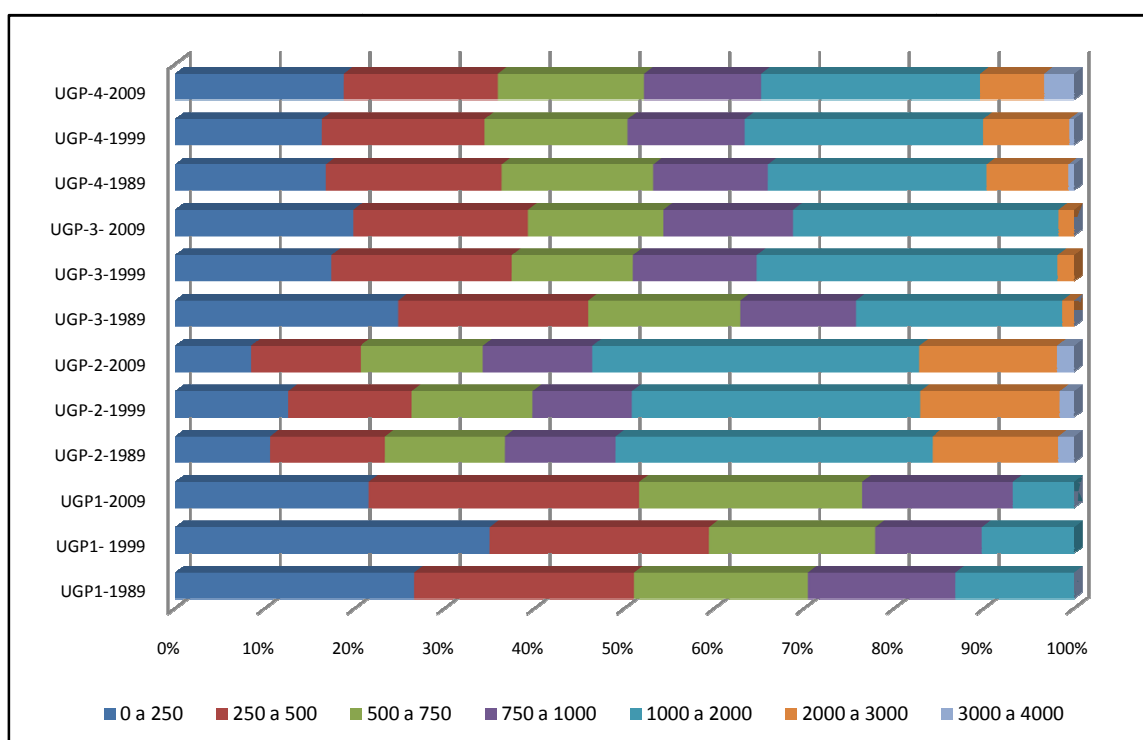


Figura 73: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-5 os remanescentes de vegetação nativa estavam, predominantemente, a até 500 m de distância das estradas, ocorrendo até 1.000 m em 1989, até 750 m em 1999 e até 500 m em 2009. Entre 1989 e 1999 houve aumento da porcentagem dos fragmentos entre 250 e 500 m (de 25,1% para 30,6%) e redução até 250 m (de 71,4% para 66%). Em 2009, as manchas com até 250 m de distância correspondiam a 80,9% dos remanescentes de vegetação nativa da unidade (**Figura 74**).

As UGP-6 e UGP-8 registraram manchas com até 500 m de distância das estradas em 1989 e até 250 m em 1999 e 2009. A UGP-7 apresentou remanescentes de vegetação nativa até 2.000 m das estradas, com mais de 50% em até 250 m. Houve redução entre 1989 e 1999 da porcentagem de manchas mais próximas das estradas e aumento daquelas que distavam mais de 250 m. Em 2009, verifica-se acréscimo na porcentagem de fragmentos que estão até 250 m das estradas (**Figura 74**).

Na UGP-9 as manchas ficaram mais próximas das estradas entre 1989 e 2009, sendo registrados remanescentes de vegetação nativa até 1.000 m de distância das estradas em 1989, até 750 m em 1999 e até 500 m em 2009. A faixa de distância com maior porcentagem de fragmentos foi de 0 a 250 m, com elevação no período estudado (48,5% em 1989 para 78,9% em 2009) (**Figura 75**).

Os remanescentes de vegetação nativa da UGP-10 estão até 500 m de distância das estradas, com redução das manchas que estavam até 250 m de distância e aumento naquela entre 250 e 500 m no período estudado (**Figura 75**).

A UGP-11 registrou a variação da distância máxima dos remanescentes de vegetação nativa em relação às estradas, com manchas até 2.000 m em 1989, até 3.000 m em 1999 e até 750 m em 2009. Acompanhando essa flutuação, houve redução dos fragmentos com até 250 m de distância das estradas entre 1989 e 1999 (45,2% para 34,2%) e aumento em 2009 (97,5%). Na UGP-12 verifica-se acréscimo das manchas com distância de até 250 m das estradas entre 1989 e 2009 (83,4% em 1989, 97,1% em 1999 e 98,5% em 2009) e redução proporcional das manchas entre 250 e 500 m. Foram registrados fragmentos com até 750 m das estradas em 1989 e nos demais anos com distância de até 500 m (**Figura 75**).

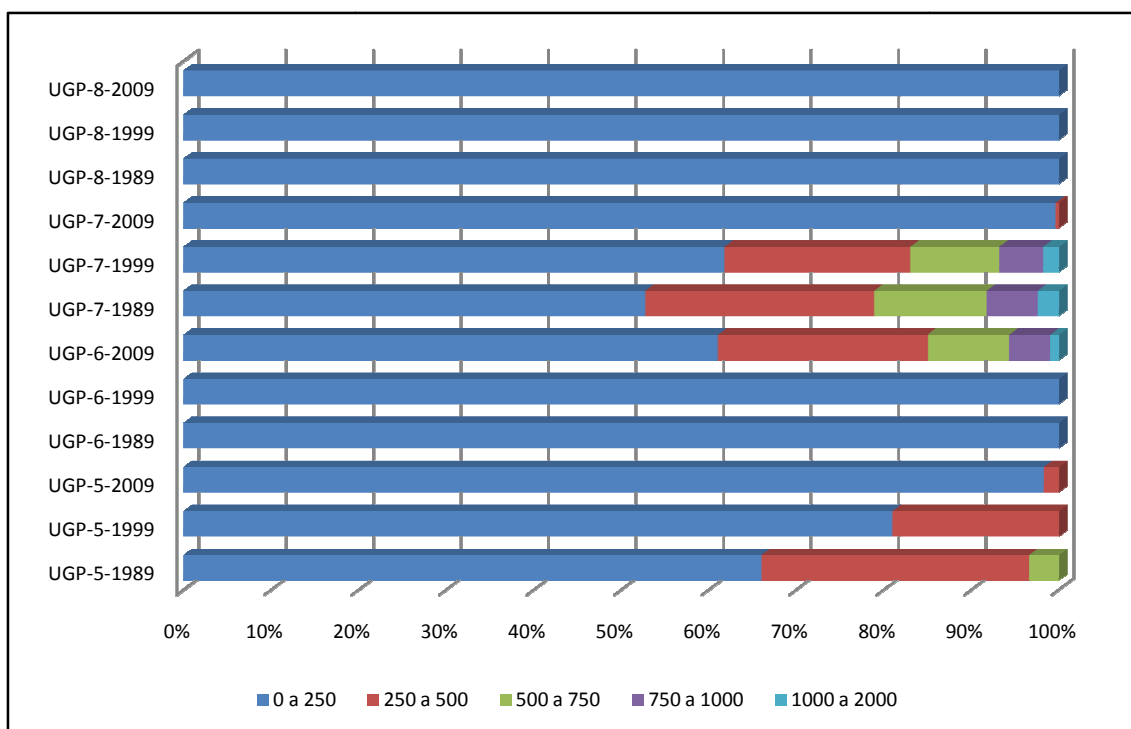


Figura 74: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

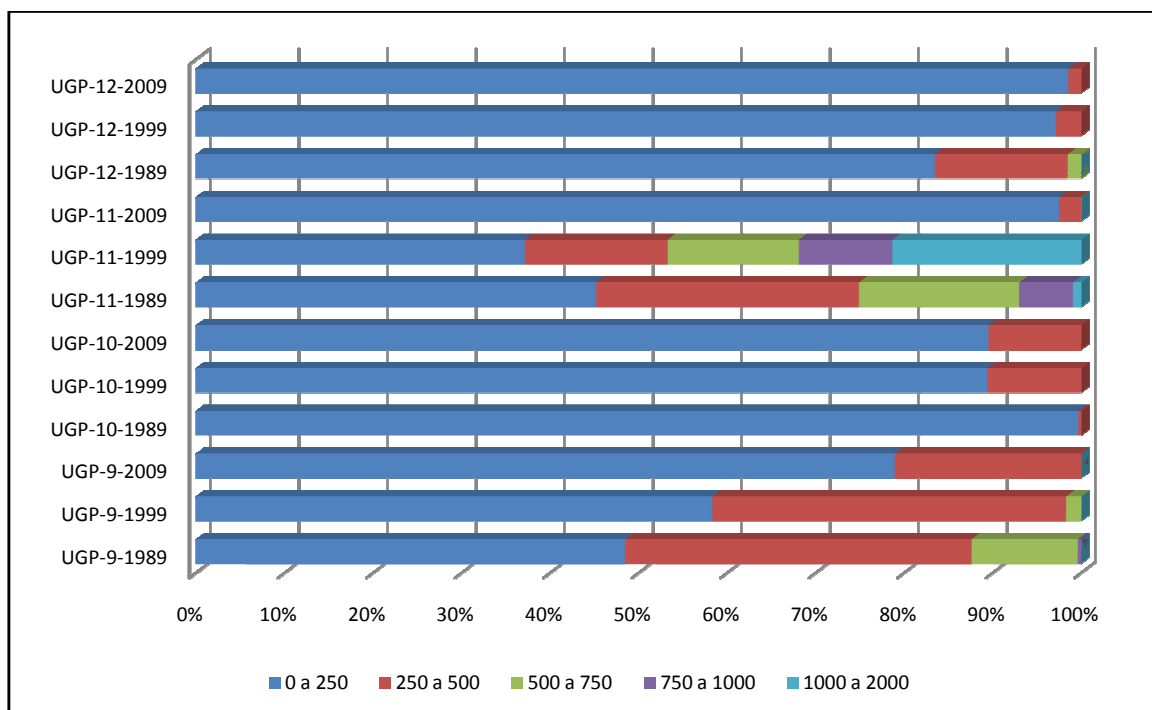


Figura 75: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às estradas nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

4.3.5.4. Distância de áreas urbanas

Na UGB, os remanescentes de vegetação nativa estão a uma distância de 3.000 e 10.000 m das áreas urbanas, entretanto, ocorrem também a menos de 1.000 m. A análise temporal demonstrou que na área de estudo, as manchas ficaram mais próximas das áreas urbanas ao longo do período estudado (**Figura 76**).

Na UGM-1, a maior porcentagem das manchas está a uma distância de 5.000 a 10.000 m das áreas urbanas. Houve aumento da porcentagem dos fragmentos até 4.000 m entre 1989 e 2009. Verifica-se a redução as manchas entre 1989 e 1999 em distância superior a 8.000 m e redução no período seguinte (Figura 76).

Em 1989, as maiores porcentagens de remanescentes de vegetação nativa estavam entre 2.000 e 7.000 m das áreas urbanas, apresentando distância máxima de 9.000 m. Entre 1989 e 2009 houve aumento na frequência de manchas com distância até 3.000 m, destacando-se a faixa entre 1.000 e 2.000 m que apresentou 5,8% em 1989 e 26,5% em 1999. Em contrapartida, entre 3.000 e 8.000 m observa-se a redução dos valores (Figura 76).

Os remanescentes de vegetação nativa registrados na UGM-3 estão, em maior porcentagem, a uma distância superior a 4.000 m, nos três anos estudados. Entretanto, em 1999 aqueles que estão de 2.000 a 4.000 m apresentaram aumento enquanto as manchas com mais de 11.000 m reduziram (Figura 76).

Na UGP-1 predominaram as manchas com distância entre 8.000 a 11.000 metros em 1989 e estava no máximo a 14.000 m das áreas urbanas. Em 1999, há redução da porcentagem de remanescentes de vegetação nativa nessa distância e aumento daqueles que estão entre 5.000 e 7.000 m, tendo como distância máxima 13.000 m. Não foram registrados fragmentos em distância superior a 10.000 m das áreas urbanas (**Figura 77**).

Comparando a distribuição dos remanescentes de vegetação nativa nas faixas de distâncias das áreas urbanas entre os anos na UGP-2, verificou-se que em 1989 não foram registrados fragmentos com distância inferior a 3.000 m e superior a 15.000 m, concentrando nas distâncias de 10.000 a 13.000 m. Em 1999, as manchas distam até 13.000 m, com maior porcentagem entre 7.000 e 12.000 m das áreas urbanas. No ano de 2009, a distância em relação às áreas urbanas diminuiu, registrando-se manchas até 12.000 m, com aumento da frequência das que estão a menos de 7.000 m (Figura 77).

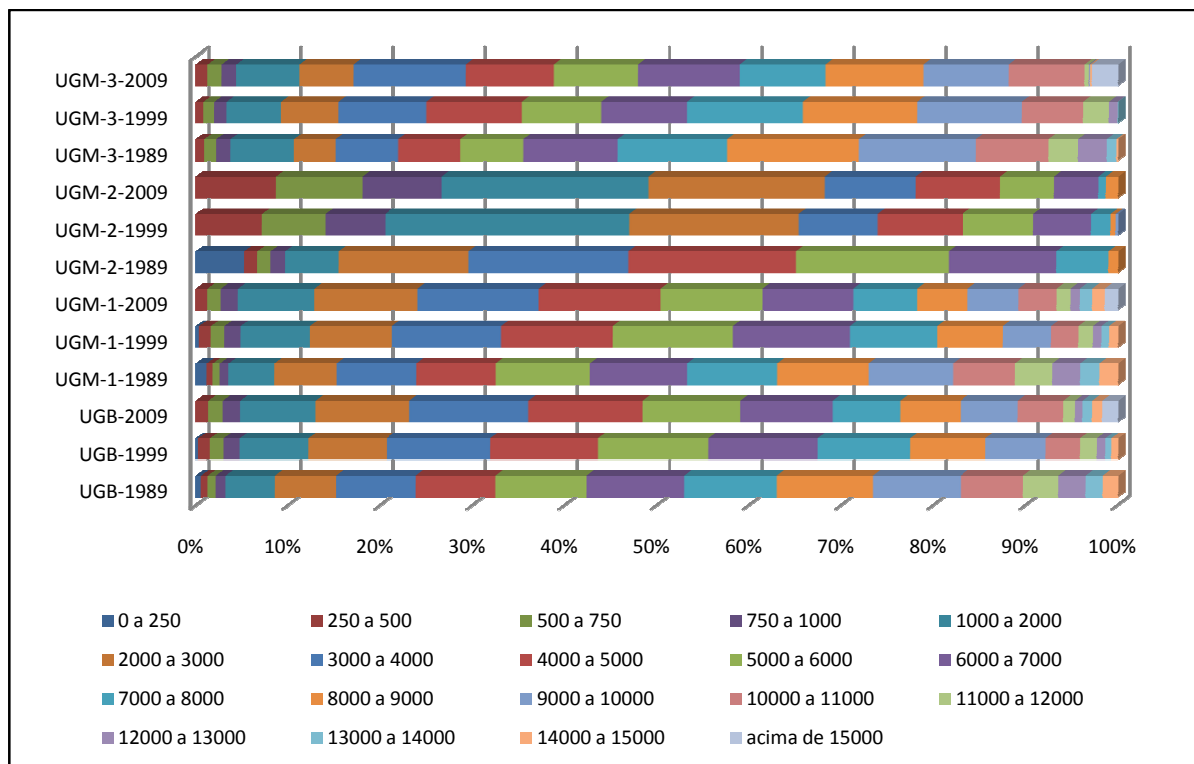


Figura 76: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGM-1; UGM-2; UGM-3) e para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

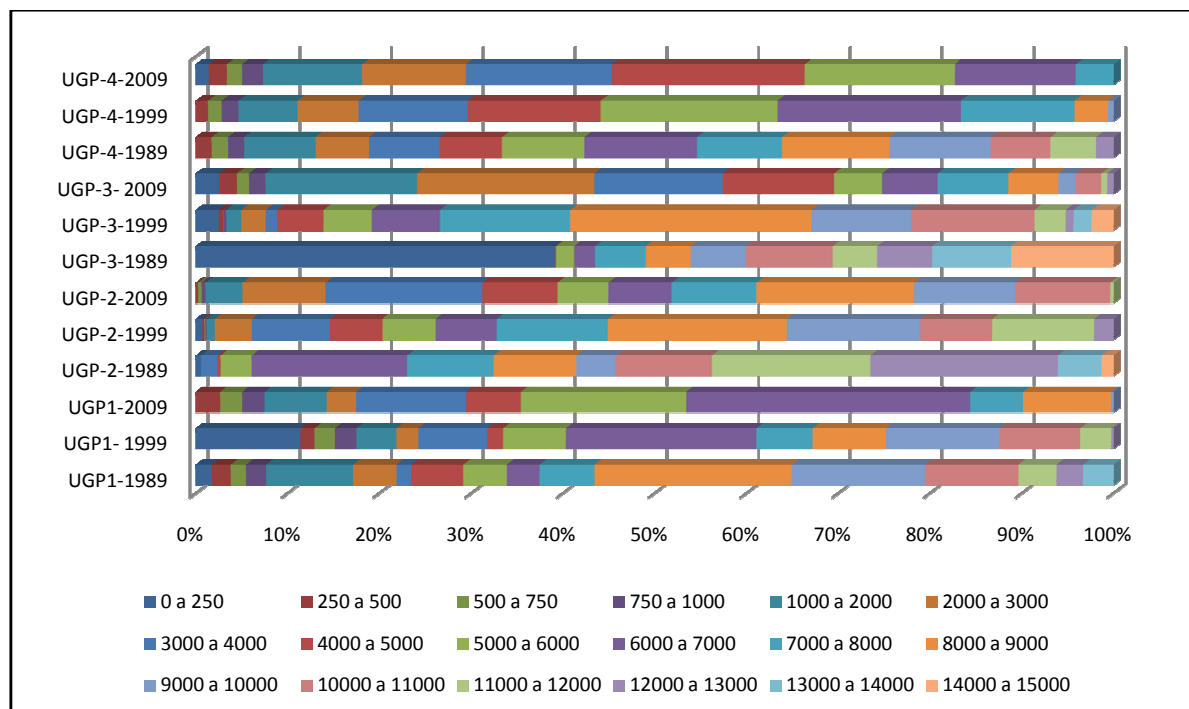


Figura 77: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-1; UGP-2; UGP-3 e UGP-4) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

Na UGP-3 foram registrados remanescentes de vegetação nativa até 15.000 m de distâncias das áreas urbanas em 1989 e 1999 e até 13.000 m em 2009. Em 1989, observa-se a concentração de manchas até 250 m (39,2%), que reduziu no ano seguinte. Neste ano, não foram registradas manchas de 250 a 4.000 m. Em 1999, as maiores porcentagens estão entre 7.000 e 11.000 m, com redução das manchas de até 250 m de distância (Figura 77).

