

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GUARAÇAU, GUARULHOS (SP), COM BASE NO MAPA DE USO DA TERRA E ASPECTOS MORFOMÉTRICOS*GEOENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE RIBEIRÃO GUARAÇAU WATERSHED, GUARULHOS (SP), BASED ON THE LAND USES MAP AND MORFOMETRIC ASPECTS*Tauan Fellipe Bandeira RIBEIRO¹, Marcio Roberto Magalhães de ANDRADE², Sandra Emi SATO², Marcelo Tomaz dos SANTOS¹, Antonio Roberto SAAD².

RESUMO: O desenvolvimento da sociedade moderna, principalmente a urbana, tem ocorrido de forma desordenada, isenta de qualquer planejamento, à custa de níveis, cada vez maiores, de poluição e de degradação ambiental. Como resultados desse cenário em desequilíbrio verificam-se impactos significativos, que comprometem a qualidade ambiental, notadamente das grandes metrópoles. Guarulhos localiza-se na porção nordeste da Região Metropolitana de São Paulo, possui uma grande concentração de drenagens, principalmente na sua porção norte, tendo a necessidade de conhecer, mapear, verificar a qualidade dos seus corpos d' água e, principalmente, de conhecer o uso da terra em nível de detalhe. O trabalho analisou do ponto de vista geoambiental a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau, através do mapeamento do uso da terra e dos aspectos morfométricos. Os dados foram tratados de forma qualitativa e organizados através de uma hierarquia de componentes e atributos em banco de dados permitindo a realização de análises multivariadas através de operações de busca. Esta avaliação abre uma perspectiva interessante para a continuação dos estudos ambientais, substanciados no índice de estado trófico – IET da Bacia Hidrográfica do Guaraçau, assim como avaliação das condições da qualidade das águas do Lago Azul que tem sido utilizada para fins de recreação primária pela população local.

Palavras-chave: Guarulhos. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau. Análise Geoambiental.

ABSTRACT: The modern society's development, remarkably the urban one, has occurred in a disordered way, without a city planning, at the expense of rising levels of pollution and environmental de-gradation. As a result of this unbalanced scenario, we can find significant impacts, which compromise the quality of the environment, especially in major cities. Guarulhos is located in the northeast portion of the Metropolitan Region of São Paulo and has a large concentration of drainage, especially in its northern portion, needing to know, to map and check the quality of its water bodies, mainly in knowing the use and occupation of the land uses with details. This paper analyzed the Ribeirão Guaraçau's Hydrographic Basin using the geoenvironmental point of view, based on the land use mapping and morphometric aspects. The data have been processed in a qualitative manner and organized through a hierarchy of components and attributes in a database, making possible multivariate analysis made through searching operations. This evaluation start up an interesting perspective to the continuation of environmental studies in the Trophic Stage Index - TSI from Guaraçau Watershed, just like the evaluation of the condition of water quality in the Lago Azul that have been utilized for primary recreation by the local population

Keywords: Guarulhos. Ribeirão Guaraçau Watershed. Geoenvironmental Analysis.

1- Mestrando do Programa de Mestrado em Análise Geoambiental. Universidade de Guarulhos. E-mail: tauan_fribeiro@edu.ung.br, marcelo_santos@ung.br.

2- Programa de Mestrado em Análise Geoambiental. Universidade de Guarulhos. E-mail: asaad@prof.ung.br, mmandrade@prof.ung.br

3- Docente da Universidade de Guarulhos. E-mail: sasato@prof.ung.br.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade moderna, principalmente a urbana, tem ocorrido de forma desordenada, isenta de qualquer planejamento, à custa de níveis cada vez maiores de degradações ambientais. Como resultado desse cenário em desequilíbrio, verificam-se impactos significativos, que comprometem a qualidade ambiental, notadamente das grandes metrópoles. O Município de Guarulhos, localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e considerado a segunda maior cidade do Estado de São Paulo, encontra-se em franca expansão urbana e não fogem à regra de ter problemas de planejamento, induzidos pelo seu desenvolvimento industrial, viário, aeroportuário, de serviços e por significativas obras civis, como por exemplo, a construção do Rodoanel, trecho norte (OLIVEIRA et al., 2005).

Guarulhos possui uma grande concentração de drenagens, principalmente na sua porção norte, em áreas de mananciais, que constituem diversas bacias hidrográficas. Nesse sentido, há necessidade de conhecer, mapear e verificar, em nível de detalhe, a qualidade dos seus corpos d' água, em função do uso da terra, com o intuito de diagnosticar os problemas ambientais que eventualmente possam estar presentes. A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau, objeto de estudo desse trabalho em escala 1:10.000, é uma das bacias hidrográficas da

porção norte do município de Guarulhos e contempla uma série de alterações de seus parâmetros naturais, que resultam em impactos ambientais relacionados ao comportamento hídrico e ao escoamento superficial.

O objetivo principal deste trabalho foi o de elaborar a análise geoambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau no município de Guarulhos, sendo utilizado para isso o mapeamento o uso da terra, na escala 1:10.000, e a avaliação dos parâmetros morfométricos da bacia. Este estudo representa um importante subsídio para futuros trabalhos que envolvam pesquisas relacionadas à degradação ambiental, em especial à poluição hídrica.

ASPECTOS RELACIONADOS À PAISAGEM GUARULHENSE

Localização

Localizado na porção nordeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o município de Guarulhos é um dos 39 municípios que a integra. Possui como limites os municípios de Arujá (leste), Itaquaquecetuba (sudeste), Mairiporã (noroeste), Nazaré Paulista (norte), São Paulo (sul, sudoeste, oeste) e Santa Isabel (nordeste) como pode ser observado na Figura 01 (ACKLAS JR; CASADO; ETCHEBEHERE, 2003).

