



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS DE SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO  
AMBIENTAL

MARCOS AURÉLIO DE ARAÚJO GOMES

**INFLUÊNCIA DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS NA  
QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA BILLINGS: ANÁLISE AMBIENTAL  
NO BAIRRO RECREIO DA BORDA DO CAMPO EM SANTO ANDRÉ/SP**

Sorocaba  
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS DE SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO  
AMBIENTAL

MARCOS AURÉLIO DE ARAÚJO GOMES

**INFLUÊNCIA DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS NA  
QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA BILLINGS: ANÁLISE AMBIENTAL  
NO BAIRRO RECREIO DA BORDA DO CAMPO EM SANTO ANDRÉ/SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental,  
para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade  
na Gestão Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Emerson Martins  
Arruda

Sorocaba  
2015

Gomes, Marcos Aurélio de Araújo

Influência das sub-bacias hidrográficas urbanizadas na qualidade da água da Represa Billings: análise ambiental no bairro Recreio da Borda do Campo em Santo André/SP / Marcos Aurélio de Araújo Gomes. -- 2015.

103 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Emerson Martins Arruda

Banca examinadora: Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Kelly Cristina Tonello

Bibliografia

1. Bacia hidrográfica. 2. Fósforo Total. 3. Represa Billings em Santo André. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

**MARCOS AURÉLIO DE ARAÚJO GOMES**

**INFLUÊNCIA DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS NA  
QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA BILLINGS: ANÁLISE AMBIENTAL  
NO BAIRRO RECREIO DA BORDA DO CAMPO EM SANTO ANDRÉ/SP**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na  
Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na  
Gestão Ambiental.**

**Área de concentração: Sustentabilidade, Ambiente e Sociedade.**

**Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 05 de fevereiro de 2015.**

**Orientador**

---

**Prof. Dr. Emerson Martins Arruda  
Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba**

**Examinador**

---

**Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira  
Universidade de Guarulhos – UNG/SP**

**Examinador(a)**

---

**Profª. Dra. Kelly Cristina Tonello  
Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba**

À minha querida e amada esposa Gabriela Lúcia, eterna companheira, que sempre acreditou e me incentivou, com força e sabedoria, na conclusão deste sonho.

Aos meus pais Iracema e Paulo e minha irmã Adriana, que compreenderam tantas vezes a minha ausência, me orgulho de poderem compartilhar comigo esta conquista.

À minha sogra Maria Amélia que ajudou a tornar viável este sonho e compartilho com ela minha felicidade.

Ao meu querido sogro e cunhada, João Luis e Regina (in memoriam), companheiros desta e de muitas outras jornadas. Inspirei-me em vocês para concluir esta etapa de minha vida para homenageá-los.

*"O pensamento escolhe. A Ação realiza. O Homem conduz o barco da vida com os remos do desejo e a Vida conduz o homem ao porto que ele aspira a chegar.*

*Eis porque, segundo as Leis que nos regem,*

*“a cada um será dado segundo suas próprias obras”.*

*(Emmanuel)*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho somente foi possível com o apoio e a colaboração de algumas pessoas e instituições, aos quais gostaria de dirigir os meus eternos agradecimentos.

Ao Professor Doutor Emerson Martins Arruda que aceitou a tarefa de me orientar na jornada de conclusão desta pesquisa.

À Professora Doutora Kelly Cristina Tonello que participou das bancas de Qualificação e Defesa da Dissertação e contribuiu com sua experiência acadêmica no fechamento desta pesquisa.

Ao amigo e Professor Doutor Antônio Manoel dos Santos Oliveira que além de participar das bancas de Qualificação e Defesa da Dissertação e também contribuir com sua experiência acadêmica, soube me acalmar para que eu continuasse em frente.

Ao Coordenador Prof. Dr. Ismail Barra Nova de Melo e ao Vice-Coordenador Prof. Dr. Sílvio César Moral Marques do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental (PPGSGA) que desenvolveram suas gestões com transparência e sabedoria, e nos ensinaram a política do mundo acadêmico.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) *Campus* Sorocaba e aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental (PPGSGA), instituição e docentes, onde tive a oportunidade e o orgulho de ser aluno novamente e dar um importante passo em minha vida acadêmica, rumo ao crescimento científico e profissional.

Ao Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) pelos recursos disponibilizados através de dados e informações para a realização das atividades de campo e laboratoriais.

Ao ex-diretor do Departamento de Gestão Ambiental do SEMASA, Professor Doutor Ângelo José Consoni por contribuir no desenvolvimento da inspiração inicial ao tema.

Ao amigo Peter de Souza Teixeira pela colaboração na edição dos mapas de uso do solo, cobertura vegetal, permeabilidade e assoreamento da represa.

À amiga Sandra Emi Sato pela colaboração na edição do processamento digital da imagem para as classes de uso do solo.

À amiga Luciana Martin Rodrigues Ferreira em colaborar na tradução do resumo.

Ao amigo Luciano Augusto pela colaboração na edição dos perfis dos córregos.

Ao amigo Eduardo Torriço por ajudar a compreender a aplicação das fórmulas do IET.

Ao laboratório Ecolabor Comercial Consultoria e Análises Ltda pela gentileza em realizar a análise laboratorial das amostras de água coletadas em 19/09/2014.

À minha irmã Adriana Paula e minha esposa Gabriela Lúcia pela edição final.

Aos vários amigos que contribuíram com o crescimento desta pesquisa: Luís Costa e Mayara Ferreira Nomura, Glauber Mencosini, Douglas Arruda Rodrigues, Edilson Mota Cruz, Milana de Oliveira Brito, Lais Modesto da Cunha, Taynara Melo Amorim Santos, Ceila Castilho Silva Vieira, Dorival Leite Fernandes, Ricardo Alberto Amaral, Cláudia Ferreira dos Santos, Rosana Cristina de Souza Giuliano, Márcio Moreno, Giácomo Botaro Borges, Edmundo Nobile Filho e Rogério Rodrigues Ribeiro. Todos vocês tiveram uma contribuição decisiva em um período muito difícil da pesquisa. Meu eterno agradecimento a todos vocês!

À turma ingressante de 2012, pessoas com formações tão diversas, e com vontade de participação tão intensa, que lhe configura um perfil único e desafiador, sem dúvida uma turma de grande valor. Cada pessoa representa um universo único de conhecimento e a aproximação com cada um me proporcionou experiências gratificantes. Cresci muito nos embates com todos vocês. Saudades!

Aos meus avós espirituais Clarisse e Armando (*in memoriam*) e ao Grupo Espiritual que pertencem, obrigado por toda a intuição recebida na condução do trabalho. Obrigado por continuarem representando a Luz que ilumina o caminho de nossa família.

Um grande Abraço e muito Obrigado!

## RESUMO

GOMES, Marcos Aurélio de Araújo. *Influência das sub-bacias hidrográficas urbanizadas na qualidade da água da Represa Billings: análise ambiental no bairro Recreio da Borda do Campo em Santo André/SP*. 2015. 103f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

Esta pesquisa refere-se a qualidade da água da Represa Billings, tendo como parâmetro específico a carga de Fósforo Total e ao tipo de uso e a forma da ocupação de duas sub-bacias hidrográficas urbanizadas pertencentes ao seu manancial e contidas no loteamento do bairro Recreio da Borda do Campo no município de Santo André. Seu objetivo é avaliar o quanto a ausência de uma infraestrutura de saneamento e uma eficaz gestão do território influenciam na qualidade da água da represa. Para isto optou-se por coletar amostras de água na foz dos córregos que drenam suas respectivas sub-bacias hidrográficas e desembocam na Represa Billings, e avaliar o estado atual da cobertura vegetal, da permeabilidade das sub-bacias hidrográficas e do assoreamento que a represa sofre na foz dos córregos. Após a análise das amostras e de acordo com a espacialização da população por setores censitários no interior das sub-bacias hidrográficas, foi possível estabelecer a contribuição da carga de Fósforo Total por habitante à Represa Billings e como a forma de uso e ocupação afetam a represa. Os resultados de pesquisa mostraram a necessidade de se orientar a ocupação urbana e impedir a contaminação dos mananciais, considerando sua importância na crise atual do abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica. Sustentabilidade Ambiental. Qualidade da Água. Fósforo Total. Represa Billings em Santo André.



## *ABSTRACT*

### **Influence of the urbanized subwatersheds to the water quality of the Billings dam: environmental analysis of Recreio da Borda do Campo neighborhood, Santo André/São Paulo**

This research refers to the water quality of the Billings dam, specifically to the total phosphorous load and the land use from two urbanized subwatersheds in the Recreio da Borda do Campo Neighborhood, Santo André municipality. The aim is to evaluate how much the lack of sanitation and an effective land management influences the water quality of the dam. For this purpose, water samples were collected in the mouth of the streams of the subwatersheds and it was evaluated the current vegetation cover, the permeability of the subwatersheds and the silting up that occurs at these points. After the samples analysis and according to the spacial distribution of population census tracts in the subwatersheds, it was possible to establish the contribution of total phosphorus load per inhabitant to the Billings dam and how the land use affects it. The research results showed the need to guide the urban occupation and prevent water reservoirs contamination, considering its importance in the current crisis of supply in the São Paulo Metropolitan Region.

**Keywords:** Watershed. Environmental sustainability. Water quality. Total phosphorus. Billings dam in Santo André municipality.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Ruínas de Santo André da Borda do Campo
- Figura 2 – Estação ferroviária de São Bernardo, atual Santo André, em 1867
- Figura 3 – Represa Billings: detalhe para a localização da área de estudo
- Figura 4 – Localização da área de estudo
- Figura 5 – Bacia hidrográfica com limite, sistema de captação e ocupação urbana entorno do rio principal
- Figura 6 – Fluxograma da metodologia geral
- Figura 7 – Mapa de uso do solo
- Figura 8 – Mapa de declividade
- Figura 9 – Mapa de cobertura vegetal
- Figura 10 – Mapa de permeabilidade
- Figura 11 – Prancha de assoreamento do braço da represa Billings
- Figura 12 – Mapa dos braços hídricos da represa Billings e os pontos de monitoramento da CETESB. Em detalhe, a localização da área de estudo
- Figura 13 – Trabalho de capinação para acesso ao ponto de coleta de água
- Figura 14 - Vista para jusante no local de coleta de água no córrego
- Figura 15 - Vista para montante no local de coleta de água no córrego
- Figura 16 - Régua métrica para medição da profundidade do córrego
- Figura 17 - Registro em detalhe da profundidade do córrego
- Figura 18 - Peça de isopor para registro da velocidade de escoamento do córrego
- Figura 19 - Coleta da água do córrego
- Figura 20 - Vista para montante no local de coleta de água no córrego

Figura 21 - Vista para jusante no local de coleta de água no córrego

Figura 22 - Régua métrica para medição da profundidade do córrego

Figura 23 - Peça de isopor para registro da velocidade de escoamento do córrego

Figura 24 – Limite de 2 m para o registro da velocidade da peça de isopor

Figura 25 – Coleta da água do córrego

Figura 26 – Escoamento de esgoto sobre a via sem a rede de drenagem

Figura 27 – Escoamento de esgoto sobre a via, e próxima a nascente à esquerda da via

Figura 28 – Mapa de localização dos pontos de coleta e escoamento de esgoto

Figura 29 – Vista para montante no local de coleta de água no córrego

Figura 30 – Coleta de água no córrego

Figura 31 – Passagem do córrego sob o precário viário

Figura 32 – Córrego flui para o interior de propriedades privadas

Figura 33 – Ponto de coleta de água

Figura 34 – Córrego flui sobre o precário viário

Figura 35 – Mapa de concentração de habitantes por setor censitário

Figura 36 – Mapa da quantidade de carga de fósforo total por setor censitário

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Classificação do estado trófico e características da eutrofização

Tabela 2 – Critérios para cada classe de uso do solo

Tabela 3 – Classes do mapa de uso do solo

Tabela 4 – Classificação do estado trófico da represa Billings – média ano 2013

Tabela 5 – Medições realizadas nas SBHs 37 e 38

Tabela 6 – Resultado dos cálculos das medições realizadas nas SBHs

Tabela 7 – Quadro síntese de dados gerais das SBHs 37 e 38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC – Santo André, São Bernardo, São Caetano, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra

APP – Áreas de Preservação Permanente

CBH – Comitês de Bacias Hidrográficas

CBH-AT - Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente

CMPU – Conselho Municipal de Políticas Urbanas

COMUGESAN – Conselho Municipal de Gestão de Saneamento Ambiental de Santo André

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A

ETA – Estação de Tratamento de Água

FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos

GEPLAN – Gerência de Planejamento, Controle e Licenciamento Ambiental

ha – Unidade de área equivalente a hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICPH – Índice de Comprometimento da Produção Hídrica

IET – Índice do Estado Trófico

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ISA – Instituto Socioambiental

LN – Bacia Hidrográfica do Litoral Norte

LUOPS – Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo

kg – Unidade de massa equivalente a quilograma

km<sup>2</sup> – Unidade de comprimento equivalente a quilômetro quadrado

ln - logaritmo natural

L/s – Unidade de volume equivalente a litro relacionada por unidade de tempo equivalente a segundo

mg/L – Unidade de massa equivalente a miligrama por unidade de volume equivalente a litro

mm – Unidade de comprimento equivalente a milímetro

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*

NW - Noroeste

OMM - Organização Meteorológica Mundial

P – Elemento químico Fósforo

PCJ – Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí

PDPA – Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental

PPGSGA - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

PSA – Prefeitura de Santo André

PSM - Bacia Hidrográfica dos Rios Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira

PT – Concentração de Fósforo Total

PVC - *polyvinyl chloride*

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SBH – Sub-Bacia Hidrográfica

SBHs – Sub-Bacias Hidrográficas

SCBH-BT - Subcomitê de Bacia Hidrográfica Billings-Tamanduateí

SE - Sudeste

SEMASA – Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André

ONG – Organização Não Governamental

QGIS – Quantum Geographic Information System

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

TIFF/GeoTIFF - *Tagged Image File Format*/formato de intercâmbio com base em imagem *raster* georreferenciada

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

UGRHI – Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UTM - Universal Transversa de Mercator

µg/L - Unidade de massa equivalente a micrograma por unidade de volume equivalente a litro

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>1.1 - PROCESSO HISTÓRICO</b>	<b>02</b>
<b>1.2 – HISTÓRIA DA OCUPAÇÃO DO MANANCIAL BILLINGS</b>	<b>04</b>
<b>1.3 – CARACTERIZAÇÃO DO MANANCIAL DE SANTO ANDRÉ</b>	<b>08</b>
<b>1.4 – OBJETIVO</b>	<b>10</b>
<b>1.5 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>10</b>
<b>1.6 – JUSTIFICATIVA</b>	<b>12</b>
<b>2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
2.1 - BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE	14
2.2 - SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	16
2.3 - ELEMENTO QUÍMICO FÓSFORO	18
2.4 – COMPROMETIMENTO DA PRODUÇÃO HÍDRICA	21
2.5 – LEGISLAÇÃO INCIDENTE NOS MANANCIAIS	24
<b>3 – MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>30</b>
3.1 – PARÂMETROS DA AVALIAÇÃO HIDROAMBIENTAL	31
3.2 – GEOPROCESSAMENTO	32
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
4.1 - ANÁLISES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE ESTUDO	37
4.2 – ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA	48
<b>4.2.1 – Represa Billings</b>	<b>48</b>



<b>4.2.2 – Sub-bacias hidrográficas</b>	<b>51</b>
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>74</b>
5.1 – REPRESA BILLINGS	74
5.2 – SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTUDADAS	75
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>
01 – Novo sistema buscará água a 83 km de São Paulo (Matéria de O Estado de São Paulo)	
02 – Mudanças climáticas e a água de São Paulo (Matéria de O Estado de São Paulo)	
03 – Laudo realizado em 25/07/2014	
04 – Laudo realizado em 19/09/2014	
05 – Laudo realizado em 05/11/2014	
06 – Perfis transversais dos córregos em 25/07/2014	
07 - Perfis transversais dos córregos em 19/09/2014	
08 - Correio eletrônico corporativo enviado pelo SEMASA em 14/10/2014	
09 - Correio eletrônico corporativo enviado pelo SEMASA em 11/11/2014	

## 1 INTRODUÇÃO

A atenção com o abastecimento público é questão fundamental para a sociedade atual e futura e por isto deve ser tema de reflexão da sociedade, especialmente da comunidade técnico-científica, que com suas avaliações é capaz de informar aos seus governantes e à população sobre a real situação da qualidade e quantidade do recurso água e seus reservatórios.

A água, considerada recurso finito e de valor econômico, conforme a Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997a) que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, é de fundamental importância para a sobrevivência de nossa sociedade, seja para saciar a sede, a alimentação e a higienização, seja para suportar as atividades econômicas. Para que possa continuar a suportar a vida e as atividades econômicas é fundamental compreender os mecanismos naturais de sua formação, o chamado ciclo hidrológico, e as ações antrópicas capazes de por em risco estes mecanismos naturais.

Sensibilizar a opinião pública com informações técnicas em linguagem acessível e ações de educação ambiental são caminhos a serem percorridos por pesquisadores científicos com vistas a conscientização da real situação do recurso água e da necessidade da mudança de comportamento para um consumo mais responsável, fiscalizador e sem desperdícios deste bem que é de uso comum. Da mesma forma, os pesquisadores científicos devem contribuir com os governantes no oferecimento de subsídios e aconselhamentos técnicos nas tomadas de decisões e para melhorar a instituição e condução de políticas públicas. Bem como os gestores públicos precisam conhecer melhor o recurso natural água para saber como explorá-lo sem esgotá-lo, e os pesquisadores podem contribuir e muito na construção deste conhecimento.

Optou-se por aplicar o conceito de Bacia Hidrográfica, que representa o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, compreendendo-o como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental, voltada a conservação dos recursos naturais, especificamente ao abastecimento público. Assim, no interior de uma bacia hidrográfica é possível apreender diversos atores que desenvolvem suas atividades cotidianas e que exercem pressão sobre os atributos ambientais, alteram a paisagem natural e antrópica, e não raro geram impactos ambientais que comprometem diretamente os recursos hídricos. Portanto, a pesquisa sobre a vulnerabilidade de sub-bacias hidrográficas contribui no sentido

de elucidar os riscos existentes para a garantia da disponibilidade do recurso água para as atuais e futuras gerações.

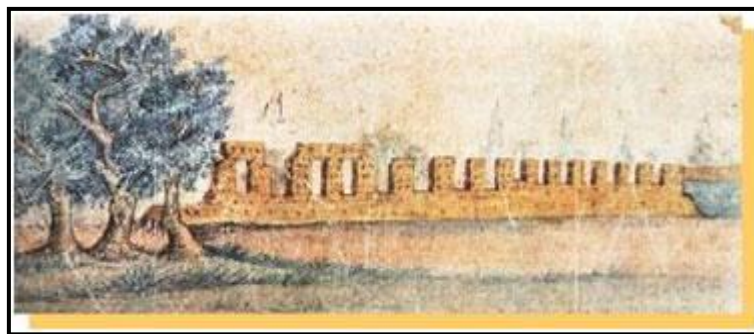
## 1.1 PROCESSO HISTÓRICO

A história de Santo André remonta ao período do Brasil Colonial quando o Governador Geral Tomé de Souza criou em 1553 a Vila de Santo André da Borda do Campo, por solicitação do Bandeirante João Ramalho.

Com a busca por metais preciosos para o interior e devido as dificuldades de subsistência e proteção, o Padre Manoel da Nóbrega solicitou ao Governador Geral Mem de Sá que transferisse a Vila de Santo André da Borda do Campo para a Aldeia de São Paulo de Piratininga em 1560, o que foi prontamente atendido. A partir de então Santo André se torna um vilarejo, entra em um período de estagnação tornando-se um local de passagem entre o litoral, a capital e o interior, dependente da Vila de São Paulo (SANTO ANDRÉ, 2011).

A figura 1 mostra quadro em tela de autoria de Miguel Dutra que retrata as ruínas de Santo André da Borda do Campo.

Figura 1 – Ruínas de Santo André da Borda do Campo



Fonte: Santo André (2011). Autoria: Miguel Dutra. Acervo Museu Paulista.

Em 1631 e 1637, boa parte destas terras é repassada à Ordem de São Bento da Igreja Católica e outras terras menores foram repassadas a pequenos proprietários. Nestas terras

eram desenvolvidas atividades agrícolas, pastagens e a fabricação de tijolos e artefatos cerâmicos (SANTO ANDRÉ, 2011).

Em meados do século XIX ocorre a construção da estrada de ferro Santos – Jundiaí, que passa pelo vilarejo de Santo André, o que atrai a partir do final deste século a instalação de muitas indústrias, principalmente de tecelagem, química e moveleira, e a consequente expansão dos núcleos populacionais. Para criar as colônias de imigrantes, o Governo Imperial desapropria as terras da Ordem de São Bento em 1870 (SANTO ANDRÉ, 2011).

A figura 2 indica a primeira estação ferroviária de Santo André, datada de 1867.

Figura 2 - Estação Ferroviária de São Bernardo, atual Santo André, em 1867



Fonte: Santo André (2011). Coleção: RFFSA.

Em 1889 foi criado o município de São Bernardo que compreendia toda a região do ABC. Em 1910 o vilarejo de Santo André é nomeado como distrito devido ao seu grande desenvolvimento econômico, a localização de muitas indústrias e a moradia de muitos políticos influentes. Impulsionado pela estrada de ferro e a estação de Santo André, em 1938 torna-se sede do município, denominando-se Santo André, no lugar de São Bernardo, rebaixado a distrito. Também no início do século XX ocorreram vários loteamentos de grandes propriedades (SANTO ANDRÉ, 2011).

A partir da década de 1940 o município de Santo André perde extensão territorial com a emancipação de alguns distritos e territórios em municípios, é o caso de São Bernardo do

Campo (1944), São Caetano do Sul (1948), Mauá e Ribeirão Pires (1954), Diadema (1958) e Rio Grande da Serra (1963).

## 1.2 HISTÓRIA DA OCUPAÇÃO DO MANANCIAL BILLINGS

As áreas de mananciais do Estado de São Paulo, historicamente, sempre tiveram um papel estratégico, tanto para a geração de energia elétrica como para o abastecimento público. Na década de 1920, o Governo do Estado de São Paulo iniciou a construção da Represa Billings, situada no Planalto Paulista, para aproveitar o desnível altimétrico com a Serra do Mar e garantir o aporte de água necessário para a geração de energia elétrica na Usina de Henry Borden em Cubatão/SP. Foi inundada em 1927, mas a construção só terminou em 1942 e incluiu a reversão do Rio Pinheiros, que naturalmente desemboca no Rio Tietê, para garantir o aporte de água necessário à Represa Billings e assim garantir o funcionamento da Usina (DE OLHO NOS MANANCIAIS, 2011).

Embora ocorra a variação do nível d'água da represa, devido a reversão dos Rios Pinheiros e Tietê, além dos eventos intensos e prolongados de pluviometria, o nível de água máximo normal é na cota 747,65 m (HIDROPLAN, 1995 apud CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 15). A figura 3 mostra a Represa Billings, a partir de imagens do satélite Spot datadas de 2014, em destaque a localização da área objeto desta pesquisa.

Figura 3 - Represa Billings: detalhe para a localização da área de estudo



Fonte: Google Earth, Google Maps (2014).

O contexto de ocupação no manancial pertencente ao município de Santo André não é muito diferente do que ocorreu em todo o compartimento do reservatório Billings. Isto faz parte de um processo de industrialização ocorrido no século XX, denominado desenvolvimentismo. Segundo o economista Ricardo Bielschowsky<sup>1</sup>, isto corresponde a era da industrialização brasileira promovida pelo Estado entre os anos 1930 a 1980. É neste período que ocorre a ocupação de forma mais intensa de toda a região do ABC.

Na primeira década do século XX ocorreu a instalação das primeiras montadoras de veículos na região do ABC, esta região é estratégica pela proximidade ao Porto de Santos no litoral sul paulista para a importação e exportação de mercadorias ao exterior, e também pela proximidade ao potencial mercado consumidor da região sudeste.

---

<sup>1</sup> Economista brasileiro e professor licenciado do Instituto de Economia da UFRJ. Atualmente atua na Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) da Organização das Nações Unidas (ONU).

O setor industrial automobilístico se consolidou no ABC e se configurou como um polo atrativo de mão de obra operária, porém, este rápido crescimento do contingente populacional não foi acompanhado pela respectiva oferta de moradias. Este contingente de baixa renda, por não encontrar oferta de moradia adequada ao seu perfil econômico, instalou-se inicialmente nas áreas urbanas periféricas das cidades, áreas estas menos valorizadas do ponto de vista da oferta de serviços públicos e do mercado imobiliário. Em um momento posterior o mercado imobiliário rapidamente se ocupa destas áreas menos valorizadas, valorizando-as, dificultando o acesso desta população à terra. Desta forma, as áreas de mananciais mais distantes ainda dos centros das cidades foram procuradas por esta população como única opção para fixação de moradia.

