UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA –JÚLIO DE MESQUITA FILHO" CAMPUS EXPERIMENTAL DE OURINHOS

EDUARDO BEZERRA DA SILVA

MONITORAMENTO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DO ENTORNO DA REPRESA BILLINGS EM SÃO BERNARDO DO CAMPO/SP

OURINHOS - SP

16 de Junho de 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA –JÚLIO DE MESQUITA FILHO" CAMPUS EXPERIMENTAL DE OURINHOS

MONITORAMENTO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DO ENTORNO DA REPRESA BILLINGS EM SÃO BERNARDO DO CAMPO/SP

EDUARDO BEZERRA DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela Unesp – Campus Experimental de Ourinhos.

Orientador: Professor Dr.º Rodrigo Lilla Manzione

OURINHOS - SP
16 de Junho de 2015

Banca Examinadora

Prof° Dr. Rodrigo Lilla Manzione

_____

(assinatura do membro)

Prof° Dr. Luciano Antônio Furini

_____

(assinatura do membro)

Profº Dr.Lucas Labigalini Fuini

_____

(assinatura do membro)

OURINHOS - SP

16 de Junho de 2015

DEDICATÓRIA

A minha mulher e meu amor Rafaela.

A minha família, minha base.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e Nossa Senhora Aparecida.

À minha mulher, Rafaela Pires pela preciosa e fundamental ajuda no processo de elaboração desse trabalho.

Ao meu pai José, a minha mãe Aparecida e aos meus irmãos Alexandre e Rodrigo pelo apoio incondicional de vocês.

Ao Professor Doutor Rodrigo Lilla Manzione por ter confiado em mim após um momento difícil.

A todos os professores e funcionários da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Ourinhos.

Ao pessoal da República Zeca Urubu: Arthur (Toba), Daniel (Jesus), Flavio Toshiki, Daniel Ishikawa, Tadeu (Formigão), Ricardo Cezário, Edmilson (Cebolinha), Ricardo (Rola), Gabriela (Sungão).

Aos amigos Alexandre (Piraju), Aira Nava e a todos outros que em algum momento participaram diretamente ou não, nesses enriquecedores anos na ~~-~~cidade do povo do coração de ouro".

~~-~~Nunca aceita que alguém te fale que algo é Impossível se você tiver força e vontade o Impossível buscarás e realizarás seus sonhos."

Resumo

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um área de 58.280,32 hectares (582,8 km²), localizado na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite, a oeste, com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e, ao sul, com a Serra do Mar. O reservatório Billings representa para o Estado de São Paulo um patrimônio social, econômico, energético e ambiental.

Problemas decorrentes da má gestão dos recursos hídricos têm levado a Grande São Paulo a se transformar em um enorme papel mata-borrão que suga água de outras regiões através de barragens, reversões de rios, adutoras e canais. São obras enormes, com custos altíssimos e grandes impactos socioambientais durante o processo de implantação, para trazer mais água para ser mal utilizada e desperdiçada. Enquanto isso, os mananciais continuam sendo invadidos e contaminados com esgoto, lixo e produtos químicos, e o abastecimento permanece precário.

A qualidade da água na represa Billings encontra-se bastante comprometida. Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização devido à grande quantidade de esgoto provenientes da ocupação em suas sub-bacias formadoras.

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi realizar levantamento histórico das ocupações urbanas e loteamentos no entorno da represa Billings e suas consequências na qualidade e / ou o nível da deterioração dos recursos hídricos da área.

A área de estudo foi dividida em três pontos, distintos entre si, através de analises quinzenais durante seis meses foi possível a observação dos principais parâmetros de qualidade da água (Temperatura, Potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido).

Palavras-Chave: Represa Billings, Monitoramento da qualidade da água, ocupação irregular, impactos ambientais.

Abstract

The Billings Basin occupies an area of 58,280.32 hectares (582.8 km²), located in the southeastern portion of the metropolitan area of São Paulo, making boundary to the west, with the Guarapiranga Basin and south, with the the Serra do Mar. The Billings reservoir is for the State of São Paulo social equity, economic, energy and environmental.

Problems arising from the mismanagement of water resources have led to greater Sao Paulo to turn into a huge blotting paper sucking water from other regions through dams, reversals of rivers, pipelines and canals. They are huge works, with high costs and great social and environmental impacts during the implementation process, to bring more water to be misused and wasted. Meanwhile, sources continue to be invaded and contaminated with sewage, garbage and chemicals, and supply remains precarious.

Water quality in the Billings dam is greatly compromised. In addition to pollution from pumping Tiete / Pines, some arms present critical situation of eutrophication due to the large amount of sewage from the occupation in their forming sub-basins.

In this context, the objective of this research was to conduct historical survey of urban occupations and subdivisions surrounding the Billings dam and its consequences on the quality and / or level of deterioration of water resources of the area.

The study area was divided into three points, distinct from each other through fortnightly analysis for six months was possible to observe the main water quality parameters (temperature, hydrogenionic potential, electrical conductivity and dissolved oxygen).

Keywords: Billings, monitoring water quality, irregular employment, environmental impacts, Billings.

