



CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL

MARCELO TOMAZ DOS SANTOS

**ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO GUARAÇAU, COM BASE NO MAPA DE USO DA
TERRA E ASPECTOS MORFOMÉTRICOS, ESCALA 1:10.000**

Guarulhos
2013

MARCELO TOMAZ DOS SANTOS

**ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO GUARAÇAU, COM BASE NO MAPA DE USO DA
TERRA E ASPECTOS MORFOMÉTRICOS, ESCALA 1:10.000**

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos
para obtenção do título de Mestre Análise
Geoambiental

Orientador: Prof. Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade

Guarulhos
2013



A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada “**Análise da Qualidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau, com base no mapa de uso da terra e aspectos morfométricos, escala 1:10.000**” em sessão realizada em 05 de Dezembro de 2013, considerou o candidato **Marcelo Tomaz dos Santos** aprovado.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes pesquisadores:

Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade

Orientador

Universidade Guarulhos - UnG

Profa. Dra. Ana Olívia Barufi Franco de Magalhães

Universidade Federal de Alfenas

Campus Avançado de Poços de Caldas

Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Universidade Guarulhos - UnG

Dedico este trabalho aos meus pais, minha esposa, aos meus filhos e aos meus orientadores e professores da UnG.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me dado forças e saúde suficientes para chegar até aqui.

Aos meus pais pela educação, correção e pela seriedade com que me ensinaram os caminhos do mundo, pelo esforço de cada um deles para poder educar 05 (cinco) filhos, pelas noites mal dormidas deles, por terem me incentivado a sempre seguir em frente, não importando a quantidade nem o tamanho dos obstáculos. Agradecer pelo empenho com que sempre se dedicaram a nós, os filhos, pelo esforço empregado em trabalhar por horas e horas para poder colocar na mesa, de maneira digna e honesta, o alimento e o pão diário.

Aos meus colegas de turma, que desde a graduação estivemos juntos, Ivan Guedes, David Luiz Pires Maciel e Willian Queiroz, aos professores da UnG que, desde o início da minha jornada acadêmica se tornaram não apenas mestres, mas companheiros e amigos.

Aos meus amigos, irmãos, vizinhos, companheiros e colegas de profissão e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, sempre estiveram junto comigo nas jornadas dessa vida, como dizia o poeta “e a vida, ela é maravilha ou é sofrimento?, ela é alegria ou lamento?”. Ao findar essas páginas, com saúde e amor, posso dizer que a vida é composta de várias variáveis e festejo: “é a vida, é bonita, é bonita e é bonita”.

Quero dedicar esse trabalho também, ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade, pela fé, esperanças e pela confiança dedicadas à minha pessoa, para a realização deste trabalho.

Aos professores do Mestrado em Análise Geoambiental, que através de seus conhecimentos, competência e amizade, contribuíram para a realização desta pesquisa: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Prof. Dr. José Cândido Stevaux; Prof. Dr. Kenitiro Suguio; Prof.^a Dra. Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira; Prof. Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade.

Poesia Geológica...

Pra quem vive neste Planeta
E que pisa nesse chão,
O ciclo das Rochas
Eu trago com admiração,
Nesse texto resumido
Do magma ao metamorfismo
Passará por minha mão...

O material rochoso
Quando vem a se fundir,
Transforma-se em magma
Que no vulcão vai fluir.
De lava é chamado
E quando cristalizado
Rochas Ígneas faz surgir!

Nas áreas vulcânicas
Há de se observar
Que as rochas mais comuns,
Os Basaltos (até o Vesicular),
Têm arranjo aleatório
O que não é notório
Pois os minerais, não dá pra se enxergar!

Se a Ígnea Vulcânica
Vira Rocha na superfície,
A Ígnea Plutônica
Não chega aqui na planície,
Gerando o Gabro e o Granito
Pois o Diabásio é um tipo
Mais próximo da superfície!

Pra continuar o Ciclo
Eu trago detalhes,
Sobre outra classe de Rochas
Que são as Sedimentares.
Frutos da erosão
Percorrem vários lugares
Antes de se depositarem
E em rocha se tornarem!

As Sedimentares detríticas
Como o Argilito e o Siltito
Tem o tato macio,
Diferente do Arenito

Que é áspero e friável
Muito mais erodível
Perante os outros tipos.

Conglomerados e Brechas
Não tem estratificação,
Mesmo assim são detríticas
O que os Calcários não são
São Calcita e Dolomita
As classes desse tipo
São químicas, com razão!

A Pressão e a Temperatura
Agindo prolongadamente
Sobre um corpo rochoso
Nas profundezas do chão
Causam a transformação
Do material em questão !

O metamorfismo pode ser
De Contato ou Regional
Mudando as estruturas
Daquele material.
É a recristalização
Dobra, foliação...

A Ardósia é a primeira
No grau de metamorfismo
Depois vem o Filito,
Que é anterior ao Xisto.
O Gnaisse é bandado
E o migmatito, ondulado...

Qualquer das rochas
Está sujeita à alteração,
Em se tratando de um ciclo
Aberto à ocasião.
Pois a natureza não erra,
Quando compõe a Terra:
É pura imaginação!

Autor:
Leandro Caetano de Magalhães
Geografia – Universidade Federal de Goiás - UFG

RESUMO

Este trabalho visa verificar qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau, bem como indicar como e quais são as fontes de contaminação, fazendo um paralelo com formas de mitigação desses problemas, e também gerar subsídios para a Educação Ambiental nas escolas do Município de Guarulhos e Região, dentro dos vários eixos do Currículo Oficial do Estado de São Paulo nas áreas das Ciências Humanas e da Natureza. O Município de Guarulhos é considerado a segunda maior cidade do Estado de São Paulo e, como vem crescendo a uma velocidade espantosa, não consegue planejar este crescimento, o que causa ocupações irregulares e falta de coleta de lixo (comum e seletiva) em vários pontos da cidade, bem como, a falta de rede coletora e tratamento de efluentes, deixando a população exposta à vários tipos de contaminantes. A cidade conta com vários cursos d'água, sendo que sua rede hidrográfica tem cerca de 880 km, essa hidrografia é bombardeada constante e diariamente por esgotos e detritos lançados pela população de forma indiscriminada. Embora a Lei Orgânica Municipal, abril/1990, que estabelece que as grandes incorporações da cidade tenham que tratar seus efluentes, os bairros mais periféricos, que crescem desordenadamente, não contam com um sistema de coleta e tratamento de efluentes, existindo na cidade apenas 03 (três) Estações de Tratamento de Efluentes – ETE, o que não é suficiente para captar e tratar os efluentes domésticos e industriais de toda a cidade. Constando ainda, segundo os dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE 2013, a cidade cresceu entre 2010 e 2013 cerca de 1,09% a.a., e hoje conta com uma população de cerca de 1.260.840 habitantes, tendo uma Densidade Demográfica de 3.956,45 habitantes/km². Ainda de acordo com os dados da SEADE, entre 2008 e 2010 Guarulhos está no Grupo 02 do Índice Paulista de Responsabilidade Social, o que significa dizer que, embora a cidade esteja entre as mais ricas, seus indicadores sociais são considerados insatisfatórios, ou seja, falta infraestrutura em grande parte da cidade.

Palavras-chave: Guarulhos. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau. Educação Ambiental. poluição hídrica. qualidade ambiental.

ABSTRACT

This work aims to determine environmental quality of the Ribeirão Guaraçau Watershed as well as indicate how and what are the sources of contamination, making a parallel with ways to mitigate these problems, and also generate subsidies for environmental education in schools the municipality of Guarulhos and region within the various axes of the Curriculum Journal of São Paulo in the areas of Humanities and Nature. The Guarulhos count is considered the second largest city in the state of São Paulo, and as has been growing at an astounding rate, can not plan this growth, which causes irregular occupations and lack of garbage collection (ordinary and selective) at various city points, as well as the lack of collection network and wastewater treatment, leaving the population exposed to various types of contaminants. The county has several water stream, and its hydrographic network has about 880 km, this hydrograph is bombarded daily by constant and sewage and debris thrown by the population indiscriminately. Although the Municipal Organic Law, April/1990' establishing that major mergers of the town have to treat their effluents, the neighborhoods peripherals that grow wildly, do not have a system for collection and treatment of wastewater, existing in the city only 03 (three) wastewater Treatment Plants - ETE, which is not sufficient to capture and treat domestic and industrial effluents overall of the town. Still appearing, according to data from the State System of Data Analysis - SEADE 2013, the city grew between 2010 and 2013 approximately 1.09% per year, and today has a population of about 1,260,840 inhabitants, having a density demographic of 3956.45 inhabitants / km ². Also according to the data of SEADE between 2008 and 2010 Guarulhos is in Group 02 Index Paulista Social Responsibility, which means that although the city is among the richest, its social indicators are considered unsatisfactory, ie, lack infrastructure in much of the city.

Keywords: Guarulhos. Ribeirão Guaraçau Watershed. Environmental Education. water pollution. environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Cidades circunvizinhas ao município de Guarulhos.....	04
Figura 02	Arcabouço geológico do município de Guarulhos, evidenciando as principais unidades litológicas.....	05
Figura 03	Perfil I geológico-geomorfológico no Estado de São Paulo (modificado de AB'SABER, 1956, EM Graça 2007).....	07
Figura 04	Mapa de Unidades do Relevo (ANDRADE, 1999).....	08
Figura 05	Bacias Hidrográficas do município de Guarulhos (simplificado de PDMG, 2004)(Fonte Saad et al., 2007).....	09
Figura 06	Hidrografia (parcial) Guarulhos-SP. 1 – Rio Tietê, 2 – Rio Cabuçu de Cima, 3 – Rio Baquirivu-Guaçu, 4 – Ribeirão Guaraçau (Fonte: Imagem Google Earth).....	10
Figura 07	RBCV – Cinturão Verde da Cidade de São Paulo havendo em destaque o limite do município de Guarulhos (Fonte: ANDRADE, 2009).....	11
Figura 08	Mapa da vegetação do município de Guarulhos.....	12
Figura 09	Guarulhos – População estimada por bairros (Fonte: IBGE – CENSO 2010).....	15
Figura 10	Expansão urbana de 1960 – 2000 (Fonte: MORENO; NEGRELOS, 2002).....	16
Figura 11	Mapa de localização da Bacia do Rio Baquirivu-Guaçu em Guarulhos com destaque para a área da Bacia do Ribeirão Guaraçau (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UnG).....	18
Figura 12	Mapa da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UnG).....	19
Figura 13	Determinação de hierarquização de canais segundo Strahler (1952)(Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980).....	28
Figura 14	Mapa das Sub-bacias do Ribeirão Guaraçau (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UnG).....	35
Figura 15	Vegetação Florestal Nativa. Coordenadas: 23°22'24.90"S; 46°23'42.16"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	37
Figura 16	Vegetação Florestal Exótica. Coordenadas: 23°22'15.54"S; 46°24'14.91"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	38
Figura 17	Vegetação Arbórea Aberta. Coordenadas: 23°22'13.81"S; 46°24'48.98"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	38
Figura 18	Culturas Agrícolas. Coordenadas: 23°22'16.88"S; 46°23'47.48"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	39
Figura 19	Vegetação Herbácea. Coordenadas: 23°22'30.31"S; 46°24'10.21"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	39
Figura 20	Lago referente ao Lago Azul. Coordenadas: 23°21'40.76"S; 46°24'19.30"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	40
Figura 21	Solo Exposto. Coordenadas: 23°23'29.19"S; 46°23'55.08"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	40
Figura 22	Equipamento Particular referente a uma indústria (Phibro). Coordenadas: 23°22'57.32"S; 46°23'48.42"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	41
Figura 23	Favela. Coordenadas: 23°21'44.86"S; 46°24'14.22"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	42

Figura 24	Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Coordenadas: 23°23'46.45"S; 46°23'46.11"O. (Fonte: Google Earth 2013).....	42
Figura 25	Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Localização: Loteamento Vila Carmela (Foto de ANDRADE, 2012).....	43
Figura 26	Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Localização: Loteamento Vila Carmela (Foto de ANDRADE, 2012).....	43
Figura 27	Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Coordenadas: 23°21'51.19"S; 46°24'0.46"O. (Fonte: Google Earth 2013) Google Earth 2013.....	44
Figura 28	Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Localização: Bairro Água Azul (Foto de ANDRADE, 2012).....	44
Figura 29	Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Localização: Bairro Água Azul (Foto de ANDRADE, 2012).....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.....	45
Tabela 02	Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Ribeirão Guaraçau.....	46
Tabela 03	Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Ribeirão Guaraçau.....	47
Tabela 04	Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Ribeirão Guaraçau.....	48
Tabela 05	Comparação entre os conjuntos de classes de uso da terra da Bacia do Ribeirão Guaraçau e das sub-bacias correspondentes aos Alto, Médio e Baixo Curso.....	49
Tabela 06	Dados morfométricos obtidos para a bacia e suas sub-bacias.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Área relativa (%) das classes de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.....	46
Gráfico 02	Área relativa (%) das classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Ribeirão Guaraçau.....	47
Gráfico 03	Área relativa (%) das classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Ribeirão Guaraçau.....	48
Gráfico 04	Área relativa (%) das classes de uso da terra da Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Ribeirão Guaraçau.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Objetivos.....	02
2. CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS	04
2.1 Localização.....	04
2.2 Meio físico.....	04
2.3 Hidrografia.....	08
2.4 Meio biótico.....	11
2.5 Meio Sócio Econômico.....	14
2.6 Área de estudo.....	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 Degradação ambiental.....	20
3.2 Tipos e formas de poluição.....	21
3.3 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento.....	26
3.4 Geoprocessamento e bacias hidrográficas.....	28
3.5 Uso da terra.....	29
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	33
4.1 Materiais.....	33
4.2 Métodos.....	33
5. RESULTADOS	37
5.1 Mapeamento de uso da terra.....	37
5.2 Morfometria da Bacia e Sub-bacias.....	50
5.3 Análise das fontes de poluição hídrica.....	51
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	60

1. 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 poluição e de degradação ambiental. Como resultado desse cenário em desequilíbrio verificam-se impactos significativos, que comprometem a qualidade ambiental, notadamente das grandes metrópoles. O Município de Guarulhos, considerado a segunda maior cidade do Estado de São Paulo, encontra-se em franca expansão urbana e não foge à regra de ter problemas de planejamento e de degradação ambiental. Induzida pelo seu desenvolvimento industrial, viário, aeroportuário, de serviços e por significativas obras civis, que ainda estão por acontecer (ANDRADE; OLIVEIRA; QUEIROZ; SATO, 2005).

Guarulhos possui uma grande concentração de drenagens, principalmente na sua porção norte, tendo a necessidade de conhecer, mapear e verificar a qualidade dos seus corpos d' água. Com isso, há necessidade de conhecer o uso e a ocupação do solo em nível de detalhe, com o intuito de diagnosticar quais os problemas ambientais estão presentes e assim criar algumas diretrizes de recuperação. A Bacia do Ribeirão Guaraçau é uma das bacias da porção norte da cidade e é a área de estudo deste projeto, encontrando-se com uma série de alterações de seus parâmetros naturais, devido a ocupações sem planejamento, resultando em modificações no comportamento hídrico e no escoamento superficial.

O diagnóstico, manejo e controle de problemas ambientais são áreas de atuação da Engenharia Ambiental e nesse projeto esses conhecimentos foram utilizados para mapear a área de estudo e propor técnicas de engenharia para mitigar os impactos ambientais presentes.

Na via pedagógica, este trabalho visa abrir espaço para que professores e alunos possam ter acesso a locais de estudos dentro do município, conhecendo sua geologia, formação da população e ocupação, a fim de criar vínculo maior com o local/cidade onde vivem.

Outrossim, este trabalho tem como mote, a identificação das áreas e formas de contaminação da Bacia do Ribeirão Guaraçau, uma das áreas de mananciais da cidade de Guarulhos e, como tal, seja objeto de estudos para os alunos das escolas da cidade em todos os níveis, desde a pré-escola até o ensino superior, bem como, daqueles vindos de outras localidades que desejem conhecer o geologia local e, o

desenvolvimento da população e as formas de contaminação e mitigação dos corpos d'água.

Dentro da área das Geociências, como campo de estudo da Geografia e Geologia, das Ciências Biológicas, Química e dentre outras, o estudo poderá subsidiar os professores e alunos quanto aos estudos da Ciências da Terra, por meio da identificação das classes do Uso da Terra e da adoção das Bacias Hidrográficas como unidade de estudo.