No início da década de 40, para aumentar a capacidade de geração de energia elétrica para o polo industrial de Cubatão que se desenvolvia, o Rio Pinheiros teve o seu curso revertido à represa. Em 1958 iniciou-se o abastecimento da região do ABC pela represa Billings, com captação no braço do Rio Grande. Mas a falta da captação de esgoto e a poluição do Rio Pinheiros degradaram a água da represa, assim, no início da década de 70 a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente (CETESB) começou suas primeiras ações de despoluição. Porém, para impedir que a água contaminada da represa comprometesse o Braço Rio Grande, em 1982 o Governo do Estado construiu a Barragem Anchieta (DE OLHO NOS MANANCIAIS, 2011).

Entre os anos de 1999 e 2000 a Organização Não Governamental (ONG) Instituto Socioambiental (ISA) elaborou um diagnóstico socioambiental participativo da Bacia Hidrográfica da Billings com o apoio de organizações governamentais e não governamentais atuantes na região. Este estudo teve como objetivo subsidiar as ações de planejamentos e avaliar as ações de instituições governamentais e não governamentais que atuam neste manancial.

A Bacia Hidrográfica Billings possui 10.814,20 ha (108,14 km<sup>2</sup>) de espelho d'água e 58.280,32 ha (582,80 km<sup>2</sup>) de manancial. Está localizada na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e faz limite com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga à oeste, à sul com a Serra do Mar, à norte pela Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), e à leste pelas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira (PSM) e pela Bacia Hidrográfica do Litoral Norte (LN). Seus principais braços hídricos são o Rio Grande, o Rio Pequeno, o Rio Capivari, o Rio Pedra Branca, o Rio

Taquacetuba, o Ribeirão Bororé, o Ribeirão Cocaia e o Córrego Alvarenga (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 13-15).

O manancial Billings está inserido no bioma de Mata Atlântica com cobertura vegetal do tipo floresta ombrófila densa com índices pluviométricos médios anuais de 1300 mm na porção norte, 1500 mm em sua porção central, e até 3500 mm na porção sul na divisa com a Serra do Mar. O clima é tropical e subtropical com temperatura média de 19°C (HIDROPLAN, 1995 apud CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 13).

O estudo demonstrou que em 1996 a quantidade total de habitantes inseridos na bacia era de 716.168, destes 121.147 habitantes residem em favelas o que representa 17% da população total inserida na Bacia. Isto chama atenção não só para a situação alarmante de habitabilidade, mas a falta de infraestrutura de saneamento que tradicionalmente está associada às favelas, prejudicando a qualidade da água da represa.

Capobianco & Whately (2002, p.17) apontam que a análise do solo obtida por imagens de satélite são importantes para diagnosticar a situação de sua conservação ambiental, bem como a localização e quantificação de seus usos. Que as alterações de uma bacia hidrográfica promovida pelas atividades antrópicas podem ser negativas para a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas ao abastecimento público. Pois, a urbanização e outras atividades antrópicas ao serem implantadas em áreas impróprias e sem planejamento prejudicam, e as vezes de forma irreversível, a capacidade de um manancial de produzir água, por promover o desmatamento, a impermeabilização do solo, o assoreamento de nascentes e a contaminação dos recursos hídricos.

Neste estudo desenvolvido pelo ISA, Capobianco & Whately (2002), foram realizadas análises do uso do solo através da interpretação das imagens de satélite Landsat em 1989 e 1999, além de verificações de campo, o que permitiu estabelecer categorias de uso do solo e avaliar sua evolução no período. As categorias 'áreas urbanas não consolidadas', que representam áreas urbanas em formação, evoluiu de 2,55% para 2,84%, 'áreas urbanas consolidadas' evoluiu de 9,27% para 11,80%, 'áreas de ocupação dispersa' que representam áreas não urbanas e áreas alteradas por atividades humanas como, por exemplo, localidades com chácaras, condomínios de baixa densidade e outros usos residenciais não urbanos, regrediu de 5,74% para 5,60%. Inclusive estas localidades possuem a tendência de se tornarem áreas urbanas em médio prazo. A categoria 'campo antrópico/várzea' que representa agricultura, pastagens, campos e várzea, regrediu de 7,09% para 6,08%. A categoria 'solo



exposto' que representa áreas desprovidas de qualquer vegetação protetora nativa ou plantada, regrediu de 0,11% para 0,10%. A categoria 'mineração' representada por áreas sujeitas as atividades de mineração regrediu de 0,33% para 0,27%. A categoria 'indústrias' que representam áreas industriais evoluiu de 0,17% para 0,19% (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 33).

Quanto ao tema Mata Atlântica foi dividida em duas categorias 'Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração' e 'Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração', eles indicam respectivamente uma regressão de 1,20% para 1,11% e de 54,61% para 51,89%. Ainda a categoria 'reflorestamento' que representa a cobertura florestal não nativa como a silvicultura de pinus e eucaliptos, indicou uma evolução de 0,32% para 0,68% (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 33).

Em resumo, o estudo desenvolvido por Capobianco & Whately (2002, p. 33) através do ISA, indica que o total da área da Bacia ocupado por atividades humanas em 1989 foi de 25,27% e aumentou em 1999 para 26,89%, enquanto a área de cobertura vegetal indica que em 1989 era de 56,13% e em 1999 passou para 53,68%, e corpos d'água, nuvens e sombras são responsáveis por 18,62% em 1989 e 19,43% em 1999. O estudo conclui ainda que no período estudado houve um aumento das áreas ocupadas por atividades humanas em detrimento daquelas com cobertura florestal nativa, sendo o crescimento dos usos urbanos o mais significativo, este processo ocorreu em decorrência do surgimento de novas ocupações, consolidação da ocupação existente e transformação de áreas rurais em urbanas. Também foi possível determinar que as ocupações dispersas representam o início do processo de expansão urbana.

### 1.3 CARACTERIZAÇÃO DO MANANCIAL DE SANTO ANDRÉ

Na avaliação do uso do solo nos anos de 1989 e 1999 através das imagens de satélites Landsat, foi revelado que o município de Santo André contribuiu com as categorias 'áreas urbanas não consolidadas' de 4,78% para 5,01%, 'áreas urbanas consolidadas' de 0,46% para 1,58%, e 'áreas de ocupação dispersa' de 1,16% para 1,64%. Houve redução das categorias 'campo antrópico/várzea' de 7,61% para 6,53% e da categoria 'mineração' de 0,22% para

0,20%. A categoria ‘solo exposto’ se manteve sem alteração, considerado 0,00%. A categoria ‘indústrias’ aumentou de 1,03% para 1,14% (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 37).

A ‘Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração’ não demonstrou dados significativos para cálculo de proporcionalidade considerado em 1989 como 0,00%, o que mostrou uma evolução de 0,13% em 1999. Já a categoria ‘Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração’ apresentou uma redução de 77,81% para 74,94% no período estudado. Ainda a categoria ‘reflorestamento’ não possui dados para 1989, apenas para 1999 com 0,06%. (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 37).

Em resumo, a área de manancial de Santo André seguiu a tendência de toda a bacia hidrográfica da Represa Billings, pois as áreas ocupadas por atividades humanas deste município em 1989 eram de 1.462,30 ha (15,26%) e aumentaram em 1999 para 1.543,78 ha (16,11%) o que representou um aumento de 81,48 ha (0,85%). Ainda, as áreas com cobertura florestal nativa em 1989 eram de 7.455,08 ha (77,81%) e regrediram para 7.197,97 ha (75,13%) o que representou um decréscimo de 257,11 ha (2,68%). Desta forma, a contribuição de Santo André na expansão urbana total da Bacia foi de 216,85 ha (9,92%), e na supressão da cobertura florestal nativa foi de 277,59 ha (3,7%), conforme Capobianco & Whately (2002, p. 37 - 40).

A proporcionalidade apresentada no município em 1999 de áreas ocupadas por atividades humanas de 16,11% é muito inferior ao verificado para a Bacia que representa 26,89%. Da mesma forma as áreas com cobertura florestal no município indicam 75,13% que é muito superior ao comparado para a Bacia com 53,68%. No entanto esta condição já mostrava certa preocupação no futuro, pois o crescimento populacional registrado em Santo André na área da Bacia entre o período de 1991 a 1996 foi de 35,02%, com uma densidade populacional de 2,47 hab/ha em 1996, conforme Capobianco & Whately (2002, p. 42), o que se demonstrou na redução de áreas com cobertura florestal e aumento das áreas ocupadas por atividades humanas em 1999.

#### 1.4 OBJETIVO

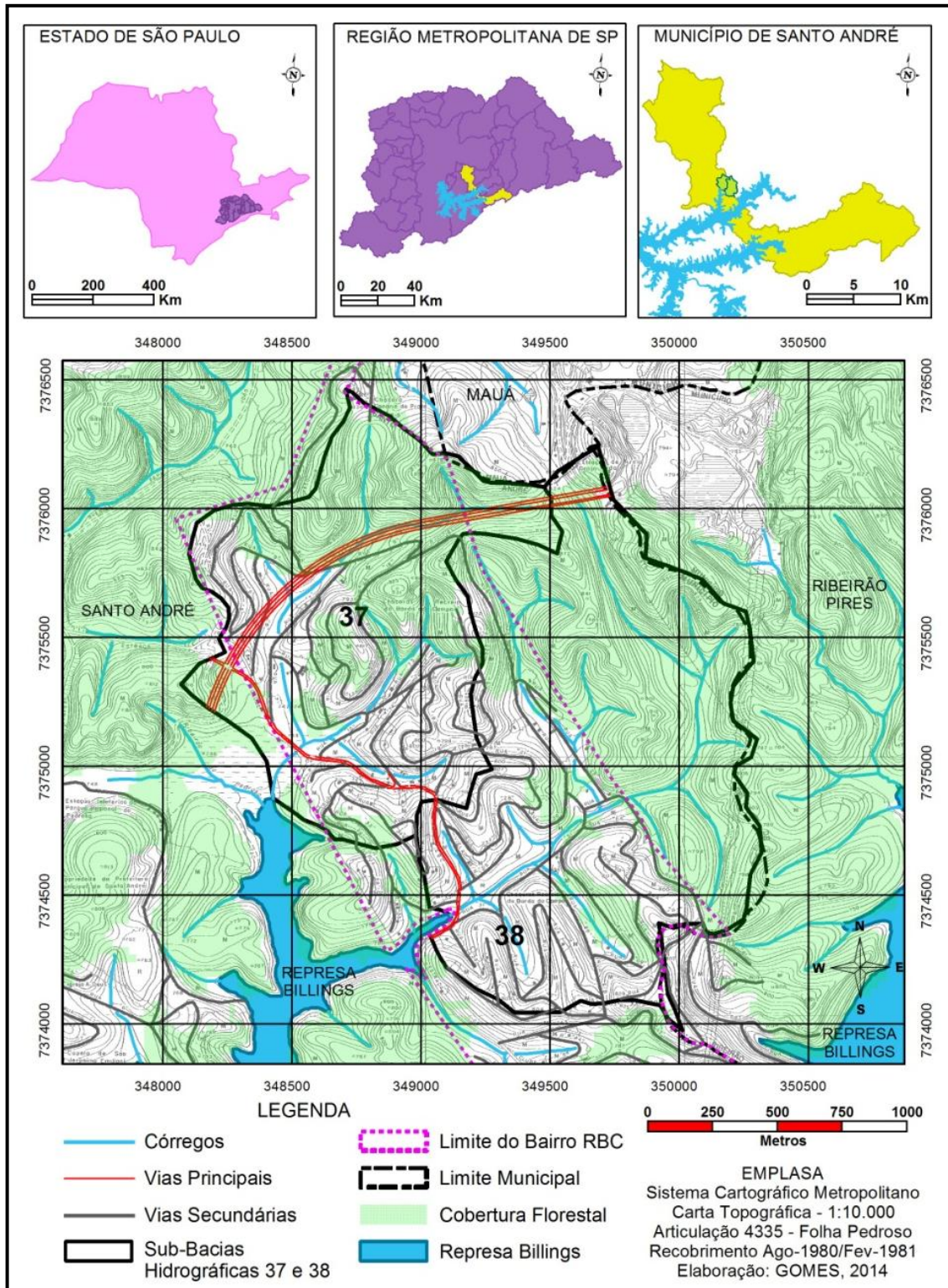
O objetivo geral desta pesquisa é analisar a relação causal da urbanização de Sub-Bacias Hidrográficas (SBHs) e suas implicações diretas na qualidade da água da Represa Billings. E, como objetivos específicos, as análises da qualidade da água de duas SBHs urbanizadas tendo como indicadores a concentração de Fósforo Total, e as avaliações do uso e ocupação do solo abordando o assoreamento da represa no entroncamento com os córregos, a cobertura florestal e a situação da impermeabilização das duas SBHs pela urbanização.

#### 1.5 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi escolhida devido à disponibilidade de informações, através do relatório Billings 2000 (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002) desenvolvido pelo ISA e pelos dados do Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA).

A área de estudo é representada por duas SBHs de numeração 37 e 38. Esta nomenclatura foi adotada a partir do trabalho desenvolvido pelo ISA (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 14) que mapeou a bacia hidrográfica Billings e identificou numericamente todas as suas sub-bacias. Nesta pesquisa foi adotada a nomenclatura numérica por falta de uma nomenclatura oficial ou não oficial. Estas sub-bacias estão localizadas na porção sul da área urbana do município de Santo André e possuem respectivamente 142 ha e 195 ha. Elas se encontram na área de manancial da Represa Billings e se sobrepõem ao bairro Recreio da Borda do Campo que possui 353 ha, ocupam assim 63% do bairro ou 222 ha. A cobertura florestal é caracterizada por mata atlântica secundária em estágio médio e avançado de regeneração. O município de Santo André faz parte da RMSP e está inserido na porção sudeste do Estado de São Paulo, como pode ser observado na figura 4.

Figura 4 – Localização da Área de Estudo



## 1.6 JUSTIFICATIVA

Em razão da forte seca registrada no verão de 2013/2014 acompanhada da estiagem que se estenderá até o inverno de 2015, constata-se que atualmente a RMSP passa por uma crise de abastecimento como pode ser observado em matérias publicadas no sítio do Estadão, no Caderno Sustentabilidade “Novo Sistema Buscará Água a 83 km de São Paulo” e “Mudanças Climáticas e a Água de São Paulo”, identificados como Anexos 1 e 2, além das campanhas publicitárias que atualmente são veiculadas no rádio e na televisão pelo Governo do Estado à população com a solicitação de redução de consumo e consumo consciente. Isto nos remete a necessidade de repensar a relação que a sociedade possui com os recursos hídricos. Se antes era abundante e não havia maiores preocupações de onde a água vinha e para onde iria, hoje a situação exige que sejamos mais responsáveis com a captação e descarte deste recurso natural.

A represa Billings é um importante e estratégico manancial para a RMSP, sobretudo para a região do ABC paulista e parte da zona sul do município de São Paulo. Conhecer os riscos a que este manancial está submetido, é o primeiro passo para que os poderes públicos municipal e estadual possam atuar para eliminar a degradação do recurso hídrico, recuperando sua qualidade e quantidade, com vistas ao seu uso mais nobre que é abastecimento.

Assim, esta pesquisa contribui para elucidar a relação que a sociedade possui com este recurso natural, demonstra que a ausência de uma infraestrutura de saneamento o impacta negativamente, para posteriormente, após tratamento, ser disponibilizado à sociedade. Isto demonstra um contrassenso do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, pois com as ações de saneamento e gestão ambiental adequadas há a possibilidade de se captar água em condições melhores em qualidade, quantidade e conseqüentemente menor custo de tratamento aos cofres públicos.

A área de estudo possui várias situações de degradação ambiental e todas com relevantes conseqüências aos recursos hídricos. Como exemplos podem ser citados a existência de conflitos sociais como problemas fundiários e a demanda por moradia; conflitos ambientais como ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APP) e supressão de vegetação; conflitos econômicos como a restrição para instalação de algumas atividades econômicas; e o conflito institucional como a ausência de ação mais efetiva da prefeitura para disciplinar a ocupação do local e a implantação do sistema de saneamento. Este cenário

degradante permitiu a escolha da bacia hidrográfica como unidade espacial de planejamento para subsidiar o desenvolvimento desta pesquisa.

O estudo desenvolvido pelo ISA (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 14) mapeou 11 sub-regiões e 153 sub-bacias na Bacia Hidrográfica da Billings. No município de Santo André foram identificadas 18 sub-bacias hidrográficas, que receberam nomenclaturas numéricas, são elas: 34, 35, 36, 37, 38, 39, 49, 50, 50A, 59, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 e 76. A área de estudo versa apenas sobre as sub-bacias 37 e 38.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de estudo adotada para a realização desta pesquisa foi a bacia hidrográfica, inclusive Santos (2004, p. 85-86) ressalta que o critério de bacia hidrográfica é comumente utilizado pelos pesquisadores porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço. Isto permite estudar os fenômenos em suas interações e interpretá-los pelas entradas e saídas de matéria e energia. A autora ainda destaca: “[...] que não há área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é a água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção”. A figura 5 representa um exemplo de modelo descritivo de bacia hidrográfica com seu limite estabelecido na cumeada dos morros, a captação da água pluvial drenada por rios e a influência da ocupação urbana em torno do rio principal.

Figura 5 – Bacia hidrográfica com limite, sistema de captação e ocupação urbana em torno do rio principal



Fonte: Companhia Energética de Minas Gerais (2014).

Adotar uma visão sistêmica no trato dos elementos envolvidos no estudo de bacia hidrográfica tem norteado os trabalhos de profissionais envolvidos no planejamento ambiental, conforme aponta Pires, Santos e Del Prette (2005, p. 17).

Do ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos naturais, o conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da BH, bem como das mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais. Neste sentido, vários autores ressaltam a importância do uso do conceito de bacia hidrográfica como análogo ao de Ecossistema, como uma unidade prática, seja para estudo como para o gerenciamento ambiental [...]. (PIRES, SANTOS e DEL PRETTE, 2005, p. 17).

Muitos autores também chamam a atenção da utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Guerra (2003 apud Guerra, 2006, p. 50) afirma que a recuperação de áreas degradadas está associada à bacia hidrográfica, pois os danos ambientais que sofre estão situados em seu interior, sendo necessário conhecer sua formação, constituição e dinâmica para que haja um melhor aproveitamento de seus recursos hídricos, sem que ocorram danos ambientais.

Crabtree (1988 apud GUERRA, 2006, p. 61) ressalta que a adoção de uma política integrada, tendo como base a bacia hidrográfica como unidade de gestão, torna os trabalhos de gestão de rios urbanos e o desenvolvimento de programas de controle de poluição e de assoreamento mais eficientes.

Ainda, Pereira & Molinari (1995 apud Silva, Schulz e Camargo, 2004, p. 94) apontam que devido às pressões de crescimento populacional e a demanda pelo desenvolvimento sobre o meio natural, a bacia hidrográfica tem se tornado importante unidade espacial de gerenciamento das atividades de uso e ocupação dos recursos naturais. Especifica também que a microbacia hidrográfica é a unidade espacial mais indicada para planejamento, pois permite o controle mais efetivo de recursos humanos e financeiros rumo à sustentabilidade.

Em termos de unidade de estudo e operação, a microbacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento mais apropriada por permitir controle mais objetivo dos recursos humanos e financeiros, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo e da



água e a organização comunitária [...] tornam compatíveis as atividades produtivas e a preservação ambiental, permitindo um desenvolvimento sustentável (Pereira & Molinari, p. 85-88, apud Silva, Schulz e Camargo, 2004, p. 94).

Desta forma é possível a proposição de tecnologias regionalizadas, com a difusão de práticas de manejo do solo, de culturas, de conservação dos recursos naturais, contribuindo com o desenvolvimento municipal e regional (Silva, Schulz e Camargo, 2004, p. 94).

Pires, Santos & Del Prette (2005, p. 17-27) apontam que a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento representa uma estratégia na busca pelo desenvolvimento sustentável, ao observar três metas: (a) desenvolvimento econômico, (b) equidade social, econômica e ambiental, e (c) sustentabilidade ambiental. Tornam-se metas a longo prazo, a preocupação com a degradação ambiental e a capacidade de manter as funções ambientais de uma bacia hidrográfica, aliadas aos processos de desenvolvimento econômico, social e de proteção ambiental. Sua eficiência no gerenciamento da paisagem reside em três aspectos: (i) a factibilidade da aplicação dos conceitos de sustentabilidade no âmbito local, (ii) a democratização das decisões em seu gerenciamento através de uma gestão tripartite, e (iii) equilíbrio financeiro pela combinação dos investimentos públicos e aplicação dos princípios de poluidor-pagador e usuário-pagador.

## 2.2 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Segundo Nascimento (2012, p. 51) o termo sustentabilidade possui duas origens, sendo a primeira na biologia, através da ecologia, e “refere-se à capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas (resiliência) em face de agressões antrópicas [...] ou naturais [...]”. Já a segunda deriva da economia, como uma analogia ao desenvolvimento, diante da percepção de que o padrão de produção e consumo atuais e expansivos não possuem condições de prosperar. Assim, a noção de sustentabilidade se apoia na percepção de que os recursos naturais são finitos e em gradativo esgotamento.

Este mesmo autor aborda as três dimensões da sustentabilidade: a ambiental supõe um modelo de produção e consumo que respeite a capacidade de resiliência dos ecossistemas; a econômica supõe o aumento da eficiência produtiva e do consumo com economia crescente

dos recursos naturais, a chamada ecoeficiência; e o social supõe que as sociedades tenham as condições básicas necessárias para viverem dignamente, e que neste processo não gerem prejuízos a terceiros (NASCIMENTO, 2012, p. 55-56).

Há autores que chamam a atenção para a necessidade de se ampliar as dimensões da sustentabilidade. É o caso de Serrão, Almeida e Carestiato (2012, p. 19-25) que além das três dimensões já citadas incluem as dimensões política e cultural, e tratam a dimensão ambiental como dimensão ecológica. Apontam que para se atingir a sustentabilidade ecológica são necessárias mudanças no padrão de produção e consumo da sociedade, valorizando a produção advinda de processos socialmente justos baseados no equilíbrio ambiental. Objetiva-se a produção com respeito aos ciclos naturais dos ecossistemas, segurança às áreas ecologicamente frágeis, prudência na exploração de recursos naturais não renováveis, e respeito à capacidade de resiliência dos ecossistemas.

Compreender a problemática pela visão da sustentabilidade representa atualmente a melhor forma de se ressaltar os aspectos sociais, econômicos e ambientais contidos na bacia hidrográfica, através da identificação das degradações ambientais com foco na capacidade de resiliência do ecossistema, bem como no potencial de exploração do recurso natural. Mas, almejar uma bacia hidrográfica sustentável envolve também a compreensão de uma gestão democrática entre a sociedade civil e a esfera institucional representada pelo Estado e Município, a gestão tripartite.

Considerando a responsabilidade do poder público na gestão tripartite da bacia hidrográfica, e a necessidade do estabelecimento de metas sustentáveis, se faz necessária a inclusão do tema institucional no interior do conceito de sustentabilidade quando aplicado às bacias hidrográficas. O papel do poder público é de grande relevância e influência, pois além de orientar, determinar e fiscalizar o uso e ocupação do solo para o melhor aproveitamento dos seus recursos naturais com o mínimo de impacto ambiental cabe também o fomento à participação e à capacitação da participação popular e dos diversos setores empresariais reunidos através dos conselhos municipais ou regionais de meio ambiente e recursos hídricos.

Quanto a participação popular, Serrão, Almeida e Carestiato (2012, p. 52-77) tratam deste assunto em sustentabilidade política que segundo as autoras, possui como principal objetivo o fortalecimento das instituições democráticas e a promoção da cidadania ativa. Ressaltam que a construção de projetos alternativos de desenvolvimento deve envolver

governos e a sociedade, assegurando os canais e formas de participação efetivas de todos os seguimentos e grupos sociais.

Além de uma gestão tripartite e da aplicação dos conceitos de sustentabilidade, para se alcançar maior eficiência na gestão da paisagem da bacia hidrográfica há necessidade em se garantir aportes financeiros que viabilizem as ações de recuperação de áreas degradadas e a conservação de áreas naturais, garantindo o montante ideal para atingir metas pactuadas e se evitar a descontinuidade de investimentos públicos ou privados em saneamento, infraestrutura e serviços públicos, com garantias à implantação ou ampliação. Outras fontes de recursos também podem ser advindas dos serviços de licenciamento e fiscalização ambientais, como as multas, os termos de compromissos para ajustamento de condutas e as compensações ambientais.