Lista de Figuras

FIGURA 1. SUB-BACIAS POR SUB-REGIÕES DA REPRESA BILLINGS 19
FIGURA 2. BARRAGEM DA ANCHIETA, QUE SEPARA O BRAÇO DO RIO GRANDE DO RESTANTE DA BILLINGS. VISTA EM DIREÇÃO À SERRA DO MAR; AO FUNDO, O DISTRITO RIACHO GRANDE, EM 21
FIGURA 3. OCUPAÇÃO URBANA NAS MARGENS DA REPRESA BILLINGS, REGIÃO DO COCAIA..... 30
FIGURA 4. REGIÃO DO CORPO CENTRAL DA BILLINGS, PRÓXIMA AO CANAL DE INTERLIGAÇÃO COM O RESERVATÓRIO DO RIO DAS PEDRAS. 30
FIGURA 5. BRAÇO DO ALVARENGA E OCUPAÇÃO IRREGULAR À BEIRA DA REPRESA BILLINGS. 31
FIGURA 6. IDENTIFICAÇÃO DOS 3 PONTOS AMOSTRAIS..... 35
FIGURA 7. FOTOS REFERENTES AO PONTO 1, LOCALIZAÇÃO: 23° 44’ 46.93’’S / 46° 28’ 23.42’’O ALTITUDE 769 M 35
FIGURA 8. FOTOS REFERENTES AO PONTO 2, LOCALIZAÇÃO: 23° 45’ 02.30’’ S / 46° 29’ 45. 95’’ O ALTITUDE: 756 M..... 36
FIGURA 9. FOTOS REFERENTES AO PONTO 3, LOCALIZAÇÃO: 23° 44’ 48.03’’S / 46° 29’ 50.47’’ O ALTITUDE 762 M 36
FIGURA 10. FOTOS REFERENTES AO PONTO 1, LOCALIZAÇÃO: 23° 44’ 46.93’’S / 46° 28’ 23.42’’O ALTITUDE 769M, MOSTRANDO IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A REGIÃO. 45
FIGURA 11. FOTOS REFERENTES AO PONTO 2, LOCALIZAÇÃO: 23° 45’ 02.30’’ S / 46° 29’ 45. 95’’ O ALTITUDE: 756M, MOSTRANDO IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A REGIÃO. 46
FIGURA 12. FOTOS REFERENTES AO PONTO 3, LOCALIZAÇÃO: 23° 44’ 48.03’’S / 46° 29’ 50.47’’ O ALTITUDE 762..... 47

Lista de Tabelas

TABELA 1. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL À BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS 24
TABELA 2. CORRELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE USO DAS ÁGUAS DAS LEGISLAÇÕES FEDERAL E ESTADUAL. 25
TABELA 3. POPULAÇÃO RESIDENTE NA SUB-BACIA, POR MUNICÍPIO, EM 1991 E 1996 29
TABELA 4. POPULAÇÃO RESIDENTE NA SUB-BACIA, POR TIPO DE RESIDÊNCIA, EM 1991 E 1996 29
TABELA 5. DADOS DO NÍVEL DO SISTEMA RIO GRANDE NO PERÍODO DE ESTUDO. 41
TABELA 6. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS NO PONTO 1. 411
TABELA 7. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS NO PONTO 2. 42
TABELA 8. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS PARA OS PARÂMETROS ANALISADOS NO PONTO 3. 42

Sumário

1. Introdução 11
2. OBJETIVOS 12
2.1. Objetivo Geral: 12
2.2. Objetivo Específico: 12
3. Fundamentação Teórica 13
3.1. A Região Metropolitana de São Paulo e seus mananciais 13
3.2. A Represa Billings 15
3.2.1. História 15
3.2.2. Caracterização Socioambiental da Represa Billings 17
3.2.3. Qualidade da Água da Represa Billings 21
3.3. Legislação Ambiental Incidente Na Bacia Hidrográfica Da Billings 22
3.4. Gestão Pública, Gestão Ambiental e a Questão Habitacional 25
3.5. Histórico da ocupação da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings 27
3.6. Parâmetros de qualidade da água 31
3.6.1. Temperatura 31
3.6.2. Potencial hidrogeniônico (pH) 32
3.6.3. Oxigênio dissolvido (OD) 32
3.6.4. Condutividade elétrica (CE) 32
4. Material e Métodos 34
4.1. Análise estatística dos dados 37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 38
5.1. Discussão 43
5.1.1. Condutividade Elétrica (CE) 43
5.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD) 43
5.1.3. pH 44
5.1.4. Observações relevantes aos pontos amostrais 44
6. Conclusão 48
7. Referências Bibliográficas 49
Anexo I. Tabela com dados obtidos durante a pesquisa. 52

1. Introdução

Dentre os recursos naturais essenciais, a água apresenta um significativo destaque, pois, sua manutenção em condições ideais é irrevogavelmente necessária a todo tipo de vida no planeta. Porém, devido à forma não sustentável como a humanidade conduziu a exploração dos recursos hídricos, na atualidade estes se encontram em escassez, ocasionando sérios problemas de ordem ambiental, social e econômica.

De acordo com CALIJURI (1999), os reservatórios do Brasil têm apresentado, em geral, grandes alterações nos seus estados de trofia, devido ao uso e ocupação das bacias hidrográficas. Para se evitar essas alterações é necessário que se faça um manejo integrado dos reservatórios e para tal é fundamental o conhecimento aprofundado desses sistemas. Para atingir esse conhecimento e então estabelecer um manejo adequado torna-se evidente a importância do monitoramento da qualidade da água, pois, além de registrar as variações espaço temporais relaciona os diversos mecanismos do sistema hídrico com toda a sua bacia de drenagem (JONG *et al.*, 1995).