Sendo este trabalho ancorado no currículo oficial do Estado de São Paulo, possibilitará estudos nas áreas de ciências humanas, na disciplina de história valorizando conceitos como trabalho, vida cotidiana, memória, cultura material, processos de colonização, formação do espaço urbano e urbano-industrial; na disciplina de geografia na compreensão de conceitos de território, espaço geográfico, paisagem, lugar, tempo histórico, cartografia, história da formação do planeta, recursos naturais, assentamentos humanos, natureza, clima, cadeia produtiva, dentre outros atendendo desde os primeiros anos do Ciclo I até o Ensino Médio.

Na área das Ciências da Natureza, de acordo com o currículo oficial do Estado, dará subsídios aos professores e alunos para compreender os quatro eixos temáticos:

- **Vida e Ambiente:** possibilitando estudos sobre meio ambiente, os seres vivos e relações com o meio ambiente;
- **Ciência e Tecnologia:** sistema produtivo, energia, transformações dos materiais;
- **Ser Humano e Saúde:** saúde individual, coletiva e ambiental; e
- **Terra e Universo:** características e estrutura.

1.1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é contribuir para compreensão da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Guaraçau no município de Guarulhos.

Os objetivos específicos são voltados ao estudo da bacia do Ribeirão Guaraçau. Eles são os seguintes:

- Mapear o uso da terra na escala 1:10.000, voltado para a identificação de áreas degradadas e os efeitos dos diferentes tipos de uso na qualidade ambiental;
- Efetuar a caracterização morfométrica da bacia na escala 1:10.000, voltada para avaliação das relações entre os diferentes usos da terra com a dinâmica hidrográfica;
- Analisar os aspectos de qualidade ambiental da bacia a partir das informações geradas, em especial quanto à vulnerabilidade à poluição hídrica.

2. CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS

2.1 Localização

O município de Guarulhos está localizado entre os paralelos 23°16'23" e 23°30'33" de latitude Sul e entre os meridianos 46°20'06" e 46°34'39" de longitude Oeste, sendo cortado pelo Trópico de Capricórnio na altura do km 215 da Rodovia Presidente Dutra, na região de Cumbica.

Distante 17 quilômetros da capital do Estado, compõe um dos 39 (trinta e nove) municípios da Região Metropolitana de São Paulo, tendo como limites os municípios de Mairiporã e Nazaré Paulista (norte), Santa Isabel (nordeste), Arujá (leste), Itaquaquecetuba (sudeste) e São Paulo (sudeste, sul, oeste e noroeste), como se observa na Figura 01 (ANDRADE et al., 2008).

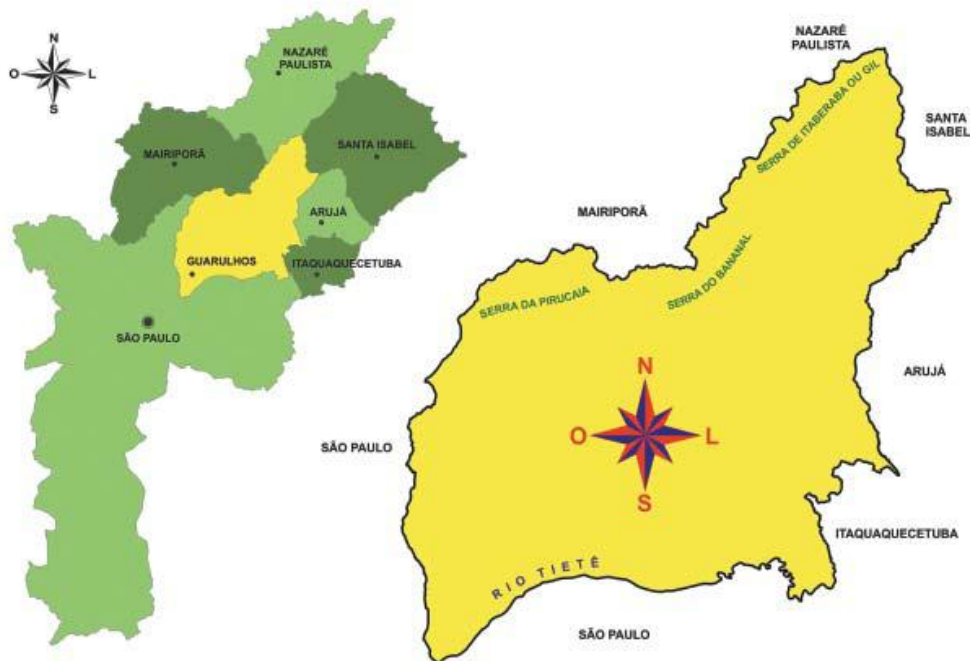


Figura 01: Cidades circunvizinhas ao município de Guarulhos.

2.2. Meio físico

O território de Guarulhos é constituído por dois conjuntos geológicos, os terrenos do embasamento cristalino do pré-cambriano e os terrenos sedimentares

do Cenozóico, períodos Terciário e Quaternário, como pode ser observado no seu Mapa Geológico da Figura 02 (ANDRADE et al, 2008).

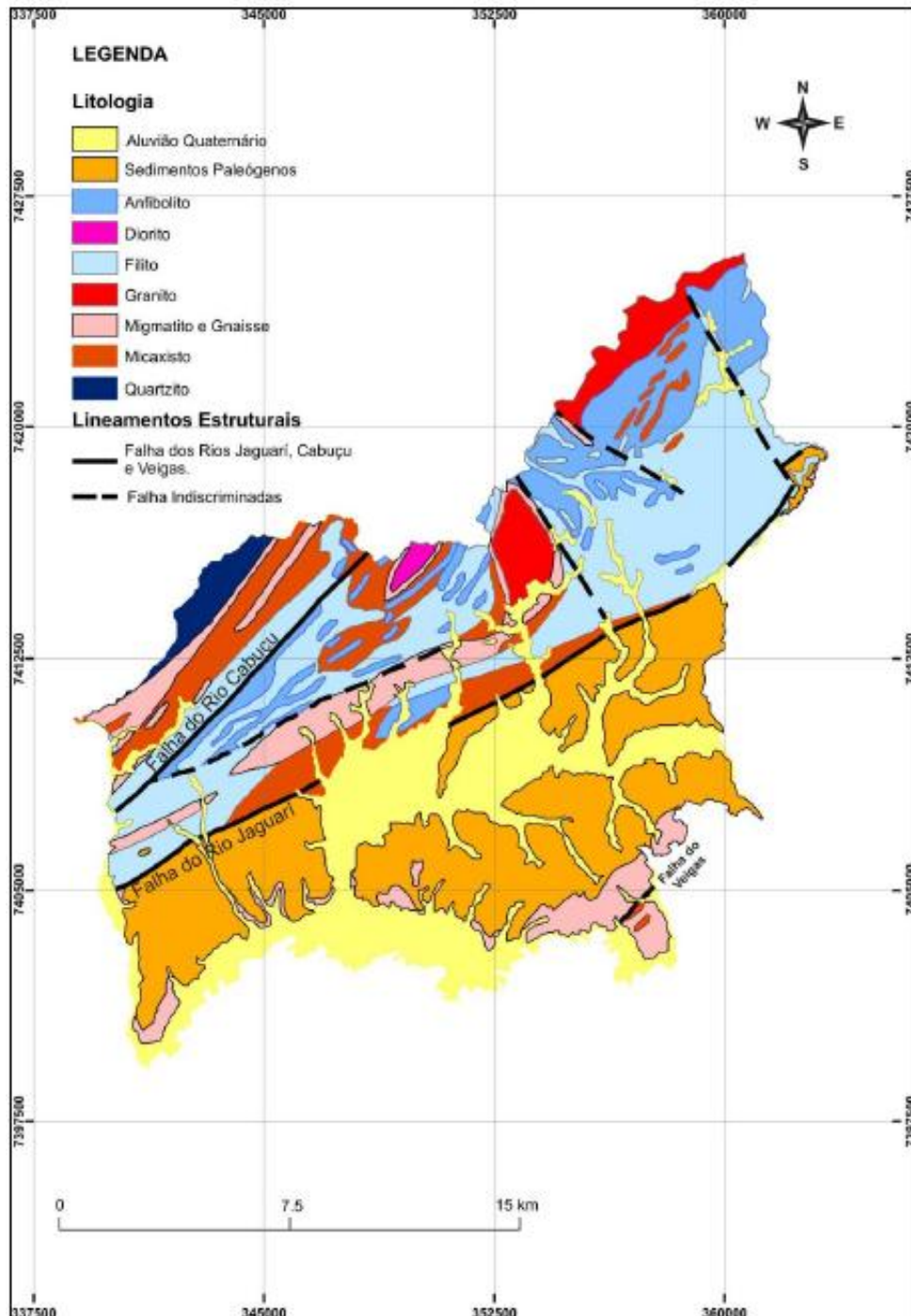


Figura 02: Arcabouço geológico do município de Guarulhos, evidenciando as principais unidades litológicas e feições estruturais. Fonte: Bedani (2008).

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, anfibólitos, 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, feição tectônica anteriormente designada Sistema de *Rifts* Continentais da Serra do Mar.

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.

Guarulhos engloba as unidades litológicas formadas por rochas metamórficas, tais como migmatitos, gnaisses, filitos, micaxistos, quartizitos e metanfíbolitos de idade proterozóica, pertencentes aos grupos Serra de Itaberaba / São Roque (JULIANI, 1993). Verificam-se ainda, granitos e dioritos que resultaram em suítes graníticas de idade neoproterozóica.

Dentro do contexto das rochas sedimentares, ocorrem conglomerados, arenitos conglomeráticos, arenitos grossos e, em menor quantidade, arenitos médios a finos e argilitos, enfeixados na Formação Resende (Riccomini e Coimbra, 1992), com idade eocênica/oligocênica (BEDANI, 2008).

Ocorrem, ainda, depósitos de aluviões fluviais quaternários compostos por areias inconsolidadas, de granulação variável; secundariamente, argilas e cascalheiras fluviais.

As principais feições mapeadas encontram-se representadas pela falha do rio Jaguari, falhamento transcorrente, posicionado ao centro do território com direção SW-NE; pelas falhas do Veigas e do Cabuçu, direção SW-NE e, por falhas indiscriminadas, de direção NNW-SSE.

De acordo com Oliveira et al. (2007), o levantamento geológico de maior detalhe desenvolvido em Guarulhos foi elaborado pelo geólogo Caetano Juliani, concluído em 1993, que caracterizou uma unidade geológica conhecida por Grupo Serra do Itaberaba. Esta unidade geológica tem grande significado para o município, pois, historicamente, proporcionou a exploração de ouro como o garimpo denominado de Tapera Grande no século XVI.

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 (Figura 03).

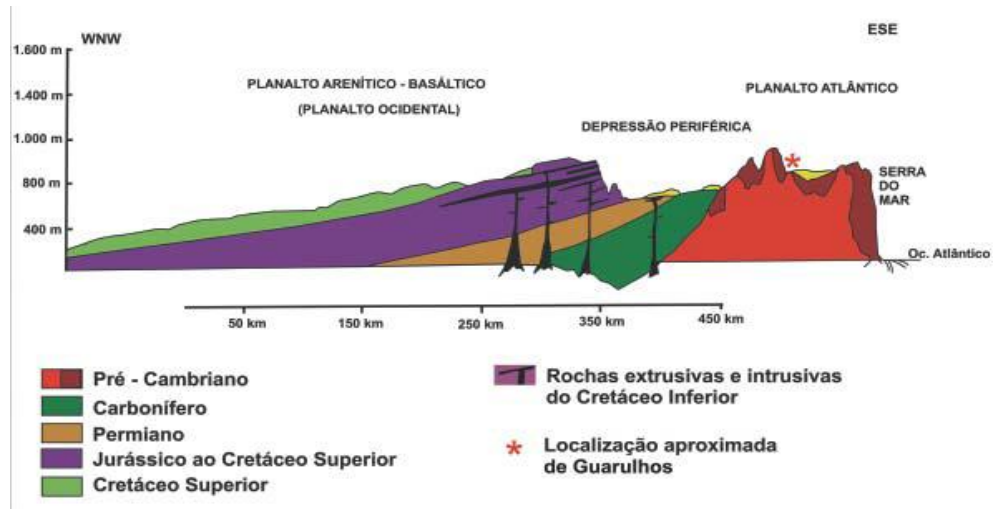


Figura 03: Perfil geológico-geomorfológico no Estado de São Paulo (modificado de AB' SABER, 1956, em GRAÇA, 2007).

Conforme observado no Mapa de Unidades de Relevo da Figura 04, o relevo mais acidentado do território de Guarulhos está localizado ao norte e nordeste do município, sendo composto especialmente por morros e serras associados aos terrenos cristalinos, apresentando uma densa rede de drenagem (ANDRADE, 1999).

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 1000m de altitude.

Os solos predominantes 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-Guaçú (ANDRADE, op. cit).

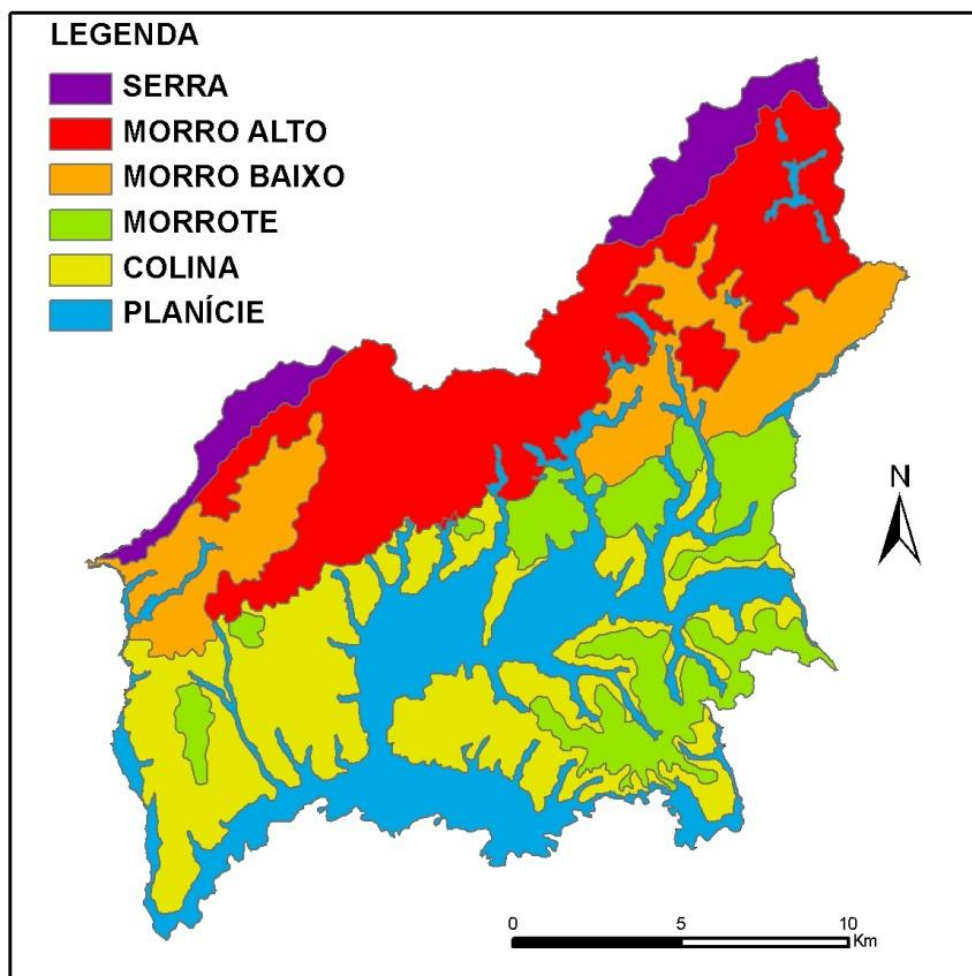


Figura 04. Mapa de Unidades do Relevo (ANDRADE, 1999)

2.3 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 apresenta 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.