Uma gestão pública sustentável é aquela que enfatiza as ações do governo na função social do Estado, garantindo os direitos básicos da sociedade, e no fomento de novos modelos de desenvolvimento econômico, social e ambiental, aos padrões da sustentabilidade. A gestão pública sustentável é fundamental no desenvolvimento de todas as vertentes da sustentabilidade, pois é seu o papel de conduzir ao desenvolvimento que se almeja, organizando os debates de ideias entre os diferentes grupos sociais para a tomada de decisões.

### 2.3 ELEMENTO QUÍMICO FÓSFORO

O elemento químico fósforo (P) está sendo utilizado nesta pesquisa como indicador ambiental para avaliação da qualidade da água de dois córregos que deságuam na represa.

O elemento químico fósforo é um macronutriente que se encontra na litosfera. Por ser muito reativo em contato com o oxigênio se oxida, e por isto não é encontrado em seu estado nativo. Apenas é possível encontrá-lo na natureza de forma combinada, formando os fosfatos inorgânicos. Quando o fósforo é mineralizado nas rochas, por intermédio das raízes dos vegetais, entra em sua cadeia alimentar, e destes aos consumidores através da cadeia trófica e retorna à litosfera através das excreções e da decomposição da matéria orgânica na forma combinada de fosfatos.

O fósforo possui grande importância no processo produtivo das indústrias para a fabricação de fertilizantes e detergentes. Após a utilização destes produtos pelo consumidor final é possível observar que os corpos d'água são os principais receptores deste elemento químico. O fósforo que é encontrado na água advém basicamente de duas origens distintas, a primeira de origem natural através da dissolução de compostos do solo, na decomposição da matéria orgânica, e na composição celular de microrganismos. A segunda é de origem antropogênica através de despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais, e fertilizantes (NUVOLARI, 2003, p.190-191).

Em pesquisa para monitorar a qualidade da água em uma bacia hidrográfica no município de Guarulhos/SP, Porto (2013, p. 9) aponta que o fósforo, coliformes fecais e *clostrídium perfringens*, foram elencados como indicadores de contaminação devido as suas relações diretas com o esgoto doméstico. Especificamente para o fósforo ressalta que seu surgimento nos corpos d'água está fortemente associado às descargas de esgotos sanitários e que sua principal fonte deriva do uso doméstico de detergentes. Nuvolari (2003) aponta que o fósforo está presente em algumas proteínas de fezes humanas e é encontrado na maioria dos detergentes domésticos. Em excesso causa a eutrofização de lagos e é o elemento químico mais visado quando se procura entender o fenômeno da eutrofização.

O fósforo é um nutriente importante aos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e indispensável para o crescimento de algas, porém, quando em índices elevados em represas pode propiciar o crescimento exagerado destas plantas aquáticas, fenômeno chamado de eutrofização. Para se medir a concentração de fósforo nos reservatórios, a CETESB desenvolveu o Índice do Estado Trófico (IET) para classificar os diferentes graus de trofia. Por causar o processo de eutrofização a CETESB (2014c, p. 01) considera que os índices de fósforo devem ser entendidos como potencial de eutrofização e podem ser mensurados em reservatórios e em rios, a tabela 1 indica a classificação do estado trófico e características da eutrofização, sendo considerado melhor o estado ultraoligotrófico e de forma oposta o pior estado o hipereutrófico, além de serem apresentados os valores de fósforo total para reservatórios e rios. Em rios a equação aplicada é  $IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT)) / \ln 2)) - 20$ , e em reservatórios é  $10 \times (6 - ((1,77 - (0,42 \times (\ln PT))) / \ln 2))$ , onde PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e ln: logaritmo natural.

Tabela 1 - Classificação do estado trófico e características da eutrofização(\*)

	<b>Classes do Estado Trófico</b>	<b>Características</b>	<b>Ponderação</b>	<b>P-total (mg.m<sup>-3</sup>) Reservatórios</b>	<b>P-total (mg.m<sup>-3</sup>) Rios</b>
M E L H O R  E S T A D O  ↑  ↓  P I O R  E S T A D O	<b>Ultraoligotrófico</b>	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.	$IET \leq 47$	$P \leq 8$	$P \leq 13$
	<b>Oligotrófico</b>	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.	$47 < IET \leq 52$	$8 < P \leq 19$	$13 < P \leq 35$
	<b>Mesotrófico</b>	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.	$52 < IET \leq 59$	$19 < P \leq 52$	$35 < P \leq 137$
	<b>Eutrófico</b>	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.	$59 < IET \leq 63$	$52 < P \leq 120$	$137 < P \leq 296$
	<b>Supereutrófico</b>	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.	$63 < IET \leq 67$	$120 < P \leq 233$	$296 < P \leq 640$
	<b>Hipereutrófico</b>	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.	$IET > 67$	$233 < P$	$640 < P$

Fonte: (\*) Tabela adaptada da compilação entre Cetesb (2014a) e Porto (2013).

Segundo Tundisi (2005, p. 69-75) os principais efeitos ambientais resultantes da eutrofização são a mortalidade de peixes e invertebrados pela ausência de oxigênio na água, este fenômeno é chamado de anoxia. Outras consequências podem ser relatadas pelo florescimento de algas verdes azuis, que produzem substâncias tóxicas e afetam a saúde humana e causam a mortalidade de animais por intoxicação, com a conseqüente diminuição da biodiversidade de plantas e animais. O crescimento excessivo de plantas aquáticas chamadas de aguapés reduz a atividade fotossintética, aliada a concentração de matéria orgânica em lagos e represas que diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido e produzem substâncias tóxicas chamadas de carcinogênicas.

Como impactos econômicos e sociais advindos da eutrofização podem ser citados a perda do valor estético de lagos e represas e do potencial turístico, impedindo a navegação e a recreação. As doenças de veiculação hídrica incapacitam a força de trabalho humana, geram custos econômicos desnecessários e aumentam a demanda aos serviços de saúde pública. O custo de tratamento de águas eutrofizadas podem impedir a instalação e o desenvolvimento de novas indústrias, provocando a migração do potencial de emprego e mão de obra para outras regiões mais atrativas (TUNDISI, 2005, p. 69-75).

Para identificar a contribuição de esgoto à represa, optou-se por verificar apenas o elemento químico fósforo, pois além de ser encontrado na decomposição da matéria orgânica em geral, também é encontrado nos detergentes, sabonetes e em sabão em pó, portanto, por estar diretamente associado às águas servidas em geral e no esgotamento sanitário doméstico é alta a sua relevância como indicador da quantidade de esgoto para a Represa Billings, além de ser adotado pela Lei Específica da Billings.

## 2.4 COMPROMETIMENTO DA PRODUÇÃO HÍDRICA

A caracterização socioambiental do manancial Billings foi desenvolvida por Capobianco e Whately (2002) através do ISA para diagnosticar as ameaças e perspectivas deste manancial. Capobianco e Whately (2002, p. 26) explicam que a poluição do corpo hídrico da Represa Billings está relacionada com o lançamento de cargas poluidoras direto à

represa ou aos seus tributários, ou a ressuspensão de sedimentos com concentradas substâncias contaminantes acumulados em seu leito, através da movimentação da água provocada pela ação dos ventos, das chuvas ou pela mudança de temperatura. Ressaltam ainda que a maior preocupação com a qualidade da água da represa reside na eutrofização, na concentração de metais pesados, na presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas.

Desde 1997 a CETESB tem realizado o monitoramento integrado das águas, sedimentos e peixes para avaliar a qualidade da água, o que permitiu que Capobianco e Whately (2002, p. 26-27) indicassem que o corpo central e braços hídricos da represa encontram-se eutrofizados. Especificamente para alguns braços hídricos a eutrofização está relacionada com a grande carga de esgoto recebida por uma ocupação urbana sem a devida infraestrutura de saneamento. É o caso do braço hídrico Rio Grande onde se localizam as duas microbacias hidrográficas.

Os autores apresentaram o Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH), este indicador é resultado da análise integrada entre as características físicas naturais do relevo das SBHs, como: relevo, formato, quantidade de nascentes, quantidade de cobertura vegetal e de ocupação urbana, e as alterações antrópicas processadas em um determinado período de tempo. Ressaltam que esta metodologia permite classificar as SBHs de acordo com suas fragilidades ambientais naturais e o grau de impacto presente e projetado. Assim, é possível identificar as SBHs que sofreram os maiores impactos antrópicos e as que estão mais sujeitas à degradação no futuro por serem mais frágeis do ponto de vista ambiental (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 48).

Consideram os fatores de escoamento fluvial, de cobertura vegetal e de urbanização transformados em índices para compor o ICPH. O índice de escoamento fluvial abrange informações sobre densidades de nascentes, grau de permeabilidade natural, declividade e energia potencial. O índice de cobertura vegetal considera a densidade de vegetação existente em uma determinada região. E o índice de urbanização considera as densidades de áreas urbanas não consolidadas e consolidadas de uma determinada região (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 48).

Especificamente para a Sub-Bacia Hidrográfica (SBH) 37 foram feitas considerações quanto a tendência do aumento da antropização sobre áreas verdes e florestas. O ICPH da SBH 37 apresentou os valores de -0,89 em 1989 e 0,18 para 1999, o que demonstra uma taxa

de crescimento de 120,69%. Já o ICPH da SBH 38 apresentou os valores de -1,70 em 1989 e -1,37 em 1999, o que demonstra uma taxa de crescimento de 19,59%. Quanto maior a variação da taxa de crescimento entre os índices dos anos citados, maior o comprometimento das condições ambientais naturais das SBHs decorrentes da degradação promovida pela ação antrópica (CAPOBIANCO; WHATELY, 2002, p. 49).

Para calcular os serviços ambientais promovidos pelo manancial da Represa Billings, Neuberger et al (2010) escolheram três áreas distintas. A primeira considerada área florestal conservada por manter boa cobertura florestal nativa em estágio secundário; a segunda com cobertura florestal mista, resultado do reflorestamento ou estágios sucessionais de recuperação da mata atlântica, considerada área de ocupação humana esparsa; e a terceira desmatada total ou parcialmente com ocupação humana densa. Todos os três locais tinham de uma a duas nascentes. Entre os diversos serviços ambientais apresentados neste estudo, é ressaltada a produção hídrica que teve sua vazão monitorada pelo período de um ano. Um dos resultados deste estudo mostrou a quantidade média de água produzida em um ano para cada uma das três áreas. As nascentes da área conservada produziram 10 L/s, e 0,5 L/s para as áreas de ocupação humana esparsa e densa. Ressaltam que esta enorme diferença mostra a importância da floresta na produção da água e considerando que em todo manancial existem 2.290, 515 e 595 nascentes, respectivamente para as áreas de floresta conservada, ocupação humana esparsa e ocupação humana densa, no período monitorado de dois anos houve uma produção total de 722, 84 e 109 milhões de m<sup>3</sup>.

Neuberger et al (2010) apontam ainda que o custo de tratamento por m<sup>3</sup> da água para abastecimento humano das áreas de floresta conservada representam R\$ 0,0085, R\$ 0,0278 para as áreas ocupação humana esparsa, e R\$ 0,1370 para as áreas de ocupação humana densa. Isto representa que o custo de tratamento da água para as áreas de ocupação humana esparsa e de ocupação humana densa é respectivamente 3 e 16 vezes superior ao custo de tratamento das áreas de floresta conservada. E conclui que o investimento na conservação de áreas de ocupação humana esparsa e mesmo a densa é um investimento viável porque permitirá produzir mais água por um custo menor de tratamento e que a degradação do manancial gera problemas para todos.



## 2.5 LEGISLAÇÃO INCIDENTE NOS MANANCIAIS

As legislações que tratam do manancial da Represa Billings foram apresentadas por Capobianco e Whately (2002, p. 28-30) e iniciam pelo Decreto Federal nº 24.643/1934 (BRASIL, 1934) também conhecido como o Código das Águas, chama a atenção o artigo 2º que define o que seria considerado águas públicas de uso comum, especificamente no item ‘d’ as fontes e reservatórios públicos. Desta forma a Represa Billings que foi inundada em 1927 passou a ser considerada juridicamente.

Preocupado com o papel estratégico que os mananciais representam em termos de abastecimento público e sensível ao processo acelerado de ocupação que sofrem, o Governo de São Paulo promulgou as Leis Estaduais nº 898/1975 (SÃO PAULO, 1975) e nº 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976b). A primeira com o objetivo de disciplinar o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMSP), e a segunda delimitou as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água e estabeleceu normas de restrição de uso do solo.

A Lei Estadual nº 898/1975 (SÃO PAULO, 1975) declarou vários rios e reservatórios da RMSP como área de proteção, entre eles o reservatório Billings, assim sendo, os projetos e execuções de loteamentos, edificações e obras, entre outros elementos, dependerão da aprovação prévia da então Secretaria dos Negócios Metropolitanos, do parecer favorável da então Secretaria de Obras e Meio Ambiente e manifestação da CETESB quanto aos aspectos de proteção ambiental. Empreendimentos existentes anteriores a promulgação desta lei deverão ser adaptados e caso não haja respeito às restrições impostas, os infratores ficarão sujeitos as sanções como advertência, multa, interdição, embargo e demolição, e caso constatada poluição também ensejará ações contra os agentes poluidores. Esta lei criou um fato jurídico novo ao declarar o reservatório Billings como de proteção e ao submeter à aprovação do Estado os diferentes empreendimentos que se instalarem nos mananciais.

Quanto à Lei Estadual nº 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976b), esta delimitou as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água e estabeleceu normas de restrição de uso do solo. Restringiu algumas atividades e construções, estabeleceu densidades demográficas e índices urbanísticos para a construção. Atenção deve ser dada ao artigo 8º

onde estabelece que as águas dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos destinam-se, prioritariamente, ao abastecimento de água. Então se compreende agora que o reservatório Billings além de ser protegido, seu uso é destinado ao abastecimento e toda e qualquer outra utilização como lazer, geração de energia e irrigação de hortaliças não poderão prejudicar a sua função principal. Além disso, o conteúdo desta lei embasou as ações de licenciamento do Estado e dos municípios, como o de Santo André.

O Decreto Estadual nº 8.468/1976 (SÃO PAULO, 1976a) em seu art. 7º classifica as águas interiores do Estado de São Paulo em quatro classes segundo seus usos preponderantes. E o Decreto Estadual nº 10.755/1977 (SÃO PAULO, 1977) em seu anexo A item 2 enquadra o braço hídrico Rio Grande da Billings, braço hídrico desta pesquisa, na Classe 2. A Classe 2 significa “águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho)”. Já a Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005) em seu art. 4º inciso III do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) cria cinco classes para classificar águas doces. O local desta pesquisa se enquadra na Classe 2 e podem ser destinadas para: “(a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; (b) à proteção das comunidades aquáticas; (c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, (d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e (e) à aquicultura e à atividade de pesca”. No art. 15 inciso IX alínea ‘b’, esta resolução especifica os padrões de qualidade das águas e estabelece o valor máximo para o fósforo total em até 0,05 mg/L em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico. No art. 38 é atribuída aos Conselhos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos a definição de normas e procedimentos para o enquadramento dos corpos d’água.

O CONAMA editou a Resolução nº 20/1986 (BRASIL, 1986) onde estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas de acordo com os usos preponderantes, em Território Nacional. Para cada tipo de água foram estabelecidos teores máximos para várias substâncias químicas. Esta foi a primeira legislação em nível nacional a dar subsídios aos órgãos de controle e fiscalização ambiental para atuarem em situações de não conformidade. Posteriormente esta legislação foi revogada pela Resolução nº 357/2005.

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) estabelece em seu artigo 22 inciso IV a competência privativa da União em legislar sobre águas. O artigo 23 inciso VI estabelece

a competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios em proteger o meio ambiente e combater a poluição, e o inciso VII de preservar as florestas, a fauna e a flora. O artigo 24 estabelece que compete a União, Estados e Distrito Federal legislar concorrentemente sobre, no inciso VI, entre outros assuntos, florestas, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, e no inciso VIII a responsabilidade por dano ao meio ambiente. A união já atendeu ao artigo 22 com a promulgação do Código das Águas, o artigo 23 mostra que a responsabilidade na defesa do meio ambiente é igualmente de todos os entes federados, e o artigo 24 indica a competência do Estado para legislar sobre os temas citados, um exemplo é a Lei Específica da Billings que será tratada mais adiante.

A Constituição do Estado de São Paulo, promulgada em 05/10/1989 (SÃO PAULO, 1989), confirma as áreas de mananciais como de proteção permanente. Admite a criação de mecanismos de compensação financeira para municípios que sofreram restrições pela instituição de espaços ambientalmente protegidos pelo Estado, e apoiará a formação de consórcios entre os municípios para a solução de problemas comuns quanto à preservação dos recursos hídricos e ao uso equilibrado dos recursos naturais. Também estabelece que os municípios e Estado deverão adotar medidas eficazes para impedir o bombeamento de águas servidas, dejetos e de outras substâncias poluentes para a Represa Billings.

A Lei Estadual nº 7.663/1991 (SÃO PAULO, 1991) estabeleceu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em matéria de legislação ambiental o Estado de São Paulo tem adotado posições vanguardistas em relação à União, prova disto é que a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos só foram criados com a promulgação da Lei Federal 9.433/1997 (BRASIL, 1997a), posterior ao Estado de São Paulo. A partir da legislação estadual é que são institucionalizados os estudos por bacias hidrográficas, reconhecimento do recurso hídrico como de bem público dotado de valor econômico, e que seu gerenciamento deverá ser descentralizado, participativo e intergrado. Esta lei também instituiu o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

A Lei Estadual nº 9.034/1994 (SÃO PAULO, 1994) instituiu o Plano Estadual De Recursos Hídricos, mas tendo em vista a precariedade das ações dos poderes públicos municipais e estadual em coibir as ocupações irregulares em áreas de mananciais, o Estado

aprova a Lei Estadual nº 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997) que estabelece as diretrizes e normas para a proteção e a recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais para abastecimento, organizando suas ações por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). Contempla de forma mais explícita a integração, entre o Estado e municípios, para ações de licenciamento, fiscalização, monitoramento e implementação dos programas setoriais, institui as Áreas de Intervenção admitindo ocupações que respeitem suas definições, busca-se a regularização das ocupações e a salubridade ambiental para o abastecimento de água com qualidade e quantidade através dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA).

O Governo Federal aprovou a Lei Federal nº 9.605/1998 (BRASIL, 1998), chamada de Lei de Crimes Ambientais, que dispõe de sanções penais e administrativas para condutas ou atividade lesivas ao meio ambiente. Também a partir deste ano o município de Santo André passou a ter uma legislação específica para o meio ambiente, através da promulgação da Lei Municipal nº 7.733/1998 (SANTO ANDRÉ, 1998) que instituiu a Política Municipal de Gestão e Saneamento Ambiental. Ela atribuiu ao Serviço Municipal de Gestão e Saneamento Ambiental (SEMASA), como órgão técnico e executivo, a prerrogativa de licenciar, controlar e fiscalizar as atividades potencialmente poluidoras, entre outras funções. Após a constituição de sua política municipal de meio ambiente, foi aprovada a Lei Municipal nº 7.868/1999 (SANTO ANDRÉ, 1999) que autorizou a realização de convênio entre o Estado, através da Secretaria de Meio Ambiente, e o município, através do SEMASA, na fiscalização e licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos de impacto local. Entre os empreendimentos licenciáveis pelo município constam as residências unifamiliares em áreas de proteção dos mananciais.

A partir de 2001, o município iniciou suas primeiras atividades de licenciamento ambiental em mananciais, baseando-se na Resolução CONAMA nº 237/1997 (BRASIL, 1997b) que trata do licenciamento ambiental e nas Leis Estaduais nº 898/1975 (SÃO PAULO, 1975), nº 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997), especialmente a nº 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976b) que estabeleceu um parâmetro normativo urbanístico para a ação de licenciamento. Ainda este ano foi criada pela Lei Municipal nº 8.157/2001 (SANTO ANDRÉ, 2001) a Sub-Prefeitura de Paranapiacaba e Parque Andreense e o Departamento de Meio Ambiente, este ficaria responsável por gerir parte da área de mananciais, e conseqüentemente a avaliação das ocupações, dividindo esta atribuição com o SEMASA.

O plano diretor do município, a Lei Municipal nº 8.696/2004 (SANTO ANDRÉ, 2004), que foi alterada pela Lei Municipal nº 9.394/2012 (SANTO ANDRÉ, 2012a) fruto de sua revisão, estabeleceu que o município é dividido em duas macrozonas, a urbana e a de proteção ambiental. A Macrozona de Proteção Ambiental, que coincide com a área de manancial da Represa Billings, possui como alguns de seus objetivos: garantir a produção de água e a proteção dos recursos naturais; e promover a regularização urbanística e fundiária dos assentamentos existentes. É composta por unidades de conservação e por áreas com restrição de ocupação, destinando-se à preservação e recuperação ambiental bem como ao desenvolvimento econômico sustentável e compatível. Ainda no Plano Diretor municipal foi prevista a elaboração de uma legislação de uso, ocupação e parcelamento do solo na Macrozona de Proteção Ambiental condicionada a aprovação da legislação estadual que tratará da Lei Específica da Billings, pois qualquer parcelamento do solo se baseará na lei específica a ser criada, e qualquer uso ou atividade a ser implantada deverá ser remetido ao licenciamento ambiental municipal.

O instrumento jurídico capaz de orientar o uso e ocupação do solo de Santo André, a Lei Municipal nº 8.836/2006 (SANTO ANDRÉ, 2006), não se refere à porção do município localizada na área de manancial, restringindo-se apenas à área urbana. Tampouco o código de obras, a Lei Municipal nº 8.065/2000 (SANTO ANDRÉ, 2000), estabelece normas diferenciadas para os mananciais.

Segundo a Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979), que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, embora os estados e municípios possam estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal, a redação dada pela Lei Federal nº 9.785/1999 (BRASIL, 1999), estabelece que os municípios definirão em legislação os usos permitidos e índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo que incluirão as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento. Mas os Estados disciplinarão a aprovação pelos municípios de loteamentos localizados inclusive em áreas de proteção aos mananciais.

Observa-se que Santo André optou por aguardar a publicação de uma legislação específica para a Billings, para em seguida elaborar a sua legislação de uso e ocupação do solo para os mananciais. Pois em 2009 ocorreu a promulgação da Lei Específica da Billings, a Lei Estadual nº 13.579/2009 (SÃO PAULO, 2009) regulamentada pelo Decreto Estadual nº 55.342/2010 (SÃO PAULO, 2010). Com a sua aprovação não se aplicam mais as Leis

Estaduais nº 898/1975 (SÃO PAULO, 1975) e nº 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976b). Porém, em Janeiro/2012 Santo André perdeu o direito de emitir licença ambiental, serviço assumido pela CETESB, devido a incompatibilidade de sua legislação com a Lei Específica da Billings. Santo André precisará aprovar a sua Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo (LUOPS) para a região de mananciais, e após avaliação e parecer positivo do Estado, poderá novamente reassumir este serviço. Neste momento (dezembro/2014) já foram encerradas as audiências públicas e o Conselho Municipal de Gestão de Saneamento Ambiental de Santo André (COMUGESAN) e Conselho Municipal de Políticas Urbanas (CMPU) estão finalizando as últimas reuniões para a elaboração do projeto de lei da LUOPS – Manancial a ser entregue à Câmara municipal.