> Segundo Waldman (2004) poucas questões ambientais no Brasil alcançaram, ao longo das últimas quatro décadas, projeção tão proeminente quanto a relacionada com a Represa Billings. Trata-se indiscutivelmente da questão mais antiga e documentada a respeito da degradação de um corpo líquido, dita que importa em particular aos mananciais do reservatório localizados na região do Grande ABC, uma das sub-regiões da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Abrangendo os municípios de São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra e inserido em uma bacia hidrográfica de 582 km^2, o reservatório Billings é o maior corpo de água da Empresa Metropolitana de Água e Energia, EMAE. Foi projetado para receber água revertida da bacia do Alto Tietê para geração de energia elétrica, fazendo o papel de um reservatório de acumulação de 1,1 bilhões de metros cúbicos para essa finalidade e, secundariamente, para oferecer à população importante área de lazer.

Atualmente, aproximadamente um milhão de pessoas vivem no entorno da represa, em uma ocupação que ocorreu de forma desordenada e sem controle, gerando sérios problemas ambientais devido ao lançamento de esgotos domésticos e o desmatamento de áreas verdes.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água da represa Billings, considerando os impactos por ela sofridos decorrentes da ocupação urbana desenfreada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Analisar os passivos ambientais provenientes da deterioração da água da represa e da ocupação das áreas de mananciais do Braço Rio Grande do reservatório Billings, na cidade de São Bernardo do Campo.

2.2. Objetivo Específico:

- Levantamento do histórico das ocupações urbanas entorno da represa e suas possíveis consequências na qualidade da água
- Efetuar as seguintes análises da água da represa, quinzenalmente durante seis meses, em pontos da região:
  - ✓ Temperatura
  - ✓ Potencial Hidrogênionico (pH)
  - ✓ Condutividade Elétrica (CE)
  - ✓ Oxigênio Dissolvido (OD)
- Tratamento de dados obtidos estatisticamente
- Relacionar os dados obtidos nas análises de água com os aspectos sócio econômicos da região

3. Fundamentação Teórica

3.1. A Região Metropolitana de São Paulo e seus mananciais

O Estado de São Paulo possui 645 municípios em um área de 248.209,4 km2. A Região metropolitana de São Paulo é formada por 39 municípios e ocupa uma área de 8.051 km2, que equivale a cerca de 3% do território total do Estado, e abriga uma população superior a 20 milhões de pessoas, representando quase 50% de toda a população paulista. Dos 39 municípios que a compõem, 25 estão inseridos total ou parcialmente em áreas de mananciais, que compreendem 54% do território da RMSP.(Cadernos de Educação Ambiental- Edição Especial Mananciais: Billings, 2010)

Segundo as Leis da década de 1970, era proibida a implantação de sistemas de saneamento público nas áreas de mananciais, com o objetivo de conter o adensamento populacional nas mesmas, mas a ausência de integração entre as políticas públicas setoriais, estaduais e municipais e a falta de incentivo a atividades compatíveis com a proteção acabaram levando à ocupação desordenada destas áreas desprovidas de infraestrutura.

A ausência de coleta de efluentes e resíduos sólidos urbanos foi um fator agravante do processo de degradação destas áreas ocupadas, que acabaram por prejudicar a qualidade e quantidade da água produzida nos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo.

Atualmente, a gestão dos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo é feita pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) - e adota as bacias hidrográficas como Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), estabelecendo um sistema de gestão descentralizado, baseado nos Comitês das Bacias.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e existem no Brasil desde 1988. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão. Os membros que compõem o colegiado são escolhidos entre seus pares, sejam eles dos diversos setores usuários de água, das organizações da sociedade civil ou dos poderes públicos. Suas principais competências são: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; arbitrar conflitos pelo uso da água, em primeira instância administrativa; estabelecer mecanismos e sugerir os valores da cobrança pelo uso da água; entre outros.(O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz ?, 2011)

Na Região Metropolitana de São Paulo, o sistema de abastecimento é integrado por nove complexos que são responsáveis pela produção de 67 mil litros de água por segundo, para atender 33 municípios atendidos pela Sabesp e outros 6 que compram água por

atacado (Santo André, São Caetano do Sul, Guarulhos, Mogi das Cruzes, Diadema e Mauá).