Na UGP-4 os remanescentes de vegetação nativa estavam mais distantes das áreas urbanas em 2009 do que em 1989. No primeiro período não foram registradas manchas com distância inferior a 250 m e superior a 13.000 m, com maior porcentagem entre 6.000 e 10.000 m. Em 1999, as manchas estavam a, no máximo, 10.000 m de distância das áreas urbanas, com maior porcentagem entre 5.000 e 8.000 m enquanto em 2009, foram registrados fragmentos até 8.000 m, concentrando entre 1.000 e 7.000 m (Figura 77).

Os fragmentos de vegetação nativa na UGP-5 se tornaram mais distantes das áreas urbanas entre os anos estudados. Em 1989 e 1999, mais de 20% das manchas estavam a menos de 250 m, ocorrendo até 15.000 m. Outra faixa com concentração de manchas foi de 4.000 a 10.000 nesses dois anos. Em contrapartida, em 2009, não foram identificadas manchas até 250 m das áreas urbanas, sendo observadas em distância acima de 15.000 (25,2%) (**Figura 78**).

Os remanescentes de vegetação nativa da UGP-6 foram registrados entre 2.000 e 9.000 m das áreas urbanas em 1989 e 1999 e entre 1.000 e 8.000 m em 2009, concentrando entre 4.000 e 7.000 m nos três anos (Figura 78).

Na UGP-7, os fragmentos florestais predominaram entre 6.000 e 10.000 m de distância das áreas urbanas, não identificando manchas com menos de 250 m e acima de 15.000 m. A porcentagem dos fragmentos mais próximos das áreas urbanas reduziu entre os anos, com aumento nas faixas intermediárias (Figura 78).

Verifica-se que na UGP-8 há redução da distância entre os remanescentes de vegetação nativa e as áreas urbanas. Os fragmentos de vegetação estavam entre 3.000 a 8.000 m das áreas urbanas em 1989, de 3.000 a 7.000 m em 1999 e de 500 a 8.000 m em 2009. Nos dois primeiros anos, mais de 40% das manchas estavam de 5.000 a 6.000 m, sendo que em 2009 tal proporção foi encontrada entre 2.000 e 4.000 m (Figura 78).

A UGP-9 apresentou remanescentes de vegetação nativa que estão até 10.000 m de distância das áreas urbanas e estão concentradas entre 1.000 e 5.000 m nos três anos, apesar

da redução verificada neste período. Deve-se ressaltar o aumento da frequência de manchas mais próximas às áreas urbanas (até 750 m) entre 1989 e 2009 (**Figura 79**).

Na UGP-10, verifica-se que as manchas tornaram-se mais próximas das áreas urbanas, ao longo dos anos. Em 1989 os remanescentes de vegetação nativa encontravam-se entre 2.000 a 11.000 m de distância das áreas urbanas, e concentravam entre 6.000 e 10.000 m; enquanto em 1999 estavam de 1.000 a 10.000 m, com maiores porcentagens entre 5.000 e 9.000 m, e em 2009 de 750 a 9.000 m, predominando entre 2.000 e 8.000 m (Figura 79).

Entre os anos estudados, na UGP-11, os remanescentes de vegetação nativa existentes em 1999 estavam mais próximos às áreas urbanas. A maior porcentagem de manchas em 1999 dista em até 7.000 m, enquanto em 1989 foi observado entre 4.000 e 10.000 m, e em 2009 entre 2.000 e 10.000 m (Figura 79).

Assim como a maioria das unidades geopolíticas, as manchas de vegetação da UGP-12 tornaram-se mais próximas das áreas urbanas entre os anos estudados. Em 1989 os remanescentes de vegetação nativa estavam distribuídos a uma distância de 250 a 14.000 m das áreas urbanas, enquanto em 1999 até 14.000 m e em 2009 até 11.000 m, com a maioria das manchas neste ano estarem de 1.000 a 7.000 m. Em contrapartida, em 1989 e 1999 as maiores porcentagens estavam de 2.000 a 8.000 m (Figura 79).

Este indicador não permitiu determinar um padrão predominante nas unidades geomorfológicas e geopolíticas, porque além da distância das áreas urbanas, deve-se considerar a área de cada unidade e ainda que áreas urbanas importantes que não estão inseridas nos limites da bacia hidrográfica, como o caso dos municípios de São Carlos e Araraquara que apresentam urbanização de alta densidade, quando comparada com municípios menores, como os de Santa Lúcia ou Américo Brasiliense que estão integralmente inseridos na bacia hidrográfica em questão.

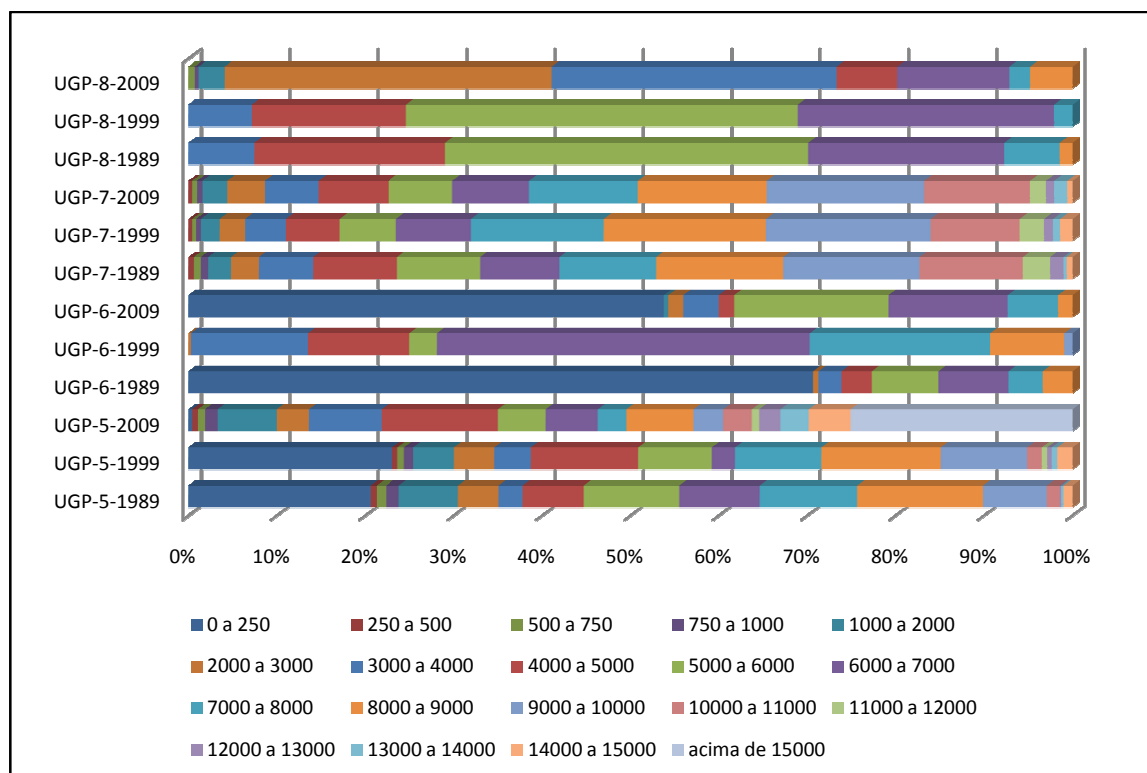


Figura 78: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-5; UGP-6; UGP-7 e UGP-8) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

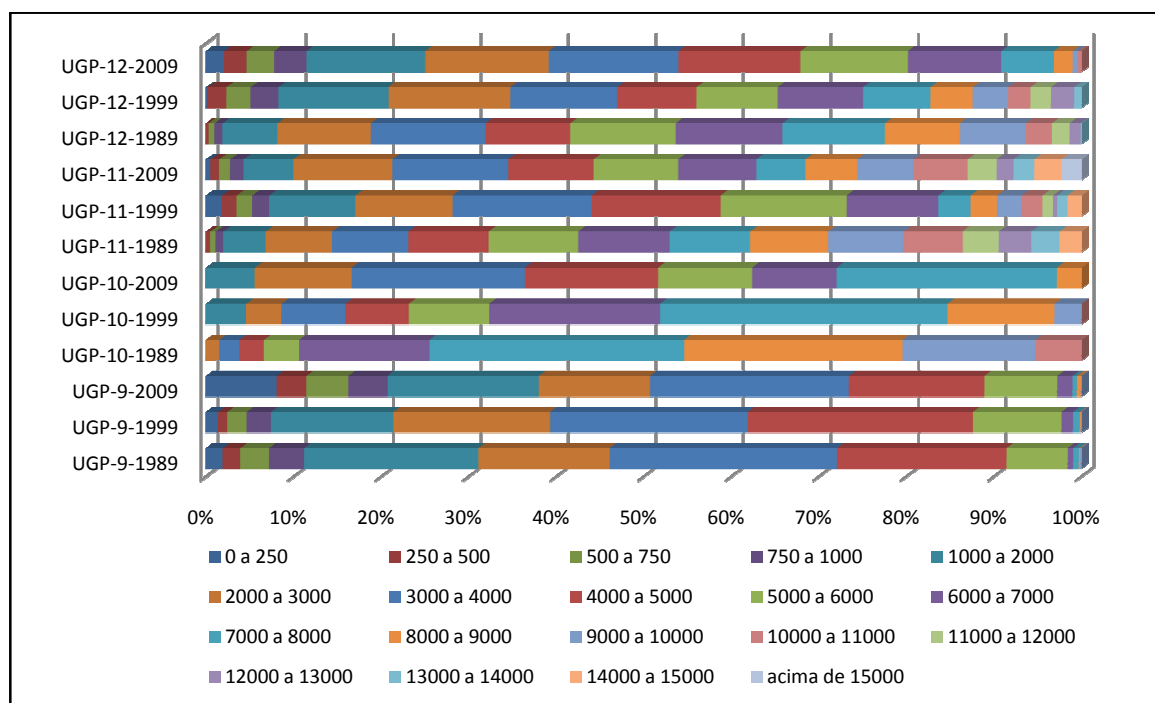


Figura 79: Distância dos remanescentes de vegetação nativa com relação às áreas urbanas nas unidades de gerenciamento (UGP-9; UGP-10; UGP-11 e UGP-12) da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior, no período de estudo.

Fonte: FUSHITA (2011).

4.4. Interação entre HANPP e os demais indicadores

No período estudado, os valores do coeficiente de correlação de *Pearson* (r) obtidos para cada interação (HANPP e os demais indicadores), de maneira geral, diminuíram (**Tabelas 32, 33 e 34**). Com base nos resultados obtidos nos testes estatísticos, verificou-se que há correlação moderada positiva entre HANPP e hemerobia; fraca positiva entre HANPP e urbanidade e entre HANPP e declividade; ínfima positiva entre HANPP e orientação de vertentes, fraca negativa entre HANPP e influência de tráfego e entre HANPP e distância de estradas e de rodovias; e ínfima positiva entre HANPP e distância de manchas urbanas, em 1989 na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (Tabela 32).

Em 1999, a correlação entre os indicadores e HANPP foi similar ao observado em 1989, contudo, houve alteração na intensidade da interação entre HANPP e hemerobia que de moderada positiva, foi registrada como fraca positiva e entre HANPP e distância das áreas urbanas que foi não significativa (Tabela 33).

Comparando os valores de r obtidos entre 1989 e 2009, verifica-se que a intensidade da correlação diminuiu gradativamente, sendo que em 2009, a correlação entre HANPP e direção de vertentes foi não significativa e entre HANPP e distância de rodovias foi ínfima negativa (Tabela 34).

A interação entre HANPP e hemerobia apresentou os valores mais elevados do coeficiente de correlação, entre os indicadores testados. Em 1989, a UGM-2 apresentou uma correlação fraca positiva, sendo $r = 0,43$, enquanto as demais unidades de gerenciamento apresentaram interação moderada positiva. Em 1999, a interação entre os dois indicadores é considerada fraca na maioria das unidades de gerenciamento. Neste ano, as UGP-4, UGP-7, UGP-9, UGP-10 e UGP-12 apresentaram $r < 0,5$, caracterizando uma correlação moderada positiva (Tabela 33) e em 2009 somente as UGP-1, UGP-6 e UGP-7 estão nessa classificação (Tabela 34).

A correlação entre HANPP e urbanidade caracteriza-se por ser fraca positiva (o aumento da urbanidade acompanhada levemente o aumento da HANPP) em 1989, entretanto não é significativa nas UGP-1, UGP-2, UGP-6, UGP-8 e UGP-10 (Tabela 32). Em 1999, a interação desses indicadores foi não significativa para as UGM-3, UPG-1, UPG-2, UGP-3, UGP-6, UGP-8 e UGP-10, ínfima nas UGP-11 e UGP-12 e nas demais foi fraca positiva.

Tabela 32: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 1989.

| Unidade | n | Repetição | Hemerobia | Urbanidade | Orientação de vertentes | Declividade | Urbana | Trafego | Estrada | Rodovia |
|---------|------|-----------|-----------|------------|-------------------------|-------------|--------|---------|---------|---------|
| | | | r | r | r | r | r | r | r | r |
| UGB | 5274 | 1000 | 0.65 | 0.26 | -0.03 | -0.14 | 0.07 | -0.14 | -0.13 | -0.20 |
| UGM-01 | 3785 | 1000 | 0.65 | 0.26 | -0.05 | -0.19 | 0.10 | -0.10 | -0.09 | -0.25 |
| UGM-02 | 130 | 100 | 0.43 | 0.25 | n.s | -0.23 | 0.45 | n.s | -0.11 | -0.48 |
| UGM-03 | 1484 | 1000 | 0.66 | 0.27 | n.s | 0.07 | n.s. | -0.23 | -0.23 | n.s |
| UGP-01 | 153 | 100 | 0.78 | n.s | n.s | n.s | -0.14 | -0.18 | -0.15 | n.s |
| UGP-02 | 247 | 100 | 0.67 | n.s | n.s | -0.18 | -0.39 | -0.31 | -0.31 | -0.34 |
| UGP-03 | 329 | 100 | 0.63 | 0.21 | n.s | 0.39 | 0.32 | n.s | n.s | n.s |
| UGP-04 | 739 | 100 | 0.66 | 0.10 | n.s | -0.09 | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-05 | 505 | 100 | 0.55 | 0.25 | n.s | n.s | 0.44 | -0.14 | -0.17 | -0.16 |
| UGP-06 | 46 | 100 | 0.56 | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-07 | 735 | 100 | 0.78 | 0.33 | n.s | -0.10 | 0.21 | -0.27 | -0.28 | -0.26 |
| UGP-08 | 53 | 100 | 0.70 | n.s | n.s | n.s | 0.41 | n.s | n.s | 0.01 |
| UGP-09 | 380 | 100 | 0.73 | 0.47 | n.s | 0.12 | 0.12 | -0.14 | -0.16 | n.s |
| UGP-10 | 182 | 100 | 0.64 | n.s | n.s | n.s | -0.27 | n.s | n.s | 0.32 |
| UGP-11 | 936 | 100 | 0.51 | 0.23 | n.s | -0.10 | -0.08 | -0.09 | -0.08 | -0.34 |
| UGP-12 | 880 | 100 | 0.73 | 0.26 | n.s | -0.17 | n.s | n.s | n.s | -0.08 |

Fonte: FUSHITA (2011).

Tabela 33: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 1999.

| | n | Repetição | Hemerobia | Urbanidade | Orientação de vertentes | Declividade | Urbana | Trafego | Estrada | Rodovia |
|--------|------|-----------|-----------|------------|----------------------------|-------------|--------|---------|---------|---------|
| | | | r | r | r | r | r | r | r | r |
| UGB | 5274 | 1000 | 0.49 | 0.18 | -0.04 | -0.15 | n.s | -0.14 | -0.13 | -0.20 |
| UGM-01 | 3785 | 1000 | 0.49 | 0.17 | -0.05 | -0.20 | 0.06 | -0.11 | -0.09 | -0.25 |
| UGM-02 | 130 | 100 | 0.31 | n.s | n.s | -0.24 | n.s | -0.11 | -0.11 | -0.48 |
| UGM-03 | 1484 | 1000 | 0.49 | 0.22 | n.s | 0.07 | -0.05 | -0.23 | -0.23 | n.s |
| UGP-01 | 153 | 100 | 0.49 | n.s | n.s | n.s | n.s | -0.18 | n.s | n.s |
| UGP-02 | 247 | 100 | 0.47 | n.s | n.s | -0.19 | -0.35 | -0.31 | -0.30 | -0.33 |
| UGP-03 | 329 | 100 | 0.28 | n.s | n.s | -0.39 | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-04 | 739 | 100 | 0.62 | 0.26 | n.s | -0.09 | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-05 | 505 | 100 | 0.45 | 0.25 | n.s | 0.17 | 0.43 | -0.14 | -0.18 | -0.17 |
| UGP-06 | 46 | 100 | 0.41 | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-07 | 735 | 100 | 0.60 | 0.33 | -0.11 | -0.10 | 0.20 | -0.28 | -0.28 | -0.26 |
| UGP-08 | 53 | 100 | 0.47 | n.s | n.s | n.s | 0.37 | n.s | -0.25 | n.s |
| UGP-09 | 380 | 100 | 0.553 | 0.3257 | n.s | 0.1247 | 0.1143 | -0.1399 | -0.1591 | -0.0536 |
| UGP-10 | 182 | 100 | 0.64 | n.s | n.s | n.s | -0.27 | n.s | n.s | 0.32 |
| UGP-11 | 936 | 100 | 0.34 | 0.08 | n.s | -0.11 | -0.20 | -0.09 | -0.08 | -0.34 |
| UGP-12 | 880 | 100 | 0.54 | 0.07 | n.s | 0.18 | n.s | n.s | -0.09 | n.s |

Fonte: FUSHITA (2011).