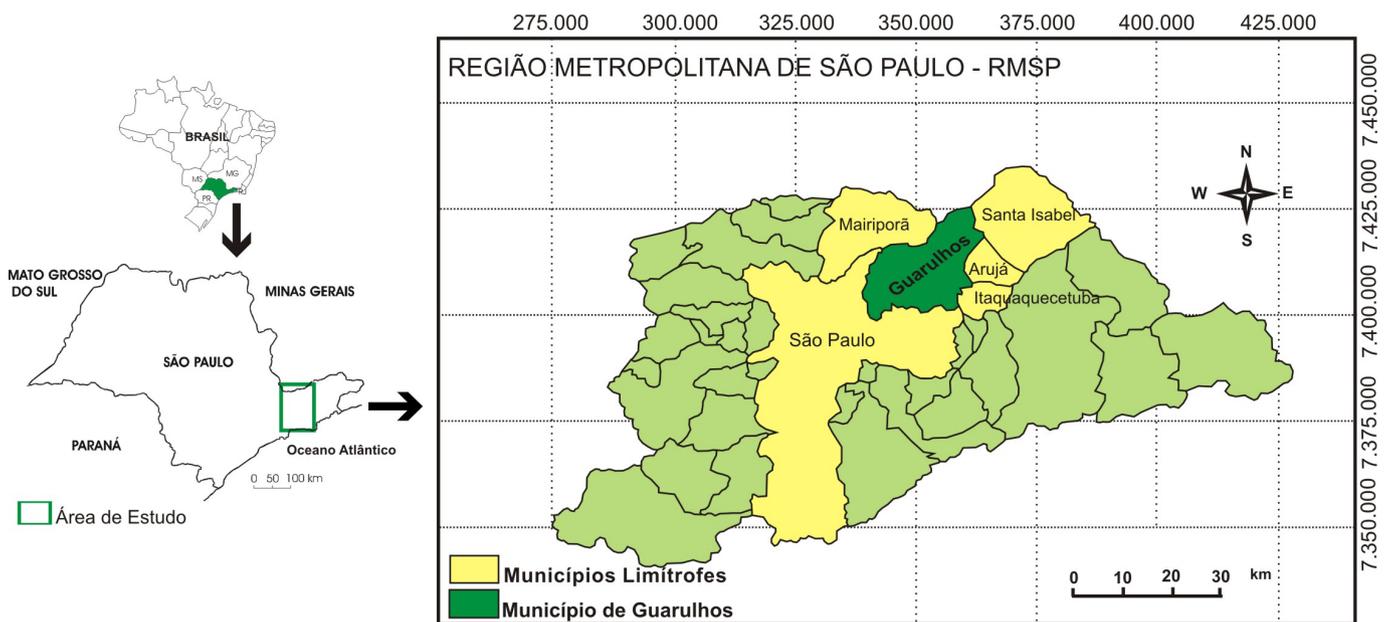


Figura 01: Mapa de localização do município de Guarulhos na RMSP (modificado de ACKLAS JR; CASADO; ETCHEBEHERE, 2003).

Figure 01: Localization Map of the Guarulhos municipality in the MRSP (modified from ACKLAS JR; CASADO; ETCHEBEHERE, 2003).

Relevo

De acordo com Andrade et al. (2008), o município de Guarulhos está sobre o Planalto Atlântico que corresponde a uma grande unidade geomorfológica do relevo do Brasil meridional e do Estado de São Paulo conforme Figura 02:

Ainda segundo Andrade et al. (2008), o relevo mais acidentado do território de Guarulhos, composto especialmente por morros e montanhas ao norte e nordeste do município, está associado aos terrenos cristalinos, que apresentam uma densa rede de drenagem. Os aspectos mais marcantes desse relevo são as encostas longas e com alta declividade (inclinação), as grandes elevações e os vales muito encaixados. Encontram-se nesta região as serras denominadas de Pirucaia (Cantareira), Bananal e de Itaberaba (Pico do Gil), que atingem mais de 1000 m de altitude.

O Pico do Gil ou do Itaberaba, ponto culminante do município situado no extremo nordeste na divisa com o município de Nazaré Paulista, tem altitude de 1.422 m que é muito superior a do pico do Jaraguá (município de São Paulo) e do Pico do Urubu, na Serra do Itapeti (município de Mogi das Cruzes), ambos com 1.135 m. Esse fato indica que Guarulhos possui a maior elevação da Região Metropolitana de São Paulo.

Em contrapartida, na região sul de Guarulhos a topografia é mais rebaixada e forma um relevo de colinas e planícies com um padrão de drenagem com densidade menor. Neste caso o relevo apresenta encostas que, no geral, apresentam comprimentos e declividades menores, ocorrendo planícies mais abertas nos fundos de vale. Esta região encontra-se associada aos sedimentos da Bacia de São Paulo e às aluviões quaternárias.

A menor altitude encontrada em Guarulhos ocorre junto ao córrego do Jaguari, na divisa com o município de Arujá com 660 m. Também merece destaque a foz do Rio Cabuçu de Cima, próximo à barragem da Penha no rio Tietê, na divisa com o município de São Paulo, com cota de 720 m.

Devido ao relevo mais suave, foi na região sul que se iniciou o povoamento, a formação da vila, futura freguesia, dos bairros e do centro. Ali se desenvolveu a urbanização e industrialização de forma relativamente mais favorável sob o ponto de vista topográfico e geotécnico. Entretanto, grande impacto teve a ocupação das várzeas, como foi o caso de alguns loteamentos e do próprio aéro-

porto, que geram áreas de risco a enchentes, agravadas pela intensa impermeabilização do solo devida ao crescimento da cidade. As planícies aluvionares quaternárias são geotecnicaamente desfavoráveis quanto à fundação e à estabilidade de cortes, especialmente em obras de escavações subterrâneas.

Nos locais com a ocorrência de relevo de morros e montanhas ao norte nos terrenos cristalinos, a paisagem ainda é predominantemente rural. Entretanto, o surgimento de alguns núcleos urbanos vem causando sérios problemas ao meio ambiente, tais como: desmatamento, erosão e assoreamento de corpos d' água, contaminação da água e do solo, assim como o surgimento de áreas de risco geológico, vulneráveis a escorregamentos. Enfim, essas ocupações se caracterizam por serem desordenadas, isentas de qualquer planejamento.

De acordo com GRAÇA (2007), as formas de relevo presentes no Planalto Atlântico, no Estado de São Paulo foram divididas em quatro grupos principais, conforme suas amplitudes.

O primeiro grupo relaciona os relevos de Planícies fluviais (Pf), Colinas pequenas (Cp), Colinas médias (Cm), Colinas e Morrotes (CMT), Morrotes (MT) e Morrotes pequenos (MTpq) com a superfície Neogênica devido ao subnívelamento de seus topos e sua associação com as drenagens principais.

O segundo grupo tem como característica fundamental relevos de maior energia, em função de fortes soerguimentos relativos de blocos tectônicos, originando assim dissecações profundas sobre as rochas cristalinas. Os relevos são: Montanhas (MH), Morros e Montanhas (MMH), Morros angulosos (Ma), Morros dissecados (Md), Morros paralelos (Mp) e Cristais (Cr).

O penúltimo grupo é formado exclusivamente por Morrotes de cimeira (MTc) e são considerados remanescentes da Superfície Paleogênica.

O quarto e último grupo, constituído por Escarpas (E) e Escarpas dissecadas (Ed), associadas às vertentes com facetas triangulares e trapezoidais. Esse grupo é considerado resultado de movimentação tectônica entre blocos.

Andrade (1999) ao pesquisar a respeito das características geotécnicas dos diferentes tipos de terreno que se encontram no município de Guarulhos apresentou um mapa geomorfológico que contempla as diferentes unidades de relevo, bem como seus parâmetros característicos (Figura 03 e Quadro 01).