1. **Alto Cotia –** A água vem da represa Pedro Beicht, formada pelos rios Capivari e Cotia do Peixe. A captação é feita na represa da Graça e transportada para a Estação de Tratamento Morro Grande.
2. **Baixo Cotia –** A fonte de abastecimento é a Barragem do Rio Cotia. A produção de 900 litros por segundos é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 460 mil moradores de áreas da Zona Oeste da Região Metropolitana de São Paulo, como Barueri, Jandira e Itapevi.
3. **Alto Tietê –** O sistema é formado pelos rios Tietê, Claro, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Grande, Doce, Taiaçupeba-Mirim, Taiaçupeba-Açu e Balainho. O tratamento é realizado na Estação Taiaçupeba e atinge 10 mil litros por segundo, responsáveis pelo abastecimento de cerca de 3,1 milhões de pessoas da Zona Leste da capital e dos municípios de Arujá, Itaquaquecetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Mauá, Mogi das Cruzes, parte de Santo André e dois bairros de Guarulhos (Pimentas e Bonsucesso).
4. **Cantareira –** É o maior da Região Metropolitana de São Paulo. Na Estação do Guaraú são tratados 33 mil litros de água por segundo, que atendem às necessidades de 8,1 milhões de pessoas das Zonas Norte, Central e partes das Zonas Leste e Oeste da capital, bem como os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul, além de parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André. O sistema é formado pelos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri (Paiva Castro).
5. **Guarapiranga –** É o segundo maior sistema de água da Região Metropolitana, localizado nas proximidades da Serra do Mar. Sua água é proveniente da represa Guarapiranga (formada pelos rios Embu-Mirim, Embu-Guaçu, Santa Rita, Vermelho, Ribeirão Itaim, Capivari e Parelheiros) e da Represa Billings (Rio Taquacetuba). Produz 14 mil litros de água por segundo e abastece 3,8 milhões de pessoas das Zonas Sul e Sudoeste da Capital.
6. **Ribeirão da Estiva –** Capta água do Rio Ribeirão da Estiva e produz 100 litros de água por segundo. Abastece 40 mil pessoas dos municípios de Rio Grande da Serra. O sistema foi escolhido para receber e colocar em prática as novas tecnologias desenvolvidas pela Sabesp ou por parcerias com universidades e centros de pesquisa. O objetivo é torná-lo um centro de referência tecnológica em automação, em todas as fases de produção de água.
7. **Rio Claro –** Localizado a 70 km da Capital, produz 4 mil litros por segundo. A água vem do rio Ribeirão do Campo e é tratada na Estação Casa Grande. Abastece 1,2

milhão de pessoas do bairro de Sapopemba, na Capital, e parte dos municípios de Ribeirão Pires, Mauá e Santo André. O sistema foi construído na década de 30, e foi ampliado na década de 70.

8. **Rio Grande –** É um braço da Represa Billings. Produz 4,8 mil litros de água por segundo e abastece 1,6 milhão de pessoas em Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André (MANANCIAIS 2011, Online).

A RMSP importa mais da metade da água que consome da Bacia do Rio Piracicaba, através do Sistema Cantareira – que está a mais de 70 Km do centro de São Paulo e conta com seis represas interligadas por túneis. O restante da água é produzida pelos mananciais que ainda restam na região – em especial Billings, Guarapiranga e cabeceiras do Rio Tietê – e que sofrem intenso processo de ocupação, a despeito da Lei de Proteção aos Mananciais estar em vigor desde 1975 (MANANCIAIS 2011, Online).

A quantidade de água produzida para abastecimento está muito próxima da disponibilidade hídrica dos mananciais existentes. Essa pequena folga coloca a região em uma situação frágil,em que um período de estiagem mais prolongado pode resultar em racionamento de água para grande parte da população. E, em pouco tempo, a região precisará de mais água. Porém, novas fontes de água dependem de construção de represas, que demandam áreas para serem alagadas, tempo e recursos financeiros que são pouco acessíveis atualmente, o que reforça a necessidade de preservação e uso adequado dos mananciais existentes (MANANCIAIS 2011, Online).

3.2. A Represa Billings

3.2.1. História

> Segundo Eduardo (2008) No início dos anos 1940, iniciou-se o desvio de parte da água do Rio Tietê e seus afluentes para o reservatório Billings, a fim de aumentar a vazão da represa e, consequentemente, ampliar a capacidade de geração de energia elétrica na UHE Henry Borden. Este processo foi viabilizado graças à reversão do curso do rio Pinheiros, através da construção das Usinas Elevatórias de Pedreira e Traição, ambas em seu leito. Esta operação, que objetivava o aumento da produção de energia elétrica, também se mostrou útil para as ações de controle das enchentes e de afastamento dos efluentes industriais e do esgoto gerado pela cidade em crescimento.
>
> O bombeamento das águas do Tietê para a Billings, no entanto, começou a mostrar suas graves consequências ambientais poucos anos depois. O

> crescimento da cidade de São Paulo e a falta de coleta e tratamento de esgotos levou à intensificação da poluição do Tietê e seus afluentes que, por sua vez, passaram a comprometer a qualidade da água da Billings. Nos primeiros anos da década de 70 a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – é obrigada a iniciar as operações de remoção da mancha anaeróbica presente na Represa.
>
> Em 1982, devido à grande quantidade de esgotos, que resultaram em sérios problemas de contaminação por algas cianofíceas, algumas potencialmente tóxicas, surge à necessidade de interceptação total do Braço do Rio Grande, através da construção da Barragem Anchieta, para garantir o abastecimento de água do ABC, iniciado em 1958.

Atualmente, a Represa Billings, com um volume aproximado de 1,2 bilhões de metros cúbicos de água, é o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo. Seu espelho d'água tem 12.750 hectares, aproximadamente 100 km2 e abastece cerca de 1,2 milhões de pessoas, com a captação de 4,8m^3/s.