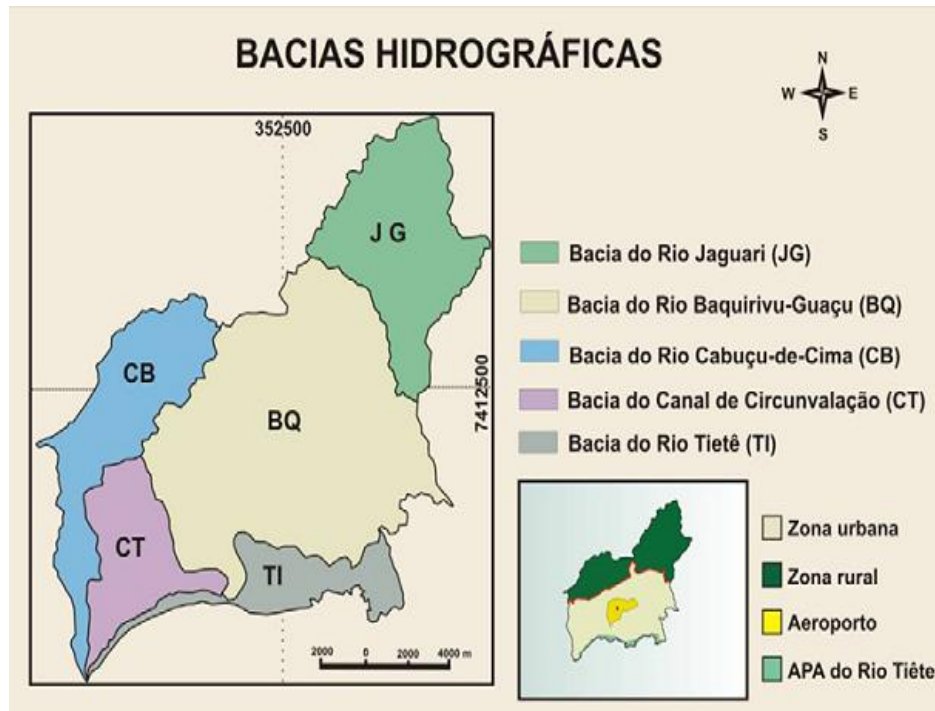


FIGURA 05: Bacias hidrográficas do município de Guarulhos (simplificado de PDMG, 2004).
(Fonte: SAAD et al., 2007).

Os córregos do município também formam sub-bacias relacionadas às bacias principais, a saber:

- Bacia Aracília;
- Bacia Base Aérea;
- Bacia do Córrego Água Chata;
- Bacia do Córrego Água Suja;
- Bacia do Córrego Capão;
- Bacia do Córrego Cocho Velho;
- Bacia do Córrego das Pedrinhas;
- Bacia do Córrego dos Cavalos;
- Bacia do Córrego dos Cubas;
- Bacia do Córrego Invernada;
- Bacia do Córrego Itapegica;
- Bacia do Córrego Parati;
- Bacia do Córrego Taboão;
- Bacia do Córrego Tanquinho;
- Bacia do Ribeirão das Lavras;

- Bacia do Ribeirão Guaraçau;
- Bacia dos Córregos Cocaia e Japoneses;
- Bacia dos Córregos Cumbica e Botinha;
- Bacia dos Córregos Queromano e São João;
- Bacia Inoccop;
- Bacia Nova Bonsucesso;
- Bacia Ponte Alta.

O município apresenta três bacias constituintes da Área de Proteção de Mananciais ao norte do município: a do Rio Cabuçú, do Córrego Tanque Grande e do Rio Jaguari. SAAD et al. (2007) referiu que na zona rural, ao norte do município, encontram-se as áreas de proteção aos mananciais, declaradas através da Lei Estadual nº 898/75 e regulamentadas pela Lei Estadual nº 1.172/76. São formadas por partes das bacias hidrográficas do rio Cabuçú de Cima (26 km²), ribeirão Tanque Grande (12 km²), e rio Jaguari (61 km²), totalizando 99 km² ou seja 31% do território municipal.

A Figura 06 destaca os rios principais do município que são o Tietê, o Cabuçú de Cima e o Baquirivu Guaçu, este último incluindo o ribeirão Guaraçau em sua rede hidrográfica.



Figura 06: Hidrografia (parcial) Guarulhos-SP. 1 – Rio Tietê, 2 – Rio Cabuçú de Cima, 3 – Rio Baquirivu Guaçu, 4 – Ribeirão Guaraçau (Fonte: Imagem Google Earth).

2.4 Meio biótico

Guarulhos é um dos municípios inseridos na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo (Figura 07), conforme título outorgado pela Unesco em 09/06/94.

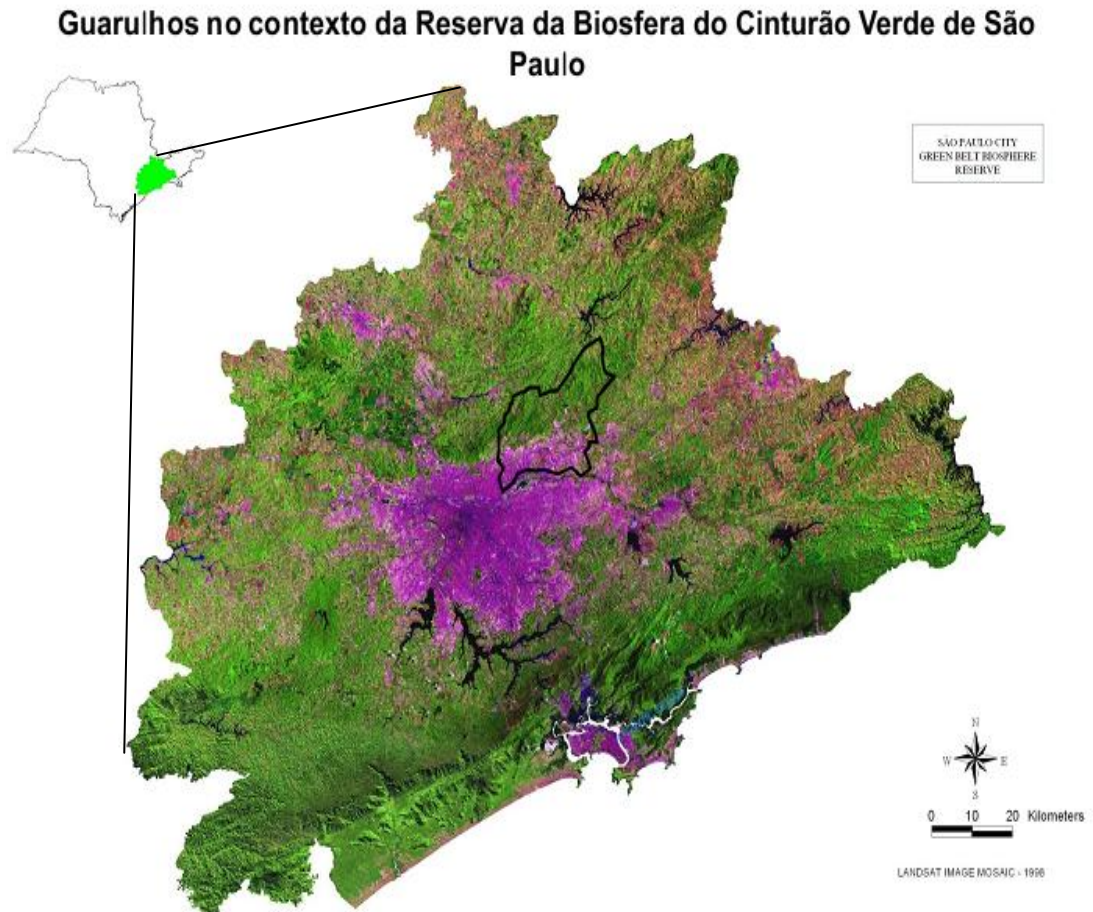


Figura 07: RBCV - Cinturão Verde do Estado de São Paulo havendo em destaque o limite do município de Guarulhos (Fonte: ANDRADE, 2009).

O território de Guarulhos se apresenta, aproximadamente, 33% recoberto por remanescentes de Mata Atlântica, incluindo o domínio de Floresta Ombrófila Densa— formação Montana, que pode ser dividida em natural (primária) e secundária (antrópica). Estes remanescentes estão distribuídos principalmente ao longo da Serra da Cantareira, porção norte e nordeste do município, e em algumas manchas na paisagem urbana, como observado na Figura 08.

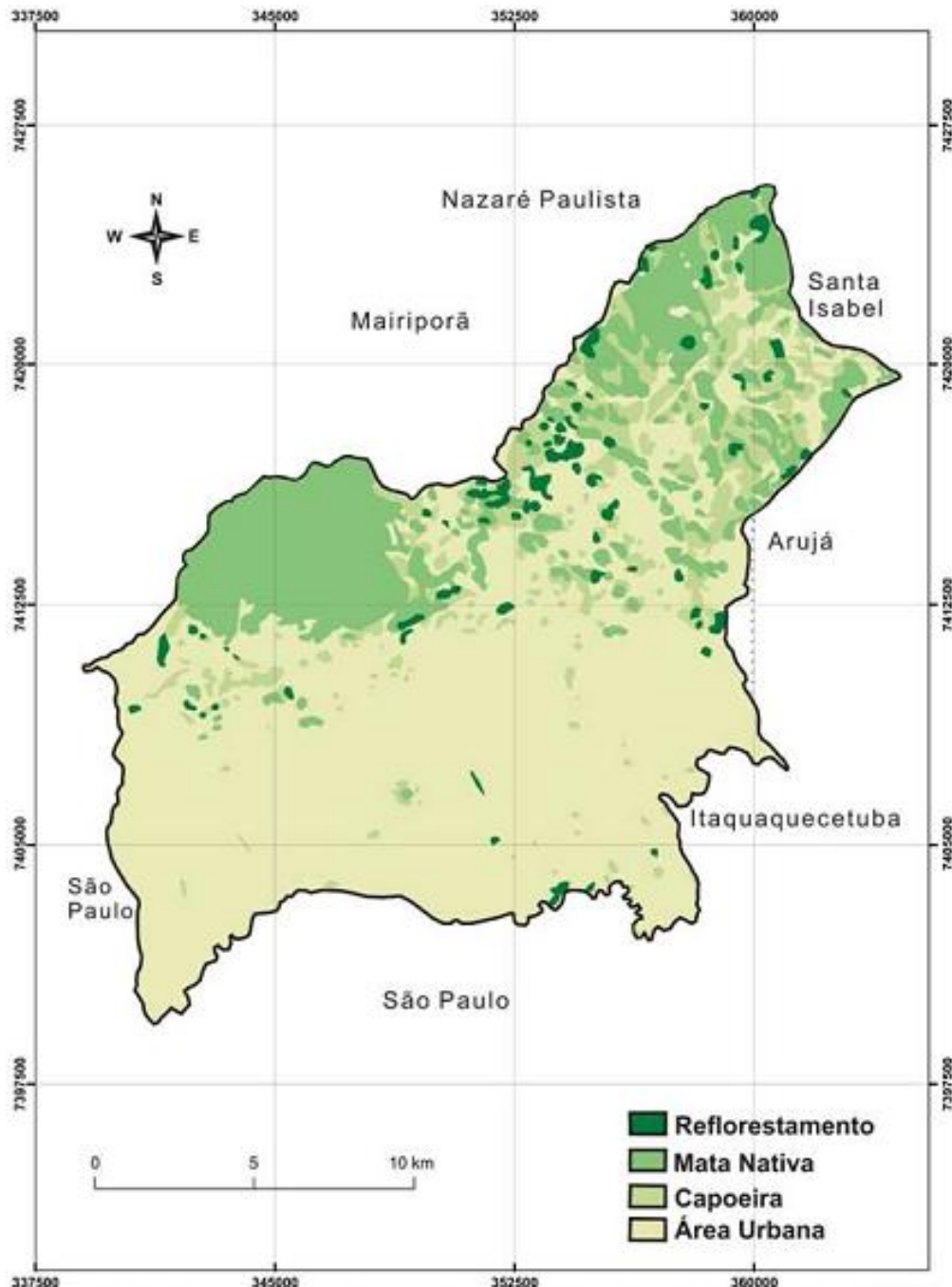


Figura 08: Mapa da vegetação do Município de Guarulhos.

A cobertura vegetal primitiva, Mata Atlântica, também denominada Floresta Cantareira e a Mata Planaltina ou de Transição, com a expansão populacional e industrial essa cobertura sofreu grande desgaste. Restam atualmente o Parque Estadual Cantareira (Núcleo Cabuçú) com 2.550ha, a fazenda de Itaverava, algumas áreas localizadas na Tapera Grande, além de pequenos redutos de Mata existentes na cidade, Bosque Maia, Parque Fracalanza e Aeroporto Internacional, entre outros, preservados pela Legislação de Proteção Permanente (PMG-SEMA).

Pode ser encontrada, ainda, formação florestal típica de várzea, ou seja, de áreas mais úmidas, assim como pequenas manchas de vegetação com características de Cerrado (savana), que ocorriam na área ao longo de rodovia Presidente Dutra e ainda podem ser encontradas em alguns morros na região do Cabuçu.

De acordo com Oliveira et al (2007), a conservação da biodiversidade e a manutenção dos processos ecológicos estão diretamente relacionados à cobertura vegetal existente, assim a porção norte do município é a que detém atualmente maior biodiversidade. Nesta biodiversidade, a Mata Atlântica abriga espécies da flora tais como: jequitibá-branco, cedro rosa, açoita cavalo, palmito juçara, pau-jacaré, embaúba, canela, jacarandá, samambaia- açu entre outros.

Segundo levantamento realizado pela Prefeitura Municipal de Guarulhos foram identificados 190 espécies de animais silvestres. Foram encontradas na região espécies selvagens comuns em ambientes florestais, tais como: *Puma concolor* (suçuarana), *Lontra longicaudis* (lontra), *Gallictis cuja* (furão comum), *Allouata fusca* (bugio), *Cebus apella* (macaco prego), *Euphractus sexcintus* (tatupeba), *Didelphis marsupialis* (gambá) entre outros.

A forte pressão exercida pelo histórico de uso do solo em Guarulhos causou uma intensa fragmentação dos maciços florestais, com sérias consequências aos serviços oferecidos pela biosfera. Assim, a vegetação nativa praticamente foi extinta na região sul do município. Já na região norte se encontra muito ameaçada pela expansão urbana. Esta situação de ameaça levou Guarulhos a criar a APA do Cabuçu- Tanque Grande - unidade de conservação de uso sustentável no entorno do Parque Estadual da Cantareira que, aproximando-se da APA do Paraíba do Sul, forma um mosaico de Unidades de Conservação na direção da Serra da Mantiqueira.

A região sul é marcante a presença do Parque Ecológico do Tietê e da APA da Várzea do Rio Tietê, esta última se desenvolve a partir do município de Biritiba-Mirim, região das nascentes do rio Tietê, até o município de Guarulhos.

2.5 Meio socioeconômico

A formação de Guarulhos, por volta de 1560, deve-se à iniciativa dos padres da Companhia de Jesus de criar, em torno do Colégio Piratininga, vários aldeamentos para proteção contra as constantes investidas dos índios Tamoios. Um dos aldeamentos, habitado pelos índios *Guarus* pertencentes à família dos Guaianases, ficou encarregado de defender o caminho que levava à metrópole e acabou demarcando o lugar do futuro território do município.

O padre jesuíta João Álvares teria sido o responsável pela construção da primeira capela do povoado e, por isso, considerado o fundador da cidade. Em 1685, nas terras de São Paulo, foi criada a freguesia de Nossa Senhora da Conceição de Guarulhos. Apenas em 24 de março de 1880, foi elevada à condição de vila, quando teve seu nome abreviado para Conceição de Guarulhos. A atual denominação, por sua vez, foi assumida em 6 de novembro de 1906 e recuperou a referência à tribo dos índios que primeiro habitaram essas terras, os *guarus*. Guarulhos vem do tupiguarani *gwar u*, “aquele que come” ou um peixe de água doce chamado “barrigudinho”.

Estudos recentes indicam que os índios que habitavam a região na época da fundação da cidade eram os "maromomi" do tronco etnolinguístico "macro-jê".

O Município de Guarulhos é considerado a segunda maior cidade do Estado de São Paulo em termos de população, aproximadamente em 1,3 milhões de habitantes (IBGE, 2002), e encontra-se em franco processo de expansão urbana. A Figura 09 demonstra a distribuição demográfica nos bairros de Guarulhos. Neste sentido, esse processo é acompanhado de vários problemas de planejamento e de degradação ambiental. Induzido pelo seu desenvolvimento industrial, viário, aeroportuário, de serviços e por significativas obras civis, que ainda estão por acontecer, o Poder Público do município assiste à urbanização acumular, cada vez mais, problemas geoambientais significativos, incidindo principalmente nos recursos hídricos e em áreas que apresentam condições de fragilidade natural a processos de contaminação e degradação ambiental (ANDRADE, 2008).