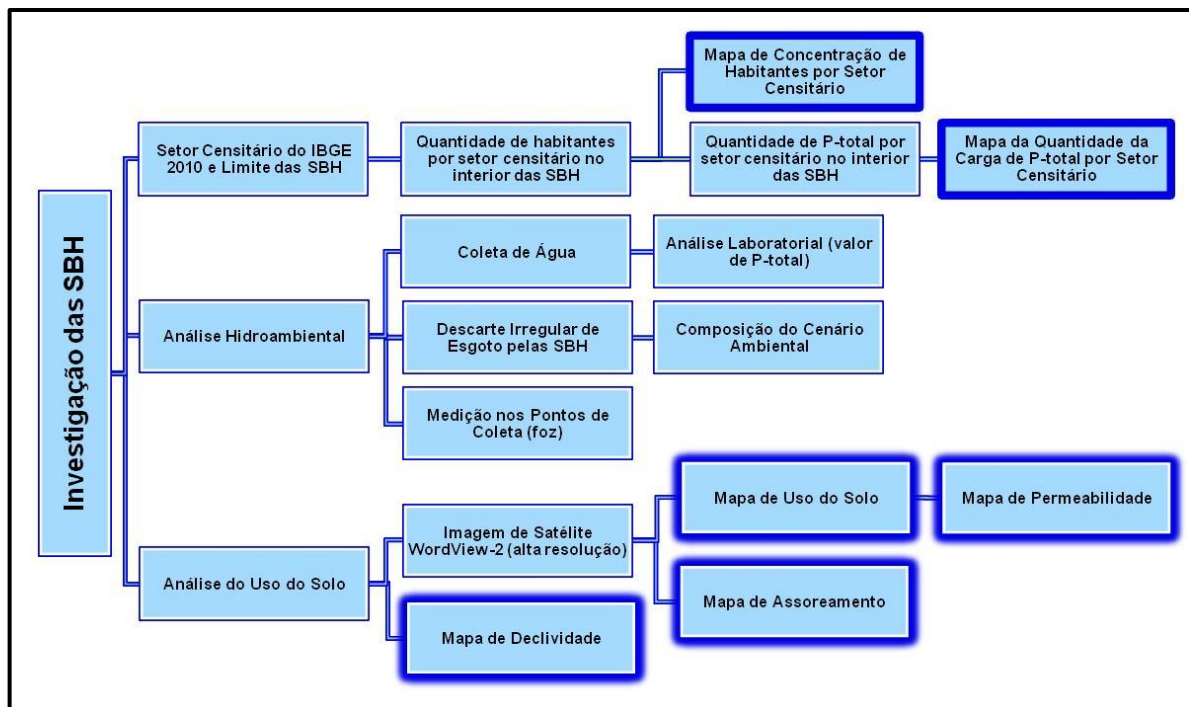
A Lei Específica da Billings estabelece diretrizes aos diferentes braços hídricos para melhoria da qualidade da água ao abastecimento. Para o braço hídrico Rio Grande foi estabelecida a redução da carga de fósforo para 103 kg/dia até o ano de 2015. Para o planejamento de uso e ocupação, cada município presente na área de manancial da Billings possui um valor próprio de carga meta de fósforo total. Para o município de Santo André a meta é 9 kg/dia. A verificação do atendimento da meta será avaliada através da consideração da carga presente no braço receptor e reservatório e será detalhada no PDPA (Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental), conforme art. 17 da citada lei.

### 3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em um primeiro momento foi realizada pesquisa bibliográfica de obras que abordassem o universo de caracterização de bacias hidrográficas para a sua gestão, com foco em uma visão sistêmica de análise ambiental. Aliado a esta necessidade, buscou-se desenvolver reflexões sobre a sustentabilidade ambiental e como considerar uma gestão pública voltada ao planejamento urbano ambiental em SBH. O estudo envolveu atividades de escritório e campo. No escritório foram realizados estudos da bibliografia pertinente à represa Billings, objeto principal desta pesquisa, com foco na qualidade da água do reservatório e nas condições ambientais das SBHs.

A figura 6 representa o fluxograma que demonstra a metodologia geral utilizada nesta pesquisa. Os retângulos com borda azul representam todos os produtos desta pesquisa.

Figura 6 – Fluxograma da Metodologia Geral



### 3.1 PARÂMETROS DA AVALIAÇÃO HIDROAMBIENTAL

Para coletar as amostras de água para identificação da concentração de fósforo total, foram realizados trabalhos para facilitar o acesso a cada um dos pontos de coleta de água de cada SBH, com registros analógicos e digitais necessários à caracterização de profundidade, largura do córrego e velocidade de escoamento, a fim de conseguir a medição de vazão, além da coleta de água para análises laboratoriais com vistas a realização da análise hidroambiental. Também foram registradas as coordenadas dos pontos de coleta.

A técnica utilizada para estabelecer a vazão foi de medição indireta pelo método da velocidade de fluxo. Para a medição da seção do canal foi construído equipamento para esta atividade, tratando-se de dois canos de PVC<sup>2</sup>, um foi demarcado metricamente para o registro da profundidade do córrego e o outro serviu de apoio para a medição ao longo da seção perpendicular ao córrego, a régua métrica, foram registrados quatro pontos distintos perpendiculares ao córrego. Para medir a velocidade do córrego foi utilizada uma peça flutuante de isopor que foi posicionada na seção de maior velocidade de escoamento em 2 m de distância linear.

Foram utilizados dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) para compreensão da influência pluviométrica na determinação da vazão dos córregos, com recolhimento dos dados de até uma semana antes da data do trabalho de campo. A estação pluviométrica Borda do Campo, nº 354780916A, fica localizada na alta vertente entre o limite das SBHs 37 e 38, no interior do bairro Recreio da Borda do Campo. O CEMADEN possui uma legenda temática que qualifica o índice pluviométrico pelo período temporal de 24 horas por estação pluviométrica. Os valores adotados para a legenda utilizada pelo CEMADEN expressam os seguintes valores: baixa < 10 mm, média baixa  $\geq 10 < 30$  mm, média alta  $\geq 30 < 70$  mm e alta  $> 70$  mm.

Também foram utilizados os valores climatológicos de pluviometria do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conhecidos como Normal Climatológica. Este instituto cita a Organização Meteorológica Mundial (OMM) que estabelece um período de três décadas para o estabelecimento de Normais Climatológicas (INMET, 2014).

---

<sup>2</sup> Policloreto de vinil é mais conhecido como PVC pela sigla em inglês (*polyvinyl chloride*).



A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos. (INMET, 2014)

Foi utilizada a Normal Climatológica da estação meteorológica Mirante de Santana, a estação mais próxima da área de estudo, localizada a uma distância aproximada de 30 km. Foi utilizado apenas o parâmetro Precipitação Acumulada do período de 1961 - 1990, referente aos meses de coleta da amostra de água. A partir do valor mensal, foi extraído o valor diário e posteriormente o valor acumulado para sete dias da Normal Climatológica, e correlacionada aos valores de precipitação acumulada registradas pelo pluviômetro do CEMADEN por sete dias, tendo como referência as datas de coletas de água e retroagindo seis dias.

Todo o processo de coleta e medição de vazão do córrego seguiu os procedimentos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2011, p. 136, 257-260). As análises laboratoriais foram realizadas pelo Laboratório de Controle Sanitário contido na Estação de Tratamento de Água (ETA) do SEMASA e pelo laboratório Ecolabor Comercial Consultoria e Análises Ltda, e o procedimento de análise está de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª Edição.

A análise laboratorial das águas coletadas em 25/07/2014 e 05/11/2014 foram realizadas pelo Laboratório de Controle Sanitário contido na ETA do SEMASA. Já a água coletada em 19/09/2014 foi realizada pelo laboratório Ecolabor. Os laudos das três amostras estão apresentados nos Anexos 3, 4 e 5.

### 3.2 GEOPROCESSAMENTO

O material utilizado para elaboração dos mapas contou com a carta topográfica da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (EMPLASA), folha Pedroso, em escala 1:10.000, datada de 08/1980-02/1981 com curvas de nível com equidistância de 5 m. Além deste, foram utilizados o mapa de Setor Censitário de Santo André do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do Censo de 2010 (IBGE, 2011), previamente elaborado e

disponibilizado pela Prefeitura de Santo André (PSA) e o mapa de SBH da Represa Billings do ISA (modificado). Os mapas resultantes foram gerados com o auxílio do programa GeoMedia Professional 6.1.

Foi adotada a nomenclatura utilizada pelo ISA, conforme Capobianco e Whately (2002, p. 14), para a identificação das duas SBHs objeto desta pesquisa, a SBH 37 que se localiza a NW e a SBH 38 localizada a SE, conforme pode ser observado na figura 4 que representa a localização da área de estudo. E para melhor representação da área de captação hídrica, os limites da SBH 38 foram alterados em relação ao seu desenho original.

Para a elaboração do mapa de localização dos pontos de coleta e escoamento de esgoto nas SBHs, foram sobrepostos os níveis de informações: bairro, loteamento, SBH, rede hidrográfica, represa e rede viária. E foram geocodificados os pontos de coleta de água e os pontos de escoamento de esgoto, a partir de suas coordenadas planas. Foi utilizado o programa GeoMedia Professional 6.1 para esta atividade.

Para a elaboração do mapa de concentração de habitantes por setor censitário foi necessário cruzar o mapa de setor censitário de Santo André do Censo de 2010 do IBGE (IBGE, 2011) com o mapa das SBHs 37 e 38 da Represa Billings do ISA, onde foi considerada a proporcionalidade da quantidade de habitantes pelo tamanho de cada área dos setores censitários das SBHs. O resultado deste cruzamento indicou o mapa temático quantidades de habitantes distribuídas proporcionalmente pelos setores censitários de cada SBH e foi sobreposta com a rede hidrográfica.

A partir do valor de carga de fósforo total em cada uma das SBHs foi possível dividi-lo pela proporcionalidade da quantidade de habitantes em cada setor censitário das SBHs, gerando um valor de carga de fósforo total por habitante. Também foi possível identificar o valor de carga de fósforo total por setores censitários, o que resultou no mapa da quantidade da carga de fósforo total por setor censitário.

Para a confecção dos mapas de uso do solo, cobertura vegetal, potencial de infiltração e assoreamento da represa foi adquirido pelo pesquisador e utilizada a imagem de satélite WorldView-2 da empresa DigitalGlobe, de alta resolução espacial e datada de 30/01/2014. Primeiramente para realizar o mapa de uso do solo foi utilizado o programa Spring versão 5.1.5 para o processamento digital da imagem através da interpretação visual por meio de técnicas de fotointerpretação, onde os fatores analisados foram cor, textura e forma, assim foi

possível definir as classes de uso do solo considerando as características espectrais dos alvos e a resolução espacial da imagem. A tabela 2 demonstra as classes de uso do solo e os critérios utilizados, sendo uma adaptação do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013, p. 36-123).

Tabela 2 - Critérios para cada classe de uso do solo

<b>Classes</b>	<b>Critérios</b>
Área Urbanizada	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário.
Área Florestal	Formação arbórea, somente as áreas de Floresta Densa.
Campo e Várzea	Locais destinados a plantio, pastagem e que são alagadas periodicamente.
Solo Exposto	Locais de solo aparente e sem vegetação.
Corpo d'Água	Incluem corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais.

Fonte: IBGE (2013) adaptado.

Para realizar a análise pela classificação supervisionada foram adotados os classificadores “pixel a pixel” que usam apenas a informação espectral de cada pixel para achar regiões homogêneas. Posteriormente foi realizada uma revisão com base na matriz de confusão para avaliar o desempenho médio de cada classe e de cada amostra. Segundo Shandley & Franklin (1996) apud Coutinho (1997, p. 32), os mapas decorrentes da combinação do algoritmo de segmentação por crescimento de regiões com o método de classificação por pixels, possibilitam um ganho de produção se comparada apenas a fotointerpretação. Em seguida a imagem resultante da classificação foi submetida a uma pós-classificação com a utilização de um filtro para a eliminação de resíduos na imagem, e posteriormente foi exportada em formato TIFF/GeoTIFF. A vetorização desta imagem foi realizada no programa ArcGIS versão 10.1 através da extensão 3D Analyst. A classificação de alvos confundiu dois pares de classes que apresentavam comportamentos espectrais semelhantes, a cobertura cerâmica com solo exposto e a sombra da massa arbórea com corpo d'água, dessa maneira foi necessário editar manualmente estas confusões e gerar a vetorização. Posteriormente, ainda no programa ArcGIS, foi realizado o mapa temático de acordo com a classe descrita na tabela 3.

O mapa de declividade foi elaborado a partir do programa Quantum GIS (QGIS) versão 2.4.0 – Chugiak e utilizou a imagem de satélite Ikonos da empresa GeoEye, de alta resolução espacial e datada do ano de 2003, sem classificação, pertencente ao SEMASA. Neste ano ainda não havia a construção do Rodoanel Trecho Sul, que alterou o relevo em seu traçado.

Segundo De Biasi (2014) as classes de declividade atendem amplamente aos mais variados usos e ocupações do território, desta forma há a proposição das porcentagens e descrição de usos e ocupações, apresentados em seguida. Para < 5% representa o limite urbano e industrial, aceito internacionalmente, e muito utilizado nos trabalhos de planejamento urbano pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pela EMPLASA; para 5% a 12% define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura; já de 12% a 30% foi baseado na Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979) que em seu artigo 3º estabelece o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, e no inciso III a necessidade de atendimento de exigências específicas das autoridades competentes para parcelamentos em terrenos com declividade igual ou superior a 30%; embora a classe de 30% a 47% seja justificada apoiada na Lei Federal nº 4.771/1965 (BRASIL, 1965) que trata do corte raso de árvores em terrenos com 25° (47%) e a expressa proibição da derrubada de florestas acima de 47%.

Optou-se por utilizar o limite de 45%, e não 47%, tendo em vista a revogação da Lei Federal nº 4.771/1965 (BRASIL, 1965) em 25/05/2012 pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) que em seu artigo 4º inciso V estabelece que as encostas com declividade superior a 45° são consideradas áreas de preservação permanente. Foram adotadas as cinco classes de declividade apresentadas por De Biasi (2014) para expressar a clinografia, e com Lima, Furrier e Guedes (2011, p. 53) foi possível correlacionar os valores em graus para as classes de 12% e 30% e calcular o valor de 5% e 45%. Assim os valores estabelecidos para a declividade em porcentagem correlacionados em graus, foram: 5% para 3,02°; 12% para 7,25°; 30% para 17,00°; e 45% para 23,93°.

Para a realização do mapa de cobertura vegetal optou-se por avaliar a qualidade desta cobertura, através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada ou *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) na sigla em inglês. Conforme Silva, Muniz e Rotunno Filho (2013), tem se utilizado intensamente o NDVI em estudos de biomassa, cobertura vegetal e atividades vegetais em áreas onde a cobertura vegetal não é muito densa. O NDVI

expressa um indicador numérico entre -1,0 a 1,0, pois utiliza a energia eletromagnética refletida pela vegetação nas bandas do vermelho e do infravermelho através da equação  $NDVI = \frac{\text{Banda 3 (infravermelho próximo)} - \text{Banda 4 (vermelho)}}{\text{Banda 3 (infravermelho próximo)} + \text{Banda 4 (vermelho)}}$  para demonstrar a qualidade da cobertura vegetal. A cobertura de vegetação estudada foi o bioma da Mata Atlântica em estágio médio a avançado de regeneração de floresta ombrófila densa. Foi utilizado o programa ArcGIS versão 10.1 para demonstrar o índice do mapa de cobertura vegetal que apresentou uma variação de -0,97 a 0,96, sendo -0,97 o melhor índice e 0,96 o pior. As classes de indicadores numéricos adotadas foram: -0,971 a -0,089 considerada sem alteração significativa da biomassa, -0,089 a -0,011 considerada pequena alteração da biomassa, -0,011 a 0,088 considerada alteração significativa da biomassa, e 0,088 a 0,955 considerada ausência de biomassa.

O mapa de potencial de infiltração das áreas ocupadas foi concebido no programa ArcGIS versão 10.1. Foram consideradas superfícies impermeáveis e permeáveis a partir da classificação adotada para o mapa de uso do solo, conforme Sampaio (2005, p. 4), sendo superfícies impermeáveis a classe Área Urbanizada, e superfícies permeáveis as classes Área Florestal, Campo e Várzea e Solo Exposto. A agregação das informações entre estas duas classes de permeabilidade possibilitou gerar novo mapa temático.

O mapa de assoreamento da represa também foi concebido no programa ArcGIS versão 10.1, através da digitalização dos limites do espelho d'água da carta topográfica e da imagem de satélite de forma manual. Buscou-se desenvolver uma avaliação visual a partir da informação planimétrica do espelho d'água representado na carta topográfica e compará-la ao limite de espelho d'água da imagem de satélite, através da sobreposição destes dois limites, o que permitiu observar a diferença entre eles demonstrada no assoreamento da represa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações estão apresentadas no contexto dos impactos da urbanização nas SBHs com consequências ambientais negativas à Represa Billings. Primeiramente é apresentado um panorama dos impactos ambientais na SBH em estudo realizado a partir da imagem de satélite de alta resolução, em seguida a análise da qualidade da água dos córregos tributários à represa, com a apresentação situacional desta e das SBHs.

### 4.1 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE ESTUDO

Ao analisar as duas SBHs a partir da tabela com os valores de hectares e porcentagem das classes do mapa de uso do solo, conforme tabela 3 e figura 7, constata-se que a classe área urbanizada se encontra bem distribuída espacialmente e restrita aos limites do loteamento Recreio da Borda do Campo, no entanto ela ocupa 69,60 ha (20,7%) de área das duas SBHs, individualmente a SBH 37 possui 36,97 ha (26,1%) de sua área ocupada por esta classe, contra 32,63 ha (16,7%) da SBH 38.

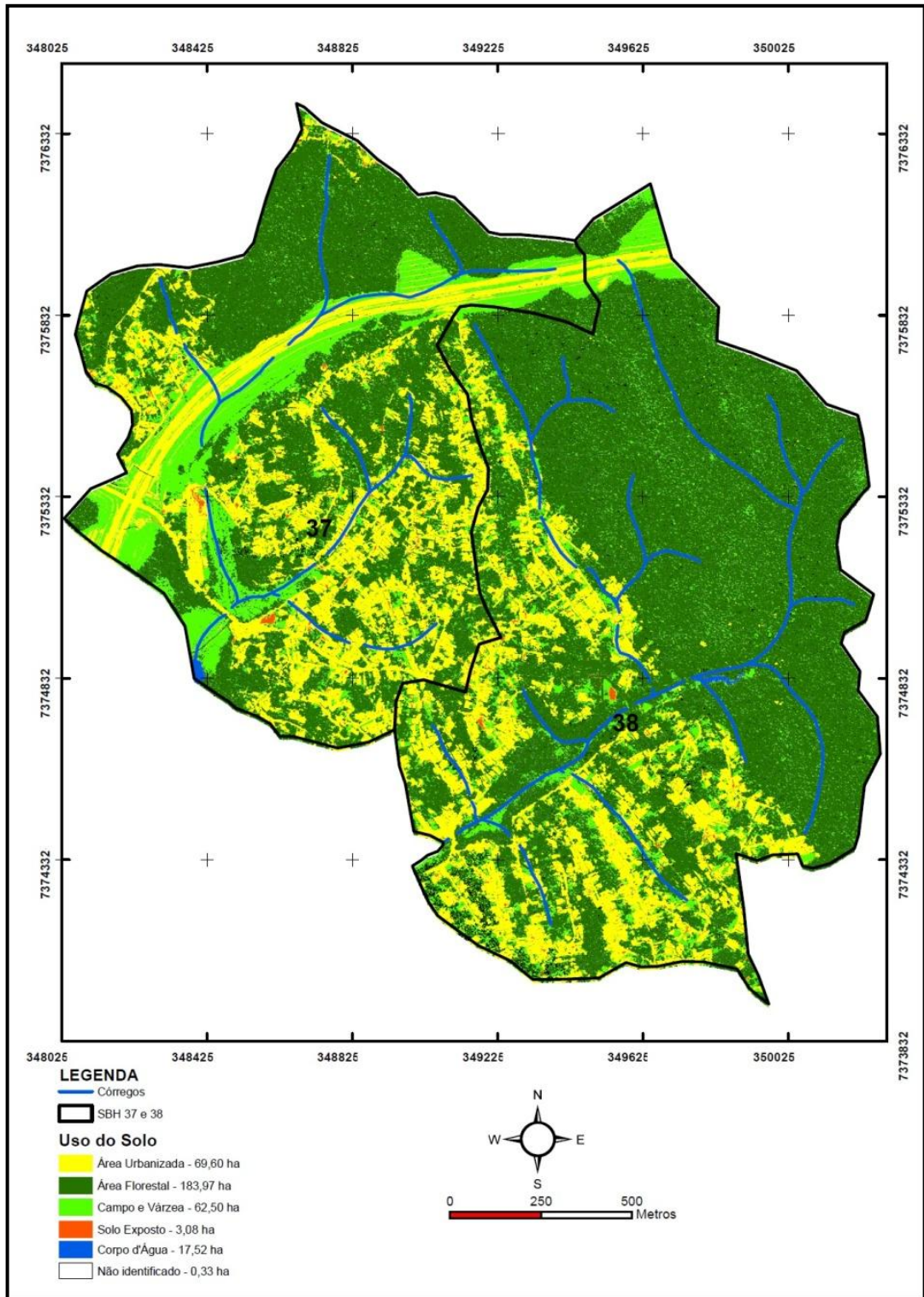
Tabela 3 – Classes do Mapa de Uso do Solo

Classes	SBH 37		SBH 38		SBHs 37 e 38	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
Área Urbanizada	36,97	26,1	32,63	16,7	69,60	20,7
Área Florestal	66,42	46,8	117,55	60,3	183,97	54,6
Campo e Várzea	30,78	21,7	31,72	16,3	62,50	18,5
Solo Exposto	1,54	1,1	1,55	0,8	3,08	0,9
Corpo d'Água	6,01	4,2	11,51	5,9	17,52	5,2
Não Identificado	0,19	0,1	0,14	0,1	0,33	0,1
Total	141,91	100,0	195,10	100,0	337,01	100,0

Fonte: Gomes (2015)

Ambas as SBHs possuem 183,97 ha (54,6%) de suas áreas ocupadas pela classe área florestal, sendo mais preservada a SBH 38 com 117,55 ha (60,3%) do que a SBH 37 com 66,42 ha (46,8%). A classe campo e várzea representa para ambas as SBHs 62,50 ha (18,5%) e quantitativamente a SBH 37 possui 30,78 ha (21,7%) e a SBH 38 possui 31,78 ha (16,3%). Uma vez que esta classe se encontra disseminada mais intensamente no interior do bairro, observa-se que ela teve um alto incremento devido a construção do Rodoanel – Trecho Sul, assim, fica evidente a diminuição da classe área florestal pelo avanço dessa.

Figura 7 – Mapa de Uso do Solo



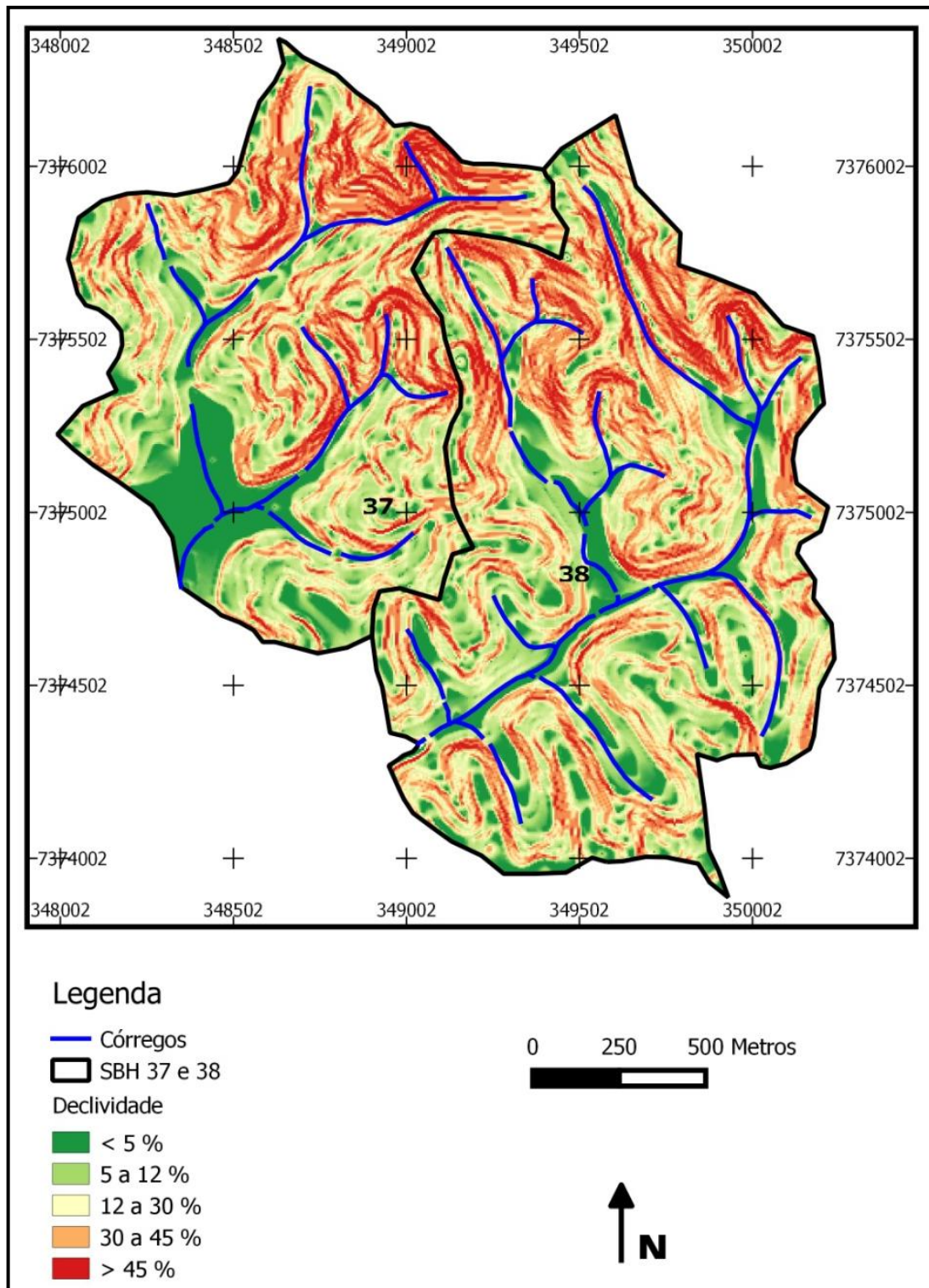
Fonte: Gomes (Jul/2014)



A classe de solo exposto representa 3,08 ha (0,9%) para as duas SBHs e quantitativamente há um equilíbrio na ocorrência desta classe em seus territórios, pois as SBHs 37 e 38 possuem 1,54 ha (1,1%) e 1,55 ha (0,8%) respectivamente. A classe corpo d'água possui um total para as SBHs de 17,52 ha (5,2%) e a classe não identificado representa fragmentos de pixels resultantes do processamento da imagem de satélite e disseminados por toda a área de estudo que não puderam ser equacionados, assim, foram isolados para não comprometer a análise.