As águas da Represa Billings são utilizadas para diversos fins, existem vários sistemas que utilizam direta ou indiretamente as águas da Represa Billings , podendo-se citar os seguintes:(BILLINGS 2000, 2002)

I - Sistema Rio Grande – captação de água do Braço do Rio Grande, que após tratamento na ETA Rio Grande (SABESP) abastece a região do ABC (100% da população de São Bernardo do Campo, 25% da população de Santo André e 100% da população de Diadema) com 4,7 m^3/s;

II - Sistema Taquacetuba/Guarapiranga – Sistema da SABESP, que faz a transposição da água da Represa Billings para a Represa Guarapiranga, onde é feita a captação para o tratamento na ETA Alto da Boa Vista (4 m^3/s). Esta transferência não é constante, sendo maior no período seco. Assim, a média anual de transferência é de aproximadamente 2,19 m^3/s;

III - Baixada Santista – captação da ETA Cubatão (SABESP), localizada no rio de mesmo nome, junto ao canal de fuga da UHE Henry Borden, que abastece vários municípios da Baixada Santista (4,0 m^3/s). Neste caso parte da contribuição é do próprio rio Cubatão.

IV - Abastecimento Industrial - Cubatão – captação de água feita no Rio Cubatão por diversas indústrias do Pólo Industrial de Cubatão (3,5 m^3/s).

V - Geração de Energia UHE Henry Borden – o Reservatório Billings foi implantado para permitir a geração de energia elétrica nesta usina. Entretanto, em função das restrições impostas ao bombeamento em Pedreira – suspensão do bombeamento em 1992 -, a vazão turbinada nesta usina que na média era de 90 m^3/s teve que ser reduzida drasticamente para cerca de 25 m^3/s, bem como concentrar a geração nos horários de pico.

VI - Controle de Cheias - Em determinadas circunstâncias, a Elevatória de Pedreira é utilizada para o controle de cheias no Canal Pinheiros, mediante a transferência de água para a Represa Billings.

VII – Recreação (BILLINGS 2000, 2002)

Estima-se que a Represa teria capacidade para fornecer água para, aproximadamente, 4,5 milhões de pessoas, o que não ocorre devido à poluição de suas águas em algumas porções do reservatório, resultante da falta de planejamento urbano e da intensa ocupação irregular ocorrida principalmente nas décadas de 60 a 80.

A consolidação das ocupações irregulares levou ao lançamento de efluentes (domésticos, industriais e agrícolas) diretamente nos corpos d'água, ao descarte inadequado de lixo e à perda da cobertura vegetal, devido ao desmatamento indiscriminado. Além disso, muitas destas áreas são consideradas de risco e quase sempre ficam distantes de serviços públicos essenciais como transporte, educação, saúde e saneamento básico, elevando ainda mais o nível de precariedade à que a população ali residente está submetida. (Cadernos de Educação Ambiental- Edição Especial Mananciais: Billings, 2010)

3.2.2. Caracterização Socioambiental da Represa Billings

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um área de 58.280,32 hectares (582,8 km²), localizado na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite, a oeste, com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e, ao sul, com a Serra do Mar. Sua área de drenagem abrange integralmente o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo.

A maior parte de suas nascentes localiza-se na porção sul e leste da bacia, próximas ao reverso das escarpas da Serra do Mar, em altitudes máximas em torno dos 900 m. A porção oposta da Bacia, norte e oeste, possui uma rede de drenagem bem menor, com cursos d.água curtos e de perfil longitudinal pouco expressivo, onde o desnível topográfico é em média de 50 m, da nascente à foz. (HIDROPLAN, 1995)

Os principais formadores da Bacia Hidrográfica da Billings (Figura 1) são: Rio Grande, ou Jurubatuba; Ribeirão Pires; Rio Pequeno; Rio Pedra Branca; Rio Taquacetuba; Ribeirão Bororé; Ribeirão Cocaia; Ribeirão Guacuri; Córrego Grota Funda e Córrego Alvarenga.