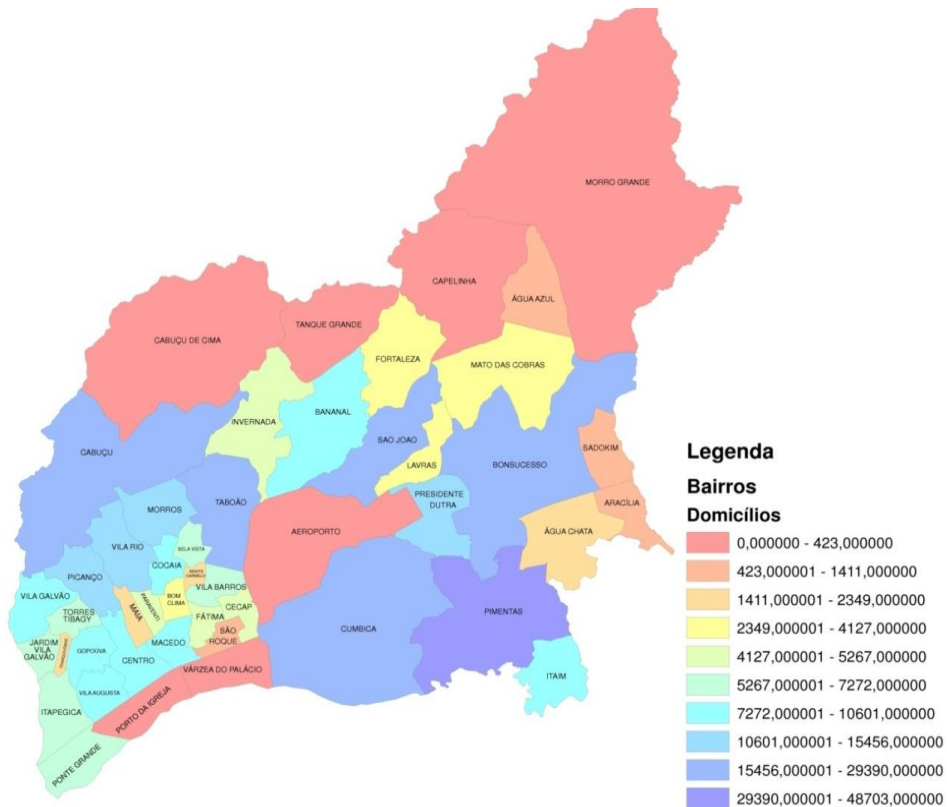


Figura 09: Guarulhos – População estimada por bairros. Fonte: IBGE- CENSO 2010.

Oliveira et al. (2007), refere-se que uma cidade industrial caracteriza-se por um tipo de organização social sedentarizada, que possui habitações e atividades econômicas fixas. Guarulhos atualmente possui características essencialmente urbanas: concentração densa de população e farta infraestrutura – rede de fornecimento de água, coleta de esgoto, gás, eletricidade, telefonia, transporte, escolas, postos de saúde, áreas de lazer, vias de acesso, praças, moradias e etc.

O processo de urbanização e expansão territorial da cidade começou com o ciclo do ouro. A mineração concentrou a força de trabalho na região da Serra do Itaberaba, de Bananal, Tanque Grande e Lavras. Passado o ciclo do ouro, aconteceu a ocupação das várzeas da cidade para produção de tijolos cozidos, atividade situada próxima aos rios Tietê, Baquirivu-Guaçu e Cabuçu de Cima. A grande expansão da cidade veio com a consolidação do processo industrial, como pode ser observado na Figura 10.

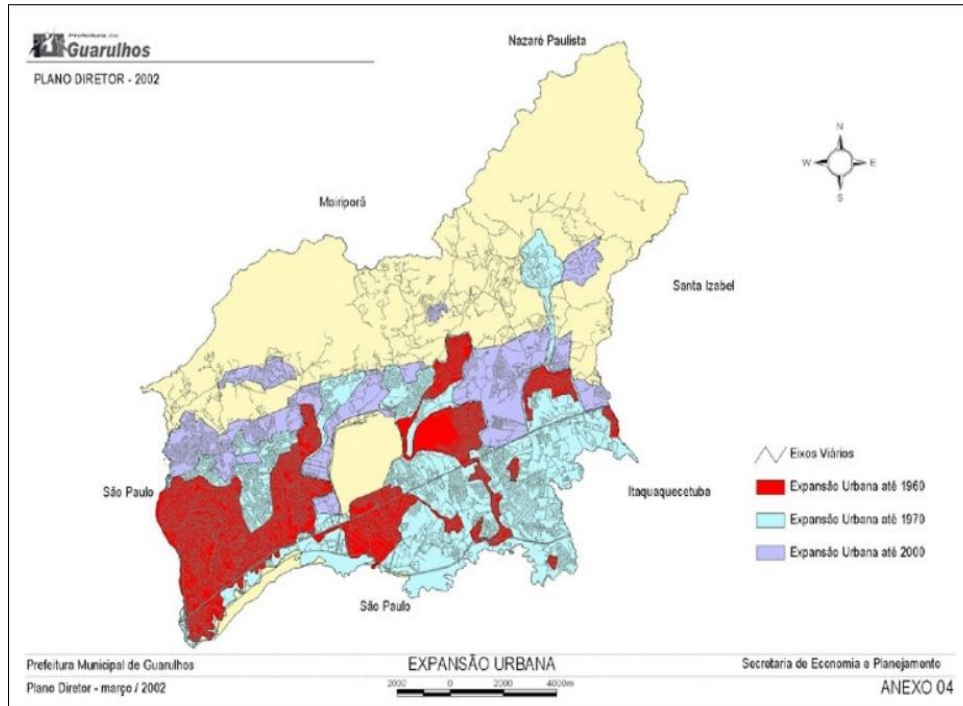


Figura 10: Expansão urbana de 1960 – 2000 (Fonte: MORENO; NEGRELOS, 2002).

Quanto ao povoamento do município, pode-se verificar a presença indígena, dos colonizadores portugueses, de etnias africanas, de imigrantes europeus, árabes, asiáticos e dos próprios trabalhadores rurais brasileiros. Atualmente, mais de 40 etnias habitam o município de Guarulhos.

A atividade em meio rural na cidade passa basicamente por três momentos. De coletora à agricultura de subsistência e posteriormente à comercialização do excedente produzido. Em seu último período, com base em dados disponíveis, não chegou a constituir um ciclo econômico nos moldes da pujante agricultura no Estado de São Paulo, onde se pode observar o predomínio do plantio de café, cana-de-açúcar, soja e laranja, por exemplo.

A atividade oleira foi tão significativa que marcou a memória dos mais antigos e a paisagem da cidade. Placas de ruas e tijolos timbrados com iniciais de famílias proprietárias de olarias podem ser um dos caminhos para compreender a importância da produção de tijolos cozidos na história e na economia locais. O que talvez alguns moradores e mesmo pesquisadores não conseguem explicar é como começou, quais as alterações ocorridas e as mudanças que a produção de tijolos trouxe para o desenho arquitetônico, a vida cultural e política da cidade.

A introdução do tijolo como material construtivo, em substituição à taipa de pilão, alterou a função das olarias e fez com que Guarulhos reencontrasse seu espaço na economia paulista.

O ciclo industrial guarulhense começou a se formar paralelamente ao ciclo do tijolo. Em 1911, a primeira fábrica instalada em Guarulhos foi a indústria Cerâmica Paulista, no bairro de Vila Galvão, que produzia tijolos cozidos e telhas.

A presença dos povos que chegaram no segundo momento da imigração externa – turcos, libaneses e japoneses – contribuiu para a História local, fato que pode ser constatado nas áreas do comércio, da agricultura e do setor hortifrutigranjeiro.

A produção de tijolos guarulhense foi fundamental para a nova configuração arquitetônica da cidade de São Paulo, expressa em monumentos como Museu do Ipiranga, Pinacoteca do Estado, Palácio das Indústrias e Teatro Municipal. Os tijolos cozidos substituíram a tradicional técnica construtiva da taipa de pilão.

Guarulhos faz parte do seleto grupo das dez cidades brasileiras responsáveis por 25% do Produto Interno Bruto (PIB). De fato, a cidade conta com mais de 2.890 indústrias, 11.835 estabelecimentos comerciais, 6.662 empresas prestadoras de serviços e 54 unidades produtivas em meio rural. Em 2006, atingiu o 9º maior PIB do País, sendo os dez maiores: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Manaus, Belo Horizonte, Campos de Goytacazes, Curitiba, Macaé, Guarulhos e Duque de Caxias (PMG, 2013).

Atualmente, o município ocupa a 9ª posição no cenário econômico, sendo responsável por 1,03% do PIB Brasileiro (IBGE-2002). Com um parque industrial diversificado, conta com 91.847 trabalhadores e mais de 2.890 indústrias. A produção chega a R\$ 12,06 bilhões anuais no setor industrial, e a cidade figura no cenário nacional com um PIB de R\$ 18.194.924 bilhões. O emprego no setor formal contabiliza 227.914 trabalhadores. Os setores de comércio e serviços completam os números do PIB local.

Segundo informações da Prefeitura, o setor de serviços é o que cresce em ritmo mais intenso. Seja em função das indústrias, que cada vez mais terceirizam serviços, como entregas, contratação de pessoal, manutenção, ou da presença do aeroporto, que impulsiona a implantação de uma série de serviços de transporte e logística, hotelaria, turismo e eventos. Atualmente, são mais de mil empresas dos setores de transporte e logística atuando em Guarulhos.

2.6 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Baquirivu Guaçu como pode ser observada na Figura 11.

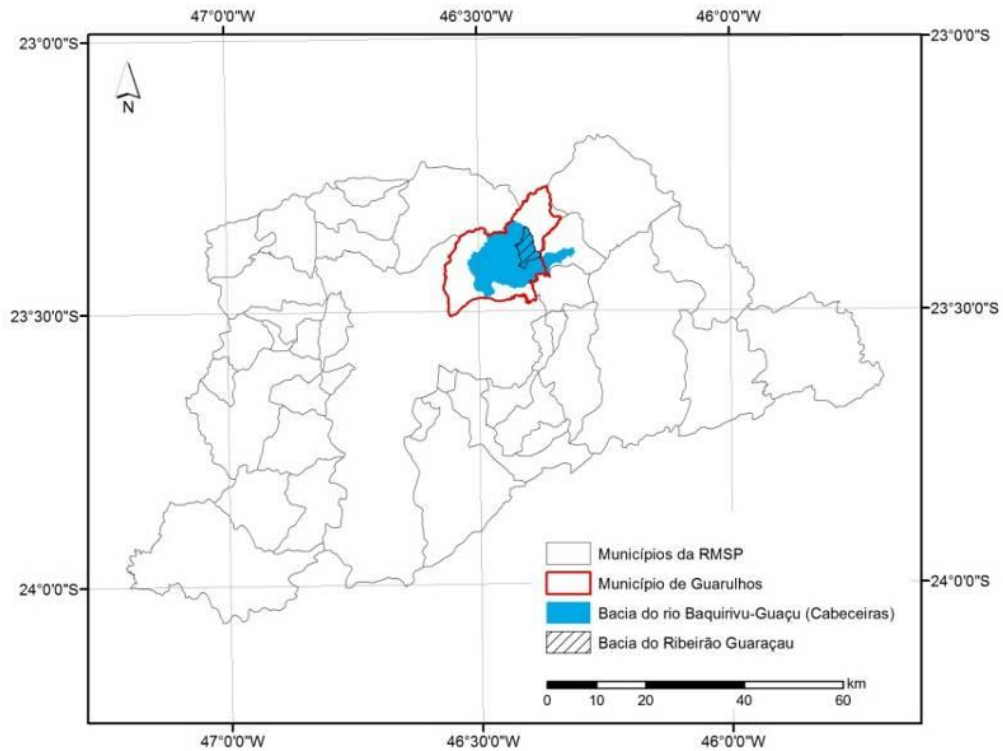
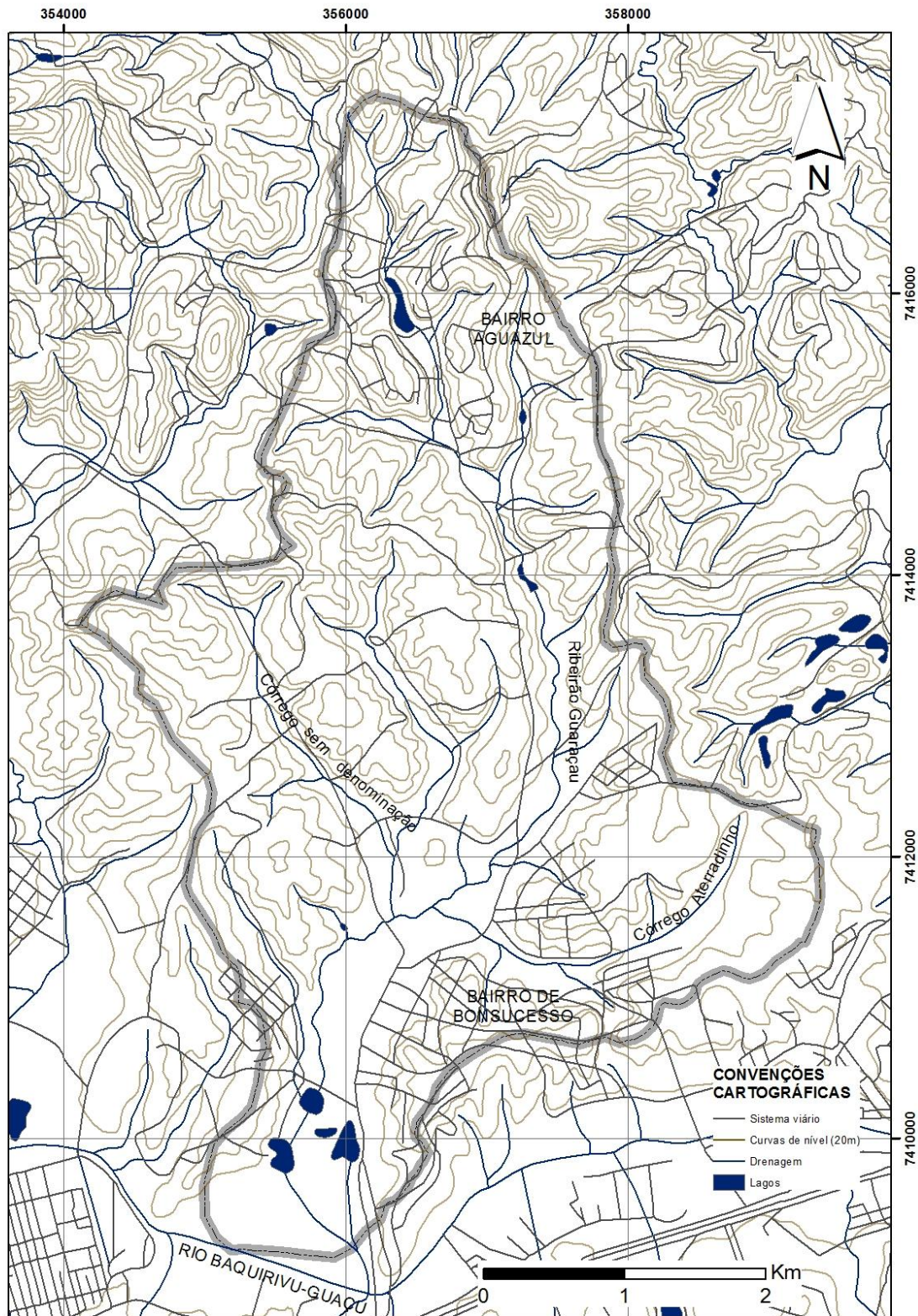


Figura 11: Mapa de localização da Bacia do Rio Baquirivu Guaçu em Guarulhos com destaque para a área da Bacia do Ribeirão Guaraçau (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UnG).

A Bacia Hidrográfica do Rio Baquirivu Guaçu apresenta uma área de 149 km². Esta Bacia tem caráter intermunicipal compreendendo a 46,6% do território de Guarulhos e no município de Arujá, abrange uma área de 19,5 km² o que corresponde a 19,96% do seu território.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau encontra-se totalmente inserida no município de Guarulhos, abrangendo os bairros da Capelinha, Água Azul, Mato da Cobras e Bonsucesso. A sua importância deve-se a localização no município de Guarulhos que possui uma atividade socioeconômica singular.

A área de estudo correspondente a da Bacia do Ribeirão Guaraçau, que pode ser observada na Figura 12.



Laboratório de Geoprocessamento - UnG

Projeção UTM / SAD 69

Figura 12: Mapa da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Degradação ambiental

Willians et al. (1990) definem que a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico for alterado. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas do solo e é inviabilizado seu desenvolvimento socioeconômico.