O mapa de declividade, representado na figura 8, demonstra que os topos possuem declividade bastante acentuada e suas planícies aluvionares demonstram o perfil de extravasamento fluvial em períodos de altos índices pluviométricos, e isto representa risco de alagamentos nos fundos de vales próximo à foz, principalmente na SBH 37, já a SBH 38 possui capacidade de alagamento no transcurso de seu principal córrego em praticamente quase toda a sua extensão. Uma vez que as SBHs possuem cotas altimétricas que variam de 883 m em seu ponto mais alto a 747 m sendo a cota da represa, com amplitude de 136 m, isto mostra a forte capacidade de dissecação do relevo. Na SBH 37 há o predomínio das classes < 5% e >45% de forma bem acentuada nas porções de baixa e alta vertente respectivamente, na média vertente se observa o predomínio das demais classes de 5% a 12% até 30 a 45%. Na SBH 38 a alta vertente concentra a classe > 45% e ao longo do córrego é possível observar o predomínio da classe de < 5%, na média e baixa vertentes predominam as classes de 5 a 12% até 30 a 45%.

Figura 8 – Mapa de declividade



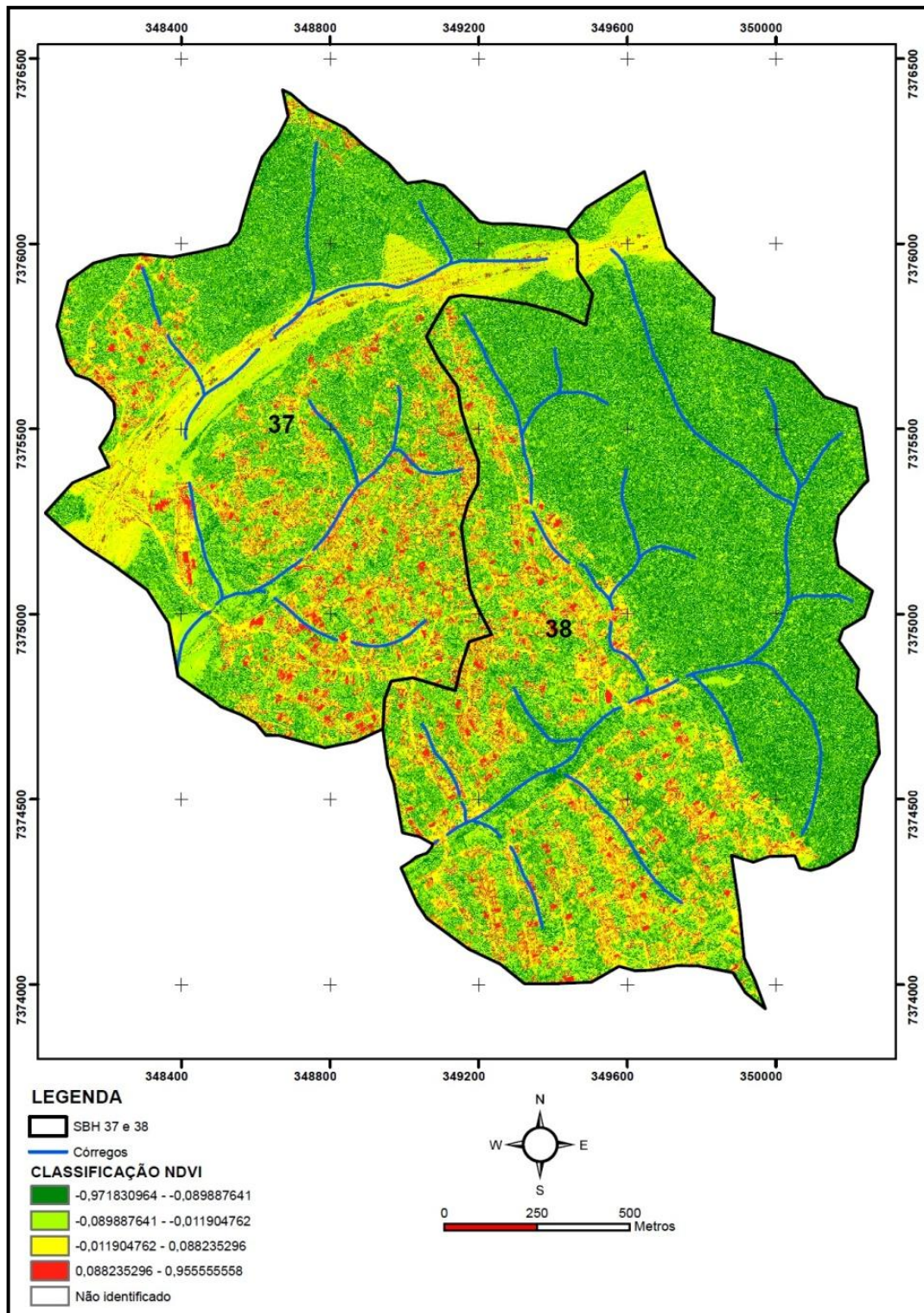
Fonte: Gomes (Jul/2014)

Do ponto de vista geomorfológico a área de estudo se encontra regionalmente na Unidade Morfoescultural do Planalto Atlântico, especificamente no Planalto Paulistano. Devido sua proximidade com a Serra do Mar o relevo se apresenta de forma bastante acidentado na forma de topos de morros estreitos e alongados e planícies aluvionares (SANTO ANDRE, 2012b).

O mapa de cobertura vegetal, conforme a figura 9, demonstra a classificação do índice NDVI que indica a qualidade desta cobertura do ponto de vista do estresse hídrico, logo é possível observar que a cor verde escuro representa a vegetação de melhor qualidade considerada sem alteração significativa da biomassa, e verde claro de qualidade inferior considerada pequena alteração da biomassa. A cor vermelha representa a ausência total de vegetação, que auxiliado pelo mapa de uso do solo pode-se afirmar que são as coberturas das edificações presentes na área urbana. Já a cor amarela é considerada alteração significativa da biomassa e está associada ao viário e ao solo exposto. Percebe-se o predomínio da cor verde claro, ou seja, vegetação menos sadia, no interior do bairro Recreio da Borda do Campo se comparada com a cobertura vegetal presente nas altas vertentes de ambas SBHs e fora dos limites do bairro.

Este estudo representa uma avaliação pontual e carece de nova imagem realizado pelo mesmo satélite, com as mesmas características de sensores, alta resolução espacial e no mesmo período de coleta, para efeito de comparação da qualidade do comportamento da cobertura florestal ao longo do tempo, que associado ao trabalho de campo, poderá proporcionar análises mais abrangentes.

Figura 9 – Mapa de cobertura vegetal

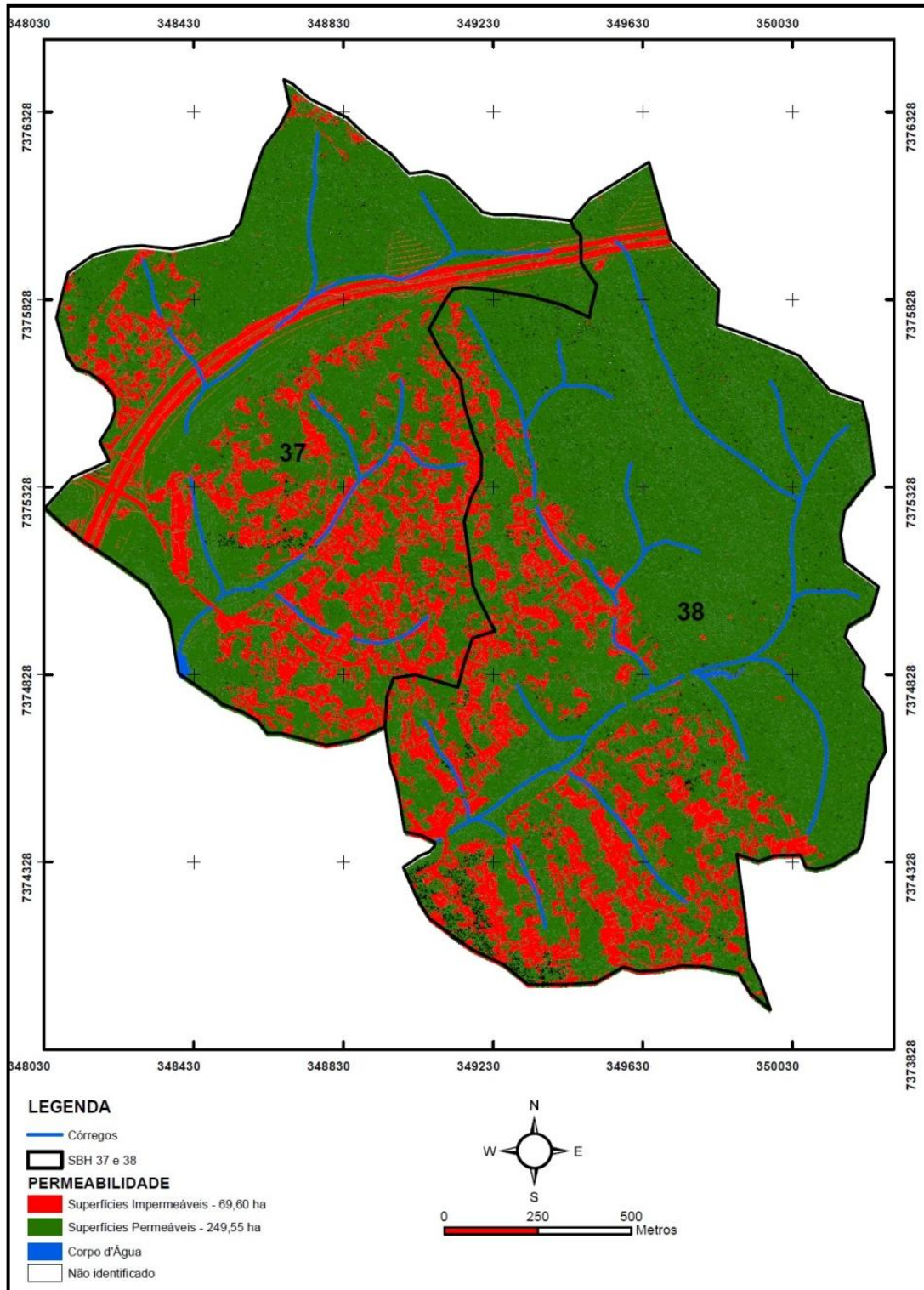


Fonte: Gomes (Jul/2014)

O mapa de potencial de infiltração, conforme pode ser observado na figura 10, indica a permeabilidade a partir da avaliação de superfícies, assim a cor vermelha está relacionada às superfícies impermeáveis com 69,90 ha o que representa 20,7% de toda a área das SBHs. A SBH 37 possui 36,97 ha ou 26,1% de sua área impermeável e a SBH 38 possui impermeabilizados 32,63 ha ou 16,7% de sua área. Quanto às superfícies permeáveis, estas estão representadas pela cor verde e as duas SBHs possuem 249,55 ha ou 74,1% de suas áreas. A SBH 37 possui 98,74 ha o que equivale a 69,6% e a SBH 38 possui 150,82 ha o que equivale a 77,3% de superfícies permeáveis.



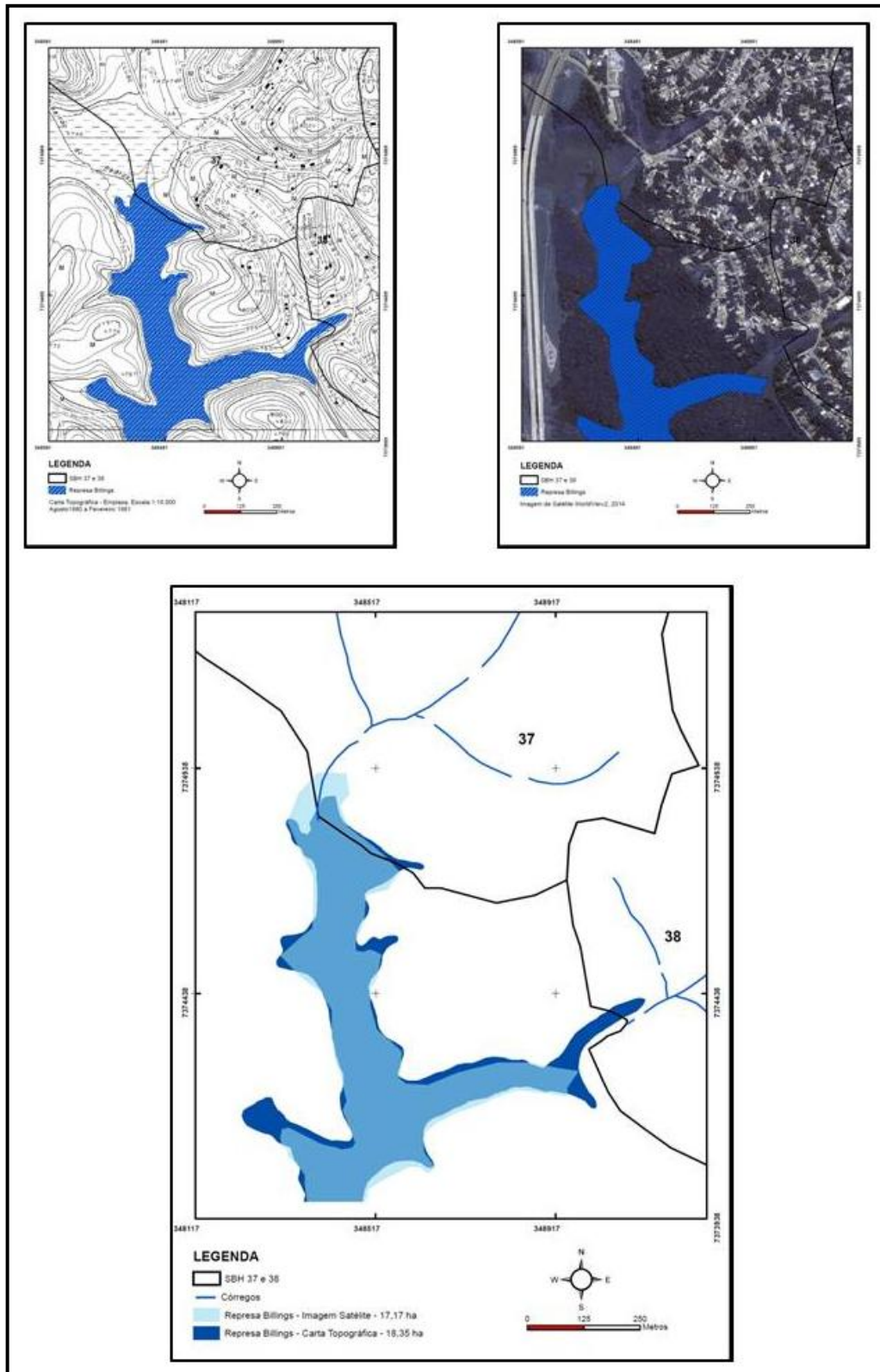
Figura 10 – Mapa de potencial de infiltração



Fonte: Gomes (Jul/2014)

A prancha de assoreamento do braço da represa Billings indica uma avaliação realizada a partir da comparação do espelho d'água apenas do braço da Represa Billings onde se encontra a foz dos córregos das SBHs 37 e 38, conforme figura 11. Na comparação observa-se que houve trechos do espelho d'água com regressão e avanço no terreno. O espelho d'água representado pela carta topográfica da EMPLASA datado de Agosto/1980 – Fevereiro/1981 representa 18,35 ha, e o espelho d'água representado pela imagem de satélite WorldView – 2 datado de 30/01/2014 representa 17,17 ha. No geral observa-se um recuo do espelho d'água da ordem de 1,18 ha entre os anos de 1981 e 2014, o que pode evidenciar assoreamento. Entretanto, este estudo trata de uma aproximação, pois é necessário o reconhecimento de campo através da coleta de amostras de solo com vistas a análise micromorfológica e sedimentológica para confirmar a presença da sedimentação recente.

Figura 11 – Prancha de Assoreamento do Braço da Represa Billings



Fonte: Gomes (Jul/2014)



## 4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

### 4.2.1 Represa Billings

Para identificar a qualidade do corpo receptor foi utilizado o relatório Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Dos vários parâmetros utilizados para mediar a degradação da qualidade da água dos reservatórios, o Índice do Estado Trófico (IET) foi o indicador escolhido para esta pesquisa, pois classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, especificamente o fósforo total indica a qualidade da água pelo enriquecimento por nutrientes, logo ele é um indicador do potencial de eutrofização (CETESB, 2014a, p. 9), e foi utilizado para avaliação da represa Billings.

A avaliação da CETESB (2014b, p. 138-142, 181-191) indicou que a média anual de 2013 de todo o reservatório Billings exibiu um estado trófico preocupante, conforme pode ser observado na tabela 4, os valores de IET dos sete pontos de monitoramento indicaram que dois se apresentaram hipertróficos, três supereutróficos, e um eutrófico e mesotrófico cada. Especificamente o braço hídrico Rio Grande exibiu piora de sua condição trófica quando comparado ao ano de 2012. Seus valores de fósforo total ultrapassaram os critérios estabelecidos em legislação em todas as medições. Como perspectivas futuras o relatório aponta a tendência de piora da eutrofização em três pontos de monitoramento do reservatório Billings (BILL02030, BILL02500 e BITQ00100). Não existem pontos de monitoramento no município de Santo André.

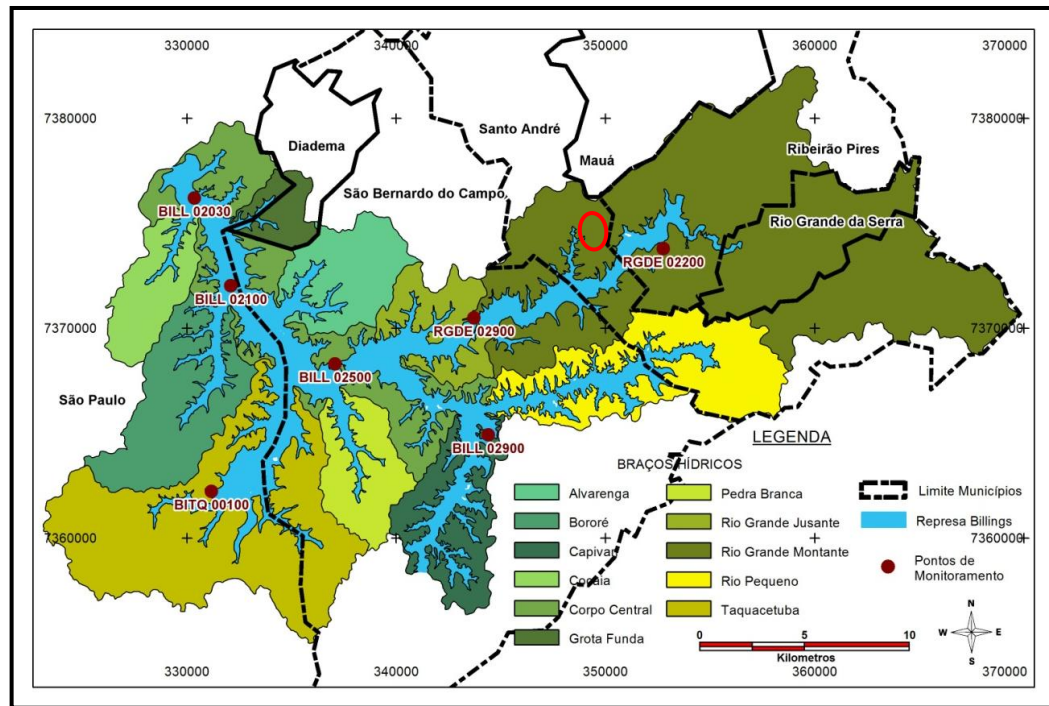
Tabela 4 – Classificação do estado trófico da Represa Billings – média ano 2013 (\*\*)

Localização	Ponto	Média IET 2013	Estado Trófico
São Paulo (norte)	BILL02030	69	Hipereutrófico
São Paulo (divisa com São Bernardo do Campo)	BILL02100	69	Hipereutrófico
São Bernardo do Campo (centro)	BILL02500	65	Supereutrófico
São Bernardo do Campo (sul)	BILL02900	60	Eutrófico
São Paulo (sul)	BITQ00100	64	Supereutrófico
Ribeirão Pires (montante de Santo André)	RGDE02200	64	Supereutrófico
São Bernardo do Campo (jusante de Santo André)	RGDE02900	58	Mesotrófico
<b>Melhor Estado</b> ←-----→ <b>Pior Estado</b>			
<b>Ultraoligotrófico</b>	<b>Oligotrófico</b>	<b>Mesotrófico</b>	<b>Eutrófico</b>
			<b>Supereutrófico</b>
			<b>Hipereutrófico</b>

(\*\*) Tabela adaptada de Cetesb (2014b).

Os valores médios de IET para o ano de 2013 indicam que embora o ponto de monitoramento a montante (RGDE02200) identifique o estado supereutrófico, e o ponto de monitoramento a jusante (RGDE02900) identifique o estado mesotrófico, o que poderia demonstrar tendência de melhora, porém isto não se configurou, pois o ponto de monitoramento seguinte (BILL02500) indica o estado supereutrófico, o que demonstra o estado preocupante da Represa Billings. A localização dos pontos de monitoramento da CETESB e os braços hídricos da Represa Billings estão demonstrados na figura 12.

Figura 12 - Mapa dos Braços Hídricos da Represa Billings e os Pontos de Monitoramento da CETESB. Em detalhe, a localização da área de estudo



Fonte: Gomes (Jul/2014)

O PDPA da Billings apresentou um cenário de contribuição de fósforo total para 2015 com e sem investimentos. Caso não haja investimentos em saneamento básico, o município de Santo André contribuirá com 36 kg/dia, do contrário, caso haja investimentos a contribuição será de 25 kg/dia. Nota-se que ainda assim estaria abaixo da meta estabelecida em legislação que é de 9 kg/dia. São considerados investimentos os recursos advindos do poder público municipal e estadual direcionados ao saneamento básico e habitação. Especificamente para a área desta pesquisa estão previstas ações de remoção de ocupações irregulares, expansão da rede de água e esgoto, construção de quatro estações elevatórias de esgoto e de recalque. A previsão de término destas ações era 2011, mas até o momento não foram concluídas (SÃO PAULO, 2011, p. 104-105, 247-256).

#### 4.2.2 Sub-Bacias Hidrográficas

A avaliação hidroambiental na SBH 38 ocorreu em 25/07/2014 no período da tarde, o tempo estava ensolarado com poucas nuvens. Devido a dificuldade de acesso à margem do córrego foi necessário a realização do trabalho de capinação, realizado por profissional capacitado a operar roçadeira, conforme pode ser observado na figura 13, logo após foi iniciado o trabalho de descrição do local da coleta do ponto 1. As figuras 14 e 15 mostram respectivamente a vista para a jusante e para a montante do córrego no local de coleta. Aproximadamente a 12 m de distância à montante está a principal via do bairro Av. Mico Leão Dourado, que é asfaltada com circulação diária de veículos de grande e pequeno porte. Na margem esquerda do córrego há uma escola de educação infantil, que foi construída sobre aterro, e na margem direita há uma planície de inundação. A jusante, o córrego possui largura diminuída, o que lhe proporciona maior velocidade de escoamento, e há um fluxo de água constante de origem não fluvial advindo da margem esquerda sob a escola. As margens do córrego possuem a predominância de vegetação herbácea de grande porte. O córrego possui aspecto turvo e mal cheiroso.