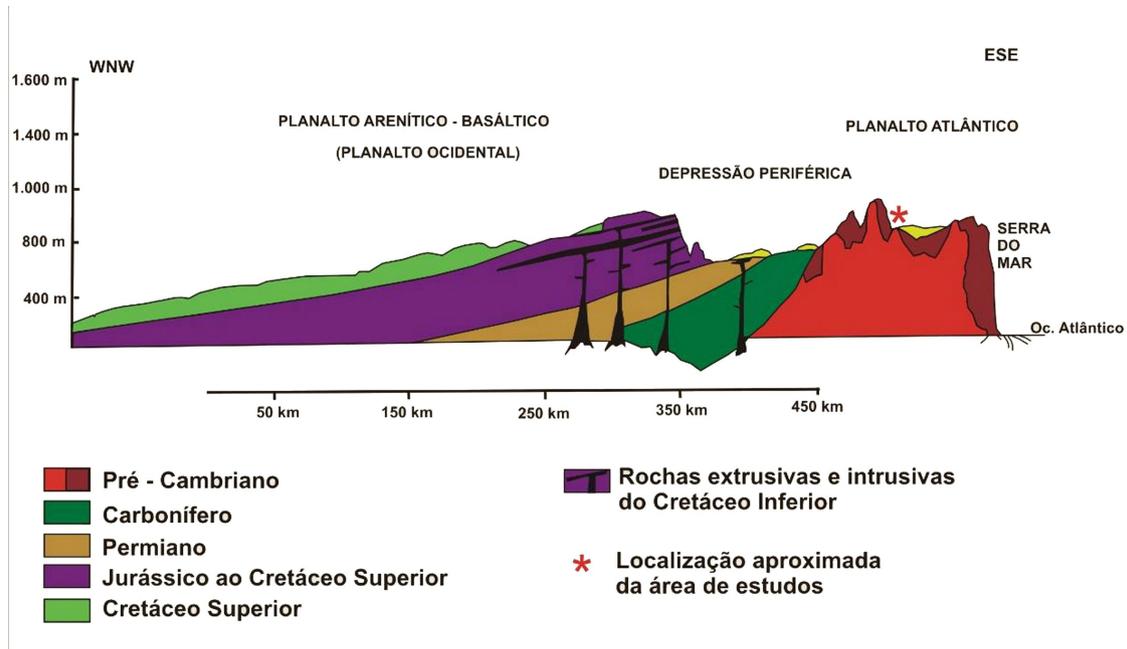


Figura 02: Perfil geológico-geomorfológico do Estado de São Paulo (ANDRADE, 1999).
Figure 02: Geological-geomorphological profile of the Sao Paulo State (ANDRADE, 1999).

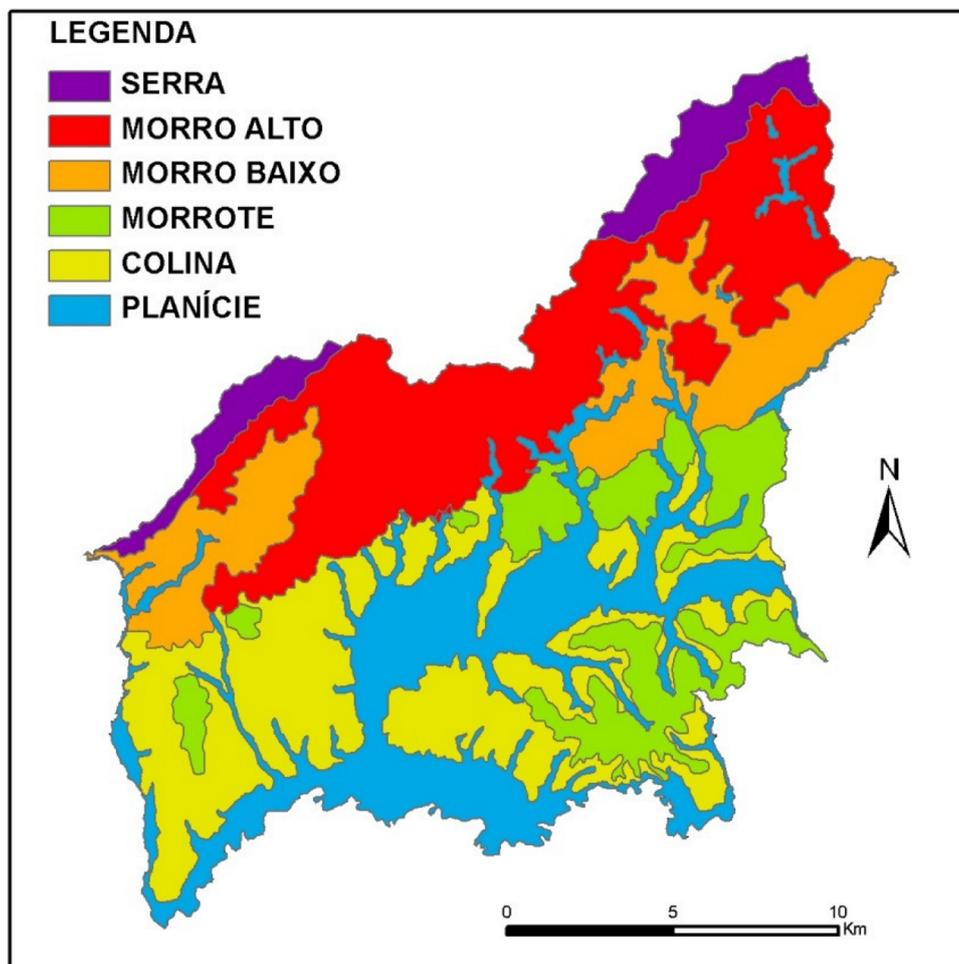


Figura 03: Mapa de relevo do território de Guarulhos (Andrade et. al., 2008).
Figure 03: Relief Map of the Guarulhos territory (Andrade et. al., 2008).

UNIDADE DE RELEVO	CARACTERÍSTICAS
Planície	Predominam declividades de até 5% e amplitudes inferiores a 10 metros. Canais de drenagem sinuosos quando não retificados.
Colinas	Predominam declividades de até 30% e amplitudes topográficas de até 40 metros. Padrão dendrítico a subparalelos com média densidade de drenagem.
Morrotes	Predominam declividades de até 30% e amplitudes topográficas de até 60 metros. Padrão dendrítico a subparalelo com média densidade de drenagem.
Morros Baixos	Predominam declividades com até 45% e amplitudes de até 100 metros. Padrão dendrítico com alta densidade de drenagem.
Morros Altos	Predominam declividades superiores a 45% e amplitudes de até 150 metros. Padrão dendrítico com alta densidade de drenagem.
Serras	Predominam declividades superiores a 45% e amplitudes superiores a 150 metros. Padrão dendrítico com alta densidade de drenagem.