Dias e Griffith (1998) relacionam as áreas degradadas e a degradação do solo aos seguintes fatores: desmatamento ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas, urbanização; superpastejo da vegetação; atividades e práticas agrícolas; exploração intensa da vegetação para fins domésticos e exposição do solo a agentes erosivos; atividades industriais ou bioindustriais.

Maschio et al. (1992) utilizam termos em sequência gradativa e crescente para conceituar degradação: a perturbação ocorre quando o desgaste é parcial e reversível; a descaracterização acontece quando o desgaste é total e reversível; na depauperação, o desgaste é parcial e irreversível e na degradação o desgaste é total e irreversível, ocorrendo a destruição do ecossistema.

Na área ambiental urbana, o conceito de degradação está associado à perda da função urbana e das formas de uso do solo existentes nas áreas consideradas, em relação às condições preexistentes e às previstas em diretrizes do planejamento (BITAR, 1997).

Sánchez (2008) conceitua a degradação ambiental ou dano ambiental como qualquer alteração adversa das características do meio ambiente, o que representaria, em outras palavras, um impacto ambiental negativo. Ainda de acordo com esse autor, o agente causador da degradação ambiental é sempre o ser humano, pois pondera que os processos naturais não degradam ambientes, apenas causam mudanças.

Da mesma forma, a poluição também se manifesta a partir de um determinado patamar, a degradação ambiental pode atingir diferentes níveis de intensidade. A recuperação de uma área degradada pode ser espontânea ou exigir a

necessidade de intervenções mais severas para retirada ou redução da fonte de perturbação (Sánchez, 2008).

3.2 Tipos e formas de poluição

Entende-se assim que toda ação de transformação da natureza pelo homem, seja desviando cursos de rios, cortando montanhas, drenando pântanos e amontoando toneladas de detritos no ar, na água e no solo são atos poluidores ou que causam degradação no ambiente, pois essas deteriorações podem alcançar patamares que dificultam sua recuperação a curto, médio ou longo prazo (VON SPERLING, 2005).

A saúde e o bem-estar do homem estão diretamente relacionados com a qualidade do meio ambiente, ou seja, com suas condições físicas, químicas e biológicas.

A poluição pode ser definida como a introdução no meio ambiente de qualquer matéria ou energia que venha a alterar as propriedades físicas ou químicas ou biológicas desse meio, afetando ou podendo afetar, por isso, a saúde das espécies animais ou vegetais que dependem ou tenham contato com ele, ou que nele venham a provocar modificações físico-químicas nas espécies minerais presentes.

Existem, portanto, dois tipos de poluição, a **difusa** e a **pontual**. Quando o lançamento de efluentes ocorre em um curso d'água através de uma única tubulação, isso é chamado de poluição *pontual*, já a poluição *difusa* ocorre quando a poluição não pode ser identificada e cobre uma área extensa, levando consigo uma infinidade de poluentes advindos de telhados, jardins e ruas para os cursos d'água. (TOMAZ, 2006).

O controle da poluição difusa em áreas urbanas através das PMAs (Práticas de Melhor Administração) se faz através do conceito da carga de lavagem para deter o escoamento superficial urbano para deter o controle de carga poluidora no corpo receptor. A explicação mais comum para carga de lavagem é a remoção inicial do material acumulado no período entre chuvas, seja do solo ou canalizações. (EPUSP, 2004).

A poluição das cargas difusas são divididas basicamente entre duas categorias, a rural, onde as fontes são em sua maioria às atividades agrícolas, com poluentes advindos da aplicação de fertilizantes e pesticidas, já a urbana está relacionada com o lançamento da drenagem urbana sobre o corpo receptor, contendo ou não PMAs (TOMAZ, 2006).

Tomaz (2006) relata 5 condições para caracterização da poluição difusa:

- I. Lançamento da carga poluidora intermitente e que está relacionado com a precipitação;
- II. Os poluentes são transportados a partir de extensas áreas;
- III. As cargas poluidoras não podem ser monitoradas a partir do seu ponto de origem, mesmo porque não é possível identificar exatamente a sua origem;
- IV. O controle da poluição de origem difusa, obrigatoriamente deve incluir ações sobre a área geradora da poluição ao invés de incluir, apenas, o controle do efluente quando do lançamento;
- V. É difícil o estabelecimento de padrões de qualidade para o lançamento do efluente, uma vez que a carga poluidora lançada varia de acordo com a intensidade e a duração do evento meteorológico, a extensão da área de produção naquele específico evento e com outros fatores, que tornam a correlação vazão x carga poluidora praticamente impossível de ser estabelecida.

De acordo com Tomaz (2006), existem três maneiras de controlar a poluição difusa, a primeira é prevenir a entrada de poluentes no *runoff*, ou seja, reduzir tráfico de veículos, não jogar lixo na rua, não jogar óleos e graxas nas ruas, reduzir a população de cães e gatos ou fazer a limpeza logo após, limpeza pública eficiente. A segunda é aumentar as áreas permeáveis, ou seja, melhor planejamento para infiltração de águas pluviais. A terceira é tratar o *runoff* através das PMAs, o objetivo nesse caso é controlar a poluição difusa antes que a mesma chegue nos cursos d'água.

Em março de 2003, o Centro de Proteção da Bacia (*The Center for Watershed Protection – CWP*) publicou o livro *Impacto of Impervious cover on aquatic systems* baseado em 225 pesquisas feitas nos Estados Unidos onde chegaram as seguintes conclusões:

- Os problemas da qualidade da água dos rios começam a partir de área urbana impermeabilizada maior que 10%. De 10% a 25% há um declínio severo dos indicadores de qualidade dos rios;

- A partir da impermeabilização maior que 25% há uma degradação total do ambiente aquático.

Mudanças físicas nas bacias produzem impactos que devem ser examinados com cuidado, geralmente os impactos para áreas impermeabilizadas inferiores a 10% são menores e, para áreas de 10% a 25% são preocupantes e para acima de 25% os impactos são desagradáveis. Os principais impactos físicos são a dificuldade em medir o habitat, mudanças na geometria dos rios, aumento da temperatura e alteração na rede de canais.

Os impactos biológicos devido à impermeabilização estão relacionados com fatores tais como mata ripariana, floresta natural, plantações e chuvas ácidas. O foco desses impactos são os insetos, peixes, anfíbios e mexilhões da água doce e nas várzeas.

A dificuldade em se estabelecer indicadores que possam caracterizar o estado trófico dos ecossistemas aquáticos e que sejam usados por toda a comunidade científica ainda é alto, os mais utilizados são o Índice da Integridade Biótica (IBI) que leva em consideração a comunidade de peixes, Índice EPT que é a soma de números de famílias de certas ordens de insetos sensíveis a poluição tais como *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*, sendo essas ordens as utilizadas para nomear o índice. Há também o Bêntico Índice da Integridade Biótica (B-IBI) que leva em consideração toda a comunidade de insetos aquáticos (ESTEVES, 1998). Tomaz (2006), diz que os aspectos relacionados à qualidade da água pluvial relacionados à impermeabilização do solo são:

- **Sedimentos:** São poluentes importantes com bastante medidas em águas pluviais, seus impactos na biota aquática estão bem documentados e basicamente são divididos em 2 tipos de fonte, os sedimentos em suspensão e os sedimentos em deposição, medidos através dos sólidos totais em suspensão, sólido dissolvido total e turbidez.
- **Sólidos totais em suspensão (STS):** São os sólidos carregados pelas águas pluviais e que podem ser retidos através de filtros, servem para medir e estimar a carga de sedimentos transportada, sejam eles orgânicos ou não.
- **Sólido Dissolvido Total (SDT):** Utilizado basicamente na indicação de potabilidade da água, pouco usado em águas pluviais, mede os sólidos e minerais dissolvidos.
- **Turbidez:** É a medida que mostra sólidos suspensos na água e que reduzem a habilidade da luz penetrar na água, podendo causar impactos na biota aquática.
- **Carbono Orgânico Total (COT):** É usado como indicador de matéria orgânica em uma amostra de águas pluviais, quanto mais matéria orgânica, mais oxigênio consumido, alterando a demanda bioquímica de oxigênio.
- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** Traduz indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no corpo da água, medida em miligrama por litro. Representa o consumo de oxigênio no processo de oxidação da matéria orgânica.
- **Nutrientes:** Mesmo nitrogênio e fósforo sendo nutrientes essenciais ao sistema aquático, podem causar impactos negativos se em grandes concentrações no corpo d'água.
- **Nitrogênio Amoniacal:** A amônia na forma livre (NH_3) é tóxica aos peixes e na forma ionizada (NH_4) não é tóxica.
- **Nitrogênio Kjeldahn:** É o nitrogênio orgânico com o nitrogênio em forma de amônia, sendo a forma predominante do nitrogênio nos esgotos domésticos brutos, sendo um importante parâmetro químico para medir qualidade das águas.

- **Metais Pesados:** São micro poluentes inorgânicos provenientes em sua maioria de efluentes industriais e são altamente tóxicos para os organismos aquáticos. Os metais pesados mais presentes nas águas em forma dissolvida são o cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, níquel e zinco.
- **Nitrato:** A presença do nitrogênio na forma de nitrato é um indicador de poluição relacionada ao final do período de nitrificação ou pode caracterizar o efluente de uma estação de tratamento de esgotos sanitários a nível terciário, onde esse processo é induzido e controlado para reduzir a quantidade de nutrientes.
- **Fósforo Total (PT):** O fósforo é um nutriente e não traz impactos de ordem sanitária para a água, porém em altas concentrações pode acelerar a proliferação de algas, aumentando o processo de eutrofização.
- **Coliformes fecais (Coli. F):** Indicador biológico da qualidade das águas, sendo medidos em número provável de coliformes por mililitros de água amostrada, a contaminação por coliformes fecais, acontece basicamente através de fezes humanas e/ou animais.

Stuchi (2005), diz que o esgoto doméstico é composto por muitos dos elementos relacionados à água pluvial anteriormente, porém já que é formado basicamente por óleos, gorduras, material orgânico e água servida, há menos aspectos a serem levantados. A água servida, também chamada de água cinza é formada por águas oriundas de pias, chuveiros, máquinas de lavar pratos e lavanderias e em situações ideais tanto a água servida como o esgoto doméstico por si seriam tratados em estações de tratamento apropriadas. Todavia quando isso não ocorre e esse esgoto acaba atingindo corpos d'água, aspectos como Coliformes Fecais, Nutrientes, DBO, SDT e Nutrientes de maneira geral podem acabar impactando e aumentando o volume de fatores prejudiciais à qualidade de água.

Tomaz (2006) cita algumas maneiras de minimizar a poluição difusa:

- Controle da geração dessa poluição através da redução de veículos, o não jogar lixo, óleos e graxas nas ruas, uma limpeza pública eficiente, o aumento

de áreas permeáveis para infiltração das águas pluviais e a preocupação do tratamento dos contaminantes antes de atingirem os cursos d'águas;

- O cumprimento da legislação, a legislação brasileira não trata a poluição difusa complicando os fatos de poluição que abrangem áreas com vários municípios;
- Criação de processos que incentivem a permeabilidade do solo, essa impermeabilidade do solo influencia no escoamento superficial, nos picos de vazões, aumento das enchentes, mudanças na geometria dos rios, aumento de temperatura, alteração na rede de canais, alteração na biota, na qualidade das águas, volume de sedimentos e sólidos em suspensão, dissolvidos.

3.3 Bacia hidrográfica como Unidade de Planejamento

O estudo sobre os recursos hídricos deve ser realizado de uma forma ampla e integrada. Dentro desse enfoque, a bacia hidrográfica é uma importante unidade natural onde se pode analisar a todos os fatores da superfície terrestre, levando-se a oportunidade de estudar e reconhecer as interrelações de todos os elementos da paisagem e os processos atuantes dentro dessa bacia (BOTELHO, 1999).

A bacia hidrográfica tem como definição, um conjunto de áreas com declividades no sentido de uma determinada seção onde está presente um curso d'água, ou seja, uma área definida e fechada topograficamente num curso d'água (GARCEZ; ALVAREZ, 2002). Já Botelho (1999), simplifica essa definição como sendo uma área na superfície terrestre que é drenada por um rio principal e seus tributários, sendo o seu limite traçado pelos chamados divisores de água.

De acordo com Tundisi (2003), a bacia hidrográfica possui características importantíssimas que a torna uma unidade muito bem caracterizada onde permite uma interação multidisciplinar primordial para o estudo de diferentes formas de gerenciamento e planejamento. Com isso, a bacia ultrapassa as barreiras políticas e cria uma visão de unidade física participativa, tendo o estímulo e a interação da própria comunidade. Já Casseti (1994), diz que a caracterização da bacia hidrográfica define medidas gráficas e índices fisiográficos que podem ser estabelecidos através de cartas topografias e a rede hidrográfica, onde o ponto de

partida para extrair as informações fisiográficas é a individualização da bacia hidrográfica.

Segundo Christofletti (1980), os índices e parâmetros que contribuem para uma melhor análise e interpretação de uma bacia hidrográfica são:

- **Área da bacia:** toda área medida, drenada em um plano horizontal relacionada a um sistema fluvial.
- **Perímetro da bacia:** é o comprimento da linha de contorno da bacia em planta (divisor de água).
- **Comprimento da bacia:** distância medida em linha reta entre a desembocadura (foz) até um ponto que signifique metade do perímetro da bacia ou a distância entre a foz e o mais alto ponto situado ao longo do perímetro.
- **Circularidade (Ic):** a forma da bacia é a relação entre a área da bacia (A) e a área do círculo do perímetro (Ac), pode ser representada como:

$$Ic = \frac{A}{Ac}$$

- **Extensão de canais:** é a distância ao longo do curso da água, levando-se em consideração da nascente até a foz do canal principal e de seus tributários.
- **Densidade de drenagem (Dd):** correlação do comprimento total dos canais (Lt) com a área da bacia (A), pode ser representada por:

$$Dd = \frac{Lt}{Ac}$$

- **Amplitude:** é a diferença entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto situado na em qualquer ponto da linha divisória da bacia.

- **Declividade média da bacia:** é a determinação da declividade média da bacia contribuinte dividida pela área da bacia.
- **Declividade média do canal principal:** é a média obtida pelo desnível máximo dividido pelo comprimento.
- **Ordem:** conhecido também como hierarquização de canais consiste em estabelecer a classificação de um determinado curso dentro de um conjunto total da bacia hidrográfica. Segundo Strahler (1952, apud CHRISTOFOLETTI, 1980), todos os cursos d'água sem tributários são de primeira ordem, inclusive os trechos da nascente do rio principal e dos afluentes. Os trechos de segunda ordem são estabelecidos pela confluência de dois canais de dois trechos de primeira ordem, os trechos de terceira ordem são formados pela confluência de dois trechos de segunda ordem e assim sucessivamente como demonstrado na Figura 13.

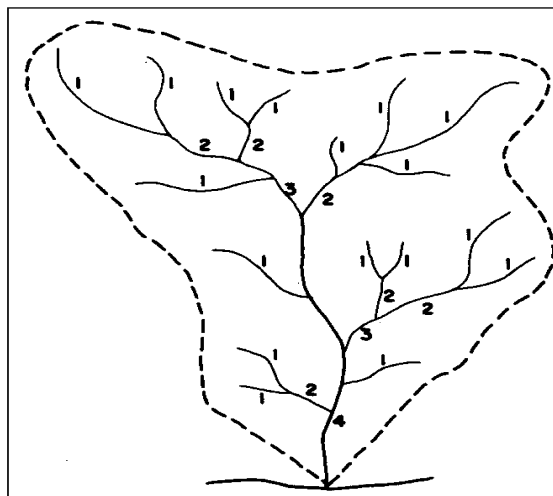


Figura 13: Determinação de hierarquização de canais segundo Strahler (1952).

Fonte: Christofolletti (1980)

3.4 Geoprocessamento e bacias hidrográficas

Para Câmara e Medeiros (2009), o Geoprocessamento constitui o emprego de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica, influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e

regional. Os autores mencionam que os sistemas de informações geográficas (SIGs), considerados ferramentas computacionais de geoprocessamento, permite realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, possibilitando ainda a produção de documentos cartográficos. O banco de dados geográficos é o repositório de dados do SIG, sendo que este é responsável pelo armazenamento e recuperação de atributos espaciais e não-espaciais. Os SIGs armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados - localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

Em nosso país o geoprocessamento começou a ser utilizado de maneira efetiva no início de 1982, através de *softwares* nacionais, um dos *softwares* de maior destaque desta época foi o SITM/SGI criado pelo INPE. Atualmente há diversos *softwares* gratuitos e proprietários para processar dados geográficos. Entre os *softwares* proprietários o ArcGis da empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) possibilita inúmeras funcionalidades de análises (CÂMARA E MEDEIROS, op cit).