Figura 13 – Trabalho de capinação para acesso ao ponto de coleta de água



Fonte: Gomes (Jul/2014)



Figura 14 – Vista para jusante no local de coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 15 – Vista para montante no local de coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

A estação pluviométrica do CEMADEN registrou um total acumulado por sete dias de 9,29 mm de chuva compreendida entre os dias 19 a 25/07/2014. Especificamente, os dias que

registraram atividade pluviométrica foram 19 e 24 com 0,20 mm cada e 25 com 8,89 mm. Ainda no dia 25 a atividade pluviométrica se concentrou de forma esparsa durante a madrugada e se tornou rarefeita pela manhã, seus últimos quatro registros ocorreram às 7:00h, 9:00h, 10,00h e 10:40h com 0,20 mm cada. Considerando a legenda para índice pluviométrico do CEMADEN os valores registrados para estes três dias individualmente ficaram abaixo de 10 mm, considerados de baixa pluviometria para o período de 24h conforme a legenda para índice pluviométrico do CEMADEN. Considerando a média da precipitação acumulada mensal da Normal Climatológica para o mês de Julho com 43,9 mm, seu valor diário representa 1,416 mm, e para o período de sete dias representa 9,91 mm. Como a pluviometria acumulada para a semana citada foi de 9,29 mm, isto representou 94% da normalidade pluviométrica.

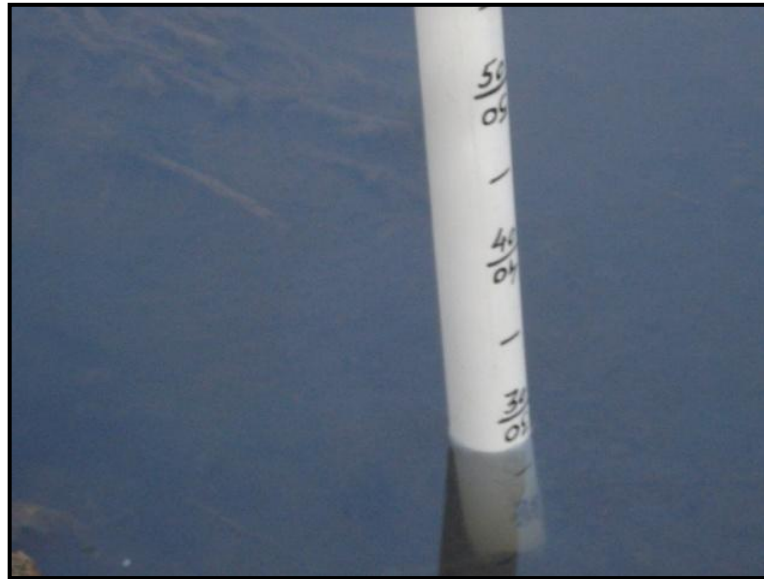
Com a utilização da régua métrica foi possível registrar a profundidade do córrego, este equipamento pode ser observado na figura 16. A figura 17 mostra em detalhe a verificação da profundidade do córrego. Com a peça de isopor foi registrada a velocidade de escoamento do córrego, conforme figura 18, e a coleta da amostra de água, conforme figura 19.

Figura 16 – Régua métrica para medição da profundidade do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 17 – Registro em detalhe da profundidade do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 18 – Peça de isopor para registro da velocidade de escoamento do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)



Figura 19 – Coleta da água do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

A descrição do segundo ponto na SBH 37 e a coleta da amostra de água também foram realizadas em 25/07/2014 no período da tarde. O local fica a uma distância aproximada de 40m da Avenida Mico Leão Dourado, observa-se a criação de cavalo, e, próximo a via, em direção montante houve deposição recente de resíduos de construção civil, conforme a figura 20. Na figura 21 a jusante é possível observar o desenvolvimento de plantas aquáticas a uma distância aproximada de 30m do local de coleta de água e medição da profundidade do córrego. Ainda é possível observar que o canal do córrego foi escavado e retificado, a vegetação herbácea foi roçada e o solo as margens do córrego é na verdade o resultado da deposição de sedimentos da escavação do canal do córrego.



Figura 20 – Vista para montante no local de coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 21 – Vista para jusante no local de coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Com o régua métrica foi registrada a profundidade do córrego em quatro pontos distintos e perpendiculares ao córrego, conforme a figura 22. Posteriormente foi realizada a verificação da velocidade do córrego com a peça de isopor, conforme figura 23, para uma distância de 2 m lineares, conforme limites representados na figura 24, e em seguida a coleta da água do córrego, observado na figura 25.

Figura 22 – Régua métrica para medição da profundidade do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 23 – Peça de isopor para registro da velocidade de escoamento do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 24 – Limite de 2 m para o registro da velocidade da peça de isopor



Fonte: Gomes (Jul/2014)



Figura 25 – Coleta da água do córrego



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Ao percorrer o interior das SBHs 37 e 38 é possível constatar situações de escoamento de esgoto a céu aberto. As figuras 26 e 27 mostram exemplos do escoamento de esgoto sobre as precárias vias, sem redes de esgoto ou drenagem. Inclusive na SBH 37 o escoamento do esgoto se encaminha para a nascente, localizada do lado esquerdo da via, prejudicando a sua qualidade. Estes dois exemplos de degradação não são únicos e se repetem no interior das duas SBHs, eles podem ser localizados na figura 28 que representa o Mapa dos Pontos de Coleta e Escoamento de Esgoto nas SBHs.

Figura 26 – Escoamento de esgoto sobre a via sem a rede de drenagem



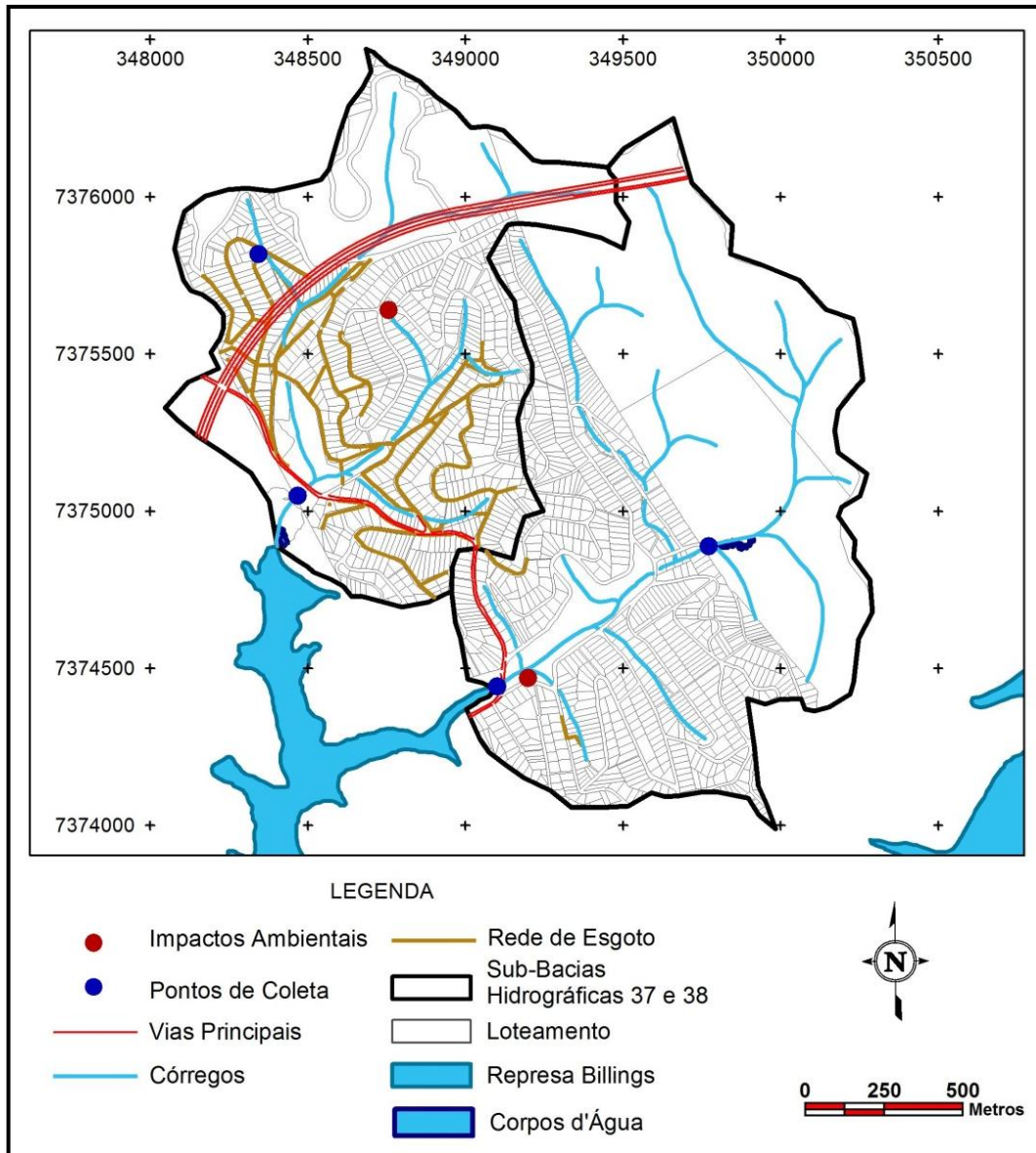
Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 27 – Escoamento de esgoto sobre a via, e próxima a nascente à esquerda da via



Fonte: Gomes (Jul/2014)

Figura 28 - Mapa de localização dos pontos de coleta e escoamento de esgoto nas SBHs



Fonte: Gomes (Dez/2014)

Outro elemento que colabora no entendimento dos problemas de saneamento é a extensão da rede de esgoto que pode, a grosso modo, ser comparada a extensão das vias. As SBHs 37 e 38 possuem respectivamente 29,1 e 30,0 km lineares de vias locais, enquanto a rede de esgoto representa 9,2 e 0,3 km.

No dia 19/09/2014 foi realizada nova avaliação hidroambiental nas SBHs 38 e 37 no período da tarde. As condições atmosféricas indicavam tempo nublado, com neblina e rápidos períodos com baixa intensidade de precipitação. Na SBH 38 a vegetação rasteira,

popularmente conhecida como mato, onde anteriormente havia sido roçada se desenvolveu, mas não o suficiente para impedir o acesso ao local. Na SBH 37 não havia mais os indícios de plantas aquáticas como observado anteriormente. Inclusive chamou a atenção o fato de ambos os córregos apresentarem profundidades inferiores ao registrado anteriormente. Foram realizadas novas coletas de água, medição de profundidade e velocidade dos córregos de ambas as SBHs nos mesmos locais anteriormente realizados no dia 25/07/14.

A estação pluviométrica do CEMADEN registrou um total de 6,72 mm de chuva acumulada por sete dias compreendida entre os dias 13 a 19/09/2014. Especificamente, os dias que registraram atividade pluviométrica foram 16, 17 e 19 com respectivamente 0,60 mm, 0,20 mm e 5,92 mm, todos abaixo de 10 mm, considerados de baixa pluviometria para o período de 24h conforme a legenda para índice pluviométrico do CEMADEN. Ainda no dia 19 a atividade pluviométrica iniciou de forma tímida pela manhã, com pequenas e rápidas pancadas de chuva das 11:10h às 11:40h e das 13:50 às 14:20h, posteriormente também houve atividade pluviométrica a noite, após a realização de medição e coleta de água. Considerando a média da precipitação acumulada mensal da Normal Climatológica para o mês de Setembro com 70,7 mm, seu valor diário representa 2,356 mm, e por um período de sete dias representa 16,496 mm. Como a pluviometria acumulada para os sete dias foi de 6,72 mm, isto representou 41% da normalidade pluviométrica.

Optou-se por coletar amostras de água dos córregos o mais próximo possível das nascentes de ambas as SBHs, porém, ainda no interior da área urbanizada. À montante do segundo ponto de coleta do córrego da SBH 38, conforme figura 29, há um represamento de água e a vegetação herbácea estava roçada porque serviu de pasto para uma vaca que esteve no local há dois dias, segundo informações de populares. A figura 30 retrata a coleta da água. A jusante deste ponto, o córrego flui sob o viário com asfaltamento precário e adentra às propriedades residenciais, conforme figuras 31 e 32 respectivamente.



Figura 29 – Vista para montante no local de coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Set/2014)

Figura 30 – Coleta de água no córrego



Fonte: Gomes (Set/2014)



Figura 31 – Passagem do córrego sob o precário viário



Fonte: Gomes (Set/2014)

Figura 32 – Córrego flui para o interior de propriedades privadas



Fonte: Gomes (Set/2014)

A localização mais próxima da nascente na SBH 37 e o ponto de coleta de água ficam sobre uma calçada sem piso e estão representados pela figura 33. A figura 34 indica o local de

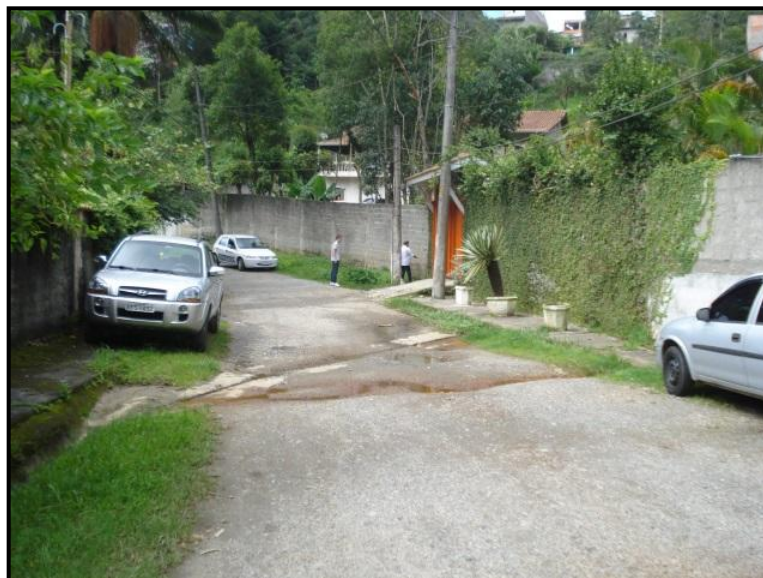
coleta da água ao lado esquerdo do portão de cor laranja, e o córrego flui pela calçada e segue seu curso à jusante sobre o precário viário. À montante da coleta não foi possível adentrar a propriedade residencial para avaliação das condições ambientais do córrego.

Figura 33 – Ponto de coleta de água



Fonte: Gomes (Set/2014)

Figura 34 – Córrego flui sobre o precário viário



Fonte: Gomes (Set/2014)

E no dia 05/11/2014 no final da tarde, foi realizada nova coleta de água nas SBHs 37 e 38 próxima de suas nascentes e nos mesmos locais já realizados em 19/09/2014. Não houveram novos fatos quanto a caracterização do ambiente e no momento das coletas não houve ocorrência pluvial, apenas fortes ventos.

A estação pluviométrica do CEMADEN registrou um total de 12,52 mm de chuva compreendida no período de sete dias, entre 30/10/2014 a 05/11/2014. Especificamente, os dias que registraram atividade pluviométrica foram 01, 04 e 05 com respectivamente 0,40 mm, 6,35 mm e 5,77 mm todos abaixo de 10 mm, considerados de baixa pluviometria para o período de 24h conforme a legenda para índice pluviométrico do CEMADEN. Considerando a média da precipitação acumulada mensal da Normal Climatológica para o mês de Novembro com 145,8 mm, seu valor diário representa 4,86 mm, e para o período de sete dias representa 34,02 mm. Como a pluviometria acumulada para o período representou 12,52 mm, isto indicou 37% da normalidade pluviométrica.

A tabela 5 indica os dados coletados em campo na avaliação hidroambiental nos dias 25/07/2014 e 19/09/2014, estes dados versam sobre a largura dos córregos, a distância entre os pontos de profundidade e a margem dos córregos, a profundidade dos córregos nas quatro medidas, e a velocidade de escoamento dos córregos. Os perfis transversais dos córregos coletados nos dias citados encontram-se respectivamente nos Anexos 6 e 7. A figura 28 indica o mapa de localização dos pontos de coleta e exemplo do escoamento de esgoto sobre os viários nas SBHs.

Tabela 5 – Medições realizadas nas SBHs 37 e 38

<b>Data</b>	<b>25/07/2014</b>		<b>19/09/2014</b>	
<b>Sub-Bacia Hidrográfica</b>	<b>37 - Frasco 3</b>	<b>38 - Frasco 1</b>	<b>37 – Frasco 786628</b>	<b>38 – Frasco 786621</b>
Largura (m)	2,90	3,50	2,90	3,50
Distância 1 (m)	0,35	0,90	0,30	0,60
Profundidade 1 (m)	0,28	0,25	0,20	0,10
Distância 2 (m)	0,90	1,80	0,60	1,30
Profundidade 2 (m)	0,33	0,30	0,17	0,12
Distância 3 (m)	1,80	2,40	1,10	2,10
Profundidade 3 (m)	0,33	0,29	0,18	0,20
Distância 4 (m)	2,40	3,10	1,40	2,40
Profundidade 4 (m)	0,33	0,37	0,14	0,40
Distância (cm)	200	200	200	200
Tempo (s)	15,57	50,06	8,41	25,54

Fonte: Gomes (Dez/2014)

A tabela 6 indica os resultados dos cálculos realizados a partir dos dados das medições citadas na tabela 5, conforme CETESB, ANA (2011, p. 257-260). E a tabela 7 demonstra um quadro síntese que reúne dados gerais das duas SBHs, inclusive as coordenadas em sistema UTM fuso 23 Datum SAD69.

Tabela 6 – Resultado dos cálculos das medições realizadas nas SBHs

<b>Data</b>	<b>25/07/2014</b>		<b>19/09/2014</b>	
<b>Sub-bacia Hidrográfica</b>	<b>37 - Frasco 3</b>	<b>38 - Frasco 1</b>	<b>37 – Frasco 786628</b>	<b>38 – Frasco 786621</b>
Área (m <sup>2</sup> )	0,79	0,84	0,33	0,54
Volume (m <sup>3</sup> )	1,58	1,68	0,66	1,08
Velocidade Média (cm/s)	10,92	3,40	20,21	6,66
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	8,63	2,85	13,34	7,19

Fonte: Gomes (Dez/2014)

Tabela 7 – Quadro síntese de dados gerais das SBHs 37 e 38

<b>Quadro Síntese</b>	<b>SBH 37</b>	<b>SBH 38</b>
Latitude	348.493,85 m	349.130,04 m
Longitude	7.375.036,32 m	7.374.433,25 m
Fósforo Total em Coleta Realizada em 25/07/2014	0,17 mg/L	0,19 mg/L
Fósforo Total em Coleta Realizada em 19/09/2014	0,486 mg/L	0,280 mg/L
Fósforo Total em Coleta Realizada em 05/11/2014 Próximo das Nascentes	0,019 mg/L	0,042 mg/L
Fósforo Total por Habitante Coleta Realizada em 25/07/2014	0,05 µg/L	0,05 µg/L
Habitantes (Censo 2010 – IBGE)	3.573	4.024
Área das SBHs	142 ha	195 ha
Quantidade Total de Nascentes	8	15
Vazão das Nascentes	13 L/s	73,5 L/s
Extensão Linear Vias Públicas	29,1 km	30,0 km
Extensão Linear da Rede de Esgoto	9,2 km	0,3 km
Extensão Linear da Rede de Água	10,3 km	2,7 km

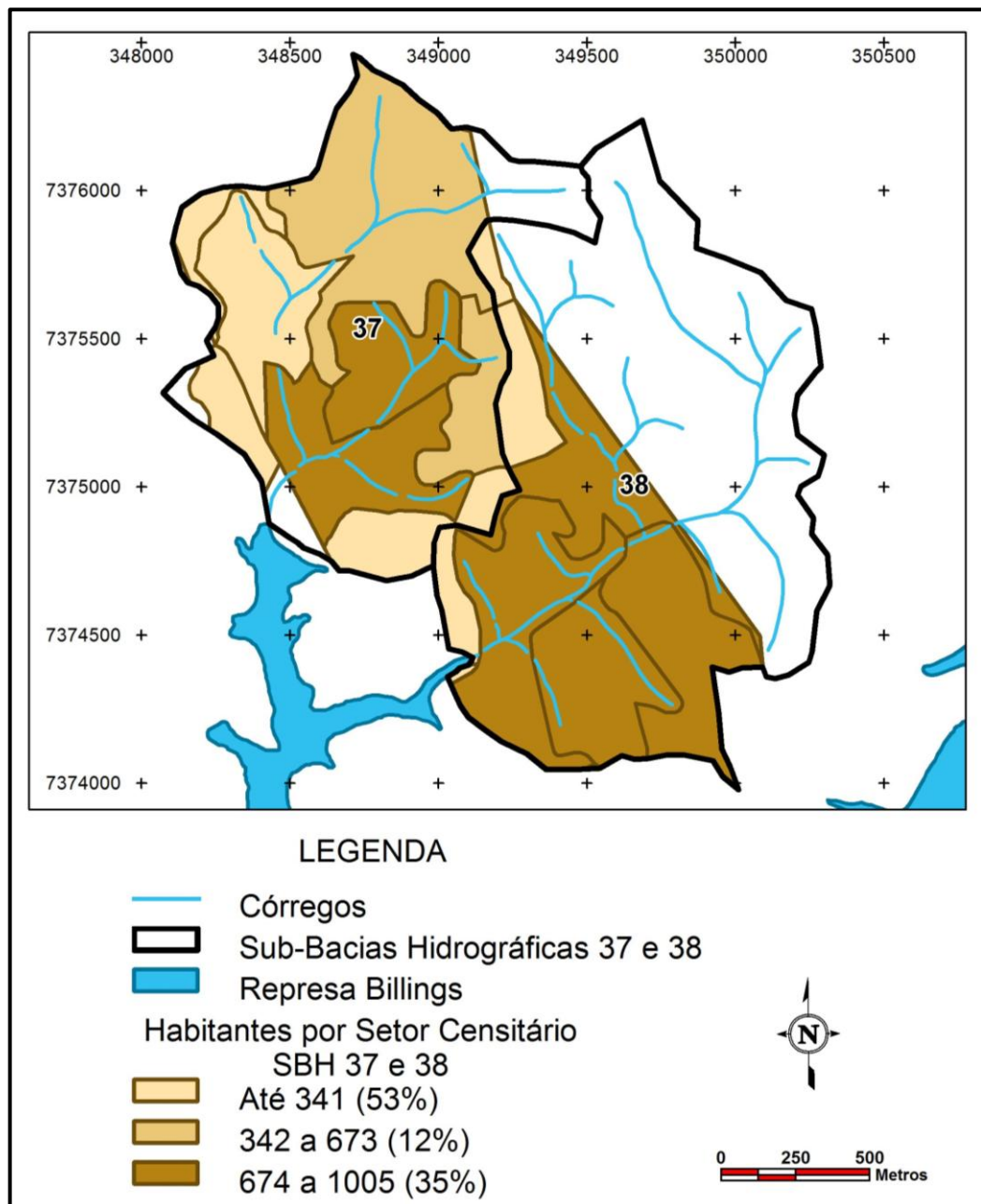
Fonte: Gomes (Dez/2014)

O laboratório recebeu em 25/07/2014 as amostras de água dos córregos, e realizou os ensaios em 28/07/2014, emitindo o laudo em 08/08/2014. As análises das amostras da água indicaram valores de 0,19 mg/L e 0,17 mg/L de fósforo total respectivamente para as SBHs 38 e 37. Como estas sub-bacias possuem respectivamente 4024 e 3573 habitantes, e dividindo



o valor de fósforo total de cada SBH pelo total de habitantes, foi possível constatar que em ambas há a contribuição de 0,05  $\mu\text{g/L}$  de fósforo total por habitante. Para demonstrar a concentração espacial desta população, foi elaborado o mapa temático da concentração de habitantes por setor censitário, conforme a figura 35.