Quadro 01: Classificação Morfológica do relevo em Guarulhos (Andrade et. al., 2008).

Chart 01: Morphological Classification of the Guarulhos relief (Andrade et. al., 2008).

Litologias e Solos predominantes

Segundo Andrade et al. (2008), o território de Guarulhos é constituído por dois conjuntos litológicos distintos: os terrenos do embasamento cristalino do Pré-Cambriano e os terrenos sedimentares do Cenozóico, períodos Paleógeno e Quaternário, como pode ser observado na Figura 04.

Os terrenos cristalinos se distribuem, principalmente, na região norte do território. Eles são formados por rochas magmáticas tais como os granitos e dioritos; e metamórficas como os migmatitos, anfíbolitos, micaxistos, filitos e quartzitos.

Os terrenos sedimentares Terciários correspondem à denominada Bacia Sedimentar de São Paulo e se distribuem na região sul do território. A Bacia de São Paulo é hoje entendida como uma das unidades integrantes do denominado Rift Continental do Sudeste do Brasil - RCSB (RICCOMINI, 1989).

Os terrenos Quaternários correspondem de forma expressiva às aluviões nos fundos dos vales que estão em formação até os dias de hoje, especialmente relacionados aos rios Tietê, Cabuçu de Cima e Baquirivu-Guaçu, incluindo, ainda, os depósitos de encosta (colúvios) e as

coberturas pedológicas (solos) de forma generalizada.

Os solos predominantes em Guarulhos são os latossolos, variedade vermelho-amarelo e, secundariamente, os argissolos, ambos em geral muito argilosos. Em relevos de montanhas podem ser encontrados os cambissolos e neossolos, que são solos rasos sobre as rochas, enquanto nos fundos de vale encontram-se os gleissolos orgânicos e argilosos que podem ocorrer de forma expressiva nas várzeas dos rios Tietê e Baquirivu-Guaçu (ANDRADE; OLIVEIRA, 2008).

Hidrografia

O Município de Guarulhos está incluído nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê (UGRHI - 06) e do Paraíba do Sul (UGRHI - 02). A Figura 05 e a Tabela 01 apresentam as principais bacias hidrográficas do município.

Os limites com o município de São Paulo são estabelecidos, respectivamente, com o Rio Cabuçu de Cima a oeste de Guarulhos e com o rio Tietê a sul de Guarulhos. Faz limite ainda com o município de Arujá através do rio Jaguari. O Rio Baquirivu-Guaçu atravessa o município.

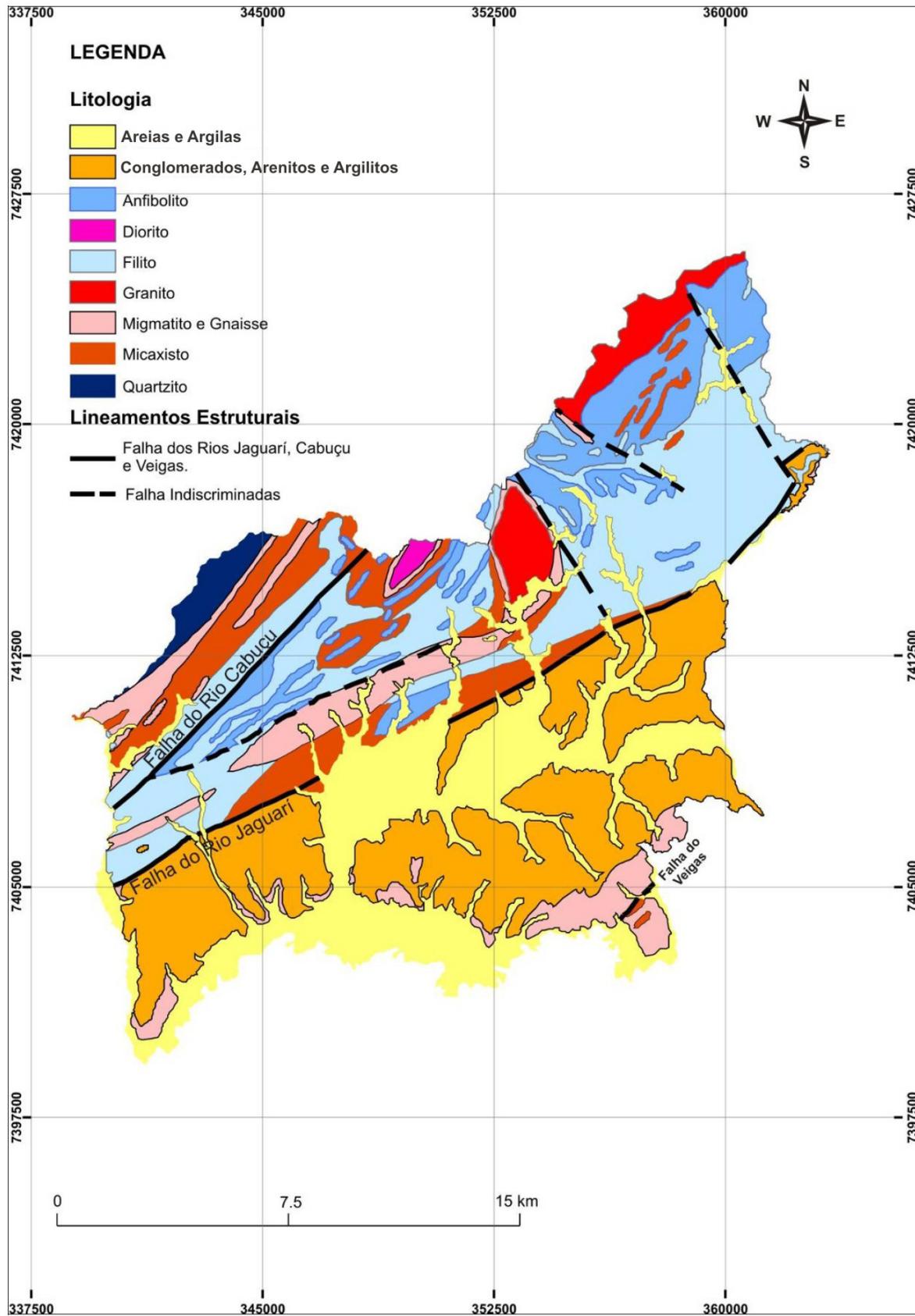


Figura 04: Mapa Litológico da cidade de Guarulhos (Andrade et al., 2008).
Figure 04: Lithologic Map of Guarulhos city (Andrade et al., 2008).