O ArcGis é um conjunto de *softwares* que funciona em computadores padrão e são usados para criar, importar, editar, buscar, mapear, analisar e publicar informações geográficas possibilitando seu uso para diversas situações. (LILLESAND; KIEFER, 1994).

Em relação às pesquisas sobre análise de bacias hidrográficas a disponibilidade de dados de sensoriamento remoto gratuitos somado com a facilidade de utilizar *softwares* específicos vem aumentando cada vez mais o número de pesquisas e publicações. (MASCHIO et al, 2003).

3.5 Uso da terra

Segundo IBGE (2006), no Brasil os primeiros trabalhos sobre uso da terra se iniciaram no final da década de 1930 do século passado e perduraram até os anos de 1940, quando predominaram estudos sobre a colonização e as viagens de reconhecimento como os dedicados à análise da colonização do Sul do Brasil através da migração ou os que se dedicaram à análise da ocupação da Amazônia. Já na década de 1970, foram registrados tanto os avanços em análises

classificatórias das formas e das dinâmicas de uso da terra, especialmente a partir de focos temáticos, como o uso nos meios técnico e acadêmico de procedimentos estatísticos na geografia, refletindo uma forte ênfase às análises quantitativas na produção dos trabalhos da época. Centros importantes, como o IBGE e universidades, disseminaram no País vários estudos sob este foco. A geografia nessas instituições, no entanto, ainda não incorporara, de forma sistemática, procedimentos de análise utilizando o sensor remoto.

O primeiro trabalho sistemático utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta de interpretação dos fenômenos espacializáveis de significado nacional foi o Levantamento Sistemático de Recursos Naturais, realizado pelo RADAMBRASIL, utilizando imagens de radar.

Um dos pontos mais importantes no Uso da terra é levantar informações e criar padrões de Cobertura de Terra no ponto estudado. Essas ações envolvem pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e espacialização através de cartas.

O levantamento sobre o uso e a cobertura da terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão.

Ao retratar as formas e a dinâmica de ocupação da terra, esses estudos também representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento. (IBGE, 2006).

Segundo Heymann (1994), há quatro requisitos para o Levantamento de Cobertura da Terra, sendo eles:

- Escala de mapeamento;
- Natureza da informação básica;
- Unidade de mapeamento e a definição da menor área a ser mapeada;
- Nomenclatura.

A Escala de Mapeamento sob o ponto de vista matemático, escala é a proporção entre a representação gráfica de um objeto e a medida correspondente de sua dimensão real. Mas, como salienta Castro (1995), a escala não deve ser vista apenas sob esta perspectiva, pois a conceituação de escala acorrentada apenas à ótica geométrica é cada vez mais insatisfatória. A complexidade dos fenômenos abordados no mundo real vem exigindo e ampliando as possibilidades de reflexão sobre o termo, incorporando à aceção tradicional o sentido de representação de diferentes modos de percepção e concepção do real. Vista dessa forma, a escala é uma prática de observação e elaboração das várias faces e dimensões do real, que só pode ser apreendido por representação e fragmentação.

A Natureza de informação básica está relacionada aos dados de imagens orbitais que são importantes fontes básicas para o mapeamento do tema uso da terra, embora por si mesmos sejam insuficientes para dar conta da realidade, requerendo a agregação de dados exógenos de naturezas diversas durante a interpretação dos padrões homogêneos de uso da terra.

No levantamento do Uso e da Cobertura da Terra, podem ser utilizados dados de diversos sensores e sua escolha vai depender dos objetivos do trabalho, da escala de mapeamento, do custo e dos equipamentos disponíveis. Os dados de sensores de segunda geração (LANDSAT - TM/SPOT - HRV), por exemplo, são mais facilmente interpretados, embora demandem equipamentos de alta performance para o processamento e, por tais razões, apresentem custos mais elevados que dados do MSS, menos onerosos e de processamento mais rápido, embora levem mais tempo para serem interpretados, uma vez que requerem uso sistemático de documentos auxiliares, particularmente de fotografias aéreas. (IBGE, 2006).

A unidade de mapeamento é a representação da homogeneidade e diversidade de objetos que recobrem a superfície da terra. Corresponde a uma cobertura considerada homogênea (floresta, campestre, água, etc.) ou a uma combinação de áreas elementares homogêneas, que em suas variações representam a cobertura da superfície terrestre. Caracteriza-se por ser claramente distinguível das unidades de seu entorno e por representar uma significativa porção de terra, em uma dada escala. Em termos de cobertura, Heymann (1994)

recomenda que a estrutura da unidade de área precisa ser suficientemente estável para servir como unidade para uma coleção de informações mais precisas.

Na definição do tamanho da menor unidade de área mapeável, é preciso observar algumas premissas como sua legibilidade na escala do mapeamento, sua capacidade para representar as características essenciais do terreno, atendendo à escala e aos propósitos do levantamento, e a relação entre os custos operacionais e o fornecimento da desejada informação da cobertura terrestre. Também é preciso considerar a escala de compilação dos dados e a escala final de apresentação. Ainda é ressaltado que em alguns casos, os usos da terra não podem ser identificados com um grau de detalhe que se aproxime da dimensão da menor unidade mapeável, enquanto em outros, podem, apesar de pequenos demais para serem mapeados, a exemplo das fazendas que não se distinguem de outras categorias quando mapeadas em níveis mais gerais de classificação, mas que podem ser interpretadas, apesar de muito pequenas para serem representadas na escala de apresentação final.

Há diversas ferramentas dentro do Geoprocessamento que tornam essa ciência segura e utilizável em diversas situações, um dessas ferramentas é o próprio Sensoriamento Remoto que Lillesand et al. (2008) definem como a ciência e arte de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno através de dados adquiridos por um sensor que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno estudado. Sensores são equipamentos que possuem as características de captar variações no que diz respeito à quantidade ou propriedade da Radiação Eletromagnética (REM) em diferentes faixas do espectro eletromagnético (bandas dos satélites ou resolução espectral).

A maioria das nomenclaturas usadas para mapeamento ou estatísticas relacionadas ao espaço utiliza terminologias de uso da terra dirigidas para compilação das atividades humanas. A construção de uma nomenclatura do uso e cobertura da terra precisa estar adequada para mapear a diversidade do território considerado e deve ser compatível com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada, a fonte básica de dados e com as necessidades dos virtuais usuários. IBGE (2006).

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

4.1 Materiais

Os materiais básicos, equipamentos e aplicativos utilizados foram disponibilizados pelo laboratório de geoprocessamento do curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos, 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;
- Software de geoprocessamento ArcGIS (versão 9.3), padrão de licença ArcInfo com extensões 3-D Analyst e Spatial Analyst;
- Google Earth, aplicativo disponível na web (versão livre);
- GPS Garmin Etrex de navegação.

4.2 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 efetuado 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; 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 (Figura 14) para o detalhamento dos parâmetros morfométricos e avaliação da vulnerabilidade junto com o uso da terra.

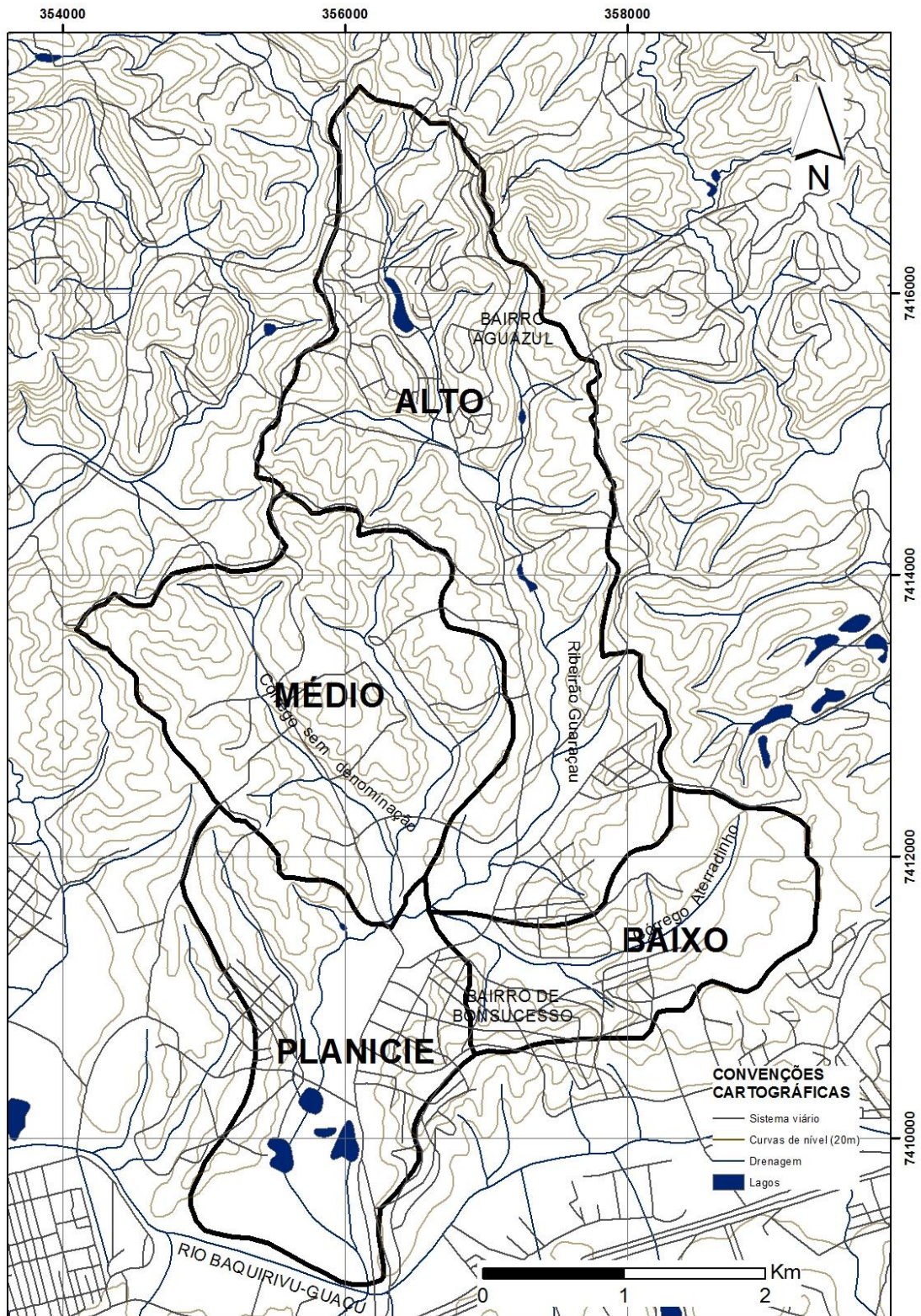


Figura 14: Mapa das Sub-bacias do Ribeirão Guaraçau.

Os parâmetros morfométricos considerados para a bacia foram a área, o perímetro, o comprimento segundo o eixo maior, o índice de circularidade, a extensão 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 (5x5m), 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.

5. RESULTADOS

Os resultados da pesquisa estão divididos em três partes, sendo aqueles relativos ao mapeamento de uso da terra, a caracterização morfométrica e as fontes de poluição hídrica.

5.1 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. O resultado do mapeamento de uso da terra é apresentado no Anexo I.

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 quatro classes apresentadas a seguir:

- **FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA NATIVA (V1)** - (Fragmento de Floresta Atlântica). Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 15:



Figura 15: Vegetação Florestal Nativa. Coordenadas: 23°22'24.90"S; 46°23'42.16"O (Fonte: Google Earth 2013).

- **FORMAÇÃO ARBÓREA DENSE EXÓTICA (V2)** – (Reflorestamento ou Silvicultura de Eucalipto ou Pinus). Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 16:



Figura 16: Vegetação Florestal Exótica. Coordenadas: 23°22'15.54"S; 46°24'14.91"O (Fonte: Google Earth 2013).

- **FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA (V3)** – Formação arbórea (Mata aberta com árvores remanescentes de floresta e Pomar). Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 17:



Figura 17: Vegetação Arbórea Aberta. Coordenadas: 23°22'13.81"S; 46°24'48.98"O (Fonte: Google Earth 2013).

- **CULTURAS AGRÍCOLAS (V4)** – Vegetação rasteira plantada (Agricultura de hortaliças e outros). Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 18:



Figura 18: Culturas Agrícolas. Coordenadas: 23°22'16.88"S; 46°23'47.48"O. (Fonte: Google Earth 2013).

- **VEGETAÇÃO HERBÁCEA (V5)** – Vegetação rasteira de campo (Pasto incluindo fragmentos arbustivos). Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 19:



Figura 19: Vegetação Herbácea. Coordenadas: 23°22'30.31"S; 46°24'10.21"O (Fonte: Google Earth 2013).

Além das áreas verdes rurais, as outras classes associadas foram:

- **LAGO (L)** – Corpo d'água resultante de represamento de curso d'água ou açude. Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 20:



Figura 20: Lago referente ao Lago Azul. Coordenadas: 23°21'40.76"S; 46°24'19.30"O (Fonte: Google Earth 2013).

- **SOLO EXPOSTO (SO)** - Área degradada abandonada. Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 21:



Figura 21: Solo Exposto. Coordenadas: 23°23'29.19"S; 46°23'55.08" O (Fonte: Google Earth 2013).

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 foram organizados nas classes apresentadas a seguir:

- **EQUIPAMENTO PARTICULAR (EPA)** - Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 22:



Figura 22: Equipamento Particular referente a uma indústria (Phibro). Coordenadas: 23°22'57.32"S; 46°23'48.42" O (Fonte: Google Earth 2013).

As áreas residenciais foram organizadas 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. Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 23:



Figura 23: Favela. Coordenadas: 23°21'44.86"S; 46°24'14.22" O (Fonte: Google Earth 2013).

- **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. Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 24:



Figura 24: Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Coordenadas: 23°23'46.45"S; 46°23'46.11" O (Fonte: Google Earth 2013).

Mais exemplos de Ocupação residencial com alta densidade e ordenada (R2) a seguir com as Figuras 25 e 26:



Figura 25: Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Localização: Loteamento Vila Carmela (Foto de ANDRADE, 2012).



Figura 26: Ocupação Residencial com Alta Densidade e Ordenada. Localização: Loteamento Vila Carmela (Foto de ANDRADE, 2012).

- **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. Exemplo dessa classe a seguir com a Figura 27:



Figura 27: Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Coordenadas: 23°21'51.19"S; 46°24'0.46" O (Fonte: Google Earth 2013).

Mais exemplos de Ocupação residencial com baixa densidade (R3) a seguir com as figuras 28 e 29:



Figura 28: Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Localização: Bairro Água Azul (Foto de ANDRADE, 2012).



Figura 29: Ocupação Residencial com Baixa Densidade - Chácara. Localização: Bairro Água Azul (Foto de ANDRADE, 2012).

Os dados gerados pelo mapeamento do uso da terra (Anexo I) estão sistematizados nas Tabelas 01, 02, 03, 04 e 05 e nos Gráficos 01, 02, 03 e 04 referentes a bacia hidrográfica do Ribeirão Guaraçau e sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Curso.