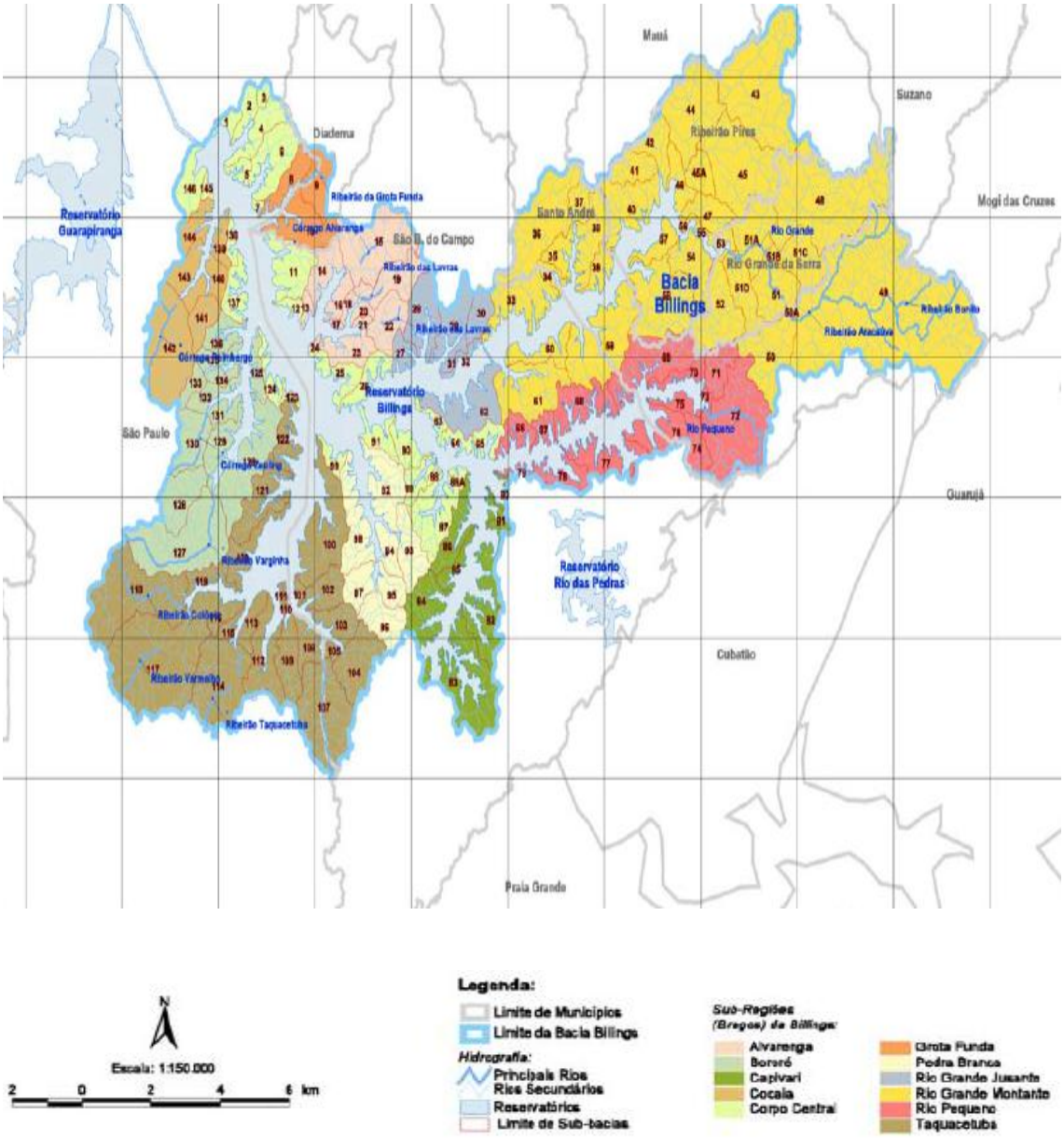
O clima predominante na região apresenta características tropicais e subtropicais, com temperatura média de 19ºC e índices pluviométricos anuais com gradiente alto, crescente à medida que se aproxima da região serrana. Nas proximidades de Pedreira, próximo à barragem formadora da Represa Billings, o índice médio é de 1.300 mm anuais.

No eixo do Corpo Central e Braço do Rio Grande, a pluviosidade sobe para 1.500 mm, chegando a atingir 3.500 mm/ano no divisor com a bacia litorânea. (HIDROPLAN, 1995)

A Bacia está inserida no Domínio da Mata Atlântica e a totalidade de sua área era, originalmente, recoberta por floresta ombrófila densa. Segundo a análise do uso do solo, realizada pelo Instituto Socioambiental através da interpretação de imagem de satélite, em 1999 cerca de 53% de seu território encontrava-se coberto por vegetação natural, principalmente por Mata Atlântica secundária em estágio médio e avançado de regeneração. As porções sudeste, sul e sudoeste da Bacia são as que apresentam maiores quantidades de vegetação.

O avanço da urbanização e de outras atividades antrópicas tem levado ao desmatamento acelerado. Em alguns trechos da Bacia, a vegetação começa a ficar restrita a manchas isoladas ao longo do reservatório. Existem sub-bacias com elevada concentração de urbanização, como é o caso da região do município de Diadema, porção norte da Bacia, onde a vegetação é praticamente inexistente.

Figura1. Sub-bacias por Sub-regiões da Represa Billings



Fonte: Relatório Final: estudo sobre o plano integrado de melhoria ambiental na área de mananciais da represa Billings

Em 10 anos (1989-99) o manancial perdeu 6,6% de sua cobertura vegetal. Estima-se que, entre 1989 e 1999, a Billings tenha sofrido crescimento urbano da ordem de 31,7% (RELATÓRIO BILLINGS, 2000).

Segundo dados do Relatório Billings 2000, a população residente na Bacia da Billings, em 1996, era de 716 mil habitantes.

Mais de 45% da ocupação urbana registrada nos seis municípios da bacia se deu em áreas com sérias ou severas restrições ao assentamento. São encostas íngremes, regiões de aluvião ou de várzea que exigem cuidados especiais para implantação de qualquer tipo de ocupação urbana.

A análise da distribuição demonstra claramente uma dinâmica de ocupação intensa e caracterizada por atividades irregulares, como invasões, favelas e loteamentos clandestinos.

Os loteamentos residenciais não aprovados são bastante freqüentes na região. Na maioria dos casos este tipo de ocupação sofre alterações drásticas ao longo dos anos. O adensamento excessivo decorrente do aumento do número de casas e áreas construídas, promovido de forma irregular, leva à perda de suas características de infraestrutura de saneamento, quando existente.