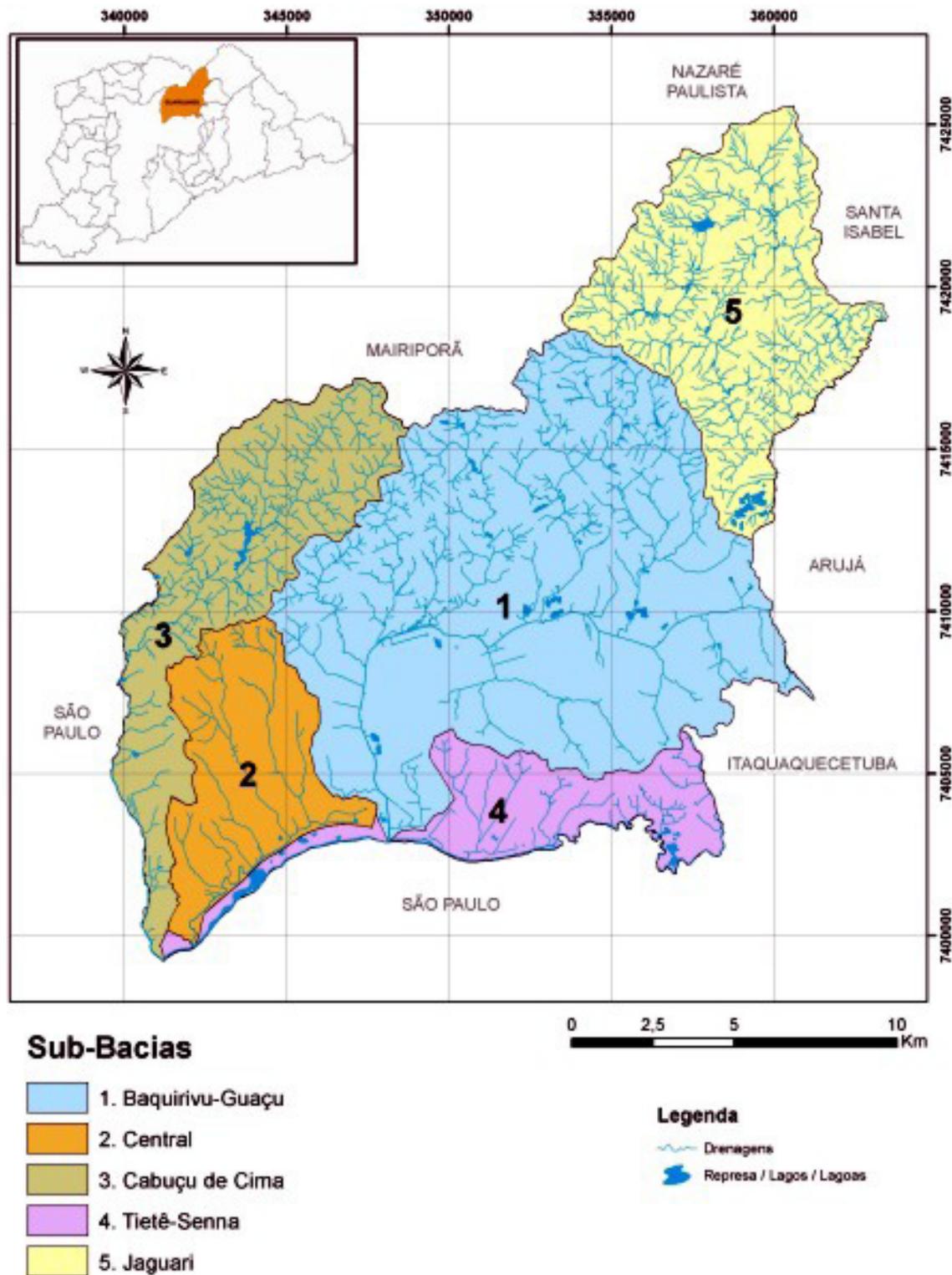


Figura 05: Bacias hidrográficas do município de Guarulhos (Andrade et al., 2008).
Figure 05: Watersheds of the municipality of Guarulhos (Andrade et al., 2008).

Tabela 01: Principais Bacias do Município de Guarulhos (Andrade et. al., 2008).

Table 01: Main Watersheds of the municipality of Guarulhos (Andrade et. al., 2008).

BACIA	SUB-BACIA	ÁREA APROXIMADA	% APROXIMADA
Alto Tietê	Baquirivu-Guaçu	149 km ²	46,6
	Cabuçu de Cima	49 km ²	15,3
	Central	33 km ²	10,3
Paraíba do Sul	Parati-mirim	4 km ²	1,3
	Jaguari	61 km ²	19,0

As sub-bacias em Guarulhos têm características diferenciadas em relação ao relevo. As sub-bacias do rio Cabuçu de Cima, do córrego do Jaguari e dos cursos contribuintes da margem direita do rio Baquirivu-Guaçu, têm suas cabeceiras formadas num relevo de morros e montanhas, sendo os canais encaixados e fortemente condicionados por estruturas tectônicas, formando um padrão de drenagem dendrítico a subparalelo, de alta densidade. Quando atingem a região da bacia sedimentar onde o relevo é formado principalmente por colinas, assim como os demais cursos d'água que surgem nesta região, mudam para uma densidade de drenagem baixa, em vales mais amplos, por vezes com canais meandrantés em planícies fluviais (Andrade et al, 2008).

Clima

Guarulhos situa-se na transição entre duas grandes zonas climáticas do planeta, delimitadas pelo Trópico de Capricórnio: a Zona Tropical e a Zona Temperada. A região desse município tem como característica principal uma maior presença de clima mesotérmico brando úmido, com um a dois meses secos. A temperatura média anual está entre 18°C e 19°C, sua média do mês mais frio inferior a 15°C, já nos meses de verão a média varia entre 23°C e 24°C. O índice pluviométrico está entre 1.250 e 1.500 mm/ano.

Como característica básica, tem-se o inverno seco e o verão chuvoso, com influência de frentes frias antárticas e da umidade proveniente do oceano Atlântico. O período chuvoso é marcado pela ocorrência de pancadas

de chuvas que podem atingir valores superiores a 50 mm acumulados em uma hora, sendo comum o processo de enchentes nestas ocasiões. Por outro lado, a umidade do ar pode atingir valores inferiores a 20%, em episódios problemáticos à saúde pública e risco de incêndios.

A área mais intensamente urbanizada da RMSP e de Guarulhos encontra-se numa região abrigada entre as Serras da Cantareira ao norte e do Mar ao sul, onde a circulação atmosférica nem sempre é favorável, existindo a possibilidade de eventos de baixa qualidade do ar, levando em consideração a enorme quantidade de gases lançados pelos veículos automotores da metrópole, indústrias e aeronaves, agravados ainda mais pelo fenômeno de inversão térmica que pode ocorrer nos períodos de inverno (Andrade et al, 2008).