Tabela 01: Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GUARAÇAU		
CLASSES DE USO DA TERRA		AREA 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

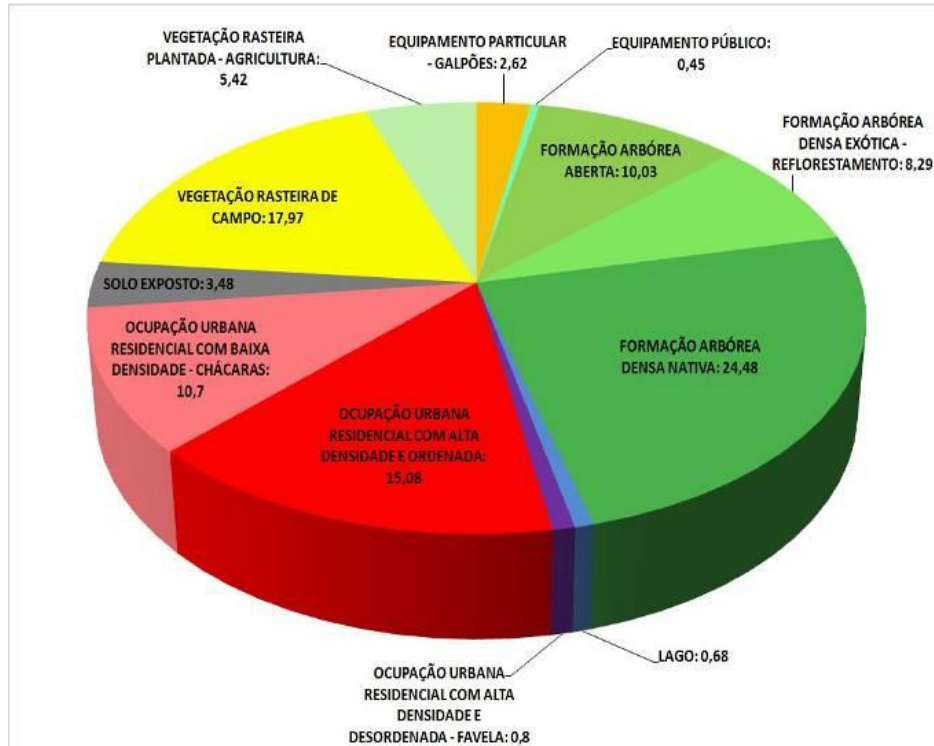


Gráfico 01: Área relativa (%) das classes de uso de terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau.

Tabela 02: Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da sub-bacia do Alto Curso do Guaraçau.

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO GUARAÇAU		
CLASSES DE USO DA TERRA		ÁREA TOTAL (m²)
FORMAÇÃO ARBÓREA Densa NATIVA	(V1)	2.530.222,04
FORMAÇÃO ARBÓREA Densa EXÓTICA - REFLORESTAMENTO	(V2)	368.181,72
FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA	(V3)	858.713,33
VEGETAÇÃO RASTEIRA PLANTADA - AGRICULTURA	(V4)	626.682,30
VEGETAÇÃO RASTEIRA DE CAMPO	(V5)	1.305.463,30
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E DESORDENADA - FAVELA	(R1)	45.258,16
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E ORDENADA	(R2)	403.769,14
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM BAIXA DENSIDADE - CHÁCARAS	(R3)	1.859.800,75
EQUIPAMENTO PARTICULAR - GALPÕES	(EPA)	122.594,17
SOLO EXPOSTO	(SO)	81.053,75
LAGO	(L)	26.784,35

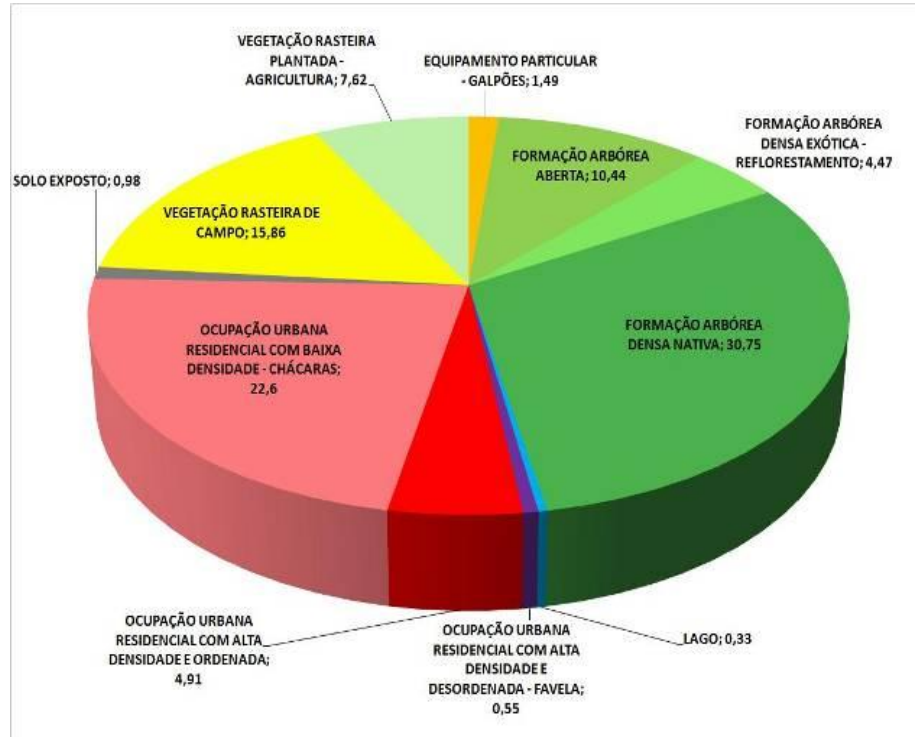


Gráfico 02: Área relativa (%) das classes de uso de uso da terra da sub-bacia do Alto Curso do Guaraçau.

Tabela 03: Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da sub-bacia do Médio Curso do Guaraçau.

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO CURSO DO GUARAÇAU		
CLASSES DE USO DA TERRA		ÁREA TOTAL (m ²)
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA NATIVA	(V1)	2.200.044,53
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA EXÓTICA - REFLORESTAMENTO	(V2)	449.631,59
FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA	(V3)	232.893,05
VEGETAÇÃO RASTEIRA PLANTADA - AGRICULTURA	(V4)	204.492,60
VEGETAÇÃO RASTEIRA DE CAMPO	(V5)	934.352,61
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E DESORDENADA - FAVELA	(R1)	47.511,51
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E ORDENADA	(R2)	459.181,32
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM BAIXA DENSIDADE - CHÁCARAS	(R3)	159.594,66
EQUIPAMENTO PARTICULAR - GALPÕES	(EPA)	97.468,07
EQUIPAMENTO PÚBLICO	(EPU)	9.377,79
SOLO EXPOSTO	(SO)	419.261,19

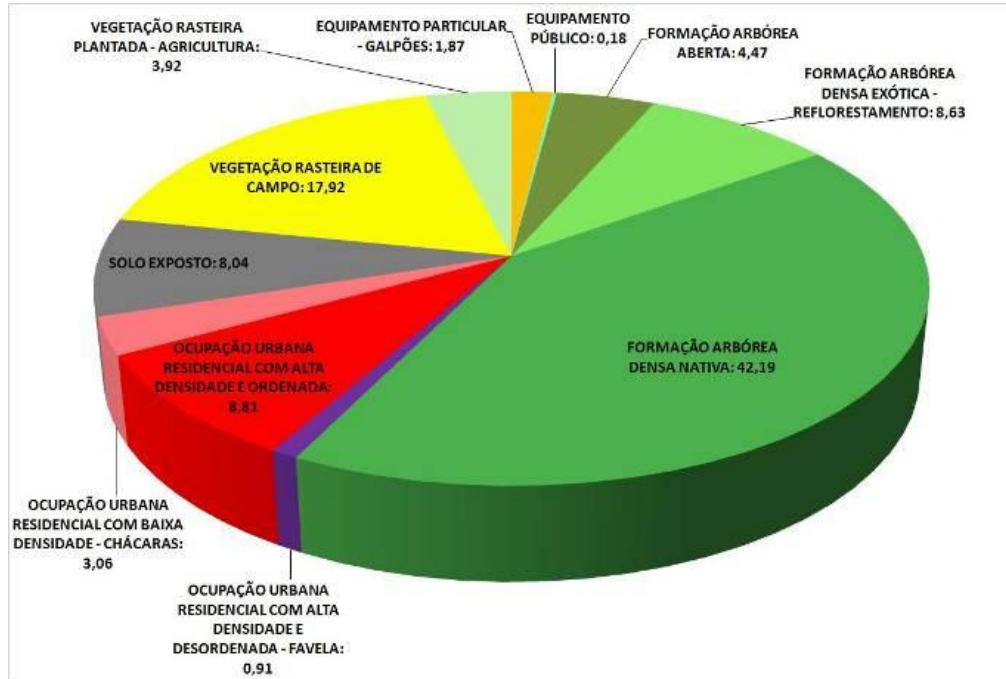


Gráfico 03: Área relativa (%) das classes de uso de terra da sub-bacia do Médio Curso do Guaraçau.

Tabela 04: Tamanho das áreas referente às classes de uso da terra da sub-bacia do Baixo Curso do Guaraçau.

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO CURSO DO GUARAÇAU		
CLASSES DE USO DA TERRA		ÁREA TOTAL (m ²)
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA NATIVA	(V1)	249.573,06
FORMAÇÃO ARBÓREA DENSA EXÓTICA - REFLORESTAMENTO	(V2)	868.114,32
FORMAÇÃO ARBÓREA ABERTA	(V3)	947.856,43
VEGETAÇÃO RASTEIRA PLANTADA - AGRICULTURA	(V4)	270.632,49
VEGETAÇÃO RASTEIRA DE CAMPO	(V5)	1.415.351,73
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E DESORDENADA - FAVELA	(R1)	70.338,63
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM ALTA DENSIDADE E ORDENADA	(R2)	2.204.068,42
OCUPAÇÃO URBANA RESIDENCIAL COM BAIXA DENSIDADE - CHÁCARAS	(R3)	156.159,86
EQUIPAMENTO PARTICULAR - GALPÕES	(EPA)	312.577,60
EQUIPAMENTO PÚBLICO	(EPU)	81.522,13
SOLO EXPOSTO	(SO)	206.932,93
LAGO	(L)	112.197,04

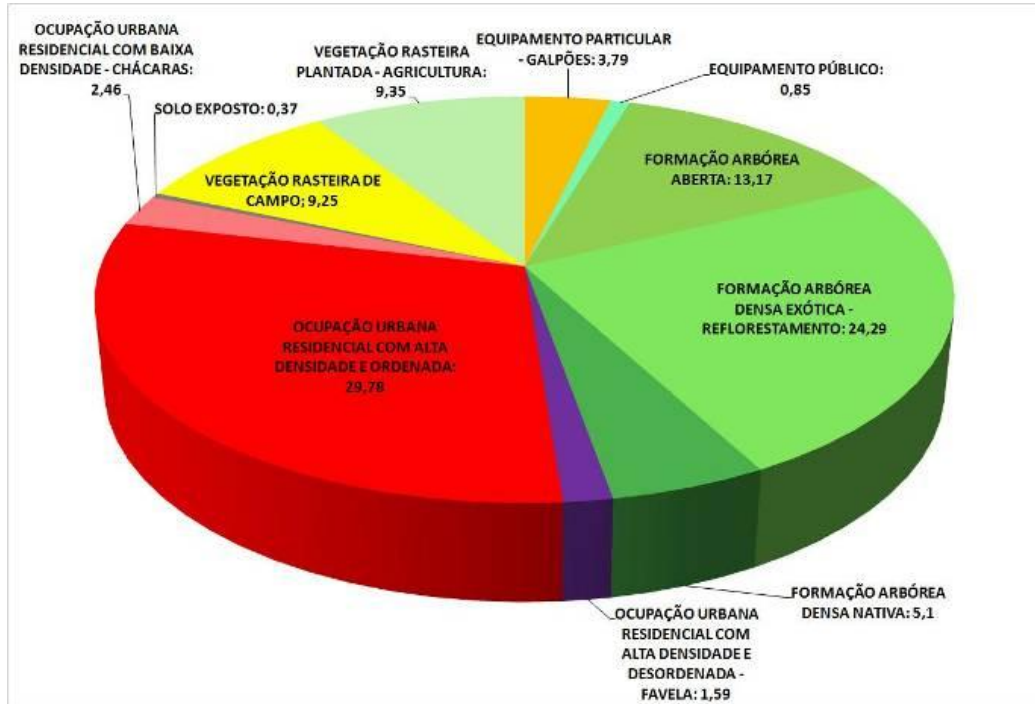


Gráfico 04: Área relativa (%) das classes de uso de uso da terra da sub-bacia do Baixo Curso do Guaraçau.

Foi realizada a quantificação das classes de uso da terra para a bacia como um todo e para a área estudada referente as sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Curso do Guaraçau com o objetivo de análise das fontes de poluição hídrica. As classes V1 e V2 foram agrupadas por representarem situações de nenhuma ou baixa influência, as classes V2, V4 e V5 representam influências rurais, o SO corresponde a áreas degradadas com erosão e as R1, R2, R3, EPA e EPU são aquelas que com forte influência. A Tabela 05 apresenta a consolidação destes dados.

Tabela 05: Comparação entre os conjuntos de classes de uso da terra da Bacia do Ribeirão Guaraçau e das sub-bacias correspondentes aos Alto, Médio e Baixo Curso do Guaraçau.

CONJUNTOS DE CLASSES DE USO DA TERRA	TOTAL DA BACIA (%)	ALTO CURSO (%)	MÉDIO CURSO (%)	BAIXO CURSO (%)
V1 + V3	34,5	41,2	46,7	17,4
V2 + V4 + V5	31,7	28,0	30,5	37,0
SO	3,5	1,0	8,0	3,0
R1 + R2 + R3 + EPA + EPU	29,7	29,6	14,8	41,0

5.2 Morfometria da Bacia e Sub-bacias

A morfometria da bacia com um todo e das sub-bacias visa a análise das condições de escoamento da água que tem implicação direta na maior ou menor suscetibilidade à poluição hídrica.

A análise comparativa adotada considera que as bacias hidrográficas onde a declividade, tanto do canal quanto da superfície da bacia, apresentam-se alta ou quando apresentam elevada densidade de drenagem ou quando apresentam alta circularidade, demonstram maior tendência de escoamento eficaz para os corpos d' água e, em última análise para o ribeirão Guaraçau.

Os resultados foram consolidados na Tabela 06 que permite comparar as diferentes situações.

Tabela 06. Dados morfométricos obtidos para a bacia e sub-bacias do Guaraçau.

	TOTAL DA BACIA	SUB BACIA ALTO	SUB BACIA MÉDIO	SUB BACIA BAIXO
ÁREAS (m ²)	20.339.159	8.230.528,29	5.213.447,05	2.755.010,67
PERÍMETRO (m)	25.084,69	16.738,89	10.305,23	8.111,01
COMPRIMENTO (m)	8.540	5.884,30	3.191,64	2.769,64
CIRCULARIDADE	0,41	0,37	0,62	0,53
EXTENSÃO DE CANAIS (m)	45.288,3	22.432,80	11.914	3.545,12
DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km ²)	2,23	2,72	2,28	1,29
AMPLITUDE (m)	244	233	145	65
DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)	13	16	14	8
DECLIVIDADE MÉDIA DO CANAL PRINCIPAL (%)	1,21	1,59	2,33	1,79
ORDEM	4 ^a	3 ^a	3 ^a	2 ^a

Considerando os aspectos morfométricos podemos concluir o seguinte:

- Com relação ao parâmetro declividade do canal, todas as sub-bacias apresentam valores maiores do que a bacia como um todo, com destaque para a sub-bacia do Médio Curso que apresenta valor duas vezes superior. Cabe destacar que no cálculo efetuado para a bacia como um todo, foi considerado um trecho identificado como planície que abrange a foz do

Ribeirão Guaraçau, onde o canal apresenta baixa declividade. Este trecho não foi considerado no cálculo de declividade dos canais relacionados as sub-bacias;

- Com relação à declividade superficial das sub-bacias, observa-se que as sub-bacias do Alto e Médio apresentam valores superiores comparados ao da bacia como um todo, com destaque para a do Alto;
- Com relação à densidade de drenagem, observa-se que as sub-bacias do Alto e Médio apresentam valores superiores comparados ao da bacia como um todo, com destaque para a do Alto;
- Com relação à circularidade as sub-bacias do Médio e Baixo apresentam valores acima daquela relacionado a bacia como um todo.

Neste sentido podemos considerar as sub-bacias do Alto e Médio Cursos como aquelas que apresentam condições de maior efetividade no escoamento das águas e, portanto, com maior suscetibilidade a escoamentos mais concentrados que, em correspondência ao uso da terra, implicam na maior vulnerabilidade a poluição hídrica dos corpos d'água superficiais.

5.3 Análise das fontes de poluição hídrica

A análise das fontes de poluição hídrica foi baseada no reconhecimento do potencial de produção de esgotos, águas servidas, poluição difusa urbana, poluição difusa rural e de sedimentos oriundos de erosão das áreas degradadas. Soma-se a isto, a incorporação de áreas sensíveis, neste caso as áreas marginais aos corpos d'água, tendo sido utilizado como critério as Áreas de Preservação Permanente previstas no Código Florestal, que correspondem a faixas marginais de 30 metros (Lei Federal 12.651/12).