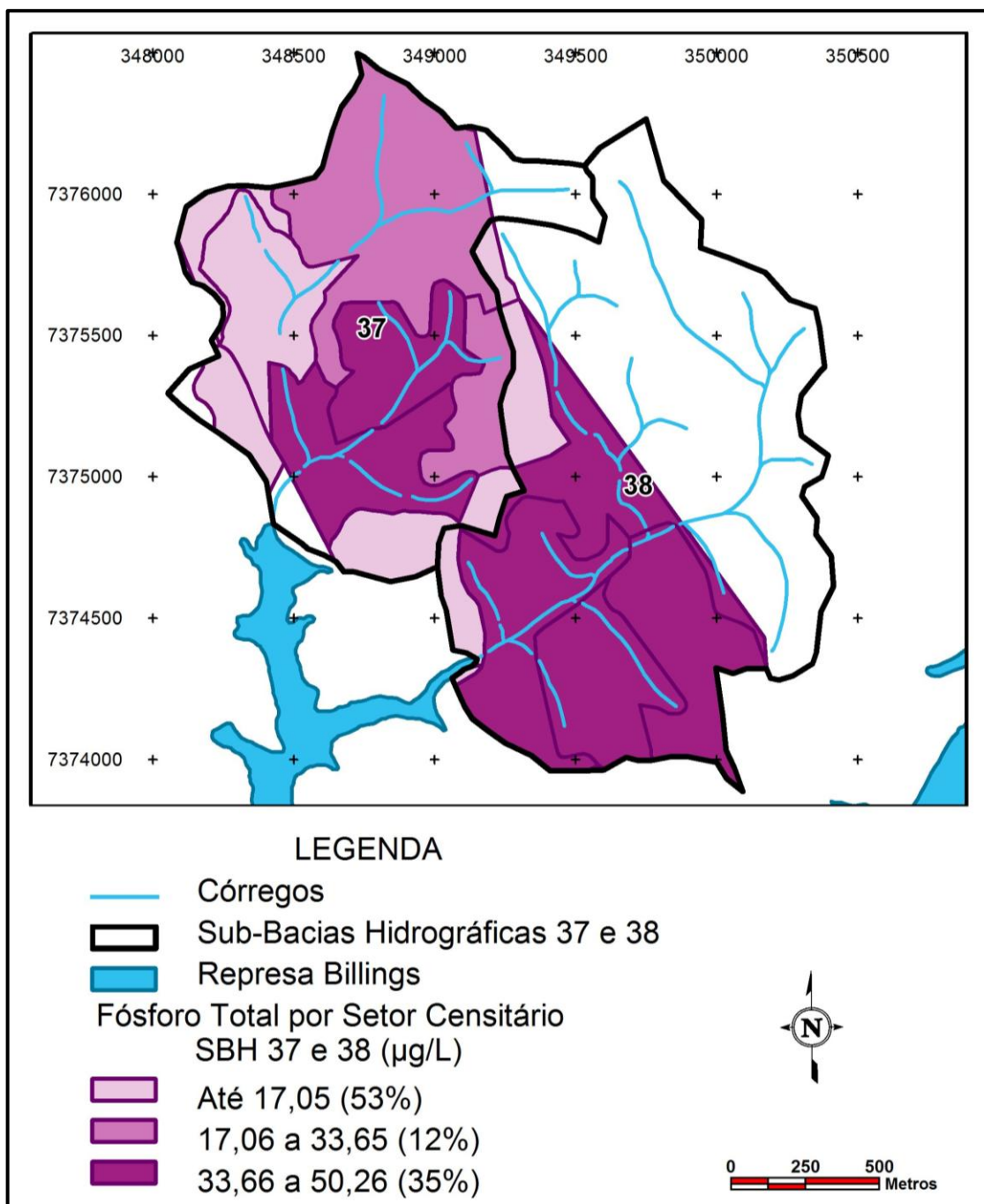
Figura 35 – Mapa de concentração de habitantes por setor censitário



Fonte: Gomes (Dez/2014)

A partir da informação de concentração de habitantes por setor censitário foi possível verificar a contribuição de fósforo total por SBH e por setor censitário. A figura 36 demonstra o mapa temático da quantidade de carga de fósforo total por setor censitário expressa em unidade de micrograma por litro ( $\mu\text{g/L}$ ).

Figura 36 – Mapa da quantidade da carga de fósforo total por setor censitário



Fonte: Gomes (Dez/2014)



Ao comparar os mapas de concentração de habitantes por setor censitário e de quantidade da carga de fósforo total por setor censitário, observa-se a correlação proporcional, ou seja, onde há maior quantidade de pessoas também há maior contribuição da carga de fósforo total.

Para calcular o IET para o fósforo total foi utilizada a fórmula específica para rios e reservatórios (LAMPARELLI, 2004, p. 164-168), pois a coleta se deu na foz, não sendo no córrego propriamente dito ou no corpo da represa. Os resultados de IET para rios e reservatórios em ambas SBHs, e considerando os valores inteiros, representam respectivamente 61 e 66, que correlacionados à tabela 1 de Classificação do Estado Trófico e Características da Eutrofização indicam respectivamente estado Eutrófico e Supereutrófico (CETESB, 2014a, p. 10).

Os respectivos valores de fósforo total apresentados pelas SBHs 37 e 38 de 0,17mg/L e 0,19mg/L são superiores ao valor máximo do padrão de qualidade preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 de 0,05 mg/L (BRASIL, 2005). A legislação estadual ainda não apresentou valores de referência para qualidade do fósforo total. E enquanto não forem definidas as normas e procedimentos pelos Conselhos Nacional e Estadual de Recursos Hídricos para o enquadramento dos corpos d'água, a ação dos órgãos de planejamento e controle ficam limitadas.

A análise das amostras de água que foram coletadas em 19/09/2014 indicaram respectivamente a quantidade de Fósforo Total para a foz das SBHs 37 e 38 de 0,486 mg/L e 0,280 mg/L, mas as coletas realizadas próximo das nascentes não apresentaram valores detectáveis pelo laboratório. Houve a necessidade de nova coleta de amostra de água próximo das nascentes, que foi realizada em 05/11/2014 e que indicou respectivamente para as SBHs 37 e 38 o valor de Fósforo Total de 0,019 mg/L e 0,042 mg/L.

Para compreensão da problemática do saneamento nas duas SBHs, é citado o estudo desenvolvido pela Gerencia de Planejamento, Controle e Licenciamento Ambiental (GEPLAN) ligado ao SEMASA que pertence a PSA, realizado no segundo semestre de 2002, que teve o objetivo de realizar um diagnóstico ambiental do bairro Recreio da Borda do Campo. Considerando apenas o esgotamento sanitário, o estudo indicou que naquele período 79% das moradias destinam seus efluentes para a fossa negra, 5% o esgoto segue a céu aberto

e 16% utilizam a fossa séptica, isto para um universo de 2017 lotes pesquisados a partir de 2320 lotes no bairro e que contem 8011 habitantes conforme o Censo de 2000 do IBGE (SANTO ANDRÉ, 2002).

Considerando que o abastecimento é um elemento fundamental para a sustentação da vida, a sustentabilidade ambiental deve ter destaque perante a sustentabilidade econômica e social. A intenção da Prefeitura, através do SEMASA, em construir uma estação de tratamento de água no bairro Recreio da Borda do Campo, conforme pode ser observado nos Anexos 8 e 9 que mostram dois correios eletrônicos corporativos enviados pelo SEMASA a todos os seus funcionários, respectivamente em 14/10/2014 e 11/11/2014 com os títulos ‘Assinado contrato com Caixa Econômica para construção da nova ETA de Santo André’ e ‘Escolhido consórcio que vai construir a nova ETA de Santo André’ dando a notícia da formalização da assinatura do contrato de financiamento e da finalização do processo licitatório para a construção da citada estação.

Na contribuição hídrica para a área de estudo, além dos aspectos fluviais e pluviais, deve ser considerado também o abastecimento de água. Atualmente as SBHs 37 e 38 possuem rede de água com 10,3 km e 2,7 km lineares respectivamente. Para efeito de comparação e conforme já informado, é possível estabelecer uma comparação, a grosso modo, com a extensão das vias locais que possuem respectivamente 29,1 e 30,0 km lineares. O restante dos domicílios que ainda não possuem cobertura de rede de água são abastecidas por caminhão pipa uma vez por semana, quando são abastecidas suas caixas d’água. Devido a precária rede de esgoto se deve considerar que o incremento de esgoto doméstico aos córregos, além da degradação do recurso hídrico, contribui com o aumento de suas vazões.

Estas ações mostram que o recurso natural água é muito valioso. Garantindo a qualidade ambiental das SBHs conseguirá uma água de melhor qualidade, gastará menos no processo de tratamento, melhorará e ampliará a sua distribuição à população e dependerá menos do fornecimento de água da SABESP, o que poderá gerar economia ao município na compra da água.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Represa Billings

A falta de um adequado sistema de saneamento básico gera prejuízos que extrapolam os limites locais. O relatório da CETESB, Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2013, indica índices de eutrofização do ecossistema da Represa Billings em relação à área de estudo, sendo a montante supereutrófico e a jusante mesotrófico. A qualidade da água da Represa Billings é preocupante, uma vez que demonstra que dos sete pontos de monitoramento, cinco se apresentam com valores de eutrofização altos e dois são medianos. Isto demonstra a tendência de piora do estado de eutrofização para o ano de 2014. E as duas SBHs estudadas contribuem para a piora da eutrofização, tanto para o IET rios como para IET reservatórios, pois classificam a qualidade da água como estado eutrófico e supereutrófico respectivamente. Considerando apenas o valor de P Total, ambas as SBH estão classificadas no estado supereutrófico.

É necessário que o Estado e o município reservem parte de seus orçamentos para que seja dado andamento ao PDPA da Billings, com investimentos em capacitação técnica de seus recursos humanos e aquisição de equipamentos, constituição de equipes permanentes e específicas para atuarem individualmente com planejamento, fiscalização, licenciamento e educação ambiental face suas especificidades. Estas medidas tornam-se ainda mais importantes considerando-se que a SABESP estuda alternativas de aproveitamento maior da água deste manancial que se encontram tão poluídas.

A legislação demonstra a necessidade de atuação consorciada entre o Estado e municípios, tendo o primeiro como principal fomentador e coordenador devido o aspecto regional do reservatório, e isto ocorre através do Subcomitê de Bacia Hidrográfica Billings-Tamanduateí (SCBH-BT) pertencente ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT). Se no interior do SCBH-BT há o desejo e a necessidade do desenvolvimento e aplicação de políticas integradoras, para os municípios é necessário que se preparem e repensem o seu modo de operação. Como exemplo, as ações da fiscalização ambiental que podem e devem ser melhor articuladas entre seus membros, porém, ainda são reconhecidas por serem

individualizadas e fragmentadas. Fato é que as ações de fiscalização ambiental, embora necessárias, são vistas como medidas impopulares por seus diversos governantes.

O consórcio exige um pacto de intenções e atribuição de responsabilidades aos seus membros com metas e prazos com ampla publicidade para que sejam acompanhados pela sociedade civil e, se necessário, o Ministério Público. Por mais que o Estado demore no repasse financeiro através da compensação relativa às obras do Rodoanel e ampliação das redes de coletores tronco e interceptadores de esgoto, isto não é desculpa para que os municípios aguardem a iniciativa do Estado para iniciar suas obrigações. Não basta a celebração de termos de compromisso se não houver a vontade política para executá-los.

## 5.2 Sub-Bacias Hidrográficas Estudadas

Ao comparar as duas SBHs estudadas, verifica-se que de uma forma geral a qualidade ambiental da SBH 37 está mais comprometida do que a SBH 38, pois respectivamente possuem área urbanizada 26,1% e 16,7%, área florestal 46,8% e 60,3%, campo e várzea 21,7% e 16,3% e solo exposto 1,1% e 0,8%. Parte da explicação reside na construção do Rodoanel – Trecho Sul que promoveu a diminuição da área de cobertura florestal e induziu o aumento da área de campo e da área urbanizada.

Ao considerar as áreas de ambas as SBHs observam-se expressivos índices de 20,7% de área urbanizada, 54,6% de área florestal, 18,5% de campo e várzea e 0,9% de solo exposto que passam a falsa impressão de uma urbanização controlada ou ainda com potencial de crescimento. Na verdade deve-se observar a ocupação no contexto dos limites do Recreio da Borda do Campo, objetivando um espaço urbano equilibrado em um contexto majoritariamente ambiental. Até o momento, a urbanização que se desenvolve neste bairro tem prejudicado os atributos ambientais, sobretudo a cobertura vegetal e a produção hídrica.

A área florestal das SBHs não foram ocupadas, residindo aí a justificativa de sua preservação. A área florestal da alta vertente é conhecida oficialmente como Três Divisas e a área florestada localizada entre as duas desembocaduras, oficialmente denominada Waisberg, são consideradas Zonas Especiais de Interesse Ambiental – D, que significa “áreas privadas, com vegetação significativa e preservada, situadas na Macrozona de Proteção Ambiental, com

o objetivo de propiciar o equilíbrio ambiental”, conforme artigo 68 inciso IV da Lei Municipal nº 8.696/2004 (SANTO ANDRÉ, 2004) que instituiu o Plano Diretor municipal. Toda a área de estudo está inserida na Zona de Recuperação Ambiental também previsto no referido Plano. Logo, medidas criativas urbanísticas são necessárias para que se consiga a verdadeira recuperação ambiental prevista em lei. A legislação sobre uso e ocupação do solo na região dos mananciais, que atualmente está em elaboração, é necessária para disciplinar a ocupação da região e orientar as ações de fiscalização, controle e licenciamento urbanístico ambiental.

Os altos índices de declividade demonstram a necessidade de uma melhor atenção da Secretaria Municipal de Habitação, do órgão ambiental competente e da defesa civil, para coibir toda e qualquer ação de ocupação nas altas vertentes das SBHs onde predominam declividades  $> 45\%$ , e avaliar as edificações existentes e a serem regularizadas quanto a ocupação de declividades de  $30\%$  a  $45\%$ , conforme a Lei Federal 6.766/1979 (BRASIL, 1979) que trata do parcelamento do solo urbano. As áreas com declividade  $< 5\%$  possuem risco de alagamento por constituírem fundos de vale; logo, uma avaliação do sistema de drenagem urbana pode afastar a possibilidade do risco ou promover medidas de engenharia condizentes com a realidade dos mananciais.

Em que pese a forte estiagem do ano de 2014 é possível observar pelo índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) que a área florestal possui melhor capacidade de suportar o estresse hídrico do que a cobertura florestal presente no interior da área urbanizada e que sofre com a influência antrópica.

A ocupação urbana do solo mostra que há espaços impermeabilizados ao longo de alguns braços hídricos, o que promove maior velocidade de escoamento pluvial com aumento da força potencial e cinética do escoamento. Assim, as ocupações localizadas nestes locais e em declividades inferiores a  $5\%$  são as mais prejudicadas exigindo a ação direta da Defesa Civil.

A água pluvial acrescida à fluvial incidem naturalmente nas encostas e promovem erosão. As ações de autoconstrução com movimentação de terra e desmatamento fragilizam o solo frente a erosividade da chuva, intensificando o processo erosivo. Os sedimentos são depositados nos fundos de vales e sequencialmente na represa. A comparação da área do espelho d'água entre os anos de 1981 e 2014 mostra de uma forma geral a sua diminuição em

1,18 ha por assoreamento. Especificamente, ao observar a foz da SBH 37 nota-se que seu espelho d'água aumentou, enquanto a foz da SBH 38 regrediu e muito.

A contribuição da carga de Fósforo Total das duas SBHs representam valores superiores ao máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), o que prejudica o enquadramento de Classe 2 na qual o corpo hídrico é classificado e os usos da água aos quais são destinados. Para um melhor monitoramento dos corpos hídricos oriundos de Santo André, seria importante a instalação pela CETESB de um ponto de monitoramento na qualidade da água neste município, até para uma melhor apuração do atendimento à Lei Específica da Billings.

As análises laboratoriais realizadas em laboratórios diferentes confirmaram os valores de Fósforo Total apurados na coleta realizada em 25/07/2014, bem como indicaram a perda da qualidade e degradação dos córregos por esgoto doméstico após adentrarem ao meio urbano. Considera-se também que o incremento do esgoto doméstico nos córregos contribui com o aumento de suas vazões.

A pesquisa desenvolvida pela GEPLAN (Gerência de Planejamento, Controle e Licenciamento Ambiental) em 2002, conforme Santo André (2002), considerando o universo dos imóveis pesquisados constatou que 84% das edificações destinam seu esgoto de forma irregular e apenas 16% destinam adequadamente para fossa séptica, demonstrando a situação alarmante do esgotamento sanitário na área de manancial. Assim, compreende-se a precária situação vivenciada atualmente.

Devido aos valores apurados de Fósforo Total na análise das amostras de água dos córregos em sua foz e próximo de suas nascentes, constata-se que a influência antrópica através do descarte irregular do esgoto doméstico é o grande responsável pela degradação qualitativa do recurso hídrico. Especificamente na SBH 37 nos dias 25/07/2014 e 19/09/2014 considera-se que ou a operação da rede de esgoto não foi eficiente para promover o afastamento do efluente, ou a produção de esgoto foi muito intensa por parte desta SBH que ainda não possui rede instalada e em funcionamento em sua totalidade. Prova disto são os valores apurados na análise das amostras de água, pois os valores da SBH 37, que possui rede de esgoto parcial, são muito parecidos com os valores da SBH 38 que praticamente não possui rede de esgoto. Atualmente todo o bairro Recreio da Borda do Campo passa por ampliação de sua rede de esgoto. Isto significa que a instalação da rede, denominada como operação

simples de afastamento sem tratamento, não é o suficiente para garantir a qualidade da água nos cursos d'água.

O custo da água está relacionado com a coleta do manancial, tratamento e distribuição, mas a qualidade do manancial também influencia neste custo. Águas de qualidade permitem múltiplos usos e seu custo é consideravelmente mais baixo do que os mananciais deteriorados que após tratamentos mais complexos, e por isto mais custosos, possuem usos mais restritos. A adoção de instrumentos econômicos como os princípios de usuário e poluidor pagadores podem melhorar a gestão das águas, ampliando os serviços ambientais, ou ecossistêmicos, proporcionados por este recurso natural. Água com qualidade amplia as possibilidades econômicas e despoluídas revitalizam a economia, favorecendo a sustentabilidade ambiental.

As SBHs 37 e 38 possuem respectivamente 8 e 15 nascentes, porém, considerando o estudo de Neuberger et al (2010) que trata da valoração econômica por serviços ambientais prestados pelas áreas florestadas da bacia hidrográfica da Represa Billings, sendo que especificamente para a produção hídrica por tipos de uso do solo, na área de estudo se constata que apenas 1 e 7 nascentes se enquadram em área conservada, as demais 6 e 7 nascentes se encontram em área de ocupação esparsa ou densa, e uma nascente de cada sofreram intervenção pela construção do Rodoanel – Trecho Sul. Desconsiderando as duas nascentes que sofreram intervenção pelo citado viário, hoje respectivamente há uma produção hídrica da ordem de 13 L/s e 73,5 L/s, mas com um adequado planejamento de gestão hídrica, indo de encontro aos investimentos de construção da futura ETA promovidos pelo município, é possível melhorar a captação em quantidade e qualidade, alcançando maior autonomia na produção hídrica frente a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Atualmente, a ETA Guarará em operação possui uma vazão média de 100 L/s.

O desenvolvimento deste estudo que tomou como ponto de partida as SBH pelo viés da sustentabilidade se mostrou adequado para o efeito de planejamento urbano ambiental, pois demonstrou que uma urbanização inadequada sem infraestrutura completa de saneamento básico, tem prejudicado os serviços ambientais, e os passivos desta relação tem sido coletivizados. Na medida em que o poder público mude seu foco de ação habitual, e passe a considerar uma visão ecossistêmica em suas ações, compreendendo as relações entre o meio ambiente e a sociedade, possibilitará a convergência de ações aplicáveis para se atingir metas ambientais verdadeiramente sustentáveis, para o bem estar humano.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o código de águas. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de jul. de 1934. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 04 jan. 2015.
- BRASIL. Lei Ordinária nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 de set. de 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm)>. Acesso em: 04 jan. 2015.
- BRASIL. Lei Ordinária nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 de dez. de 1979. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6766-19-dezembro-1979-366130-norma-pl.html>>. Acesso em: 25 ago. 2014.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, de 5 de outubro de 1988. Brasília, DF, 5 de out. de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 25 ago. 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 20/1986, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 de jul. de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43>>. Acesso em: 26 ago 2014.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 1997a. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: 25 ago. 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 237/1997, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de dez. de 1997b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 26 ago 2014.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 22 dez. 2014.



BRASIL. Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999. Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 jan. 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9785.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9785.htm)>. Acesso em 22 dez. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de mar. de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 26 ago 2014.

BRASIL. Lei Ordinária nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 4 jan. 2015.

CAPOBIANCO, J. P. R.; WHATELY, M. **BILLINGS 2000**: Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: Cetesb; Brasília: ANA. 2011, p. 220-227, 257-261.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013. Apêndice c: índice de qualidade das águas. São Paulo: CETESB, 2014a. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IET – Índice do Estado Trófico. São Paulo: CETESB, 2014c. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; Glossário. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/nossos\\_programas/ambientais/peixe\\_vivo/Paginas/glossario.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/Paginas/glossario.aspx)>. Acesso em: 27 dez. 2014.

COUTINHO, A. C. **Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP**. 1997. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997, p. 32.

DE BIASI, M. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Laboratório de Cartografia. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Disponível em: <[http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/lcarto\\_ori/PAGINA%20DO%20LABCART/artigos/artigo02.html](http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/lcarto_ori/PAGINA%20DO%20LABCART/artigos/artigo02.html)>. Acesso em: 29 dez. 2014.

DE OLHO NOS MANANCIASIS. **Mananciais de São Paulo: a história da água em SP**. Disponível em: <[http://www.mananciais.org.br/site/mananciais\\_rmsp/historico](http://www.mananciais.org.br/site/mananciais_rmsp/historico)>. Acesso em: 07 mar. 2011.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006, p.17-91.

GOOGLE EARTH; GOOGLE MAPS. **Represa Billings**. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-23.7927011,-46.4681755,21774m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 27 dez. 2014.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 05 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010: Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf). Acesso em: out. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico em Geociências nº 7**. Manual Técnico de Uso da Terra. 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. p. 36-123.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de Trofia em Corpos d'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento**. 2004. 238f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIMA, J. C. F.; FURRIER, M.; GUEDES, E. C. R. Áreas de preservação permanente ocupadas com cana-de-açúcar: o caso das encostas íngremes em Itambé/PE e Pedras de Fogo/PB. **Revista OKARA: Geografia em Debate**, v.5, n.1-2, p. 46-60, dez 2011, p. 53.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Revista de Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NEUBERGER, W. M. M. (Org.) et al. Serviços ambientais prestados pelas florestas da Bacia da Represa Billings. São Bernardo do Campo: Ed. do Autor, 2010, p. 16.

NUVOLARI, A. O lançamento in natura e seus impactos. In: NUVOLARI, A. et al. (coord.) *Esgoto sanitário: coleta transporte tratamento e reuso agrícola*. 1ª ed. Cap.7, São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2003, p.190-191.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. S.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (orgs.). *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. 1ª ed. 2ª tiragem. Ilhéus: Editus, 2005, p. 17-35.

PORTO, A. A. Uso do solo e contaminação por esgoto do córrego Capão da Sombra, Guarulhos, SP. 2013. 89f. Tese (Mestrado) – Universidade de Guarulhos, São Paulo, 2013. Disponível em: < <http://tede.ung.br/handle/123456789/430>>. Acesso em: 09 Ago. 2014.

SAMPAIO, F. M. T. et al. Avaliação da Permeabilidade de uma Sub-Bacia Urbana da Cidade de Lavras-MG. **Congresso de Pós-Graduandos da UFLA**, XIV, Set. 2005, Lavras, Anais APG-UFLA, Lavras: APG-UFLA, 2005, p. 1-5.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 7733, de 14 de outubro de 1998. Dispõe sobre Política Municipal de Gestão e Saneamento Ambiental. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 15 de out. de 1998. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=7733&tipo=1&data=14101998>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 7868, de 19 de julho de 1999. Autoriza o município a firmar convênio com o Estado de São Paulo objetivando o repasse ao município de atribuições de fiscalização e licenciamento ambiental. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 20 de jul. de 1999. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=7868&tipo=1&data=19071999>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 8065, de 13 de julho de 2000. Institui o código de obras e edificações do município de Santo André. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 14 de jul. de 2000. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=8065&tipo=1&data=13072000>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 8157, de 01 de janeiro de 2001. Dispõe sobre a reorganização da estrutura administrativa. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 01 de jan. de 2001. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=8157&tipo=1&data=01012001>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André. Departamento de Gestão Ambiental. Gerência de Planejamento, Controle e Licenciamento Ambiental. **Pesquisa para Elaboração do Diagnóstico do Recreio da Borda do Campo, Município de Santo André**. Santo André, [2002?], p. 1-25.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 8696, de 17 de dezembro de 2004. Institui o novo Plano Diretor. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 18 de dez. de 2004. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=8696&tipo=1&data=17122004>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 8836, de 10 de maio de 2006. Institui a lei de uso, ocupação e parcelamento do solo da macrozona urbana. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 11 de maio de 2006. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=8836&tipo=1&data=10052006>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). **Historia de Santo André**. Disponível em: <<http://www2.santoandre.sp.gov.br/index.php/cidade-de-santo-andre/historia>>. Acesso em: 07 mar. 2011.