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Materiais

Os materiais básicos, equipamentos e aplicativos utilizados neste trabalho foram disponibilizados pelo Laboratório de Geoprocessamento - UnG, sendo eles:

- Base cartográfica digital das folhas topográficas do levantamento sistemático da EMPLASA (recobrimento 1981, última atualização 1992) na escala 1:10.000 em formato matricial;
- Base cartográfica digital GISAT. Base única composta pela articulação das folhas topográficas do levantamento

sistemático do IBGE na escala 1:50.000 em formato vetorial;

- Imagem do satélite Ikonos do ano de 2007, composta pela banda pancromática, na forma digital em formato matricial;

- Softwares de geoprocessamento ArcGIS (versão 9.3), padrão de licença ArcInfo com extensões 3-D Analyst e Spatial Analyst e Google Earth, aplicativo disponível na web (versão livre);

- GPS Garmin Etrex de navegação.

Métodos

Os métodos e procedimentos aplicados foram os seguintes:

a) Montagem do banco de dados espaciais: O banco de dados espaciais foi elaborado pela reunião das bases cartográficas digitais e pela imagem de satélite, sistematizadas em ambiente de geoprocessamento utilizando-se o aplicativo ArcGIS. Os parâmetros cartográficos foram baseados na projeção UTM (fuso 23 Sul) sobre o datum SIRGAS 2000. O banco de dados ficou composto pela união de uma base cartográfica (cartas topográficas), uma base de imagem de satélite (Ikonos) e uma base temática (uso da terra).

b) Delimitação da bacia e caracterização morfométrica: A delimitação da área da bacia foi efetuada através do método de demarcação das linhas de cumieira. Este foi efetutado com base na interpretação das curvas de nível da base cartográfica da EMPLASA na escala 1:10.000. Os procedimentos adotados foram baseados em Coelho Netto e Avelar (1996). Considerando que a bacia hidrográfica do ribeirão Guaraçau é uma bacia de 4ª ordem, ela foi subdividida em três sub-bacias denominadas de Alto, Médio e Baixo Curso para o detalhamento dos parâmetros morfométricos e avaliação da vulnerabilidade junto com o uso da terra. Os parâmetros morfométricos considerados para a bacia foram a área, o perímetro, o comprimento segundo o eixo maior, o índice de circularidade, a exten-

são total dos canais, a densidade de drenagem, a amplitude altimétrica, a declividade média da bacia e do canal principal, tudo conforme apresentado por Christofolletti (1980). Os cálculos dos parâmetros morfométricos foram facilmente obtidos através de funções e procedimentos técnicos diretamente realizados no banco de dados do SIG utilizado, em especial com o uso das extensões XTOOLS e 3-D ANALYST.

c) Mapeamento do uso da terra: O mapeamento de uso da terra foi elaborado em três etapas, sendo a primeira referente à fotointerpretação e reconhecimento dos padrões homogêneos da cobertura terrestre; a segunda refere-se à definição de uma chave de classificação; e a última, corresponde ao mapeamento através da digitalização dos polígonos sobre a base imagem no banco de dados espaciais. A etapa de fotointerpretação baseou-se na identificação de aspectos visuais dos objetos observados que permite os reconhecer e identificá-los. Foram considerados então parâmetros como cor, textura, geometria (forma), tamanho, orientação, distribuição espacial, em especial. A partir do reconhecimento dos objetos, a etapa de classificação foi realizada com base na composição dos objetos e pela função destes no espaço, sendo adotada uma subdivisão hierárquica. As áreas urbanas, com destaque, foram avaliadas quanto ao padrão da ocupação através dos parâmetros relativos à densidade da ocupação (quantidade de lotes por unidade de área), ordenamento (disposição de ruas, quadras e lotes) e estágio da ocupação (nível de consolidação), conforme critérios apontados por Tominaga et al. (2004; 2005). O mapeamento a partir da digitalização sobre o banco de dados digital foi feito através do módulo de edição de polígonos. Considerando a escala do projeto (1:10.000), os polígonos mínimos foram definidos com uma dimensão de 50 x 50 metros (5x5mm), adotando-se o critério exposto pelo IBGE (2006). Foram efetuadas observações de campo para fundamentar o mapeamento, sendo utilizado um equipamento GPS para cadastro de pontos observados.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do trabalho estão divididos em

duas partes, sendo aqueles relativos ao mapeamento de uso da terra e da caracterização morfométrica.

Mapeamento de uso da terra

A partir da atividade de fotointerpretação e reconhecimento dos objetos observados na cobertura terrestre, foi inicialmente proposta uma chave de classificação que permite a subdivisão em objetos não urbanos (rurais) e urbanos, que por sua vez foram também subdivididos de forma hierárquica.

Os objetos não urbanos são compostos basicamente por áreas rurais com presença marcante de áreas verdes, bem como inclui lagos e solo exposto. As áreas verdes foram organizadas em cinco classes apresentadas a seguir:

- **FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA NATIVA (V1):** Fragmento de Floresta Atlântica;
 - **FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA EXÓTICA (V2):** Reflorestamento ou Silvicultura de Eucalipto ou Pinus;
 - **FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA (V3):** Formação arbórea (Mata aberta com árvores remanescentes de floresta e Pomar);
 - **CULTURAS AGRÍCOLAS (V4):** Vegetação rasteira plantada (Agricultura de hortaliças e outros);
 - **VEGETAÇÃO HERBÁCEA (V5):** Vegetação rasteira de campo (Pasto incluindo fragmentos arbustivos).
- Além das áreas verdes rurais, as outras classes associadas foram:
- **LAGO (L):** Corpo d'água resultante de represamento de curso d'água ou açude;
 - **SOLO EXPOSTO (SO):** Área degradada abandonada.

Os objetos urbanos são compostos basicamente por áreas com presença marcante de edificações, incluindo áreas residenciais, equipamentos particulares (galpões, indústrias, mercados) e públicos (praça, escola, posto de saúde). Os equipamentos particulares foram organizados nas classes apresentadas a seguir.

- **OCUPAÇÃO RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E DESORDENADA - FAVELA (R1):** Corresponde à ocupação residencial com alta a muito alta densidade (Áreas com lotes 100-50m²), consolidada, desordenada. Consistem em áreas com elevado grau de impermeabilização do solo;

- **OCUPAÇÃO RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E ORDENADA (R2):** Quadras com lotes 120-200m², consolidada, ordenada (Loteamento popular). Consistem em áreas com elevado grau de impermeabilização do solo;

- **OCUPAÇÃO RESIDENCIAL COM BAIXA DENSIDADE (R3) / CHÁCARA:** Corresponde a ocupações residenciais de baixa densidade (Quadras com lotes > 500 m²), consolidado, ordenado (Chácaras). Consistem em áreas com grau de impermeabilização do solo baixo.