> Segundo dados fornecidos pelas prefeituras e pela SMA, a população residente em favelas na Bacia Hidrográfica da Billings em 1996 era de 121.147 habitantes, correspondendo a 16,92% da população total, distribuídos em 163 núcleos, localizados, via de regra, em áreas anteriormente destinadas impróprias para ocupação nos loteamentos residenciais, terrenos públicos e margens da represa e córregos.
>
> O crescimento da cidade de São Paulo e a falta de coleta e tratamento de esgotos levaram à intensificação da poluição do Tietê e seus afluentes que, por sua vez, passaram a comprometer a qualidade da água da Billings. Nos primeiros anos da década de 70 a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – foi obrigada a iniciar as operações de remoção da mancha anaeróbica presente na represa. Em 1982, devido à grande quantidade de esgotos, que resultaram em sérios problemas de contaminação por algas cianofíceas, algumas potencialmente tóxicas, surge à necessidade de interceptação total do Braço do Rio Grande, através da construção da Barragem Anchieta, para garantir o abastecimento de água do ABC, iniciado em 1958 (Figura 2)(BILLINGS 2000 ,2002).

A qualidade da água na represa Billings encontra-se bastante comprometida. Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização devido à grande quantidade de esgoto provenientes da ocupação em suas sub-bacias formadoras.

Finalmente, é importante destacar que os eixos de expansão urbana constituídos pelos atuais acessos a regiões ainda pouco ocupadas, que terão seus efeitos intensificados com a construção do trecho sul do Rodoanel na região, estão levando a uma aceleração da urbanização da bacia, com o consequente risco de comprometimento em definitivo deste manancial estratégico para a Região Metropolitana de São Paulo.

Figura 2. Barragem da Anchieta, que separa o braço do Rio Grande do restante da Billings. Vista em direção à Serra do Mar; ao fundo, o distrito Riacho Grande, em São Bernardo do Campo.



Fonte: Disponível em http://www.saobernardo.sp.gov.br/

Esses dados mostram o quanto se tornam relevante a recuperação e preservação da sub-bacia Billings, considerando suas características atuais, em face da necessidade de se garantir, em quantidade e qualidade, a água para abastecimento público. Considerem-se, principalmente, à luz dos dados acima, as relações entre ocupação urbana, vegetação e usos.

3.2.3. Qualidade da Água da Represa Billings

As características da água de um reservatório são resultantes da interação de um complexo conjunto de fatores, alguns de ordem exclusivamente ambiental, relacionados aos ciclos climáticos e à sua dinâmica ecológica, e outros decorrentes das atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica formadora do reservatório, que podem gerar fluxos permanentes de cargas poluidoras.

Durante mais de 50 anos a Represa Billings recebeu uma carga de esgotos domésticos e industriais de toda a região da Grande São Paulo. A represa passou a receber o bombeamento do Rio Pinheiros em 1940 a fim de aumentar a produção energética, e as águas do reservatório começaram a ser utilizadas para o abastecimento somente anos depois, por causa da falta de água em São Paulo.

Na década de 1960, a disponibilidade de água possibilitou que indústrias se instalassem em Cubatão. A carga poluidora que atingiu o Reservatório Billings, na estação elevatória de Pedreira, chegou a 235.400 kg DBO/dia em 1990 (CETESB, 1990).

Com a promulgação da Constituição do Estado de São Paulo em 1990, o artigo 46 determinou a suspensão do bombeamento dos esgotos para a represa, prevendo porém exceções,como contenção de enchentes e geração de energia elétrica. A Resolução nº 03/92, de 4 de setembro de 1992, das secretarias estaduais do Meio Ambiente, da Energia e dos Recursos Hídricos e Saneamento, restringiu o bombeamento do canal do Rio Pinheiros para a represa, porém o bombeamento foi retomado inúmeras vezes. Além disso, há falta de saneamento, que é uma das características dessa suburbanização.

As maiores preocupações com a água da Represa Billings são a eutrofização, a concentração de metais pesados e a presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas.

A eutrofização decorre do aumento da concentração de substâncias que contribuem para a proliferação excessiva de plantas aquáticas e algas, prejudicando o equilíbrio ambiental do reservatório e, por consequência, a qualidade de sua água. No caso da Billings, este problema é agravado devido à presença em suas águas de algas potencialmente tóxicas, como a Cylindrospermopsis raciboskii, que produz uma toxina que provoca danos no fígado e nos rins, conforme comprovado por diversos estudos científicos e pela própria CETESB (BATALHA, 1999).

3.3. Legislação Ambiental Incidente Na Bacia Hidrográfica Da Billings

Os mananciais da Região Metropolitana de São Paulo possuem, desde a década de 1970, legislações específicas de conservação ambiental com o objetivo de garantir água em quantidade e qualidade suficientes para o abastecimento de sua população e de seu setor produtivo. A Tabela 2 apresenta um quadro resumo.

Além destas normas específicas, na Bacia Hidrográfica da Billings incidem normas federais e estaduais relativas à proteção ambiental em geral, à proteção dos recursos hídricos e florestais, ao licenciamento de atividades potencialmente prejudiciais ao meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e aos crimes ambientais.

- **Normas relativas à qualidade da água**

✓ **Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934:**

Estabelece o Código de Águas com proibição de construções capazes de poluir ou inutilizar para o uso ordinário a água do poço ou nascente alheia, a ela preexistentes (art. 98).

Quanto à qualidade da água, o Título VI, sobre Águas Nocivas, estabelece que: A ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros. (art. 109).