Tabela 34: Correlação dos indicadores com HANPP, na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e nas unidades de gerenciamento em 2009

| | n | Repetição | Hemerobia | Urbanidade | Orientação de vertentes | Declividade | Urbana | Trafego | Estrada | Rodovia |
|--------|------|-----------|-----------|------------|----------------------------|-------------|--------|---------|---------|---------|
| | | | r | r | r | r | r | r | r | r |
| UGB | 5274 | 1000 | 0.46 | 0.12 | n.s | -0.17 | -0.11 | -0.14 | -0.13 | -0.05 |
| UGM-01 | 3785 | 1000 | 0.48 | 0.12 | n.s | -0.17 | -0.09 | -0.13 | -0.12 | -0.07 |
| UGM-02 | 130 | 100 | 0.13 | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGM-03 | 1484 | 1000 | 0.41 | 0.15 | n.s | -0.12 | -0.15 | -0.18 | -0.17 | n.s |
| UGP-01 | 153 | 100 | 0.51 | n.s | n.s | n.s | n.s | -0.14 | n.s | 0.16 |
| UGP-02 | 247 | 100 | 0.48 | n.s | n.s | -0.18 | -0.27 | -0.17 | -0.17 | -0.14 |
| UGP-03 | 329 | 100 | 0.20 | n.s | n.s | -0.11 | n.s | -0.12 | -0.12 | n.s |
| UGP-04 | 739 | 100 | 0.45 | n.s | n.s | -0.21 | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-05 | 505 | 100 | 0.46 | 0.06 | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-06 | 46 | 100 | 0.64 | n.s | n.s | n.s | -0.23 | n.s | n.s | n.s |
| UGP-07 | 735 | 100 | 0.64 | 0.31 | n.s | -0.15 | -0.01 | -0.25 | -0.25 | -0.15 |
| UGP-08 | 53 | 100 | 0.01 | n.s | -0.32 | n.s | n.s | 0.18 | 0.18 | n.s |
| UGP-09 | 380 | 100 | 0.24 | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s | n.s |
| UGP-10 | 182 | 100 | 0.18 | n.s | n.s | -0.23 | -0.23 | n.s | n.s | n.s |
| UGP-11 | 936 | 100 | 0.49 | 0.07 | n.s | -0.13 | -0.31 | -0.24 | -0.24 | n.s |
| UGP-12 | 880 | 100 | 0.45 | 0.07 | n.s | -0.22 | -0.08 | n.s | n.s | n.s |

Fonte: FUSHITA (2011).

A maioria das unidades de gerenciamento, em 2009, teve correlação entre HANPP e urbanidade não significativa. Nas UGM-1, UGM-3 e UGP-7 é caracterizada por fraca positiva e nas UGP-5, UGP-11 e UGP-12 é considerada ínfima positiva.

A orientação de vertentes foi o indicador de correlação mais fraca com HANPP nos três anos. Em 1989 somente na UGM-1 a interação foi significativa com $r = 0,05$. Foi registrada correlação fraca negativa na UGP-7, ínfima negativa na UGM-1 em 1999 e fraca negativa na UGP-8 em 2009. Nas demais unidades de gerenciamento a correlação entre esses dois indicadores foi não significativa. Nas unidades com interação significativa, verifica-se que o aumento do grau de exposição à radiação solar no terreno é proporcionalmente inverso à apropriação humana da produtividade primária líquida, ou seja, as vertentes ao Sul têm menor HANPP.

A declividade teve correlação negativa com HANPP na maioria das unidades de gerenciamento. Em 1989, as UGM-1, UGM-2, UGP-2, UGP-4, UGP-7, UGP-9, UGP-11 e UGP-12 apresentaram correlação fraca negativa e nas UGP-1, UGP-5, UGP-6, UGP-8 e UGP-10 não foi significativa. Em 1999, as UGP-5, UGP-9 e UGP-12 apresentaram interação fraca positiva entre HANPP e declividade e nas UGP-1, UGP-6 e UGP-8 não foi significativa. Nas demais unidades, a correlação foi fraca ou ínfima negativa. Registrou-se, em 2009, que as unidades nas quais a correlação foi significativa a tendência é o aumento da HANPP em declividades menores, ou seja, caracteriza-se por correlação negativa (UGM-1, UGM-3, UGP-2, UGP-3, UGP-4, UGP-5, UGP-7, UGP-10, UGP-11 e UGP-12) (Tabelas 32 a 34).

A distância das áreas urbanas não apresentou tendência que caracterize a correlação com HANPP, entretanto, variou de ínfima positiva em 1989 a fraca negativa em 2009 na bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior. Em 1989 as UGM-3, UGP-6 e UGP-12 tiveram correlação não significativa, a UGP-11 teve ínfima negativa, as UGP-1, UGP-2, UGP-10 e UGP-11 tiveram fraca negativa e nas demais a interação foi fraca positiva (Tabela 32). Houve aumento de unidades de gerenciamento com interação não significativa entre esses indicadores em 1999 e 2009. Em 2009 nas unidades com resultado significativo no teste estatístico, há correlação negativa entre HANPP e distância das áreas urbanas (Tabela 34). Dessa forma, neste ano e para essas unidades, pode-se inferir que o aumento de HANPP acompanha a redução da distância das manchas urbanas.

A influência de tráfego teve correlação fraca negativa com a HANPP no período estudado, exceto nas UGP-6, UGP-10 e UGP-12 que a correlação foi não significativa nos três anos estudados (Tabelas 32 a 34). Deve-se ressaltar que os valores da influência de tráfego referem-se à distância dos remanescentes de vegetação nativa em relação à malha viária, devendo considerar que conforme aumenta a distância entre eles, menor será a influência de tráfego sobre essas áreas. Dessa forma, o aumento de HANPP é acompanhado, fracamente, pelo aumento da influência de tráfego (menor distância entre as áreas naturais e a malha viária).

A distância de estradas apresentou correlação similar com a influência de tráfego, uma vez que esta é composta por estradas e rodovias existentes na área de estudo. Em contrapartida, a interação da distância de rodovias com HANPP foi registrada entre fraca positiva e fraca negativa nas unidades e no período estudado.

Em 1989, a correlação entre distância de rodovias e HANPP foi não significativa nas UGM-1, UGPP-1, UGP-3, UGP-4, UGP-5, UGP-6 e UGP-9 e nas demais a interação é fraca negativa, ínfima positiva (UGP-8 e UGP-12) e fraca positiva (UGP-10) (Tabela 32). Naquelas unidades onde a correlação foi ínfima em 1989, o teste estatístico resultou em não significativo em 1999, sendo que nas demais não houve alteração na categorização (Tabela 33). Em 2009, assim como nas demais interações, houve redução na intensidade da correlação com HANPP, sendo que somente nas UGM-1, UGP-1, UGP-2 e UGP-7 foi considerada significativa, caracterizando uma correlação ínfima negativa na UGM-1 e fraca negativa nas demais unidades (Tabela 34).

As análises estatísticas que testaram a hipótese de correlação entre as métricas da paisagem (indicadores do padrão da paisagem) e HANPP resultaram em valores de $p > 0,05$, ou seja, não significativa.

Em 1989, as cinco unidades que registraram os menores HANPP% também apresentaram os menores valores de CIRCLE. Nestas unidades as manchas são menos alongadas do que nas demais e CAI maior que 50% (mais de 50% da mancha corresponde a área de interior). Deve-se destacar, ainda, que os três menores ENN foram contabilizados nesta faixa (UGP-6, UGP-7 e UGP-11) (**Tabela 35**) e que nas UGP-7 e UGP-11 estão localizadas as duas unidades de conservação da área de estudo (Estação Ecológica de Jataí na UGP7 e Parque Estadual Vassununga, na UGP-11). Essas duas unidades geopolíticas

apresentaram as menores variações de HANPP entre os anos e os valores das métricas que indicam melhores condições dos fragmentos nessas unidades.

Entre os anos, a menor HANPP foi observada em 1999, quando também houve aumento de manchas de mata secundária e cerrado na área de estudo, que acompanhou os menores valores SHAPE e os maiores de SIMI e CAI (**Tabela 36**), que indicam melhor condição das manchas de mata secundária e cerrado nesse ano. As UGP-7 e UGP-11 estão entre as cinco unidades com menores HANPP e no intervalo de valores de ECON, ENN e CAI que indicam condição relativamente melhor das manchas do que nas unidades que apresentam HANPP mais elevado.

Em 2009, os menores valores de HANPP foram observados nas UGP-11, UGP-2 e UGP-7 (**Tabela 37**). Neste ano, o terceiro menor SHAPE foi registrado na UGP-7, indicando uma tendência das manchas serem menos alongadas, o que favorece a qualidade dos remanescentes de vegetação nativa nesta unidade, entretanto, é preocupante a matriz onde as unidades de conservação estão inseridas, uma vez que apresentaram a ENN elevada, ou seja, fragmentos similares se tornaram distantes.

A riqueza e a diversidade da paisagem não apresentaram correlação significativa com HANPP, exceto a diversidade mensurada em 1989, que teve $p < 0,0001$ e coeficiente de correlação de *Pearson* $r = -0,8275$. Nessa situação, verifica-se que os dois indicadores estão fortemente correlacionados, ou seja, locais com alta diversidade da paisagem apresentou altos valores de HANPP em 1989.

Tabela 35: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 1989.

| | HANPP-1989 | NP-1989 | SHAPE-1989 | SIMI-1989 | CIRCLE-1989 | ENN-1989 | CAI-1989 | ECON-1989 |
|--------|------------|---------|------------|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| UGM-01 | 50.38 | 582 | 2.04 | 575592.40 | 0.67 | 671.65 | 69.97 | 301.23 |
| UGM-02 | 45.32 | 42 | 1.85 | 88238.56 | 0.65 | 945.89 | 63.39 | 173.79 |
| UGM-03 | 51.51 | 153 | 1.98 | 917202.45 | 0.67 | 1317.47 | 69.74 | 286.22 |
| UGP-01 | 58.07 | 31 | 1.71 | 215170.75 | 0.68 | 1697.90 | 62.74 | 311.10 |
| UGP-02 | 51.37 | 32 | 1.95 | 152182.33 | 0.65 | 3487.19 | 68.80 | 218.18 |
| UGP-03 | 49.94 | 65 | 1.92 | 244916.29 | 0.67 | 1022.71 | 66.87 | 300.53 |
| UGP-04 | 51.49 | 140 | 2.06 | 270665.57 | 0.68 | 770.98 | 67.58 | 339.11 |
| UGP-05 | 51.37 | 51 | 2.01 | 666390.55 | 0.68 | 1545.07 | 62.56 | 226.10 |
| UGP-06 | 47.15 | 22 | 1.73 | 23006.88 | 0.66 | 580.23 | 58.71 | 240.59 |
| UGP-07 | 50.36 | 89 | 1.84 | 480392.22 | 0.63 | 518.51 | 51.41 | 252.45 |
| UGP-08 | 56.40 | 12 | 1.75 | 107633.69 | 0.71 | 3755.50 | 50.82 | 252.61 |
| UGP-09 | 54.16 | 40 | 1.86 | 307387.43 | 0.68 | 1112.18 | 70.53 | 309.98 |
| UGP-10 | 55.71 | 39 | 1.70 | 275655.14 | 0.63 | 2879.15 | 45.68 | 299.18 |
| UGP-11 | 44.35 | 179 | 1.99 | 590759.67 | 0.67 | 588.45 | 65.65 | 288.42 |
| UGP-12 | 52.57 | 222 | 2.05 | 312061.61 | 0.67 | 624.16 | 66.68 | 205.40 |

Fonte: FUSHITA (2011).

Tabela 36: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 1999.

| | HANPP-1999 | NP-1999 | SHAPE-1999 | SIMI-1999 | CIRCLE-1999 | ENN-1999 | CAI-1999 | ECON-1999 |
|--------|------------|---------|------------|-------------|-------------|-----------|----------|-----------|
| UGM-01 | 39.226 | 574 | 1.89 | 1413456.98 | 0.67 | 728.58 | 70.05 | 475.32 |
| UGM-02 | 34.185 | 38 | 1.57 | 208630.3386 | 0.63 | 1074.07 | 62.68 | 483.88 |
| UGM-03 | 40.423 | 183 | 1.82 | 1879686.451 | 0.67 | 814.39 | 66.59 | 448.94 |
| UGP-01 | 47.007 | 44 | 1.55 | 128970.6012 | 0.64 | 702.69 | 45.17 | 388.75 |
| UGP-02 | 38.765 | 41 | 1.97 | 113703.5 | 0.70 | 726.21 | 62.30 | 324.93 |
| UGP-03 | 40.58 | 50 | 1.82 | 1029435.872 | 0.63 | 4504.53 | 70.13 | 536.20 |
| UGP-04 | 40.277 | 162 | 1.90 | 297205.1202 | 0.69 | 485.93 | 66.20 | 461.66 |
| UGP-05 | 40.25 | 55 | 1.74 | 1226899.047 | 0.63 | 3440.25 | 68.62 | 443.65 |
| UGP-06 | 35.89 | 21 | 1.61 | 61635.45 | 0.66 | 502.93 | 52.82 | 419.87 |
| UGP-07 | 39.109 | 78 | 1.81 | 840363.3829 | 0.64 | 717.79 | 60.23 | 409.78 |
| UGP-08 | 45.34 | 11 | 1.71 | 60720.2778 | 0.71 | 5059.51 | 52.97 | 446.29 |
| UGP-09 | 54.155 | 60 | 1.68 | 714728.2301 | 0.63 | 1278.64 | 60.26 | 393.40 |
| UGP-10 | 44.5989 | 53 | 1.68 | 187349.4461 | 0.66 | 803.49 | 50.24 | 424.65 |
| UGP-11 | 33.201 | 195 | 1.88 | 978436.7783 | 0.68 | 533.37955 | 64.85 | 407.02 |
| UGP-12 | 41.524 | 194 | 1.92 | 1171891.771 | 0.67 | 860.9555 | 65.85 | 431.68 |

Fonte: FUSHITA (2011).

Tabela 37: Valores de HANPP e as métricas da paisagem nas unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior em 2009.

| | HANPP-2009 | NP-2009 | SHAPE-2009 | SIMI-2009 | CIRCLE-2009 | ENN-2009 | CAI-2009 | ECON-2009 |
|--------|------------|---------|------------|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| UGM-01 | 51.47 | 1104.00 | 1.78 | 989534.76 | 0.65 | 1270.57 | 58.19 | 304.84 |
| UGM-02 | 54.49 | 45.00 | 1.72 | 15597.91 | 0.67 | 394.07 | 48.98 | 394.04 |
| UGM-03 | 53.31 | 153.00 | 1.98 | 917202.45 | 0.67 | 1317.47 | 69.74 | 286.22 |
| UGP-01 | 54.95 | 43.00 | 1.73 | 94345.44 | 0.68 | 652.68 | 56.60 | 415.57 |
| UGP-02 | 49.70 | 48.00 | 1.84 | 250823.90 | 0.66 | 1941.22 | 60.98 | 393.28 |
| UGP-03 | 52.85 | 176.00 | 1.65 | 706321.92 | 0.63 | 1055.94 | 51.25 | 320.22 |
| UGP-04 | 51.94 | 201.00 | 2.25 | 236994.12 | 0.72 | 477.67 | 63.03 | 500.59 |
| UGP-05 | 53.37 | 154.00 | 2.04 | 957102.47 | 0.70 | 964.92 | 46.89 | 293.56 |
| UGP-06 | 51.85 | 19.00 | 1.73 | 114633.59 | 0.69 | 327.18 | 53.65 | 443.70 |
| UGP-07 | 50.49 | 163.00 | 1.67 | 766901.99 | 0.64 | 1119.89 | 54.77 | 296.17 |
| UGP-08 | 54.47 | 21.00 | 1.83 | 30163.75 | 0.69 | 436.72 | 56.73 | 300.55 |
| UGP-09 | 56.23 | 89.00 | 1.62 | 294602.72 | 0.67 | 873.72 | 33.60 | 238.84 |
| UGP-10 | 53.61 | 77.00 | 1.77 | 177738.77 | 0.64 | 1491.22 | 55.90 | 256.33 |
| UGP-11 | 50.31 | 222.00 | 2.05 | 914120.06 | 0.71 | 12851.25 | 61.90 | 315.20 |
| UGP-12 | 52.03 | 412.00 | 1.76 | 109331.52 | 0.63 | 1997.30 | 64.11 | 237.14 |

Fonte: FUSHITA (2011).

5. DISCUSSÃO

A preferência na conservação e/ou recuperação de remanescentes de vegetação nativa em terrenos com declividade não propícia à agricultura e redução daqueles em áreas aptas a essa atividade, além da recuperação de áreas próximas aos corpos de água (áreas de preservação permanente), vem ao encontro das diretrizes dispostas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) e por iniciativas governamentais, como o Programa de Microbacias do governo do Estado de São Paulo.

Nesse sentido, a interação entre declividade e HANP, caracterizada como negativa neste trabalho permite inferir que o aumento da apropriação humana da produtividade primária líquida ocorre nos locais com menor declividade, conforme demonstram alguns trabalhos relacionando a ocupação agrícola com preferência a áreas planas, enquanto ambientes destinados à conservação são aqueles com declividades mais elevadas.

Neste aspecto, verifica-se também que nas unidades de gerenciamento em que a correlação entre HANPP e a orientação de vertente foi significativa, a porcentagem da HANPP é inversamente proporcional ao grau de exposição do terreno à radiação solar, ou seja, vertentes direcionadas ao Sul foram as que apresentaram menor HANPP%.

Esses resultados são corroborados pelos estudos Bakker e Doorn (2009) que observaram relação entre o abandono de terras aráveis e a inclinação, com correlação positiva entre a ocorrência de abandono e inclinações do terreno mais acentuadas, exceto em propriedades com utilização de equipamentos e tecnologia em sua produção, o que pode explicar, em partes, as diferenças nas flutuações entre as unidades de gerenciamento em relação à variável topográfica e HANPP.

Esses autores citam, ainda, que a declividade é um fator determinante para a mudança de uso da terra, mas desempenha um papel diferente para cada tipo de propriedade, sendo que os agricultores que trabalham diretamente na terra (como nas pequenas propriedades rurais ou que utilizam poucos equipamentos) prestam mais atenção à vertente quando se trata de abandono do que os outros tipos de agricultores (aqueles utilizam equipamentos e tecnologia na produção ou os que estão ausentes no sistema produtivo, arrendando ou terceirizando a produção) e em agriculturas tradicionais que ocorrem em declividades mais elevadas, foram realizados em esquema de curva de nível e preferencialmente com a exposição ao norte.