O resultado do mapeamento de uso da terra é apresentado a seguir, conforme Figura 06, Tabela 2 e Figura 07.

Morfometria da Bacia

Os resultados da morfometria da área de estudo podem ser visualizados na Tabela 03.

Cabe destacar que no cálculo efetuado para a bacia hidrográfica como um todo, foi considerado um trecho identificado como "planície" que abrange a foz do Ribeirão Guaraçau, onde o canal apresenta declividade bastante reduzida. Este trecho não foi considerado no cálculo de declividade, pois afetaria de maneira significativa o valor final de Declividade média da bacia.

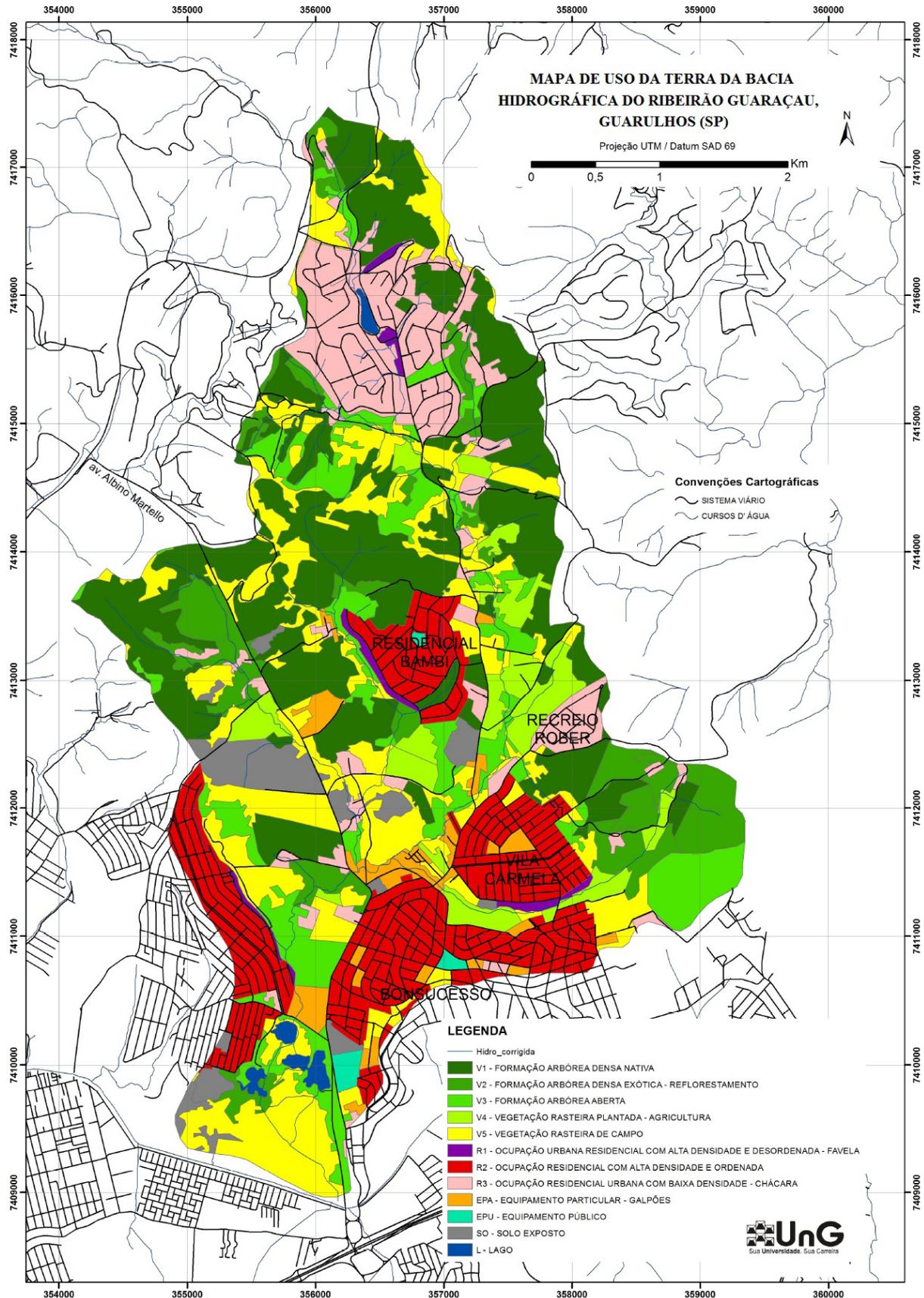


Figura 06: Mapa de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.
 Figure 06: Land Uses Map of the Ribeirão Guaraçau Watershed.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GUARAÇAU		
CLASSES DE USO DA TERRA		ÁREA TOTAL (m ²)
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA NATIVA	(V1)	4.979.839,64
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA EXÓTICA - REFLORESTAMENTO	(V2)	1.685.927,62
FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA	(V3)	2.039.462,82
VEGETAÇÃO RASTEIRA PLANTADA - AGRICULTURA	(V4)	1.101.807,38
VEGETAÇÃO RASTEIRA DE CAMPO	(V5)	3.655.168,19
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E DESORDENADA - FAVELA	(R1)	163.108,31
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E ORDENADA	(R2)	3.067.018,87
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM BAIXA DENSIDADE - CHÁCARAS	(R3)	2.175.555,28
EQUIPAMENTO PARTICULAR - GALPÕES	(EPA)	532.639,84
EQUIPAMENTO PÚBLICO	(EPU)	90.899,92
SOLO EXPOSTO	(SO)	707.247,87
LAGO	(L)	138.981,38

Tabela 02: Dimensões das áreas das diferentes classes de uso da terra da Bacia do Ribeirão Guaraçau.

Table 02: Dimensions of the different classes of land uses of the Ribeirao Guaraçau Watershed.