SANTO ANDRÉ (Município). Lei Municipal nº 9394, de 05 de janeiro de 2012. Altera a Lei nº 8.696 de 2004 e prevê a revisão do Plano Diretor. **Diário do Grande ABC**, Câmara Municipal de Santo André, Santo André, SP, 06 de jan. de 2012a. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/download/lei.html?numero=9394&tipo=1&data=05012012>> Acesso em: 4 mar. 2012.

SANTO ANDRÉ (Município). Secretaria de Gestão dos Recursos Naturais de Paranapiacaba e Parque Andreense. Departamento de Meio Ambiente. **Diagnóstico da cobertura vegetal e definição de estratégias para o reflorestamento de áreas degradadas na região de Paranapiacaba e Parque Andreense**. São Paulo, 2012b, p. 16.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, p. 85-86.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975. Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 18 dez. de 1975. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1975/lei-898-18.12.1975.html>>. Acesso em: 07 abr. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 08 de set. de 1976a. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>>. Acesso em: 06 maio 2012.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 1172, de 17 de novembro de 1976. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água e estabelece normas de restrição de uso do solo. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 17 nov. de 1976b. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-1172-17.11.1976.html>>. Acesso em: 07 abr. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 10755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 22 de nov. de 1977. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>>. Acesso em: 06 maio 2012.

SÃO PAULO (Estado). **Constituição Estadual de 1989**, de 5 de outubro de 1989. São Paulo, SP, 5 de out. de 1989. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/constituicao/1989/compilacao-constituicao-0-05.10.1989.html>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 30 dez. 1991. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9034, de 27 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 27 dez. 1994. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1994/lei-9034-27.12.1994.html>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9866, de 28 de novembro de 1997. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 28 de nov. de 1997. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9866-28.11.1997.html>>. Acesso em: 06 maio 2012.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13579, de 13 de julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 14 de jul. de 2009. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=156946>>. Acesso em: 06 maio 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 55342, de 13 de janeiro de 2010. Regulamenta dispositivos da Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B, e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 14 de jan. de 2010. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=158881>>. Acesso em: 06 maio 2012.

SÃO PAULO. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Relatório Final do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings**. São Paulo, 2011, p. 104-105, 247-256.

SERRÃO, M.; ALMEIDA, A.; CARESTIATO, A. Sustentabilidade: uma questão de todos nós. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012, p. 19-25, 52-77.

SILVA, A. G. L., MUNIZ, R. S., ROTUNNO FILHO, O. C. Evolução temporal do NDVI na bacia do Rio Piabanha/RJ. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVI**, Abr. 2013, Foz de Iguaçu, Anais do SBSR, São José dos Campos: INPE, 2013, p. 1556-1563.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas. São Carlos: RiMa, 2004, p. 93-102.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 2ª ed., 2005, p. 69-75.

## ANEXOS





## Novo sistema buscará água a 83 km de SP

MÔNICA REILOM  
22 Agosto 2013 | 11h 06

Abastecimento de 1,5 milhão na Região Metropolitana será feito por empresas privadas

Para suprir a demanda de água na Grande São Paulo, o governo do Estado assinou ontem contrato de Parceria Público-Privada para construir o maior sistema de abastecimento desde o Alto Tietê, entregue em 1993.

O Sistema Produtor São Lourenço, que envolve construção de áreas para captação, armazenamento e tratamento de água, vai atender o [oeste e o sudoeste da Grande São Paulo, local onde a população mais cresce por ano. Segundo o governador Geraldo Alckmin (PSDB), o complexo assegurará o abastecimento para os próximos 15 anos e deve ser entregue em 2018.

A água terá de percorrer tubulações ao longo de 83 km, desde a Represa Cachoeira do França, em Ibiúna. Também será preciso superar o desnível da Serra de Paranapiacaba, de 300 metros.

Cerca de 1,5 milhão de habitantes serão atendidos. A capacidade de produção de água tratada vai aumentar em 4,7 mil litros por segundo, ou 7% em relação ao nível atual da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), que é de 73 mil. As construtoras Andrade Gutierrez e Camargo Correa vão arcar com o investimento de R\$ 2,21 bilhões, em troca da operação por 25 anos.

Contraponto. "O sistema vai cobrir em parte a necessidade de água na Região Metropolitana, pois a vazão transferida será insuficiente. Atualmente, a oferta e a demanda de água praticamente se equivalem", diz José Eduardo Cavalcanti, do Instituto de Engenharia. Até 2035, o consumo de água na Grande São Paulo deve aumentar cerca de 40%, o que significa que seria necessário um acréscimo de 30 mil litros/segundo.



## Mudanças climáticas e a água de São Paulo

**Fernando Reinach**

Olhe para o céu e para o termômetro. Se o primeiro estiver azul e o segundo alto, faça como nossas autoridades, reze. Mas, se você prefere lidar com a realidade, que tal entender o funcionamento do Sistema Cantareira? O Sistema Cantareira fornece 45% de toda a água da Região Metropolitana de São Paulo. Vinte milhões de pessoas, 10% da população brasileira, dependem dele.

O Sistema Cantareira está à beira do colapso. Ele nunca esteve com tão pouca água. E continua esvaziando quando já deveria estar enchendo desde dezembro. O maior dos reservatórios (Jacaré/Jaguari) está com menos de 17% de sua capacidade, e a água se encontra na cota 826 metros. Essa represa possui seis tomadas de água que levam o precioso líquido para São Paulo. As quatro mais altas, nas cotas 836 e 827, já estão no seco, fora da água. As duas mais baixas, na cota 818, ainda estão captando água. Mas, se a represa chegar à cota 818, é o fim, nem uma gota de água poderá ser captada.

O governo continua otimista e acredita que São Pedro esqueceu de ligar o despertador. Se isso for verdade será a primeira vez nos últimos 40 anos. Mas, se não chover muito nos próximos 30 dias, São Paulo e outra dezena de municípios vão ter de sobreviver a partir de abril sem os 36.000.000 de litros de água por segundo (36 m<sup>3</sup>/seg) que este conjunto de represas e túneis pode trazer até São Paulo.

O que poucos sabem é que em agosto de 2014 a outorga do Sistema Cantareira terá de ser renovada. Nesse processo o governo vai decidir quanto de água pode ser retirada do sistema a cada dia, quem vai ter o direito a essa água, e com que prioridade. A má notícia é que aparentemente o Sistema Cantareira não tem mais capacidade de fornecer os atuais 36 m<sup>3</sup>/seg. Se a decisão for baseada em critérios técnicos, a vazão total deveria ser reduzida. É o que está escrito nas entrelinhas do documento preparado pelos técnicos para embasar a renovação da outorga (veja link abaixo). São 113 páginas de gráficos, tabelas, mapas e explicações. Vale a pena ler.

Em 1976, com base nos dados coletados desde 1930, os técnicos decidiram outorgar à Sabesp o direito de retirar 33 m<sup>3</sup>/seg do Sistema Cantareira até 2004. Em 2004, a renovação ocorreu durante uma grande seca, quando o sistema chegou pela primeira vez a 20% de sua capacidade máxima e houve racionamento de água. Foi decidido na época que seria possível aumentar em 10% a quantidade máxima de água que poderia ser retirada do sistema, que passou a ser 36 m<sup>3</sup>/seg. Essa renovação foi feita por um prazo de 10 anos e vence agora (veja na página 69 do documento).

Nas série histórica em que foi baseada a renovação da outorga em 2004 (dados coletados entre 1930 e 2003) a capacidade dos rios que compõem o Sistema Cantareira foi estimada em 44,8 m<sup>3</sup>/seg. Já as medidas feitas nos últimos anos (2004 a 2012) mostram que esta capacidade se reduziu para 39,7 m<sup>3</sup>/seg, uma redução de 13%. Se você quiser ser generoso pode comparar os dados de 1930 a 2003 com os dados de 1930 e 2012 e, neste caso, a redução é menor, aproximadamente 10% (veja página 36 do documento).

Esses dados bastariam para justificar uma redução no volume da próxima outorga, mas, além disso, o relatório demonstra que nos últimos anos a variabilidade da quantidade de chuva aumentou significativamente (em alguns anos chove muito e em outros chove pouco). Essa variabilidade é uma das consequências previstas nos modelos de mudança climática. No futuro, teremos mais anos com pouca chuva e mais anos com um grande excesso de chuvas. Para garantir o suprimento de água nos anos secos, os reservatórios deveriam ser administrados com uma folga maior. Menos água pode ser retirada, e os níveis médios devem ser mantidos mais altos.

Esses são os fatos. Resta saber como o governo vai se comportar. Vai aceitar a realidade e renovar a outorga com um volume menor (o que força a Sabesp a investir ainda mais em novas fontes de água) ou vamos continuar acreditando em São Pedro e torcer para que a seca final só ocorra em um governo futuro (que, claro, será o culpado).

A Sabesp já emitiu sua opinião. Em uma , sua presidente solicitou a renovação da outorga. Pediu que, desta vez, a outorga seja concedida por 30 anos e não mencionou uma possível redução de volume.

*FERNANDO REINACH É BIÓLOGO*

MAIS INFORMAÇÕES NO SITE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA): 1 - 2-

**RESULTADO DE ANÁLISE DE ÁGUAS**  
GERÊNCIA DE PRODUÇÃO E CONTROLE SANITÁRIO  
LABORATÓRIO DE CONTROLE SANITÁRIO

INFORMAÇÕES GERAIS			
Amostra solicitada por: <b>Marcos</b>		Amostra nº: 01 e 03	
Endereço da Coleta: Recreio da Borda do Campo		Município: Santo André	
Origem da Água: Córrego		Coletor: Marcos	
Ponto de Coleta: -----	OS nº: -----	Data da Coleta: 25/07/2014	

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO			
Amostra	PARÂMETRO	RESULTADO	UNIDADE
01	Fósforo Total	0,19	mg/L
03	Fósforo Total	0,17	mg/L
Procedimento de análise de acordo com Standard Methods 22 ND Edition.			

Santo André, 08 de agosto de 2014.

  
Dorival Leite Fernandes  
Encarregado de ETA  
DMO - SEMASA

ECOLABOR COMERCIAL CONSULTORIA E ANÁLISES LTDA.  
Rua Dr. César Castiglioni Jr. 569 - Casa Verde  
CEP 02515-000 - São Paulo - SP - Brasil  
T.55 11 3959 5111 - www.ecolabor.com.br



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 16851/2014

**Contratante:** MARCO AURÉLIO DE ARAÚJO GOMES

**Endereço:**

**Cidade:** UF: SP

**Matriz:** Água

**Data de entrada na empresa:** 20/9/2014 12:00:00 **Projeto:**

**Data de emissão do relatório:** 25/9/2014

### Relação de Amostras

OS	Número da amostra	Entrada
246459	786621	20/9/2014
246459	786626	20/9/2014
246459	786628	20/9/2014
246459	786629	20/9/2014

**DADOS DE COLETA** Identificação Ecolabor: 786621

**Coletado por:** Interessado **Local / Identificação:** 786621

**Data:** 19/9/2014

**Condições:** Hora (h): -- (°C) ar -- (°C) Amostra: -- pH --  
Cloro Total (ppm): Cloro Livre (ppm):

-----  
**RESULTADOS**

PARÂMETROS	UNIDADES	L.D.	L.Q.	L.M.	RESULTADOS	OBS (1)
<b>Parâmetros Não Metálicos</b>						
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,016	--	0,280	<input type="checkbox"/>

**Obs.:**

- 1 - n.d.: - não detectado
- 2 - LD: Limite de detecção do método
- 3 - LD de cloro livre e cloro total não fornecido pelo interessado, responsável pela medição.
- 4 - Os resultados encontrados referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo interessado.
- 5 - O plano de amostragem é de responsabilidade do interessado.
- 6 - As opiniões e interpretações expressas neste relatório de ensaios não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.
- 7 - LQ -Limite de quantificação.

**REFERÊNCIAS**

Fósforo Total SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500-P E IT-LABII-009

- AWWA - APHA - WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª Edição



**DADOS DE COLETA** Identificação Ecolabor: 786626

Coletado por: Interessado Local / Identificação: 786626

Data: 19/9/2014

Condições: Hora (h):-- (°C) ar -- (°C) Amostra:-- pH --  
Cloro Total (ppm): Cloro Livre (ppm):

-----  
**RESULTADOS**

PARÂMETROS	UNIDADES	L.D.	L.Q.	L.M.	RESULTADOS	OBS (1)
<b>Parâmetros Não Metálicos</b>						
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,016	---	nd	<input type="checkbox"/>

**Obs.:**

- 1 - n.d.: - não detectado
- 2 - LD: Limite de detecção do método
- 3 - LD de cloro livre e cloro total não fornecido pelo interessado, responsável pela medição.
- 4 - Os resultados encontrados referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo interessado.
- 5 - O plano de amostragem é de responsabilidade do interessado.
- 6 - As opiniões e interpretações expressas neste relatório de ensaios não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.
- 7 - LQ -Limite de quantificação.

**REFERÊNCIAS**

Fósforo Total SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500-P E IT-LABII-009

- AWWA - APHA - WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª Edição

**DADOS DE COLETA** Identificação Ecolabor: 786628

Coletado por: Interessado Local / Identificação: 786628

Data: 19/9/2014

Condições: Hora (h):-- (°C) ar -- (°C) Amostra:-- pH --  
Cloro Total (ppm): Cloro Livre (ppm):

-----  
**RESULTADOS**

PARÂMETROS	UNIDADES	L.D.	L.Q.	L.M.	RESULTADOS	OBS (1)
<b>Parâmetros Não Metálicos</b>						
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,016	---	0,486	<input type="checkbox"/>

**Obs.:**

- 1 - n.d.: - não detectado
- 2 - LD: Limite de detecção do método
- 3 - LD de cloro livre e cloro total não fornecido pelo interessado, responsável pela medição.
- 4 - Os resultados encontrados referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo interessado.
- 5 - O plano de amostragem é de responsabilidade do interessado.
- 6 - As opiniões e interpretações expressas neste relatório de ensaios não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.
- 7 - LQ -Limite de quantificação.

**REFÊRENCIAS**

Fósforo Total SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500-P E IT-LABII-009

- AWWA - APHA - WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª Edição



**DADOS DE COLETA** Identificação Ecolabor: 786629

Coletado por: Interessado Local / Identificação: 786629

Data: 19/9/2014

Condições: Hora (h):-- (°C) ar -- (°C) Amostra:-- pH --  
Cloro Total (ppm): Cloro Livre (ppm):

-----  
**RESULTADOS**

PARÂMETROS	UNIDADES	L.D.	L.Q.	L.M.	RESULTADOS	OBS (1)
<b>Parâmetros Não Metálicos</b>						
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,016	---	nd	<input type="checkbox"/>

**Obs.:**


- 1 - n.d.: - não detectado
- 2 - LD: Limite de detecção do método
- 3 - LD de cloro livre e cloro total não fornecido pelo interessado, responsável pela medição.
- 4 - Os resultados encontrados referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo interessado.
- 5 - O plano de amostragem é de responsabilidade do interessado.
- 6 - As opiniões e interpretações expressas neste relatório de ensaios não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.
- 7 - LQ -Limite de quantificação.

**REFERÊNCIAS**

Fósforo Total SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500-P E IT-LABII-009

- AWWA - APHA - WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22ª Edição

- Registro Conselho Regional de Química - 4ª Região - 9090 - F  
- Certificado de Anotação de Responsabilidade - ART - N° 5875/2014, 5876/2014, 5877/2014, 5878/2014, 5879/2014.



Sandra Maria Ferreira - Signatário Autorizado  
CRQ 4ª Reg. nº 004236407

Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente, a reprodução em partes deve se dar somente com autorização prévia por escrito da Ecolabor.

ECOLABOR COMERCIAL CONSULTORIA E ANÁLISES LTDA.  
Rua Dr. César Castiglioni Jr. 569 - Casa Verde  
CEP 02515 000 - São Paulo - SP - Brasil  
T.55 11 3959 5111 - [www.ecolabor.com.br](http://www.ecolabor.com.br)



Para obter cópia dos certificados de calibração dos equipamentos, acesse nosso site [www.ecolabor.com.br](http://www.ecolabor.com.br). Os certificados estão disponíveis para download na área de arquivos restritos. Utilize o login "cliente@ecolabor.com.br" e senha "du1ma4".

Este documento foi assinado digitalmente de acordo com a MP nº 2.200-2, que instituiu a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileiras - ICP-Brasil, conferindo presunção de veracidade jurídica em relação aos signatários nas declarações constantes dos documentos em forma eletrônica produzidos com a utilização de processo de certificação disponibilizado pela ICP-Brasil.

**RESULTADO DE ANÁLISE DE ÁGUAS**  
GERÊNCIA DE PRODUÇÃO E CONTROLE SANITÁRIO  
LABORATÓRIO DE CONTROLE SANITÁRIO

INFORMAÇÕES GERAIS			
Amostra solicitada por: Marcos		Amostra nº: 02 e 03	
Endereço da Coleta: Recreio da Borda do Campo		Município: Santo André	
Origem da Água: Córrego		Coletor: Marcos	
Ponto de Coleta: -----	OS nº: -----	Data da Coleta: 05/11/2014	

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO			
Amostra	PARÂMETRO	RESULTADO	UNIDADE
02	Fósforo Total	0,019	mg/L
03	Fósforo Total	0,042	mg/L
Procedimento de análise de acordo com Standard Methods 22 ND Edition.			

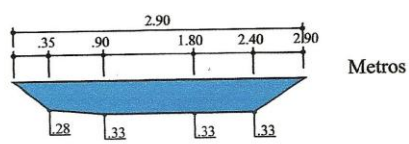
Santo André, 09 de novembro de 2014.



Dorival Leite Fernandes  
Encarregado de ETA  
OMO - SEMASA

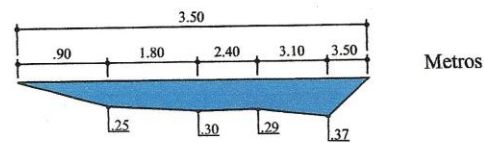


PERFIS DOS CÓRREGOS NOS PONTOS DE COLETAS DE ÁGUA NAS  
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS 37 E 38 EM 25/07/2014



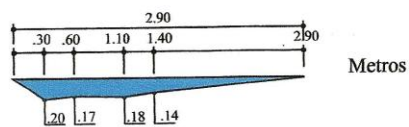
Corte Transversal (SBH 37)

ESC.1:50



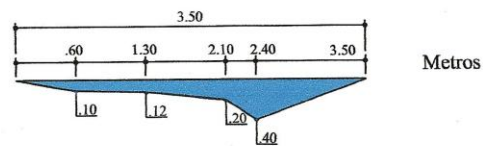
Corte Transversal (SBH 38)

PERFIS DOS CÓRREGOS NOS PONTOS DE COLETAS DE ÁGUA NAS  
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS 37 E 38 EM 19/09/2014



Corte Transversal (SBH 37)

ESC.1:50



Corte Transversal (SBH 38)

ESC.1:50

## Marcos Aurelio de Araujo Gomes

---

**De:** Comunicação  
**Enviado em:** terça-feira, 14 de outubro de 2014 18:25  
**Para:** Todos  
**Assunto:** Assinado o contrato com a Caixa para construção da nova ETA de Santo André  
**Anexos:** contratoETA.png



### Assinado contrato com Caixa Econômica para construção da nova ETA de Santo André

*Evento contou com a presença do ministro das Cidades, Gilberto Occhi*

Santo André, 14 de outubro de 2014 – A Prefeitura de Santo André e a Caixa Econômica Federal assinaram na tarde de hoje (14/10) o contrato de financiamento para a construção da nova Estação de Tratamento de Água do município. Assinaram o documento a prefeita em exercício, Oswana Fameli, e, pela Caixa Econômica Federal, o superintendente regional para o ABC Everaldo Coelho da Silva. O investimento na nova ETA é de R\$ 80 milhões, financiados pela Caixa, com contrapartida de cerca de R\$ 9 milhões do município. A cerimônia contou com a presença do ministro das Cidades, Gilberto Magalhães Occhi, do superintendente do Semasa, Sebastião Ney Vaz Jr., e dos representantes da Caixa, Gilnei Peroni, gerente regional de Governos para o ABC, e Rafael Fernandes Rosa, gerente de filial de Desenvolvimento de Governos do ABC, além de diretores e assistentes dos departamentos Administrativo Financeiro, Planejamento e Obras e Manutenção e Operação do Semasa.

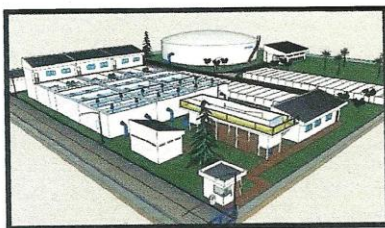
A licitação para realização das obras de construção da nova ETA está em andamento e a abertura dos envelopes com as propostas das empresas interessadas será feita na próxima sexta-feira (17/10), na sede da autarquia.

“Além do reforço no sistema de abastecimento de Santo André, esta obra trará segurança hídrica à cidade e para futuros empreendimentos aqui”, disse o ministro das Cidades, Gilberto Magalhães Occhi.

**Aumento na produção de água** - A nova ETA de Santo André será construída no bairro Recreio da Borda do Campo, na região da represa Billings. Com ela, a cidade aumentará sua produção própria de água dos atuais 6% para 25% da demanda. “Este contrato de financiamento é importantíssimo porque vai trazer à Santo André uma diminuição de dependência da Sabesp”, disse o superintendente Sebastião Ney Vaz Jr.

Juntas, a nova estação e a ETA Guarará, já em operação pelo Semasa, produzirão 500 l/s de água. De cada quatro moradores, um vai consumir água captada, tratada e distribuída pela própria cidade.

O Semasa já possui a outorga junto ao DAEE (Departamento de Águas e Energia de São Paulo) para a captação do volume final. O novo equipamento integrará a rede de abastecimento da cidade, permitindo menor dependência junto ao órgão estadual na compra de água. Quando estiver funcionando, a nova ETA



A população estimada que será beneficiada diretamente pelo empreendimento é de 150.000 pessoas dos bairros Parque Miami, Jardim Irene, Jardim Santo André, Vila Suíça, Vila Luzita, Jardim do Estádio, entre outros.

Além da estação, o projeto contempla também a construção e implantação de 6.388 m de adutora de água bruta, 8.295 m de adutora de água tratada e um reservatório com capacidade de armazenamento de 2.000 m<sup>3</sup>.

**Nível do Sistema Rio Grande** - Importante lembrar que hoje (14/10/14) o Sistema Rio Grande (represa Billings) está com 73,7% de sua capacidade de armazenamento, tendo em vista que a água da represa vem sendo utilizada pela Sabesp para abastecer parte de São Paulo, antes atendidos pelo Sistema Cantareira.

O vídeo com a maquete eletrônica da nova ETA está disponível no canal do Semasa no Youtube. O link para acesso direto à animação é [https://www.youtube.com/watch?v=HM\\_1togZAUU](https://www.youtube.com/watch?v=HM_1togZAUU)



## Marcos Aurelio de Araujo Gomes

---

**De:** Comunicação  
**Enviado em:** terça-feira, 11 de novembro de 2014 13:38  
**Para:** Todos  
**Assunto:** Escolhido consórcio que vai construir a nova ETA de Santo André



**semasa.**  
SANEAMENTO AMBIENTAL



Hoje, a Comunicação divulgou o seguinte release:

### Escolhido consórcio que vai construir a nova ETA de Santo André

*Grupo ganhou licitação por R\$ 75 milhões. Obra deve ser entregue em 2 anos*

O Consórcio Capellano/Construtami foi o vencedor da licitação para a construção na nova Estação de Tratamento de Água (ETA) de Santo André. O grupo propôs executar a obra por cerca de R\$ 75 milhões, R\$ 5 milhões a menos do que o previsto inicialmente pela autarquia e no contrato de financiamento assinado com a Caixa Econômica Federal.

A ETA será construída no Recreio da Borda do Campo e captará água de um braço da represa Billings, ampliando de 6% para 25% da demanda a produção própria de água de Santo André. A previsão é que a obra seja entregue até o final de 2016.

Além do valor da obra, outros R\$ 9 milhões serão gastos como contrapartida do Semasa (Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André) para a desapropriação do terreno onde será erguida a ETA, no Recreio da Borda do Campo.

O próximo passo é a espera de cinco dias úteis para a apresentação de possíveis recursos das empresas participantes da licitação. Só após este prazo será possível a data da homologação, mas a expectativa é que isto ocorra até o final de novembro.

Conheça a maquete eletrônica animada da nova ETA no canal do [Youtube do Semasa](#). O link para o vídeo é: <http://goo.gl/JTYwOY>.

[www.semasa.sp.gov.br](http://www.semasa.sp.gov.br)



[facebook.com/SemasaSantoAndre](https://www.facebook.com/SemasaSantoAndre)



fl