Considerando a tomada de decisão para as ações de recuperação florestal, Bakker e Doonr (2009) verificaram que independente da característica do produtor rural, as áreas destinadas a este fim ocorreram em maior porcentagem em encostas íngremes e em solos pobres, uma vez que as primeiras geralmente são propensas a erosão e difícil de arar.

Deve-se atentar que, conforme citam Girão e Corrêa (2004), as características topográficas constituem em relevante fator indicador nas propostas de avaliação do potencial do uso do solo e que a utilização espaço pela sociedade evidencia a importância do relevo como fator de natureza antagônica, ora favorável à ocupação, ora apresentando feições e processos que desencorajam o mecanismo de ocupação por grupos humanos. Assim, o relevo tem um caráter restritivo a determinados tipos de ocupação humana, como no caso de prática agrícola direta no solo, uma vez que o uso indevido em vertentes de fortes declives, por exemplo, constitui-se na forma mais comum de agravamento dos impactos ambientais, sendo esses refletidos pela erosão acelerada ou mesmo movimentos de massa.

Na Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi Guaçu Superior foi constatada, por meio da análise das métricas da paisagem, a variação do número de remanescentes de vegetação nativa (NP), alteração na forma e de aumento no contraste entre as classes, com pouca flutuação na porcentagem ocupada pelos remanescentes de vegetação nativa entre 1989 e 2009. Esta situação é confirmada com as análises realizadas para as unidades da paisagem e para a ocupação nas classes de declividade.

Apesar de diferenças nos valores das métricas da paisagem e, conseqüentemente, da estrutura e da integridade da paisagem entre 1989 e 2009, a recuperação em área dos remanescentes de vegetação nativa pode não ter alterado os serviços do ecossistema na paisagem, visto os valores altos de HANPP% mensurados na área de estudo, que são superiores à média mundial que está entre 23 e 40% (FIELD; CAMPBELL; LOBELL, 2007). Além de que, a aparente recuperação em área dos remanescentes de vegetação nativa, ocorrida na área de estudo principalmente em 1999, é preocupante, pois os fragmentos estão inseridos em uma matriz com contraste elevado e com a intensificação do uso agrícola e a simplificação dos sistemas, que pode ser verificado pelo predomínio da monocultura de cana de açúcar em todos os anos estudados.

Os resultados deste trabalho não permitem identificar diferenças estatisticamente significativas quanto à forma, à densidade de borda e à similaridade na maioria das unidades

de gerenciamento, que pode ser devido à escala de trabalho escolhida e não, necessariamente, representar a situação real, uma vez que a largura de borda, por exemplo, foi mínima (30 m) ou ainda, devido ao recorte das unidades, que podem ter fracionado fragmentos que na área de estudo são considerados uma única entidade. Assim, deve-se ter cautela na análise de dados quanto à escala e aos valores escolhidos, não devendo generalizar ou especificar além do sugerido por este trabalho.

Torre-Gómez et al (2009) comentam que somente um fator não deve ser pré-estabelecido como determinante na distribuição do uso e ocupação da terra, uma vez que métricas como número de manchas ou a porcentagem de uso de determinada classe geralmente são considerados como indicadores de intervenção na maioria dos trabalhos sobre o tema, devendo considerar outros fatores como os aspectos históricos e culturais na mudança de uso da terra que são específicos para cada região.

Os dados analisados neste trabalho demonstram que as mudanças ocorridas na paisagem entre 1989 a 2009, estão configuradas na matriz e no processo de desmatamento-recuperação de áreas, do que na configuração dos fragmentos, tanto para a bacia hidrográfica quanto para as unidades da paisagem, como pode ser demonstrado pelo HANPP calculado pixel a pixel, que variou entre 14 e 58%, o valor global é estimado entre 23 a 40% (FIELD; CAMPBELL; LOBELL, 2007).

Relativo à HANPP, O'Neill; Teydmers; Beazley, (2007) encontraram para o período 1999-2003 na Nova Escócia (Canadá) intervalos de 6 a 50% de apropriação de NPP e apresentam como estimativa global, HANPP entre 20 e 40%, enquanto Haberl et al (2004) calcularam HANPP na Áustria de aproximadamente 50%, que é próximo ao valor encontrado neste trabalho, entretanto, deve-se considerar as diferenças socio-econômicas entre as duas áreas e o contexto em que estão inseridas.

No caso desses dois trabalhos, verifica-se, conforme citado por O'Neill; Teydmers; Beazley (2007), que cerca de 35% da superfície na Áustria são terras agrícolas enquanto em Nova Escócia ocorre entre 3 a 8% da área. Wrbka et al (2004) afirmam que é plausível a relação entre os menores valores de HANPP ser obtido em áreas florestais enquanto os maiores valores são encontrados nos ambientes altamente influenciados pela ação antrópica. Dessa forma, os valores de HANPP calculados neste trabalho são condizentes com os outros

estudos, pois as áreas agrícolas ocuparam entre 74 e 80% da bacia hidrográfica do Médio Rio Mogi Guaçu Superior.

Em contrapartida, alguns autores apresentam diferentes valores de HANPP%, em escala global, onde a variação deve-se em grande parte às diferenças na definição de HANPP e os métodos utilizados para a sua estimativa. Por exemplo, Vitousek et al. (1986) calcularam HANPP global entre 20 e 30%, porém não incluiu a apropriação devido à exploração florestal, desmatamento e agricultura itinerante, que foi considerado neste trabalho, e Imhoff et al. (2004) estimaram HANPP global com valor médio de 20%, incluindo dados da agricultura e silvicultura, porém excluiu a apropriação devido ao tipo de uso e da ocupação da terra, desmatamento, agricultura itinerante, ou nem se considerou a biomassa abaixo do solo em pastagens como apropriado.

Quanto à distância entre as remanescentes de vegetação nativa e as manchas urbanas, houve pouca correlação com a apropriação da produtividade primária líquida em 1989, enquanto, em 2009, com o aumento da área ocupada pelas manchas urbanas, houve interferência negativa, ou seja, quanto menor a distância das áreas urbanizadas, mais elevado foi HANPP%. Não foram encontrados trabalhos que correlacionem a distância de centros urbanos e a apropriação da produtividade primária líquida, entretanto, Lee e colaboradores (2009) argumentam que o uso urbano caracterizado por manchas esparsas e pequenas podem resultar na degradação de áreas naturais em bacias hidrográficas por transformações diversas, que acompanham inevitavelmente a redução do tamanho, aumento da densidade de borda e as formas mais simples de áreas naturais.

Nesse sentido, o estudo de Torres-Gómes e colaboradores (2009) apresentou que a intervenção e a distribuição das manchas de vegetação nativa não estão fortemente influenciadas pela distância ao centro urbano, mas pela topografia no Chile.

A baixa correlação entre os outros indicadores de fragmentação (influência de tráfego, distância de rodovias e de estradas), onde se observa o aumento da HANPP% conforme diminui a distância nas unidades de gerenciamento com correlação significativa vem ao encontro da discussão de O'Neill; Teydmers; Beazley (2007) que afirmam que presença de estradas é um critério útil para determinar se o local está ou não perturbado, porém seu efeito sobre a produtividade de um ecossistema ainda não foi estudada com a mesma intensidade que nos estudos de fauna e flora.

Entretanto, Bakker e Doonr (2009) verificaram que a ocorrência de reflorestamento aumentou em distâncias maiores das estradas e que a distância das estradas é um aspecto significativo no caso de abandono de terra, que ocorreu mais com o aumento da distâncias de estrada em propriedades no Sudeste de Portugal.

Apesar desses argumentos, os sistemas rodoviários merecem atenção nos estudos sobre a integridade de uma paisagem, pois podem gerar a poluição difusa de origem, como a causada pelo grande volume de tráfego por unidade de poluentes rodoviários e aéreos, bem como acelerar o escoamento e a erosão do solo (LEE, *et al* 2009) e interferir no fluxo gênico e de espécies entre áreas distintas.

Na área de estudo, a menor porcentagem de HANPP registrada em 1999, acompanhou o grau hemerobia, que corrobora a hipótese de que houve recuperação em determinadas áreas que não são propícias para a agricultura e a intensificação do uso nas áreas consideradas aptas. Como os indicadores utilizados neste trabalho mensuram principalmente a condição das manchas e como estão espacializadas, pode não haver correlação significativa com HANPP, que é eficaz na quantificação da intervenção na paisagem como um todo e ajuda na definição dos fatores que podem interferir ou priorizar a ocupação da terra, principalmente quando se destina a práticas agrícolas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a paisagem em uma série temporal, que pode ser considerada curta (20 anos) e com intervalo de dez anos entre si, gerando indicadores que permitiram compreender a situação da área de estudo no período de abrangência, averiguar a dinâmica da paisagem e a sua integridade (diminuição entre 1989 e 1999 e ligeiro aumento entre 1999 e 2009, não superando a condição inicial) na área de estudo e nas unidades de gerenciamento (unidades geomorfológicas e unidades geopolíticas. Dessa forma, para maior elucidação desse processo, propõe-se um estudo posterior com elaboração e análises de cenários, como a cadeia de Markov, para complementar os dados apresentados nesta tese.

O recorte proposto para as unidades de gerenciamento pode ter contribuído para que todos os dados não apresentassem interação entre si, uma vez que para a área total da bacia hidrográfica, houve correlação significativa. A UGM-2, por exemplo, é composta por duas áreas separadas, e quando métricas como o Índice de Similaridade ou Índice de Área de Interior são geradas, pode-se obter um resultado mascarado por este polígono. Outro exemplo é da UGP-2 (corresponde ao município de Araraquara, na porção que está abrangida na bacia hidrográfica) que apresenta um estreitamento em sua porção oeste, situação que influencia na análise dos indicadores baseados na distância (como a Distância de Estradas e a Distância do Vizinho mais Próximo).

Comparando os resultados deste trabalho com os encontrados por outros autores verifica-se que a variação dos indicadores, a intensidade da correlação e a flutuação entre os anos são condizentes com o relatado em outros estudos, uma vez que a maioria dos indicadores, principalmente os que não estão fortemente correlacionados com HANPP não incluem aspectos sócio-econômicos em seu cálculo, que também é considerado um fator essencial para os estudos de dinâmica de uma região.

A preferência para a conservação de remanescentes de vegetação nativa em locais íngremes, distante de rodovias ou de centros urbanos sendo itens que apesar de não influenciar fortemente a HANPP são relevantes na definição de propostas e metas para a conservação, visto que o uso da terra no primeiro caso pode agravar processos como a erosão e o escoamento superficial, enquanto os demais interferem negativamente na integridade de fragmentos florestais, como o aumento do efeito de borda.

Neste estudo, verificou-se ainda que as unidades de conservação de proteção integral contribuíram positivamente quando foram analisados os indicadores do padrão, heterogeneidade e naturalidade da paisagem, demonstrando melhores condições nas unidades de gerenciamento que abrangiam essas áreas, seja por seu tamanho e forma, como a Estação Ecológica de Jataí, ou pelos tipos, proximidade e similaridade entre as glebas, no caso do Parque Estadual de Vassununga.

Houve, na área de estudo e no período analisado, flutuação entre os anos, com recuperação de remanescentes de vegetação nativa entre 1989 e 1999 e perda em 2009, entretanto o aumento das manchas, em especial de mata secundária, ocorreu em terrenos com maior declividade e próximo aos corpos de água e a diminuição ocorrida em 2009 refere-se principalmente aos fragmentos de cerrado em áreas planas. Apesar dessa dinâmica, as métricas geradas permitem inferir que as manchas se tornaram mais alongadas, com menor área de interior e em uma matriz menos similar, o que não representa necessariamente melhora na qualidade dos ecossistemas.

É possível associar a aplicação das leis ambientais, como o Código Florestal Brasileiro de 1965, a Resolução CONAMA Nº 303 que abordam as áreas de preservação permanente (APP), e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, à dinâmica observada, uma vez que as APP de corpos d'água apresentam formas mais alongadas e com pouca área de interior, considerando que foi simulado efeito de borda de 30 m e que as APP, por lei, são a partir de 30 m.

Além das APP, o Código Florestal Brasileiro definiu as reservas legais averbadas, que devem corresponder a 20% de uma propriedade rural, entretanto, ao estipular este mínimo, permite-se a exploração e a intervenção na vegetação restante, que pode ter contribuído para a flutuação observada das áreas naturais entre 1989 e 1999.

Deve-se ressaltar que foi utilizado a compartimentalização antiga da Bacia Hidrográfica de Rio Mogi-Guaçu, por ser a oficial no início da pesquisa. Com a nova proposta, disponibilizada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica a partir de 2009, caso houvesse utilizado tal polígono, haveria alteração nos resultados, principalmente no que se refere às características topográficas, uma vez que para esta definição foram considerados os divisores de água (conceito de bacia hidrográfica), sendo que nenhum corpo d'água, exceto o rio Mogi-Guaçu, ficou segmentado.

7. REFERÊNCIAS

ATTANASIO, C. M. Plano de manejo integrado de Microbacias Hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2004.

BACCI, D. L. C. Geologia. In: MIRANDA, E. E. de. et al. **Sistema de Gestão Territorial para a ABAG/RP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.abagr.pcnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2007.

BAKKER, M. M.; DOORN, A. M. Farmer-specific relationships between land use change and landscape factors: Introducing agents in empirical land use modeling. **Land Use Policy** 26 (2009) 809–817

BALDWIN, R. F.; TROMBULAK, S. C.; BALDWIN, E. D. (2009). Assessing risk of large-scale habitat conversion in lightly settled landscapes. **Landscape and Urban Planning**, 91, 219–225

BICIK, I; JELECEK, L; STEPANEK, V. Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, **18**, 65-73. 2001.

BRASIL. Lei Nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal Brasileiro.

_____. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos Em Ciência Da Geoinformação. *In*: CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Inpe: São José dos Campos. 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>. Acesso em 05 de julho de 2008

CAO, M.; PRINCE, S. D.; SMALL, J.; GOETZ, S. J. Remotely Sensed Interannual variations and Trends in Terrestrial Net Primary Productivity. **Ecosystems**, 7: 233-242. 2004.

CBH-Mogi, **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu "Relatório Zero"**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 1999.

_____. **Plano da Bacia Hidrográfica 2008-2011**. CETESB. 2008

CINTRA, R. H. S.; SANTOS, J. E.; MOSCHINI, L. E.; HENKE-OLIVEIRA, C. e PIRES, J. S. R. Análise quali e quantitativa de danos ambientais com base na instauração de registros de instrumentos jurídicos. *In*: SANTOS, J. E. dos; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C. e PIRES, A. M. Z. C. R. (orgs). **Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. Vol. 1, 2004, Editora Rima, São Paulo. 408p.

CLARK, A. C.; BROWN, S.; KICKLIGHTER, D. W.; CHAMBERS, J. Q.; THOMLINSON, J. R.; NI, J.; HOLLAND, E. A. Net Primary Production in Tropical Forests: an Evaluation and Synthesis of Existing Field Data. **Ecological Applications**. 11 (2): 371-354. 2001

CPA, **Clima dos Municípios de São Paulo**. Disponível em <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em 13 de novembro de 2007.

CPTEC-INPE, **Portal de Tecnologia da Informação para Meteorologia**. Disponível em <http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller>. Acesso em 10 de outubro de 2010.

CRAMER, W.; KICKLIGHTER, D. W.; BONDEAU, A.; MOORE, B.; CHURKINA, G.; NEMRY, B.; RUIMY, A.; SCHLOSS, A. L.; Comparating global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview and key results. **Global Change Biology**, 5 (suppl.1.): 1-15. 1999.

CRISCUOLO, C. e HOTT, M. C. **Geomorfologia**. . In: MIRANDA, E. E. de. et al. Sistema de Gestão Territorial para a ABAG/RP. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.abagr.cnpem.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas. **Geografia**, v.4, n.8, 1979, p. 23-41

DAEE. **Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo**. Disponível em <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu?qwe=qwe>. Acesso em 01 de novembro de 2010.

DEPARTAMENTO De ESTRADA DE RODAGEM. **Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo. 2010. Disponível em http://www.der.sp.gov.br/malha/denominacoes.aspx?ler=rodov_sp#rodov_sp, acesso em 01 de outubro de 2010.

FIELD, C. B.; CAMPBELL, E.; LOBELL, D. B. Biomass energy: the scale of the potential resource. **Trends in Ecology and Evolution** Vol.23 No.2, p 65-72. 2007

FIELD; C. B.; RANDERSON, J. T.; MALMSTRÖM, C. M. Global Net Primary Production: Combining Ecology and Remote Sensing. **Remote Sens. Environ.** 51:74-88. 1995.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. pag.11-35. 2008.

FREITAS, A. R.; CARVALHO, S. M. CLASSIFICAÇÃO HEMERÓBICA DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ, PONTA GROSSA – PR. Iniciação Científica CESUMAR Jan./Jun. 2008, v. 10, n.01, p. 63-69

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Estação Ecológica de Jataí. Disponível em <http://www.fflorestal.sp.gov.br/hotsites/hotsite/index.php?hotsite=df7ee756c70c33925566f96b42ae9a6>. Acesso em 03 de novembro de 2010.

_____. Parque Estadual Vassununga. Disponível em <http://www.fflorestal.sp.gov.br/hotsites/hotsite/index.php?hotsite=521b088fd6dcfe74e2b9a8e10c556d1e>. Acesso em 03 de novembro de 2010.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**.UFPE-DCG, vol. 21, nº2, jul/dez 2004, pag. 36-58.

GORDON, A.; SIMONSON, D.; WHITE, M.; MOILANENC, A.; BEKESSY, S. A. Integrating conservation planning and landuse planning in urban landscapes. **Landscape and Urban Planning** 91: 183–194. 2009.

GOWER, S.T.; KUCHARIK, C. J.; NORMAN, J. M. Direct and Indirect Estimation of Leaf Area Index, *f*APAR, and Net Primary Production of Terrestrial Ecosystems. **Remote Sensing Environment**. 70:29-51. 1999.

HABERL, H.; GAUBE, V.; DIAZ-DELGADO, R.; KRAUZE, K.; NEUNER, A.; PERTERSEIL, J.; PIUTZAR, C.; SINGH, S. J.; VADINEANU, A. (2009). Towards an integrated model of socioeconomic biodiversity drivers, pressures and impacts. A feasibility study based on three European long term socio-ecological research platforms. **Ecological Economics**, 68, 1797-1812.