Desta forma, foi produzido um Mapa de Potencial de Poluição Difusa e Pontual da Bacia do Ribeirão Guaraçau (Anexo 2) elaborado através da interpretação das classes de uso da terra e o papel que elas apresentam com relação as fontes citadas. Assim, foram estabelecidas um total de 9 classes de áreas

com potencial de poluição hídrica com relação as águas superficiais. Visando enriquecer o estudo, foram incluídos também pontos de contaminação cadastrados pela CETESB e Secretaria de Meio Ambiente do município, apresentados em Oliveira et al (2009).

As classes de potencial de poluição hídrica definidas são as seguintes:

Área Tipo 1 – Consiste em quaisquer usos da terra que ocorrem em Áreas de Proteção Permanente conforme Código Florestal.

Área Tipo 2 – Consiste nas áreas degradadas resultantes da exploração de terras para utilização e obras civis (área de empréstimo) que apresentam processos erosivos intensos que produzem sedimentos.

Área Tipo 3 – Consiste nas áreas onde ocorrem ocupações subnormais e precárias com densidade muito alta e baixo índice de infraestrutura. A poluição pontual deve-se ao esgoto doméstico e águas servidas lançados *in natura* diretamente nos corpos d'água. A poluição difusa deve-se ao elevado grau de impermeabilização do solo e a produção de resíduos sólidos urbanos dispostos sobre o solo decorrentes das atividades socioeconômicas diversas. Esses resíduos apresentam granulometria variada, desde materiais finos a resíduos volumosos, composição e quantidade também muito variada, desde resíduos minerais, inertes, químicos e orgânicos, solúveis, insolúveis, com densidades variadas, decorrentes da disposição inadequada e coleta deficiente.

Área Tipo 4 – Consiste nas áreas que apresentam ocupação residencial, com alta densidade com infraestrutura total ou parcial, implantada, neste caso principalmente pavimentação e drenagem. Esta classe inclui também os equipamentos públicos. São identificadas como fontes de poluição pontual e difusa urbana similares a Área Tipo 3. A intensidade da poluição é alta, porém levemente inferior a situação da Área Tipo 2.

Área Tipo 5 – Consiste nas áreas onde são encontrados privados que envolvem amplas áreas construídas, com destaque para as indústrias. Estas também são identificadas como fontes de poluição pontual e difusa urbana.

Área Tipo 6 – Consiste nas áreas onde ocorrem ocupações residenciais de baixa densidade, tais como chácaras agrupadas em loteamento ou isoladas. Estas também são identificadas como fontes de poluição pontual e difusa urbana, porém com baixa intensidade.

Área Tipo 7 – Consiste nas áreas que apresentam cultura agrícola que é identificada como fonte de poluição difusa rural pelo uso de insumos agrícolas.

Área Tipo 8 - Consiste nas áreas que apresentam pastagem (vegetação rasteira de campo) que é identificada como fonte de poluição difusa rural, neste caso devido à erosão laminar.

Área Tipo 9 - Consiste nas áreas que apresentam reflorestamento que é identificada como fonte de poluição difusa rural, neste caso devido à erosão ocasionada especialmente na época de corte da madeira.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Bacia do Ribeirão Guaraçau por meio do mapa de uso da terra e da caracterização morfométrica permitiu compreender a qualidade ambiental da área estudada, identificar os diferentes tipos de uso de terra, incluindo áreas degradadas, a vulnerabilidade e as principais fontes de poluição hídrica.

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 identificadas as mesmas condições aqui reconhecidas.

Esta avaliação ora concluída, abre uma perspectiva interessante para a continuação dos estudos ambientais, consubstanciados no índice de estado trófico – IET da bacia hidrográfica do Guaraçau, desde sua nascente até a foz no rio Baquirivu Guaçu, assim como avaliação das condições da qualidade das águas do Lago Azul que tem sido utilizado para fins de recreação pela população local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M.R.M.; OLIVEIRA, A. M. S.; 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).

ANDRADE et al. **Guarulhos tem história: questões sobre história natural, social e cultural**. São Paulo: Ananda Gráfica e Editora, 2008.

BEDANI, E. F. **Paisagem Natural Paleógena da Bacia Sedimentar de São Paulo, no município de Guarulhos, Estado de São Paulo**. 2008. 101p. Dissertação de mestrado em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos, 2008.

BESEN, G. R. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas**. São Paulo. 2005. 207 p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 1997, 185p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A.J.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (org.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p.269-300.

CÂMARA, G. MEDEIROS, J. S. DE; **Curso "Geoprocessamento para Projetos Ambientais"**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2009.

CASTRO, I. E. de. **O problema da escala**. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da

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 Brasil, 1996 p103-138.

CASSETI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG. 1994.

CENTER FOR WATERSHED PROTECTION (CWP). **Impacts of impervious cover on aquatic systems**. Março de 2003. www.cwp.org. 180 p. Monografia n° 1.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 1980.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. *In*: DIAS, J. E.; MELLO, J. W. M. de (Org.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 1 - 7.

EPUSP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Qualidade água. <http://www.phd.poli.usp.br/cabucu/qualidade.htm>, novembro de 2004.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998, ISBN 85-7193-009-2, 602p.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil de Municípios dos Estados**. Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php>, Acesso em 28 de agosto de 2013.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher. 2002.
HEYMANN, Y. **Corine land cover technical guide**. Colaboração de Chris Steenmans, Guy Croisille e Michel Bossard. Luxembourg: European Commission, 1994. 136 p.

GOOGLE EARTH. Disponível em earth.google.com.br. Acesso em 30 ago. 2013.

GRAÇA, B. A. **Condicionantes Geoambientais no Processo Histórico da Ocupação Territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo**. 2007.147p. Dissertação de mestrado em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**. Manuais Técnicos em Geociências, número 7. IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Senso populacional da Região Sudeste do Brasil**. 2002. Disponível em: <<http://ibge.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

LILLESAND, T. M. KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 1979.

LILLESAND, Thomas M; KIEFER, Ralph W; CHIPMAN, Jonathan W. **Remote sensing and image interpretation**. 6th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, c2008. xii, 441-587p.

MASCHIO, L. M. A.; BALENSIEFER, M.; RACHIVAL, M. F. G.; CURCIE, G.; MONTGOMERY D. R. Predicting landscape-scale erosion using digital elevation models. **Comptes Rendus Geoscience**, Paris, 335:, 2003. 1121 - 1130 p.

MORENO, R. S.; NEGRELOS, E.P. (Coord.) **Diagnóstico Preliminar para o Plano Diretor de Guarulhos: Subsídios para a Discussão Intersecretarial**. Prefeitura Municipal de Guarulhos/Secretaria de Economia e Planejamento. CD-ROM. 2002.

OLIVEIRA, E. S. et al. **Guarulhos: Espaço de muitos povos: conto, canto e encanto com a minha história**. São Paulo: Editora Noovha América, 2007. 104p.

OMAR, E.E.H. (org.). **Guarulhos tem história: questões sobre história natural, social e cultural**. São Paulo: Ananda Gráfica e Editora, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS – PMG. **A Cidade**. Disponível em http://www.guarulhos.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=34. Acesso em 21 de junho de 2013.

SAAD, A. R. et al. Condicionantes geoambientais no processo histórico da ocupação territorial do município de Guarulhos, estado de São Paulo, Brasil. Revista UnG – **Geociências** V.6, N.1, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. . **Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2008 (Boletim Técnico - USP).

SILVEIRA, A. L. L. 2002. **Drenagem Urbana – Aspectos de Gestão: Gestores Regionais de Recursos Hídricos**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 70p.

STUCHI, E.T. (2005). **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

TOMAZ, P. . **Poluição Difusa**. São Paulo: Editora Navegar, 2006. 27p.

TOMINAGA, L. K., FERREIRA, C. J., VEDOVELLO, R., TAVARES, R., SANTORO, J. e 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.

TOMINAGA, L. K., FERREIRA, C. J., VEDOVELLO, R., TAVARES, R., SANTORO, J. Ocupação urbana e risco a processos de movimentos de massa no Litoral Norte de São Paulo: Avaliação de fatores geoambientais. In: **Anais** do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo, SP. Anais. FFLCHUSP, 2005, 18p.

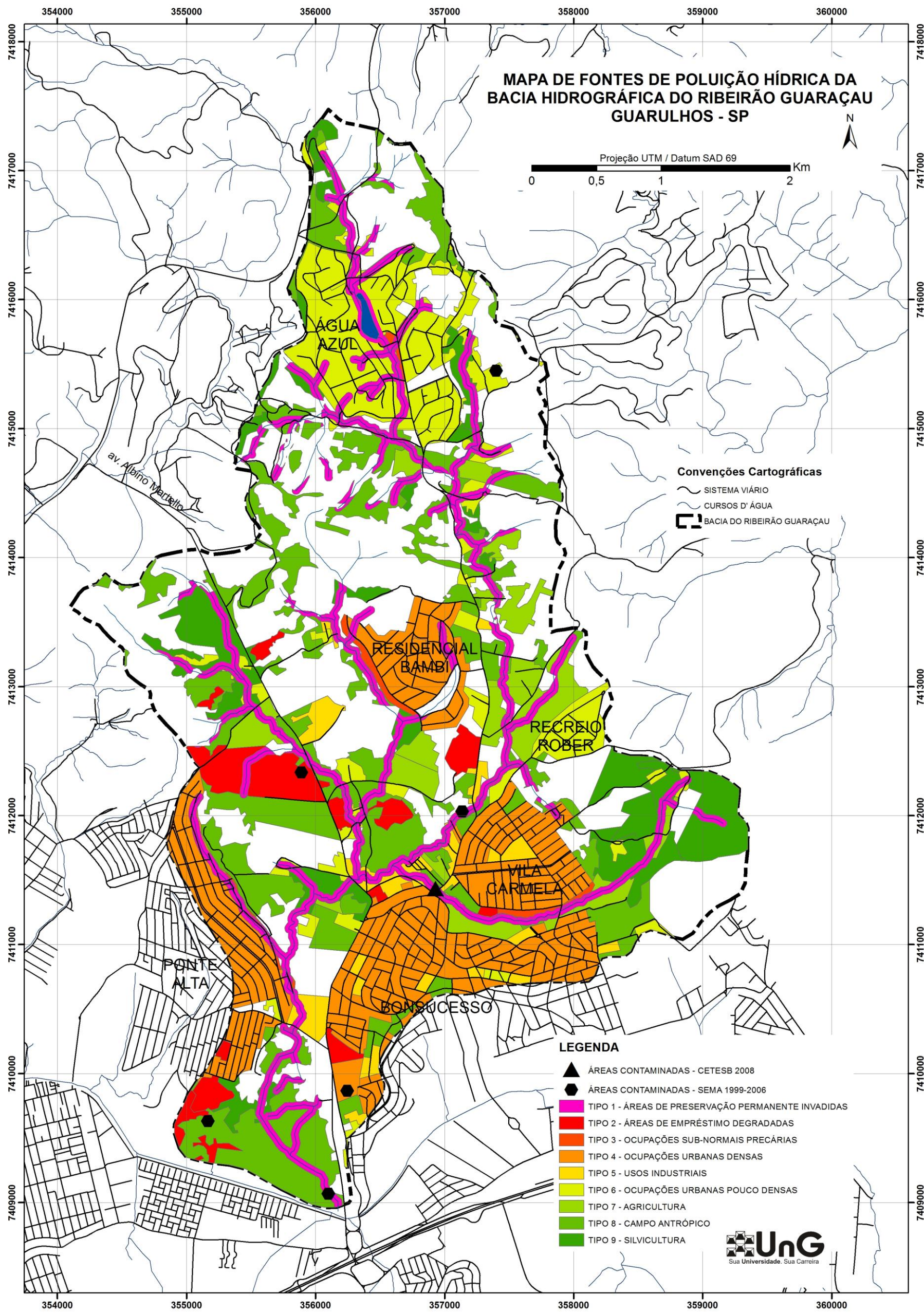
TUNDISI, J.G. **Água no Século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: DESA/UFMG. 2005. 452p.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. (Coord.) **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990. 96p.

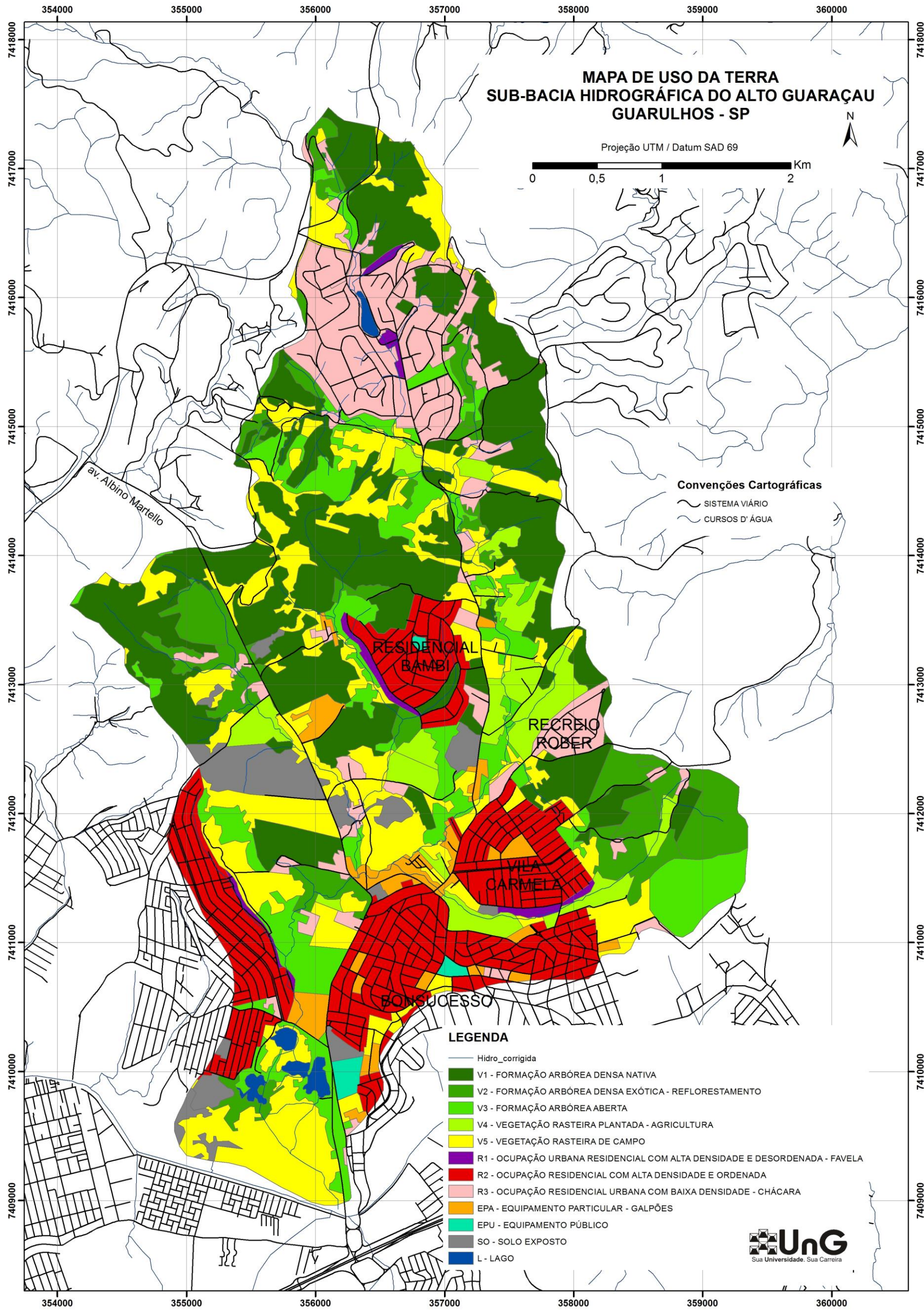
ANEXOS

ANEXO 1



Elaborado com imagem IKONOS de 2007 - Laboratório de Geoprocessamento do Mestrado em Análise Geoambiental

ANEXO 2



Elaborado com imagem IKONOS de 2007 - Laboratório de Geoprocessamento do Mestrado em Análise Geoambiental

**Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca Fernando Gay da Fonseca.**

C259f

Santos, Marcelo Tomaz dos.
Análise da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Guaraçau, com base no mapa de uso da terra e aspectos morfométricos, escala 1:10.000 / Marcelo Tomaz dos Santos, 2013.
78 f.: il.; 31 cm

Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós
– Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, 2013.
Orientador: Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade
Bibliografia: f. 55-59

1. Guarulhos, 2. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guaraçau,
3. Educação Ambiental, 4. Poluição Hídrica, 5. Qualidade Ambiental.

CDD –550