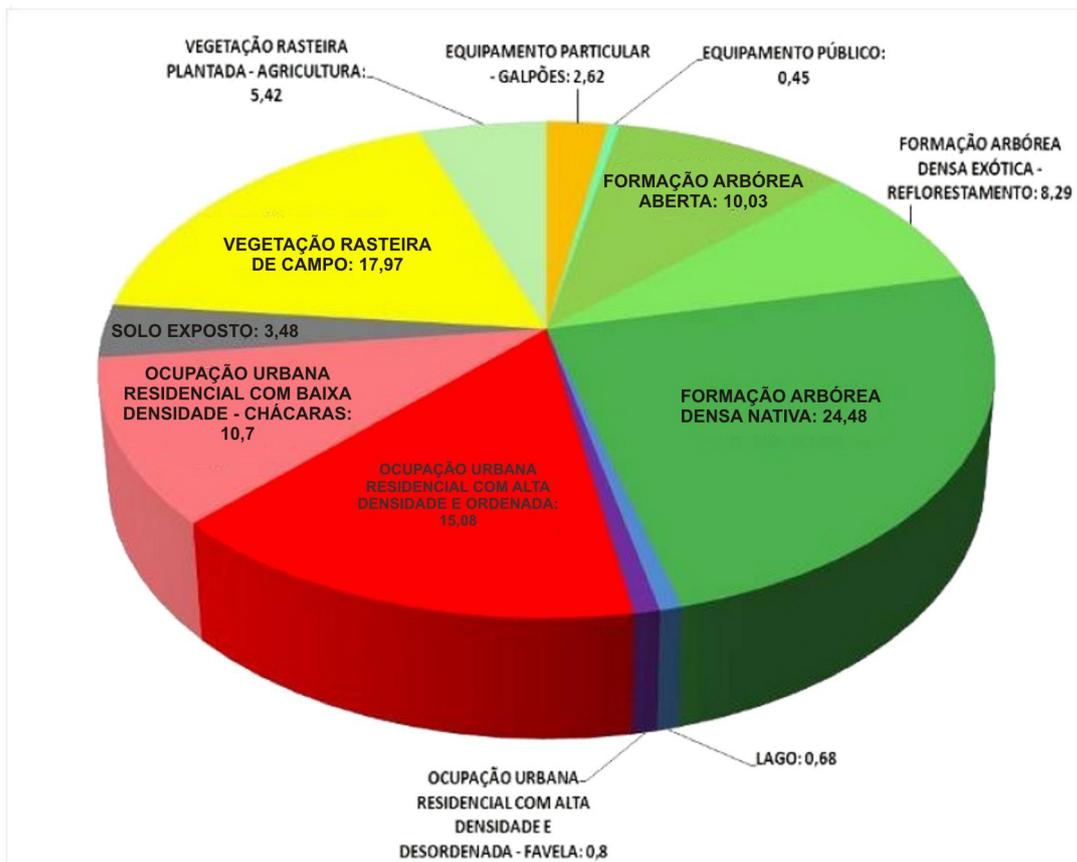


Figura 07: Área relativa (%) das classes de uso da terra da Bacia do Ribeirão Guaraçau.

Figure 07: Relative area (%) of the land uses classes of the Ribeirao Guaraçau Watershed.

Tabela 03: Dados morfométricos obtidos para a bacia do Ribeirão Guaraçau.

Table 03: Morphometric data obtained to the Ribeirao Guaraçau Watershed.

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	VALORES TOTAIS
ÁREAS (m ²)	20.339.159
PERÍMETRO (m)	25.084,69
COMPRIMENTO (m)	8.540
CIRCULARIDADE	0,41
EXTENSÃO DE CANAIS (m)	45.288,3
DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km ²)	2,33
AMPLITUDE (m)	244
DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)	13
DECLIVIDADE MÉDIA DO CANAL PRINCIPAL (%)	1,21
ORDEM	4 ^a

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau por meio do mapa de uso da terra e da caracterização morfométrica permitiu compreender os aspectos geoambientais da área estudada.

Na medida em que a área de estudo contempla áreas rurais e urbanas, essas informações podem contribuir para o planejamento socioambiental dos bairros envolvidos, bem como proporcionar um método passível de aplicação em outras bacias hidrográficas identificadas no município de Guarulhos, nas quais têm sido relatadas as mesmas condições aqui reconhecidas.

Esta avaliação abre uma perspectiva interessante para a continuação dos estudos ambientais, substanciados no índice de estado trófico – IET da Bacia Hidrográfica do Guaraçau, desde sua nascente até a foz no Rio Baquirivu Guaçu, à semelhança de Lopes (2013) para o Ribeirão Tanque Grande, assim como avaliação das condições da qualidade das águas do Lago Azul que tem sido utilizada para fins de recreação pela população local.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACKLAS JR, R.; CASADO, F.C.; ETCHEBEHERE, M.L.C. Análise de perfis longitudinais de drenagens do município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. **Revista Universidade Guarulhos Geociências**, Guarulhos, SP, v.8, n.6, p.64-78, 2003.

ANDRADE, M.R.M. **Cartografia de aptidão para assentamentos urbanos do Município de Guarulhos**. 1999. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ANDRADE, M.R.M; OLIVEIRA, A.O. Expansão urbana e problemas geoambientais do uso do solo em Guarulhos. In: OMAR, E.E.H. (Org.) **Guarulhos tem história: questões sobre história natural, social e cultural**. São Paulo: Ananda Gráfica e Editora, 2008. p. 47-55.

ANDRADE, M.R.M; OLIVEIRA, A.O.; QUEIROZ, E.; SATO, S.E.; BARROS, E.J.; BAGATTINI, G.; ALEIXO,

- A.A. Aspectos fisiográficos da paisagem guarulhense. In: OMAR, E.E.H. (Org.) **Guarulhos tem história: questões sobre história natural, social e cultural**. São Paulo: Ananda Gráfica e Editora, 2008. p. 25-37.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 1980. 200p.
- COELHO NETTO, A.L.; AVELAR, A.S. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.) **Geomorfologia. Exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996, p. 93-148.
- GRAÇA, B.A.. **Condicionantes geoambientais no processo histórico da ocupação territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo**. 2007. 137p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Manuais Técnicos em Geociências, número 7. IBGE, 2006.
- LOPES, J.C. **Índice de Estado Trófico da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande, Guarulhos (SP): análise comparativa entre as zonas rural e urbana**. 2013. 72p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos. 2013
- OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M.R.M.; SATO, S.E.; QUEIROZ, W. **Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos**. Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, 2009. 4v. Mapas. (Relatório FAPESP- Processo 05/57965-1).
- OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M.R.M.; QUEIROZ, W.; SATO, S.E. **Diagnóstico ambiental para o manejo sustentável do núcleo do Parque Estadual da Cantareira e áreas vizinhas do município de Guarulhos**. Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2005. 2v. (Relatório de Pesquisa FAPESP).
- RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. 256p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- TOMINAGA, L. K., FERREIRA, C. J., VEDOVELLO, R., TAVARES, R., SANTORO, J. Ocupação humana e riscos a processos de movimento de massa no Litoral Norte de São Paulo: avaliação dos fatores geoambientais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP. 2005, p. 1143-1159.
- TOMINAGA, L. K., FERREIRA, C. J., VEDOVELLO, R., TAVARES, R., SANTORO, J.; SOUZA, C. R. G.. Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do litoral norte de São Paulo: Conceitos e técnicas In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: SUPREMA, 2004, 12p. v. 1.