HABERL, H. ;ERB, K. H.; KRAUSMANN, F.; MCGINLEY, M. Global human appropriation of net primary production (HANPP). In: CLEVELAND, C. J. (Eds) **Encyclopedia of Earth**. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment. 2010. Disponível em [http://www.eoearth.org/article/Global_human_appropriation_of_net_primary_production_\(HANPP\)](http://www.eoearth.org/article/Global_human_appropriation_of_net_primary_production_(HANPP)). Acesso em 21 de novembro de 2010.

HU, D.; HUANG, S. L.; FENG, Q.; LI, F.; ZHAO, J. J.; ZHAOA, Y. H.; WANG, B. N. Relationships between rapid urban development and the appropriation of ecosystems in Jiangyin City, Eastern China. **Landscape and Urban Planning** 87 (2008) 180–191

IBGE. **Carta do Brasil. Araraquara SF-22-X-D-VI-4**. Rio de Janeiro, 1971. Escala

_____. **Carta do Brasil. Bonfim Paulista SF-23-V-C-I-3**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Cravinhos SF.23-V-C-I-4 MI-2637-4**. Rio de Janeiro, Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Descalvado SF-23-V-C-IV-4**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Guariba SF-22-X-D-III-4**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Ibaté SF-23-V-C-IV-3**. Rio de Janeiro, 1971 Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Luís Antônio SF-23-V-C-IV-2**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Pirassununga SF-23-V-C-V-3 MI-2673-3**. Rio de Janeiro. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Porto Pulador SF-23-V-C-IV-1**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Rincão SF-22-X-D-VI-2**. Rio de Janeiro, 1971. Escala 1: 50.000.

_____. **Carta do Brasil. Santa Rita do Passa-Quatro SF-23-V-C-V-1**. Escala 1: 50.000.

_____. **Produção da Pecuária Municipal 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 21 de outubro de 2010.

IBGE - Coordenação de Contas Nacionais. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2007**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 21 de outubro de 2010.

IGC. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo - Escala 1:1.000.000**. Secretaria do Estado dos Negócios da Agricultura: Coordenadoria de Pesquisas de Recursos Naturais. 1974

IMHOFF, M. L.; BOUNOUA, L.; RICKETTS, T.; LOUCKS, C.; HARRISS, R.; LAWRENCE, W. T. Global patterns in human consumption of net primary production. *Nature*, 429:870-873. 2004

IPT, **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Série Monografias. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. IPT. 1981.94p.

IPT. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo - Escala 1:1.000.000**. 1981

KOHLER, M. C. M. (2003). **Agenda 21 Local: Desafios da sua implementação. Experiências de São Paulo, Rio de Janeiro, Santos e Florianópolis**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KRAUSMANN, F.; HABERL, H.; SCHULZ, N. B.; ERB, K. H.; DARGE, E.; GAUB, V.; Land-use change and socio-economic metabolism in Austria—Part I: driving forces of land-use change: 1950–1995. *Land Use Policy* 20 (2003) 1–20.

LEE, S. W.; HWANG, S. J.; LEE, S.B.; HWANG, H. S.; SUNG, H. CH. Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. *Landscape and Urban Planning* 92 (2009) 80–89

MAUD, F. F. e LIMA, G. de. Planejamento Estratégico de Sistemas Hídricos. In.: MARTINS, R. C. e VALENCIO, N. F. L. da S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafio teóricos e político-institucionais**. São Carlos. RiMa, 2003. 307p. p. 99-126.

MIRANDA, E. E. de. et al. **Sistema de Gestão Territorial para a ABAG/RP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.abagrpnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de junho de 2007.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo – Carta SF22XD**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 de novembro de 2010.

_____. **Brasil em Relevo – Carta SF22ZB**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 de novembro de 2010.

_____. **Brasil em Relevo – Carta SF23YA**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 de novembro de 2010.

_____. **Brasil em Relevo – Carta SF23YC**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 de novembro de 2010.

MISSIO, E. **Caracterização, Diagnóstico e Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município de Frederico Westphalen – RS.** Tese de doutorado. PPG-ERN. UFSCar. 2003.

MOLETTA, I. M.; NUCCI, J. C.; KRÖKER, R. Carta de Hemerobia de uma área de extração de areia no bairro do Umbará, Curitiba/PR/Brasil. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** – 05 a 09 de setembro de 2005 – USP. P. 4964-497

NASCIMENTO, R. S.; BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C. Estimativa de Produção Primária Líquida usando Dados de IVDN pra o Estado da Paraíba. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil. 25-30 de abril de 2009. INPE, p. 5321-5327.

O'NEILL, D. W.; TYEDMERS, P. H.; BEAZLEY, K. F. Human appropriation of net primary production (HANPP) in Nova Scotia, Canada. **Reg Environ Change** (2007) 7:1–14

PIRES, J.S.R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: Abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio – SP.** Tese de doutorado. PPG-ERN. UFSCar. 1995.

POTTER, C. S.; RANDERSON, J. T.; FIELD, C. B.; MATSON, P.; VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; KLOOSTER, S. A. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data. **Global Biogeochemical Cycles**, 2 (4): 811-841. 1993.

ROCHA, O.; PIRES, J. R. e SANTOS, J. E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In.: ESPINDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. VL; MARINELLI, C. E. e ABDON, M. M. (orgs) **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho: Uma Abordagem Ecológica e a Visão Interdisciplinar.** São Carlos Rima, 2000. 188p, p. 1-16.

SCHLOSS, A.L.; KICKLIGHTER, D. W.; KADUK, J.; WITTERNBER, U. Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): comparison of NPP to climate and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). **Global Change Biology**. 5 (suppl.1): 25-34. 1999

TORRES-GÓMEZ, M.; DELGADO, L. E.; MARÍN, V. H.; BUSTAMANTE, R.O. Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en La cuenca del río Aisén (Región de Aisén, Chile). **Revista Chilena de Historia Natural**, v82: 73-82, 2009.

TROPPEMAIR, H. Ecosistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. **Geografia**. 13 (25): 27-36. 1983.

TUNDISI, J. G. e BARBOSA, F. A. R. Conservation of Aquatic Ecosystems: Present Status and Perspectives. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C. E. M. e MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds). **Limnology in Brazil**, Brazilian Academy of Sciences, 1995, Rio de Janeiro, p. 365-371.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos. pag.72-104. 2008.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MCLILLO, J. M. Human domination of Earth's Ecosystems. **Science**, 277:494-499. 1986.

UCHIJIMA, Z.; SEINO, H. Agroclimatic Evaluation of Net Primary Productivity of Natural Vegetations. **Journal of Agr. Met.** 40(4): 343-352, 1985

WARING, R. H.; LANDSBERG, J. J.; WILLIAMS, M. Net primary production of forests: a constant fraction of gross primary production. *Tree Physiology*. 18: 129-134. 1998.

WRBKA, T.; ERB, K. H.; SCHULZ, N. B.; PETERSEILA, J.; HAHNA, C.; HABERL, H. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. *Land Use Policy* 21 (2004) 289–306

WU, J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. **Landscape Ecology**, 19, 125-138. 2004

APÊNDICES

APENDICE A – Exemplo dos algoritmos utilizados para a análise em LEGAL, destinado a compartimentalização das informações geradas para a Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior nas Unidades de Geopolíticas e Unidades Geomorfológicas. No caso, a informação é de Tipos de Solo, resultando na produção do mapa de Tipos de Solo para a Unidade Geomorfológica Depressão Periférica.

```
{  
  
// Parte 1 - Declaracao  
  
Tematico uso ("PEDOLOGIA");  
  
Tematico pol ("PROVINCIAS");  
  
Tematico final ("PEDOLOGIA");  
  
// Parte 2 - Instanciacao  
  
uso = Recupere( Nome = "PEDOLOGICO" );  
  
pol = Recupere( Nome = "provincias" );  
  
final = Novo( Nome = "DEP-solos", ResX = 30 , ResY = 30 , Escala = 50000 );  
  
// Parte 3 - Operacao  
  
final = Atribua  
  
{  
  
"Gleissolos": (uso.Classe == "Gleissolos" && pol.Classe == "Depressão periferica"),  
"Latosolos": (uso.Classe == "Latosolos" && pol.Classe == "Depressão periferica"),  
"Neossolos" : (uso.Classe == "Neossolos" && pol.Classe == "Depressão periferica"),  
"Solo Urbano" : (uso.Classe == "Solo Urbano" && pol.Classe == "Depressão periferica")  
  
};  
  
}
```

APÊNDICE B – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo e tipo.

| Métrica | Abreviatura | Descrição | Intervalo | Tipo |
|--|--------------------|--|-----------------------------|--------------------------|
| Número de Fragmentos | NP | Número de manchas correspondente a classe em questão | $NP \geq 1$, sem limite | Área, densidade, borda |
| Índice de Forma | SHAPE | Perímetro da mancha dividido pelo perímetro mínimo possível para uma mancha compacta (no formato de raster) para área da mancha correspondente. | $SHAPE \geq 1$, sem limite | Forma |
| Máximo Círculo Circunscrito | CIRCLE | Um menos a área da mancha dividido pela área do menor círculo circunscrito | $0 \leq CIRCLE \leq 1,0$ | |
| Índice de Similaridade | SIMI | Soma de todas as manchas vizinhas com as bordas dentro da distância especificada da mancha foco vezes o coeficiente de similaridade entre o tipo de mancha foco e a classe vizinha, dividido pelo quadrado da distância borda-a-borda entre a mancha foco e a mancha vizinha | $SIMI \geq 0$ | Isolamento e proximidade |
| Distância Euclidiana do Vizinho mais Próximo | ENN | Distância (m) da mancha vizinha de mesmo tipo que está mais próxima, baseado na distância borda-a-borda. | $ENN > 0$, sem limite | |
| Índice de Área de Interior | CAI | Área de interior da mancha dividida pela área total da mancha multiplicada por 100 | $0 \leq CAI \leq 100$ | Área de Interior |
| Índice de Contraste de Borda | ECON | Soma do comprimento do perímetro da mancha multiplicado pelo peso do contraste de borda correspondente, dividido pelo perímetro total da mancha, multiplicado por 100 | $0 \leq ECON \leq 100$ | Contraste de Borda |
| Riqueza Relativa de Fragmentos | RPR | Número de diferentes tipos de manchas presentes na paisagem dividido pelo número máximo de tipos de manchas especificado pelo usuário, multiplicado por 100 | $0 \leq RPR \leq 100$ | Riqueza da Paisagem |
| Índice de Diversidade de Simpson | SIDI | 1 menos a somada da abundância proporcional de cada tipo de mancha ao quadrado | $0 \leq SIDI \leq 1$ | Diversidade da Paisagem |

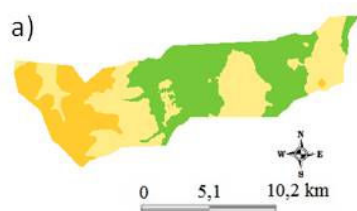
APÊNDICE C – Matriz de Similaridade utilizada para gerar a métrica Índice de Similaridade

| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Pastagem | Cultura de Ciclo Curto | Cultura Perene | Loteamento | Urbanização de Baixa Densidade | Urbanização de Média Densidade | Urbanização de Alta Densidade | Infra Estrutura Rural | Silvicultura | Ambiente Aquático | Áreas Alagadas | Pequenas Propriedades Rurais |
|--------------------------------|-----------------|---------|------------|----------|------------------------|----------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| Mata Secundária | 1 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cerrado | 0,8 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Campo Sujo | 0,3 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pastagem | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cultura de Ciclo Curto | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 1 | 0,1 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0 | 0,2 | 0 | 0 |
| Cultura Perene | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 1 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Loteamento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 1 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| Urbanização de Média Densidade | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,4 | 0,6 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| Urbanização de Alta Densidade | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| Infra Estrutura Rural | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,3 | 0 |
| Silvicultura | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 1 | 0 | 0,9 | 0,9 |
| Ambiente Aquático | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Áreas Alagadas | 0,3 | 0 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,3 | 1 | 0,9 |
| Pequenas Propriedades Rurais | 0 | 0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 1 |

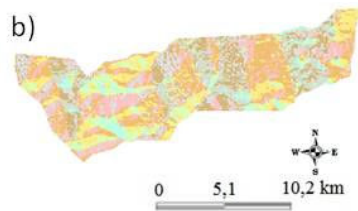
APÊNDICE D - Matriz de Contraste de Borda utilizada para gerar a métrica Índice de Contraste de Borda

| | Mata Secundária | Cerrado | Campo Sujo | Pastagem | Cultura de Ciclo Curto | Cultura Perene | Loteamento | Urbanização de Baixa Densidade | Urbanização de Média Densidade | Urbanização de Alta Densidade | Infra Estrutura Rural | Silvicultura | Ambiente Aquático | Áreas Alagadas | Pequenas Propriedades Rurais |
|--------------------------------|-----------------|---------|------------|----------|------------------------|----------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| Mata Secundária | 0 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cerrado | 0,2 | 0 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Campo Sujo | 0,7 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pastagem | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cultura de Ciclo Curto | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,8 | 1 | 1 |
| Cultura Perene | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Loteamento | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| Urbanização de Baixa Densidade | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| Urbanização de Média Densidade | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 1 | 1 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| Urbanização de Alta Densidade | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| Infra Estrutura Rural | 1 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0 | 0,9 | 1 | 0,7 | 1 |
| Silvicultura | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,9 | 0,9 | 1 | 1 | 0,9 | 0 | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Ambiente Aquático | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Áreas Alagadas | 0,7 | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,7 | 0 | 0,1 |
| Pequenas Propriedades Rurais | 1 | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,2 | 1 | 1 | 1 | 0 |

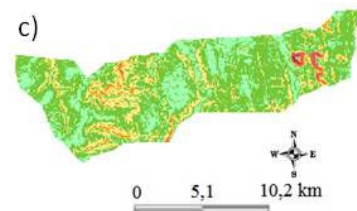
APENDICE E – Mapas das Unidades Geopolíticas da Bacia Hidrográfica do Médio rio Mogi-Guaçu Superior.



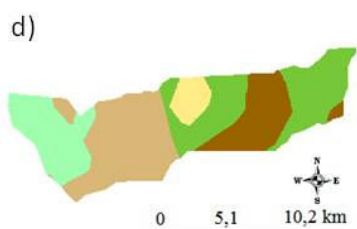
| Classe | Área | % |
|--------------|------------------|---------------|
| 500 a 600 m | 4.827,33 | 39,02 |
| 600 a 700 m | 4.970,88 | 40,18 |
| 700 a 800 m | 2.574,27 | 20,81 |
| TOTAL | 12.372,48 | 100,00 |



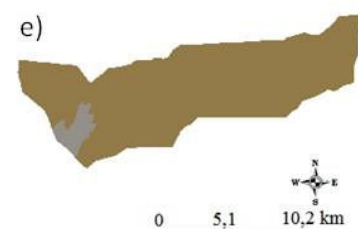
| Direção de vertentes | Área | % |
|----------------------|----------|------|
| 0 a 45° | 1.860,48 | 15,0 |
| 45 a 90° | 2.403,45 | 19,4 |
| 90 a 135° | 1.843,38 | 14,9 |
| 135 a 180° | 1.205,55 | 9,7 |
| 180 a 225° | 717,30 | 5,8 |
| 225 a 270° | 1.298,16 | 10,5 |
| 270 a 315° | 1.582,74 | 12,8 |
| 315 a 360° | 1.454,40 | 11,8 |



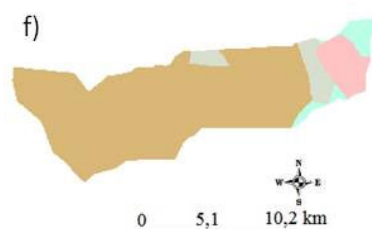
| Declividade (%) | Área | % |
|-----------------|----------|------|
| 0 a 3 | 2.847,51 | 23,0 |
| 3 a 8 | 6.764,13 | 54,7 |
| 8 a 13 | 2.190,60 | 17,7 |
| 13 a 20 | 420,48 | 3,4 |
| 20 a 45 | 137,16 | 1,1 |
| acima de 45 | 12,60 | 0,1 |



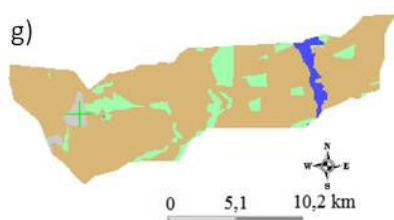
| Geologia | Área | % |
|--|----------|-------|
| Formação Botucatu Pirambóia, Grupo São Bento | 2.018,61 | 16,32 |
| Período Jurássico Cretáceo; | 3.665,52 | 29,63 |
| Período Cenozóico | 685,44 | 5,54 |
| Formação Serra Geral, Grupo São Bento | 3.776,04 | 30,52 |
| Período Cretáceo, formação Bauru | 2.226,87 | 18,00 |



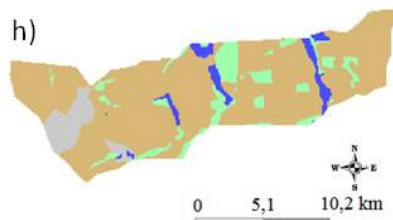
| Tipos de Solo | Área | % |
|---------------|-----------|------|
| Latossolos | 11.824,92 | 95,6 |
| Solos Urbanos | 547,56 | 4,4 |



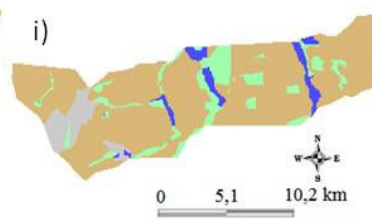
| Relevo | Área | % |
|---------------------|-----------|------|
| Morros Arredondados | 914,31 | 7,4 |
| Colinas Amplas | 10.118,61 | 81,8 |
| Morros Alongados | 759,78 | 6,1 |
| Morros Amplos | 579,78 | 4,7 |



| Classes de uso - 1989 | Área | % |
|-----------------------------------|-----------|------|
| Remanescentes de vegetação nativa | 1.431,45 | 11,6 |
| Área Agrícola | 10.353,69 | 83,7 |
| Ambientes Aquáticos | 331,29 | 2,7 |
| Área Urbana | 256,05 | 2,1 |

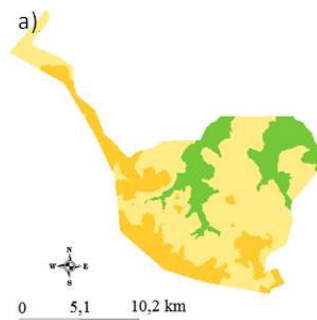


| Classes de uso - 1999 | Área | % |
|-----------------------------------|----------|------|
| Remanescentes de vegetação nativa | 1.450,26 | 11,7 |
| Área Agrícola | 9.597,24 | 77,6 |
| Ambientes Aquáticos | 525,06 | 4,2 |
| Área Urbana | 799,92 | 6,5 |

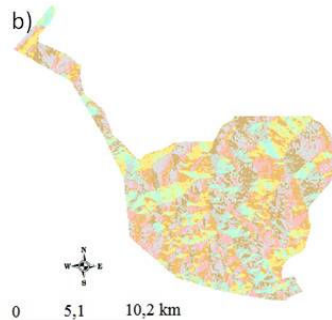


| Classes de uso - 2009 | Área | % |
|-----------------------------------|----------|------|
| Remanescentes de vegetação nativa | 1.309,50 | 10,6 |
| Área Agrícola | 9.729,27 | 78,6 |
| Ambientes Aquáticos | 525,33 | 4,2 |
| Área Urbana | 808,38 | 6,5 |

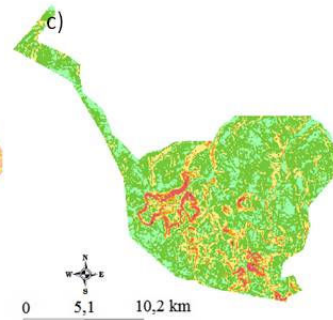
Mapas da UGP-1: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009



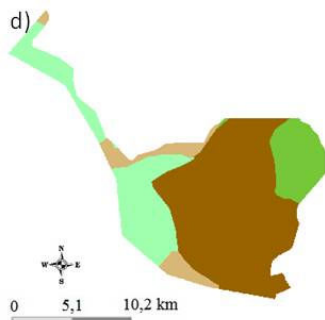
| Altimetria | Área | |
|-------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 500 a 600 m | 3.876,48 | 19,3 |
| 600 a 700 m | 11.484,72 | 57,2 |
| 700 a 800 m | 4.709,34 | 23,5 |



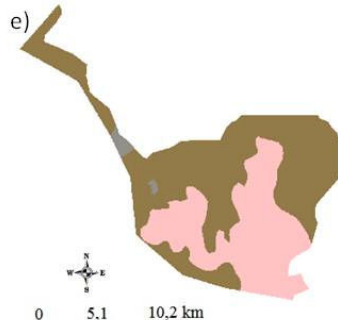
| Direção de vertentes | Área | |
|----------------------|----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 45° | 3.047,04 | 15,7 |
| 45 a 90° | 3.105,45 | 16,0 |
| 90 a 135° | 2.592,27 | 13,4 |
| 135 a 180° | 1.813,68 | 9,4 |
| 180 a 225° | 1.601,73 | 8,3 |
| 225 a 270° | 2.032,92 | 10,5 |
| 270 a 315° | 3.140,64 | 16,2 |
| 315 a 360° | 2.018,61 | 10,4 |



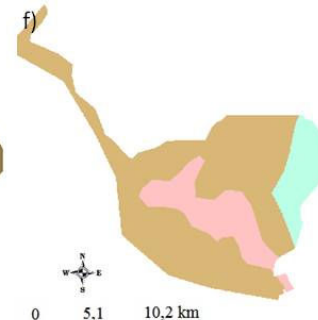
| Declividade (%) | Área | |
|-----------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 3 | 3.789,00 | 18,9 |
| 3 a 8 | 11.195,82 | 55,8 |
| 8 a 13 | 3.319,20 | 16,5 |
| 13 a 20 | 1.116,99 | 5,6 |
| 20 a 45 | 637,66 | 3,2 |
| acima de 45 | 11,97 | 0,1 |



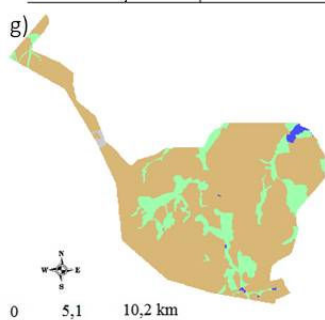
| Geologia | Área | |
|--|-----------|-------|
| | ha | % |
| Formação Botucatu Pirambóia, Grupo São Bento | 11.487,06 | 57,23 |
| Período Jurássico Cretáceo | 2.380,86 | 11,86 |
| Formação Serra Geral, Grupo São Bento | 1.491,03 | 7,43 |
| Período Cretáceo, formação Bauru | 4.711,50 | 23,47 |



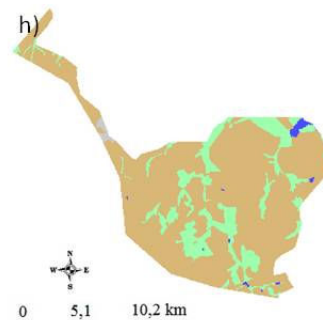
| Tipos de Solo | Área | |
|---------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Latossolos | 12.226,86 | 60,9 |
| Neossolos | 7.568,91 | 37,7 |
| Solos Urbanos | 274,77 | 1,4 |



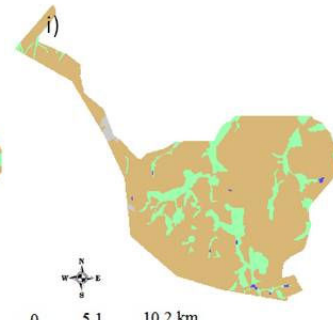
| Relevo | Área | |
|---------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Morros Arredondados | 3.557,70 | 17,7 |
| Colinas Amplas | 14.128,29 | 70,4 |
| Morros Amplos | 2.377,35 | 11,8 |



| Classes de uso - 1989 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 3.237,57 | 16,2 |
| Área Agrícola | 16.533,99 | 82,7 |
| Ambientes Aquáticos | 146,52 | 0,7 |
| Área Urbana | 77,31 | 0,4 |

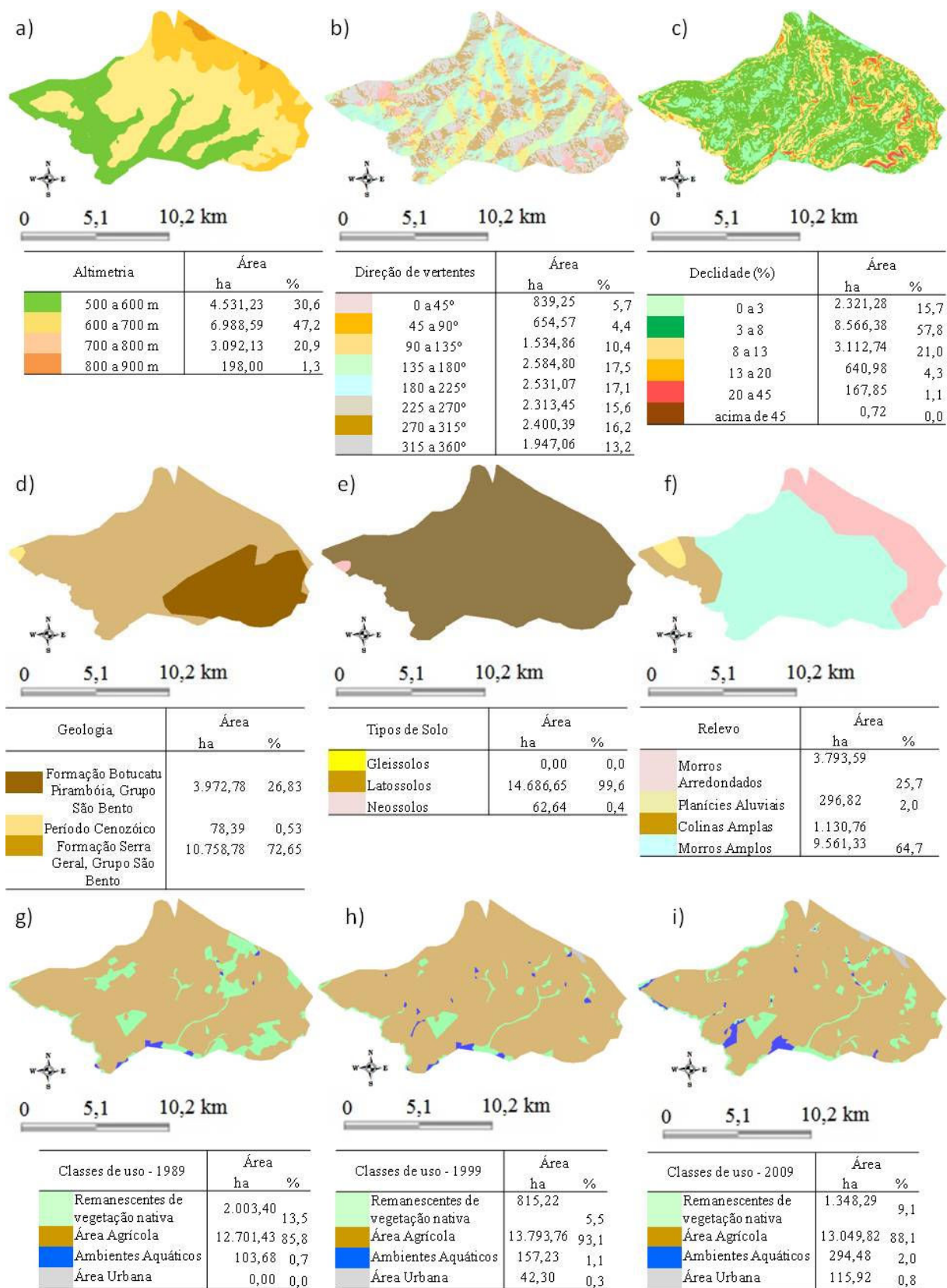


| Classes de uso - 1999 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 3.574,44 | 17,9 |
| Área Agrícola | 16.136,46 | 80,7 |
| Ambientes Aquáticos | 162,54 | 0,8 |
| Área Urbana | 121,95 | 0,6 |

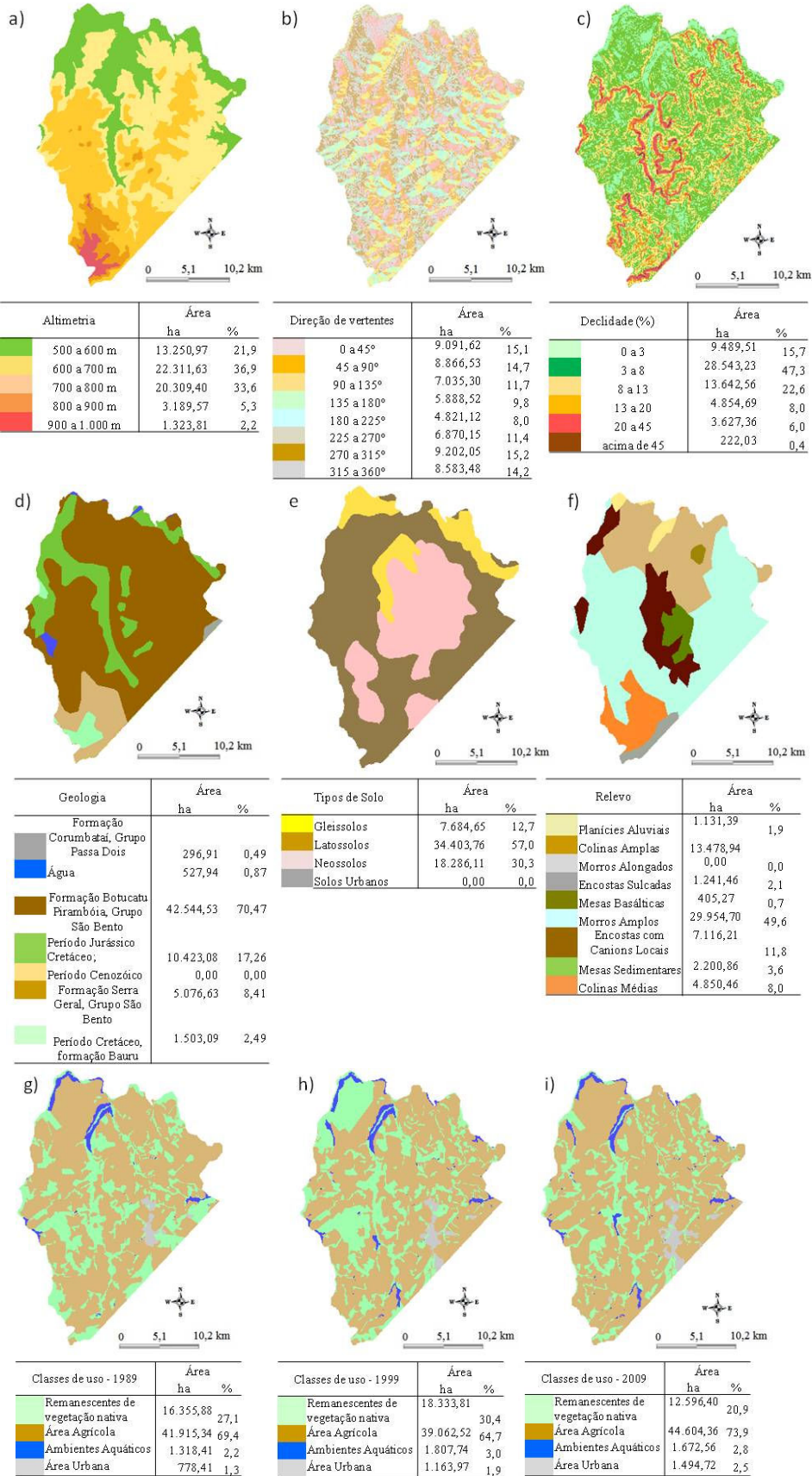


| Classes de uso - 2009 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 3.156,57 | 15,8 |
| Área Agrícola | 16.632,00 | 83,2 |
| Ambientes Aquáticos | 45,90 | 0,2 |
| Área Urbana | 160,92 | 0,8 |

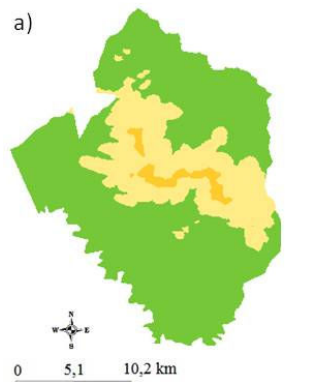
Mapas da UGP-2: a) altimetria; b) orientação de vertentes; c) declividade; d) geologia; e) tipos de solo; f) formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009)



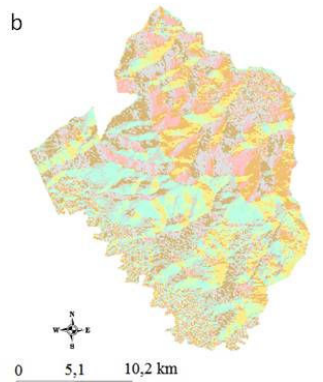
Mapas da UGP-3: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



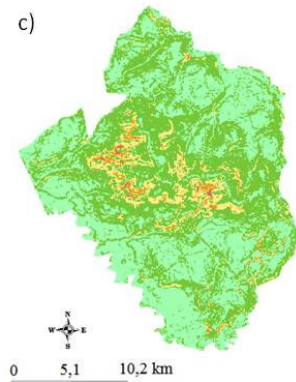
Mapas da UGP-4: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



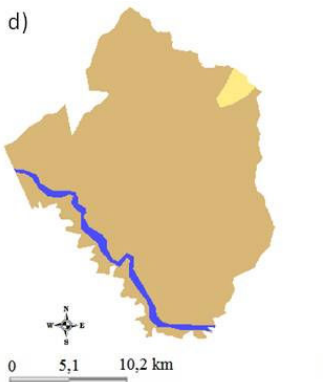
| Altimetria | Área | |
|-------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 500 a 600 m | 29.733,48 | 72,8 |
| 600 a 700 m | 10.068,12 | 24,6 |
| 700 a 800 m | 1.060,38 | 2,6 |



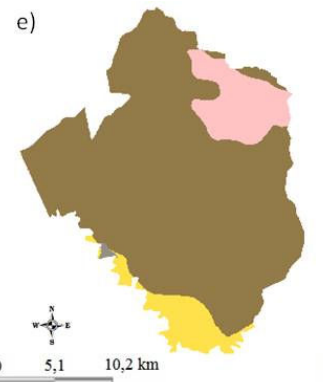
| Direção de vertentes | Área | |
|----------------------|----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 45° | 4.805,55 | 11,8 |
| 45 a 90° | 4.784,40 | 11,7 |
| 90 a 135° | 4.921,47 | 12,1 |
| 135 a 180° | 4.800,24 | 11,8 |
| 180 a 225° | 5.354,91 | 13,1 |
| 225 a 270° | 4.875,48 | 11,9 |
| 270 a 315° | 5.551,20 | 13,6 |
| 315 a 360° | 5.707,35 | 14,0 |



| Declividade (%) | Área | |
|-----------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 3 | 17.928,18 | 43,9 |
| 3 a 8 | 19.090,08 | 46,7 |
| 8 a 13 | 3.102,39 | 7,6 |
| 13 a 20 | 658,17 | 1,6 |
| 20 a 45 | 81,90 | 0,2 |
| acima de 45 | 1,26 | 0,0 |



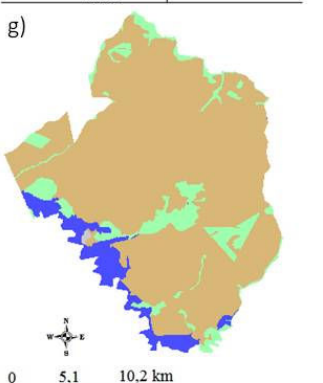
| Geologia | Área | |
|---------------------------------------|-----------|-------|
| | ha | % |
| Água | 1.339,38 | 3,28 |
| Período Cenozóico | 635,22 | 1,55 |
| Formação Serra Geral, Grupo São Bento | 38.882,88 | 95,17 |



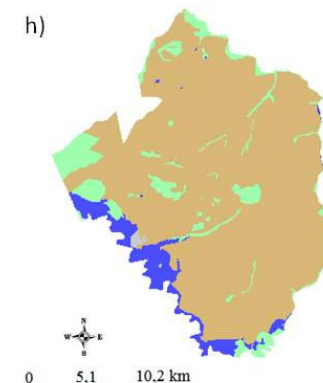
| Tipos de Solo | Área | |
|---------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Gleissolos | 2.731,41 | 6,7 |
| Latossolos | 33.898,23 | 83,1 |
| Neossolos | 4.055,67 | 9,9 |
| Solos Urbanos | 104,40 | 0,3 |



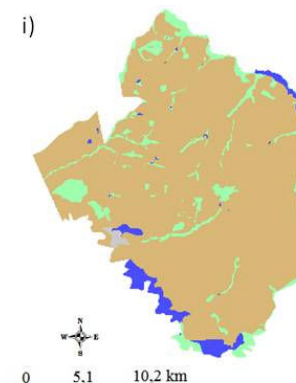
| Relevo | Área | |
|---------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Morros Arredondados | 7.698,51 | 18,9 |
| Colinas Amplas | 15.302,43 | 37,5 |
| Morros Alongados | 7.780,41 | 19,1 |
| Morros Amplos | 10.027,62 | 24,6 |



| Classes de uso - 1989 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 4.423,23 | 10,8 |
| Área Agrícola | 33.516,09 | 82,1 |
| Ambientes Aquáticos | 2.840,94 | 7,0 |
| Área Urbana | 59,67 | 0,1 |

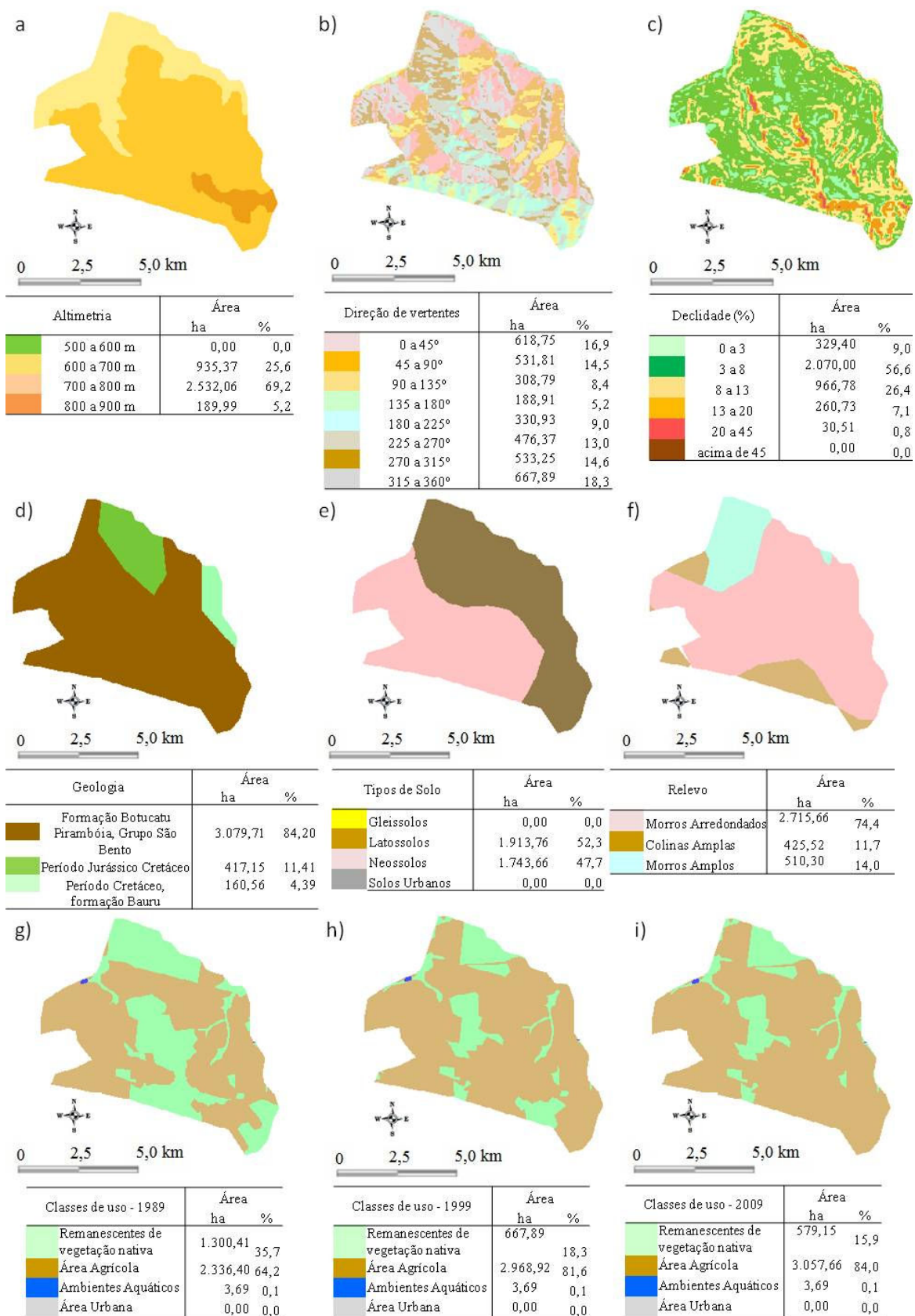


| Classes de uso - 1999 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 3.973,50 | 9,7 |
| Área Agrícola | 34.209,36 | 83,8 |
| Ambientes Aquáticos | 2.544,03 | 6,2 |
| Área Urbana | 113,04 | 0,3 |

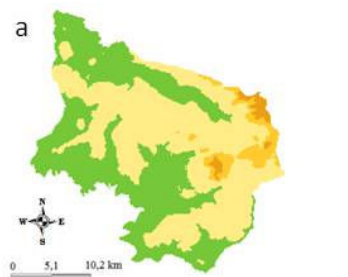


| Classes de uso - 2009 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 3.634,92 | 8,9 |
| Área Agrícola | 35.526,33 | 87,0 |
| Ambientes Aquáticos | 1.508,94 | 3,7 |
| Área Urbana | 169,74 | 0,4 |

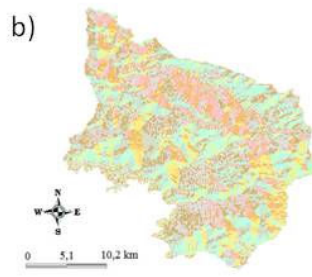
Mapas da UGP-5: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



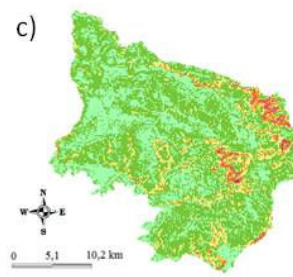
Mapas da UGP-6: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



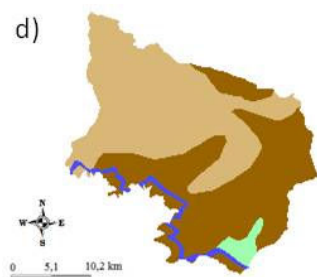
| Altimetria | Área | |
|-------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 500 a 600 m | 26.128,35 | 43,9 |
| 600 a 700 m | 29.366,91 | 49,4 |
| 700 a 800 m | 3.002,13 | 5,0 |
| 800 a 900 m | 1.001,25 | 1,7 |



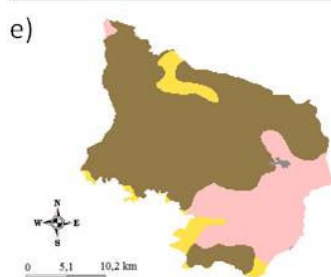
| Direção de vertentes | Área | |
|----------------------|----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 45° | 6.658,92 | 11,2 |
| 45 a 90° | 6.039,00 | 10,2 |
| 90 a 135° | 5.783,67 | 9,7 |
| 135 a 180° | 6.979,68 | 11,7 |
| 180 a 225° | 8.443,53 | 14,2 |
| 225 a 270° | 9.322,20 | 15,7 |
| 270 a 315° | 8.646,93 | 14,5 |
| 315 a 360° | 7.584,39 | 12,8 |



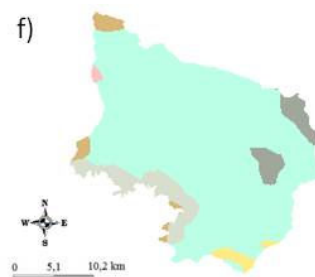
| Declividade (%) | Área | |
|-----------------|-----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 3 | 18.731,61 | 31,5 |
| 3 a 8 | 31.580,46 | 53,1 |
| 8 a 13 | 6.323,76 | 10,6 |
| 13 a 20 | 1.696,59 | 2,9 |
| 20 a 45 | 1.117,71 | 1,9 |
| acima de 45 | 48,51 | 0,1 |



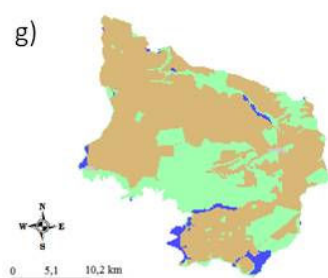
| Geologia | Área | |
|--|-----------|-------|
| | ha | % |
| Água | 1.901,61 | 3,20 |
| Formação Botucatu Pirambóia, Grupo São Bento | 26.565,21 | 44,65 |
| Formação Serra Geral, Grupo São Bento | 29.601,36 | 49,75 |
| Período Cretáceo, formação Bauru | 1.430,37 | 2,40 |



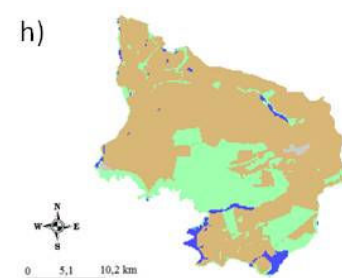
| Tipos de Solo | Área | |
|---------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Gleissolos | 4.151,25 | 7,0 |
| Latossolos | 40.523,67 | 68,1 |
| Neossolos | 14.617,53 | 24,6 |
| Solos Urbanos | 189,18 | 0,3 |



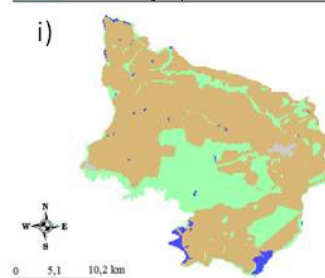
| Relevo | Área | |
|---------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Morros Arredondados | 221,04 | 0,4 |
| Planícies Aluviais | 927,90 | 1,6 |
| Colinas Amplas | 1.379,43 | 2,3 |
| Morros Alongados | 4.247,73 | 7,1 |
| Encostas Sulcadas | 2.729,34 | 4,6 |
| Morros Amplos | 49.989,96 | 84,0 |



| Classes de uso - 1989 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 18.653,04 | 31,4 |
| Área Agrícola | 39.042,81 | 65,6 |
| Ambientes Aquáticos | 1.640,07 | 2,8 |
| Área Urbana | 162,72 | 0,3 |

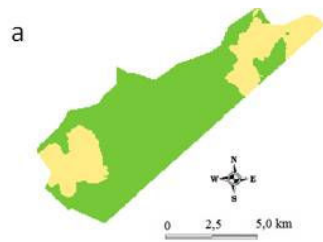


| Classes de uso - 1999 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 15.582,60 | 26,2 |
| Área Agrícola | 41.924,43 | 70,5 |
| Ambientes Aquáticos | 1.631,16 | 2,7 |
| Área Urbana | 360,45 | 0,6 |



| Classes de uso - 2009 | Área | |
|-----------------------------------|-----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 16.621,92 | 27,9 |
| Área Agrícola | 41.367,06 | 69,5 |
| Ambientes Aquáticos | 1.066,05 | 1,8 |
| Área Urbana | 443,61 | 0,7 |

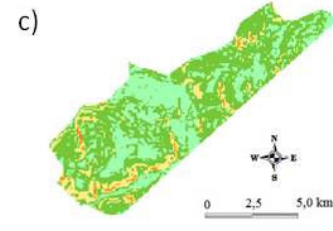
Mapas da UGP-7: a) altimetria; b) orientação de vertentes; c) declividade; d) geologia; e) tipos de solo; f) formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



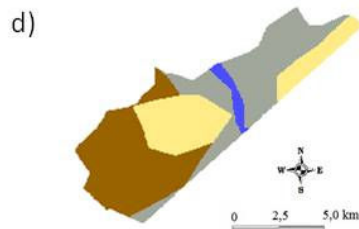
| Altimetria | Área | |
|-------------|----------|------|
| | ha | % |
| 500 a 600 m | 3.139,74 | 73,7 |
| 600 a 700 m | 1.123,02 | 26,3 |



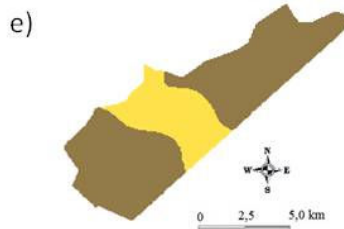
| Direção de vertentes | Área | |
|----------------------|--------|------|
| | ha | % |
| 0 a 45° | 591,03 | 13,9 |
| 45 a 90° | 535,32 | 12,6 |
| 90 a 135° | 525,24 | 12,3 |
| 135 a 180° | 518,04 | 12,2 |
| 180 a 225° | 367,02 | 8,6 |
| 225 a 270° | 467,82 | 11,0 |
| 270 a 315° | 599,49 | 14,1 |
| 315 a 360° | 654,39 | 15,4 |



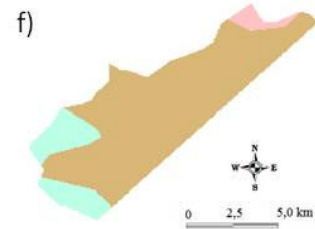
| Declividade (%) | Área | |
|-----------------|----------|------|
| | ha | % |
| 0 a 3 | 1.442,88 | 33,8 |
| 3 a 8 | 2.289,24 | 53,7 |
| 8 a 13 | 467,73 | 11,0 |
| 13 a 20 | 60,75 | 1,4 |
| 20 a 45 | 2,16 | 0,1 |
| acima de 45 | 0,00 | 0,0 |



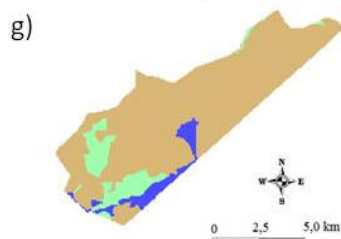
| Geologia | Área | |
|--|----------|-------|
| | ha | % |
| Formação Corumbataí, Grupo Passa Dois | 1.451,88 | 34,07 |
| Água | 128,34 | 3,01 |
| Formação Botucatu Pirambóia, Grupo São Bento | 1.572,30 | 36,89 |
| Período Cenozóico | 1.109,25 | 26,03 |



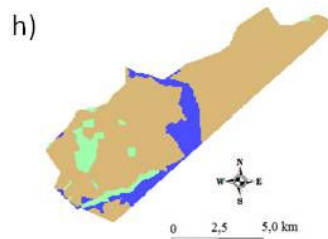
| Tipos de Solo | Área | |
|---------------|----------|------|
| | ha | % |
| Gleissolos | 1.028,25 | 24,1 |
| Latossolos | 3.232,35 | 75,9 |



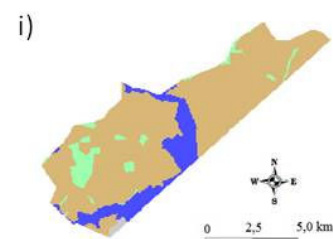
| Relevo | Área | |
|----------------|----------|------|
| | ha | % |
| Morros | 141,75 | |
| Arredondados | | 3,3 |
| Colinas Amplas | 3.478,77 | 81,6 |
| Morros Amplos | 642,24 | 15,1 |



| Classes de uso - 1989 | Área | |
|-----------------------------------|----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 437,76 | 10,3 |
| Área Agrícola | 3.574,35 | 83,9 |
| Ambientes Aquáticos | 247,50 | 5,8 |
| Área Urbana | 0,00 | 0,0 |

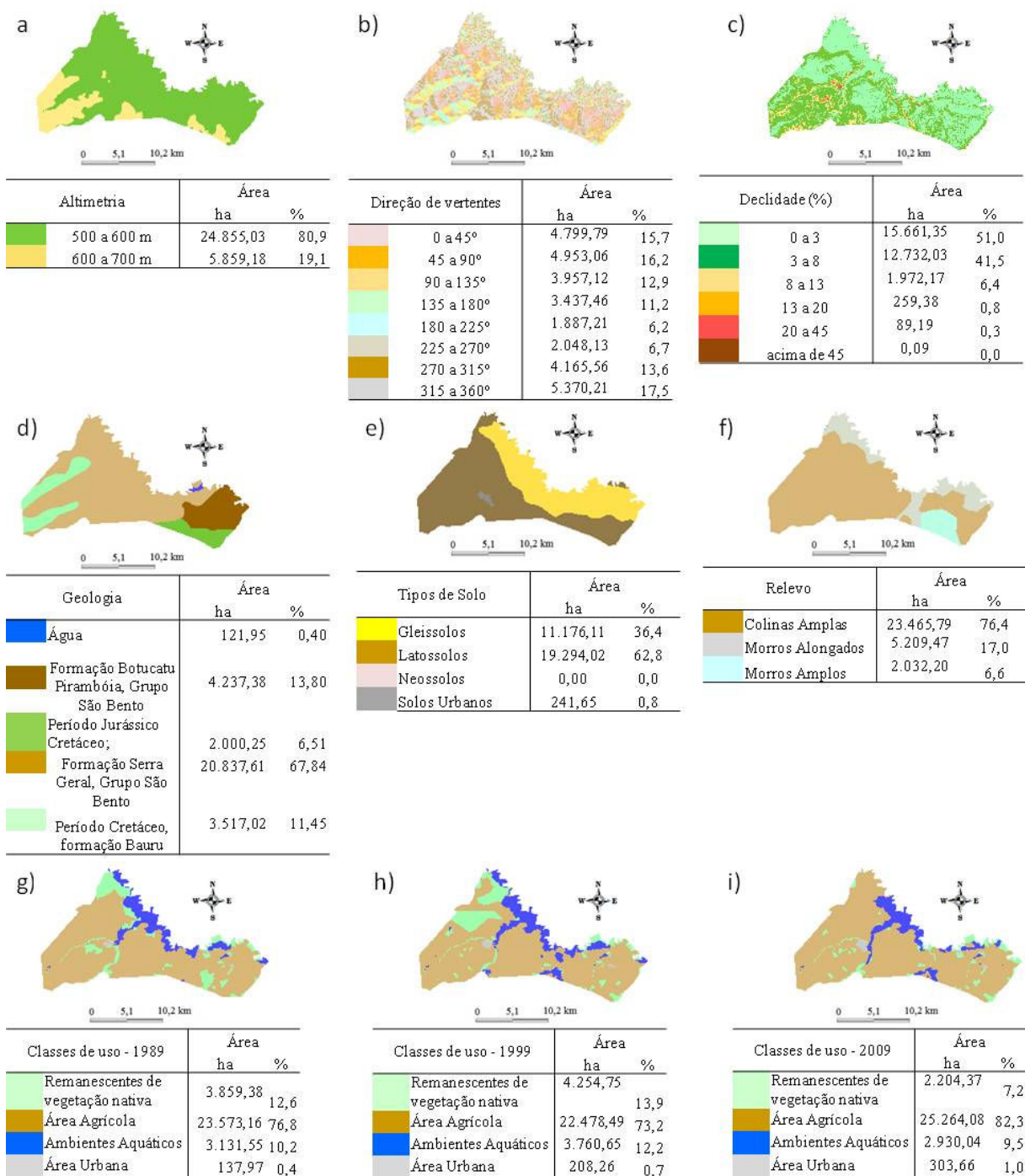


| Classes de uso - 1999 | Área | |
|-----------------------------------|----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 286,20 | 6,7 |
| Área Agrícola | 3.480,57 | 81,7 |
| Ambientes Aquáticos | 492,84 | 11,6 |
| Área Urbana | 0,00 | 0,0 |

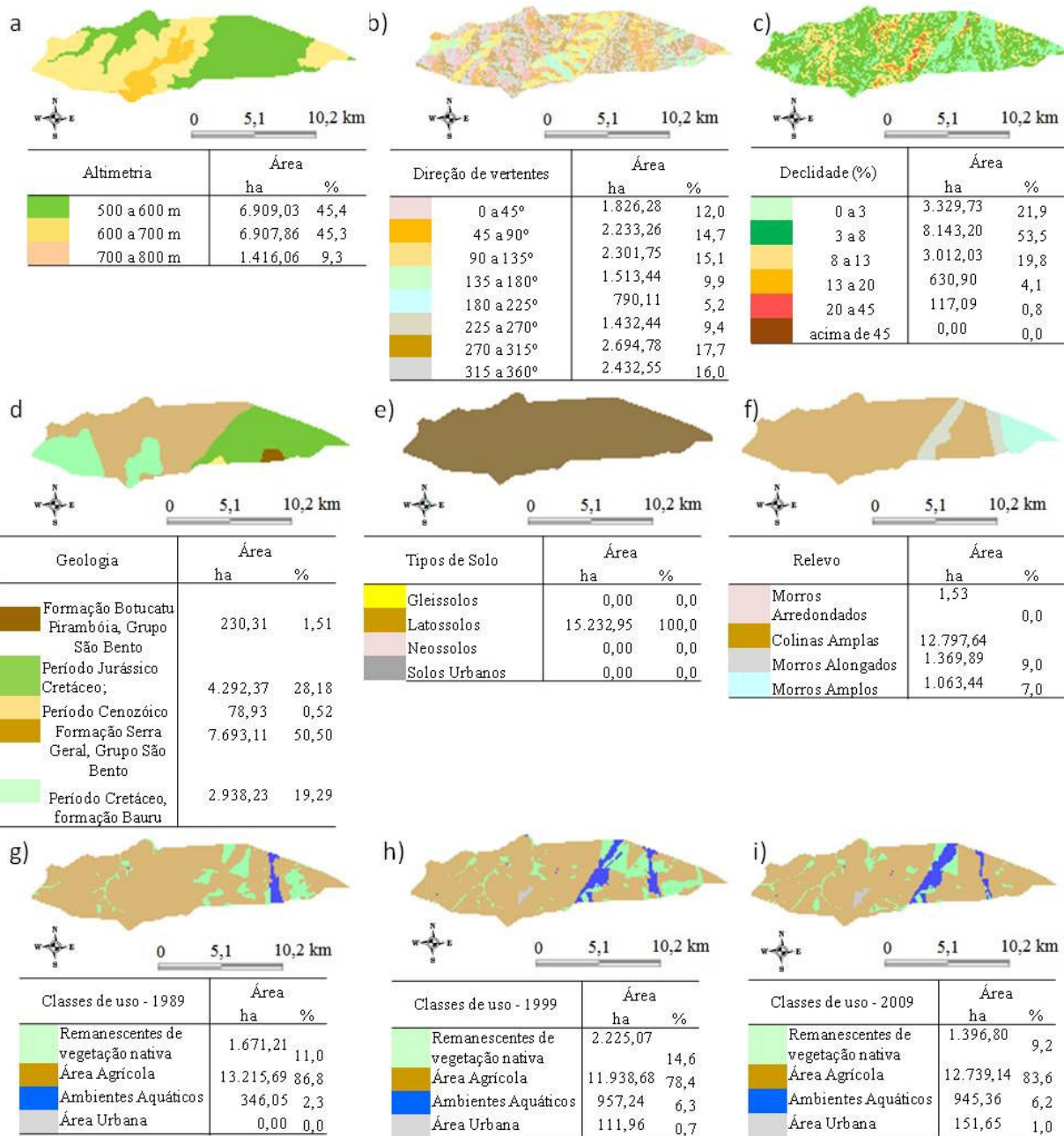


| Classes de uso - 2009 | Área | |
|-----------------------------------|----------|------|
| | ha | % |
| Remanescentes de vegetação nativa | 265,68 | 6,2 |
| Área Agrícola | 3.398,04 | 79,8 |
| Ambientes Aquáticos | 566,37 | 13,3 |
| Área Urbana | 29,52 | 0,7 |

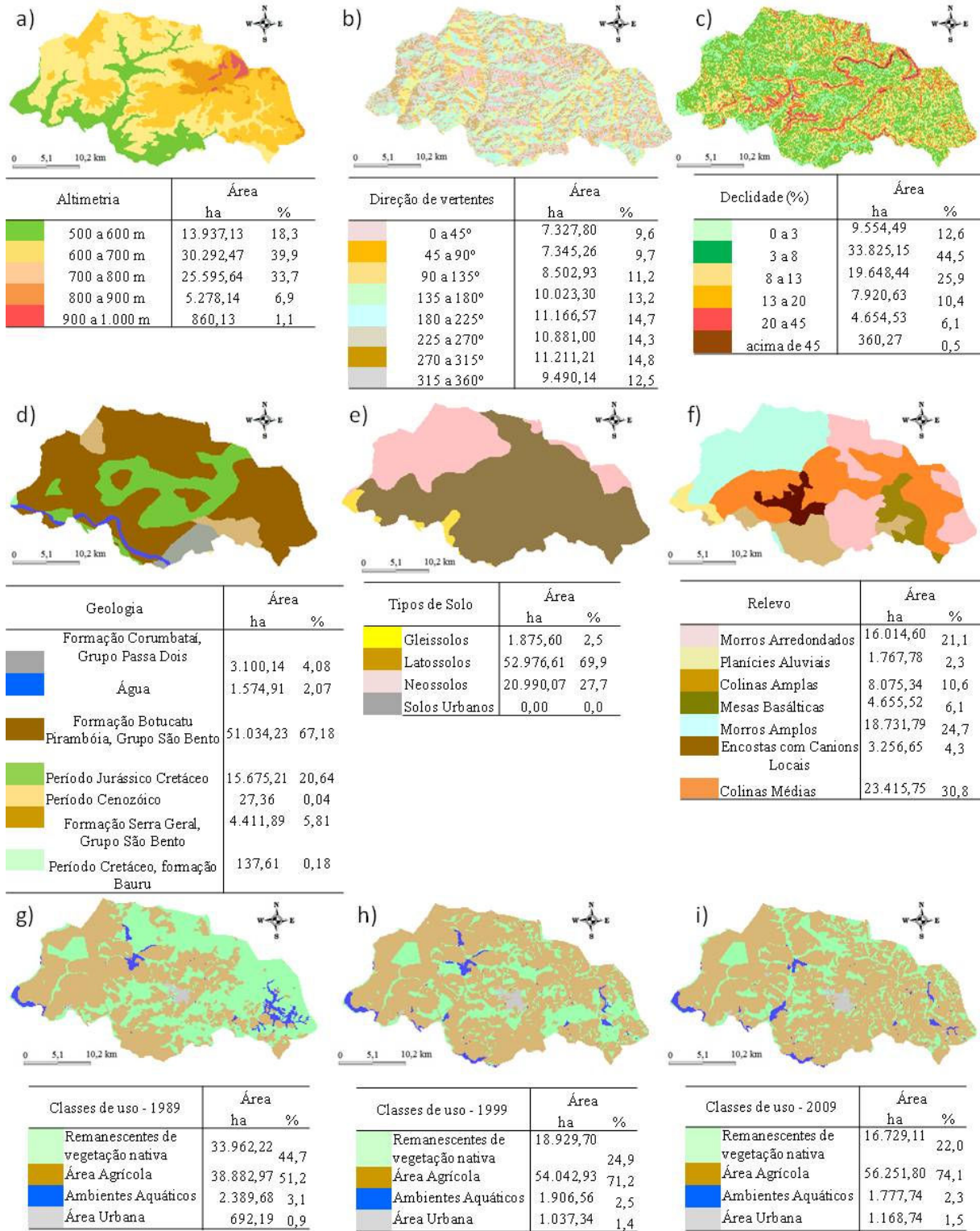
Mapas da UGP-8: a) altimetria; b) orientação de vertentes; c) declividade; d) geologia; e) tipos de solo; f) formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



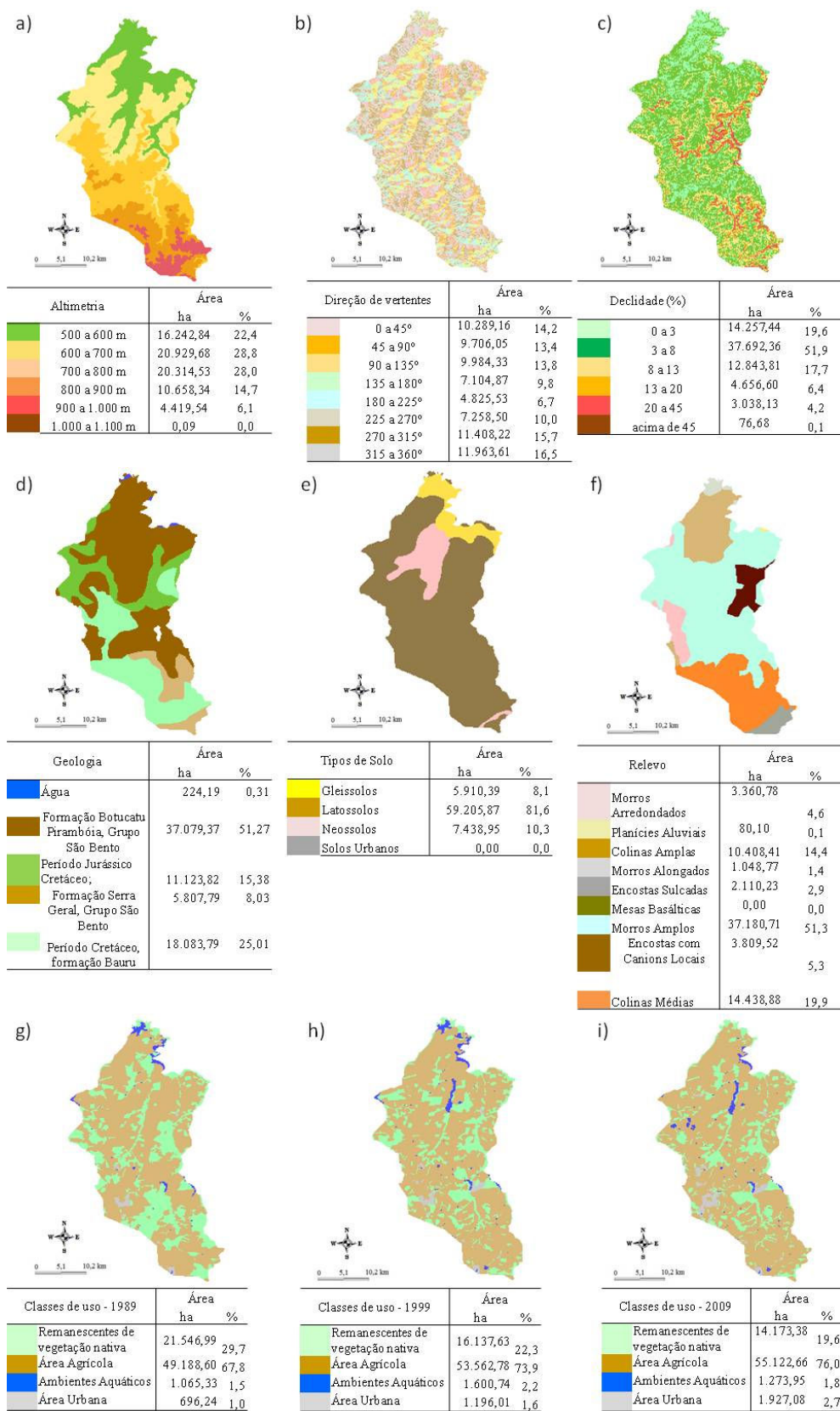
Mapas da UGP-9: a) altimetria; b) orientação de vertentes; c) declividade; d) geologia; e) tipos de solo; f) formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



Mapas da UGP-10: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



Mapas da UGP-11: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.



Mapas da UGP-12: a)altimetria; b)orientação de vertentes; c)declividade; d)geologia; e) tipos de solo; f)formas de relevo; g) classes de uso da terra em 1989; h) classes de uso da terra em 1999; i) classes de uso da terra em 2009.

APENDICE F – Área ocupada (em ha) nas classes altimétricas nas áreas naturais das unidades geomorfológicas em 1989, 1999 e 2009.

| Unidade | 500 a 600 m | 600 a 700 m | 700 a 800 m | 800 a 900 m | 900 a 1.000 m | 1.000 a 1.100 m |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| UGH | 150.393,78 | 158.554,62 | 92.056,77 | 21.454,11 | 6.612,30 | 0,09 |
| UGH 1989 | 35.750,52 | 40.562,01 | 30.538,89 | 8.378,19 | 1.657,89 | 0,00 |
| UGH 1999 | 32.600,34 | 30.730,32 | 20.254,41 | 3.973,41 | 941,94 | 0,00 |
| UGH 2009 | 28.555,02 | 28.805,40 | 15.827,94 | 3.822,39 | 812,88 | 0,00 |
| UGM-1 - TOTAL | 69.487,02 | 120.963,87 | 79.787,88 | 21.435,30 | 6.612,30 | 0,09 |
| UGM-1- 1989 | 18.811,62 | 35.112,78 | 28.956,51 | 8.338,95 | 1.657,89 | 0,00 |
| UGM-1 -1999 | 17.361,18 | 25.597,53 | 19.016,55 | 3.962,70 | 941,94 | 0,00 |
| UGM-1 - 2009 | 16.060,77 | 24.619,59 | 15.048,27 | 3.804,66 | 812,88 | 0,00 |
| UGM-2 - TOTAL | 4.858,83 | 3.054,96 | 2.418,48 | 18,81 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-2 -1989 | 1.323,99 | 952,83 | 947,16 | 10,44 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-2 -1999 | 190,35 | 562,59 | 636,66 | 6,48 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-2 -2009 | 281,88 | 506,70 | 254,25 | 6,48 | 0,00 | 0,00 |
| UGM 3 - TOTAL | 76.047,93 | 34.535,79 | 9.850,41 | 9.850,41 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-3 -1989 | 15.569,19 | 4.464,72 | 582,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-3 -1999 | 15.000,75 | 4.556,70 | 586,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGM-3 -2009 | 12.164,94 | 3.658,86 | 509,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

APENDICE G – Área ocupada (em ha) nas classes altimétricas nas áreas naturais das unidades geopolíticas em 1989, 1999 e 2009.

| Unidade | Ano | Área (ha) | | | | |
|---------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 500 a 600 m | 600 a 700 m | 700 a 800 m | 800 a 900 m | 900 a 1.000 m |
| UGP1 | 1989 | 1.141,92 | 1.811,70 | 283,95 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 836,64 | 432,09 | 40,77 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 903,42 | 465,84 | 81,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-2 | 1989 | 1.141,92 | 1.811,70 | 283,95 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 1.261,80 | 2.024,01 | 288,63 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 1.209,96 | 1.634,13 | 312,48 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-3 | 1989 | 592,83 | 1.032,12 | 373,41 | 5,04 | 0,00 |
| | 1999 | 393,48 | 371,97 | 49,77 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 584,46 | 579,33 | 184,50 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-4 | 1989 | 3.969,99 | 5.832,09 | 5.490,00 | 758,52 | 305,28 |
| | 1999 | 5.156,28 | 6.184,26 | 5.923,71 | 805,23 | 264,33 |
| | 2009 | 3.090,06 | 4.811,04 | 3.872,97 | 575,55 | 246,78 |
| UGP-5 | 1989 | 3.785,13 | 633,60 | 4,50 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 3.200,94 | 760,68 | 11,88 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 3.061,35 | 573,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-6 | 1989 | 0,00 | 404,55 | 835,20 | 60,66 | 0,00 |
| | 1999 | 0,00 | 221,49 | 425,43 | 20,97 | 0,00 |
| | 2009 | 0,00 | 236,07 | 343,08 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-7 | 1989 | 8.775,09 | 8.154,99 | 1.160,01 | 562,95 | 0,00 |
| | 1999 | 8.366,67 | 6.670,98 | 436,32 | 108,63 | 0,00 |
| | 2009 | 8.782,92 | 6.521,76 | 853,47 | 463,77 | 0,00 |
| UGP-8 | 1989 | 261,90 | 175,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 143,82 | 142,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 121,50 | 144,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-9 | 1989 | 3.600,99 | 258,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 4.083,57 | 171,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 2.008,80 | 195,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-10 | 1989 | 1.358,91 | 312,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 | 1.668,42 | 550,53 | 6,12 | 0,00 | 0,00 |
| | 2009 | 962,73 | 433,53 | 0,54 | 0,00 | 0,00 |
| UGP-11 | 1989 | 4.930,02 | 12.928,41 | 13.125,96 | 2.310,93 | 666,90 |
| | 1999 | 2.740,14 | 7.209,18 | 7.569,00 | 1.254,51 | 156,87 |
| | 2009 | 2.740,14 | 7.209,18 | 7.569,00 | 1.254,51 | 156,87 |
| UGP-12 | 1989 | 5.669,91 | 5.028,75 | 5.801,31 | 4.361,31 | 685,71 |
| | 1999 | 4.226,94 | 5.287,23 | 4.389,66 | 1.713,06 | 520,74 |
| | 2009 | 4.458,69 | 4.033,89 | 3.584,43 | 1.727,46 | 368,91 |
| UGP-13 | 1989 | 806,94 | 3.485,70 | 3.310,56 | 300,24 | 0,00 |
| | 1999 | 491,13 | 695,43 | 1.104,48 | 68,04 | 0,00 |
| | 2009 | 354,15 | 1.512,27 | 1.641,60 | 97,83 | 0,00 |