✓ **Resolução Conama nº 20, de 18 de junho de 1986:**

Principal norma relativa à qualidade das águas, classifica as águas doces, salobras e salinas e estabelece parâmetros de qualidade e indicadores específicos, para assegurar seus usos preponderantes. Estabelece, ainda, cinco classes de uso das águas e determina os limites máximos de diversos parâmetros.

✓ **Decreto Estadual nº 10.755/77:**

Segundo este decreto, grande parte do Reservatório Billings enquadra-se na classe 2, com exceção dos Braços do Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca e Capivari e todos os seus afluentes, a montante da linha de alta-tensão da Light, nos municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo, que pertencem à classe 1.

Tabela 1. Legislação ambiental aplicável à Bacia Hidrográfica da Billings

Legislação ambiental básica aplicável à Bacia	
FEDERAL	
Número e Ano (ordem cronológica)	**Assunto**
Decreto Federal nº 24.643 de 1934	Estabelece o Código de Águas.
Lei nº 4.771 de 1965	Código Florestal
Lei nº 6.766 de 1979	Parcelamento do solo urbano
Resolução Conama nº 20 de 1986	Classifica as águas doces, salobras e salinas e estabelece parâmetros de qualidade da água
Constituição Federal, 1988	Artigos 22, 23, 24 e 225 (Capítulo do Meio Ambiente)
Decreto Federal nº 750 de 1993	Regula o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.
Resolução Conama nº 01 de 1994	Regula o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica no Estado de S. Paulo.
Lei Federal nº 9.433, de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente - "Lei de Crimes Ambientais".
ESTADUAL	
Número e Ano	**Assunto**
Lei nº 898 de 1975	Proteção aos Mananciais
Lei nº 1.172 de 1976	Proteção aos Mananciais
Constituição do Estado de São Paulo de 1989	Artigos sobre Meio Ambiente, Recursos Naturais e Saneamento (arts. 191 a 204)
Lei nº 7.663 de 1991	Institui a Política e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
Lei nº 9.034 de 1994	Estabelece o Primeiro Plano Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei nº 9.866 de 1997	Estabelece nova lei de Proteção aos Mananciais do Estado de São Paulo

Fonte: BILLINGS 2000 (2002)

A Tabela 2 demonstra a correlação entre o disposto nas legislações federal e estadual, em relação às classes de uso das águas.

Tabela 2. Correlação entre as classes de uso das águas das legislações federal e estadual.

Resolução Conama nº 020/86	Decreto Estadual nº 8.468/76	Usos
Classe especial	Classe 1	Abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.
Classes 1 e 2	Classe 2	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; Irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).
Classe 3	Classe 3	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; Preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e flora; Dessendentação de animais.
Classe 4	Classe 4	Abastecimento doméstico, após tratamento avançado; Navegação; Harmonia paisagística; Abastecimento industrial; Irrigação; Usos menos exigentes.

(1) Conforme informações do Relatório Final do "Monitoramento Integrado Bacias Alto e Médio Tietê: Avaliação da Qualidade da Água, Sedimento e Peixes, outubro/99". (Cetesb, 1999)

Fonte: BILLINGS 2000 (2002)

Além das leis, resoluções e decretos anteriormente citados, incidem sobre a Bacia Hidrográfica da Billings a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998) e um conjunto de normas relativas à disposição e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às atividades minerais e ao licenciamento de atividades potencialmente impactantes sobre o meio ambiente.

3.4. Gestão Pública, Gestão Ambiental e a Questão Habitacional

Com a rapidez das mudanças sociais e tecnológicas, a gestão pública vem se tornando cada vez mais complexa e exige a reorganização do Estado para que seja capaz de enfrentar e dar respostas qualificadas aos desafios ambientais e sociais (IBAMA, 2006).

PHILIPPI JR et al. (2004) afirmam que um conjunto significativo de cidades enfrenta atualmente dificuldades sociais, econômicas e ambientais, em função principalmente do enfoque reducionista adotado na gestão de seu espaço. No caso brasileiro, alguns fatores podem ser identificados como agravantes da situação na gestão local, como a ausência de prioridade política para as questões ambientais e de saúde pública, o despreparo das equipes institucionais em lidar com questões complexas resultantes da dimensão socioambiental, as baixas receitas municipais e as cíclicas crises nacionais e mundiais.

Uma das ações centrais para a inclusão das questões ambientais na gestão pública é a consolidação da gestão ambiental municipal, que deve ser feita de forma articulada com

as questões sociais com as quais dialoga tão fortemente no recorte do município. A partir de uma perspectiva estratégica que prioriza a integração entre planejamentos, o Sistema Municipal de Meio Ambiente deve estabelecer diálogo com as diversas políticas setoriais de desenvolvimento local, de forma a fortalecer e ampliar sua ação. E uma das principais questões a ser integrada em sistemas de meio ambiente no município é a habitação.

Segundo BONOTTO (2006), as normas gerais para habitação são definidas no contexto da política urbana. No Brasil, sua regulamentação se deu com a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2001, com a Lei Federal nº 10.257. O Estatuto atribuiu aos municípios a função de implementar planos diretores participativos, definindo uma série de instrumentos urbanísticos que têm como objetivos principais o combate à especulação imobiliária e a regularização fundiária dos imóveis urbanos. O Estatuto da Cidade estabelece como objetivo da política urbana ~~-o~~rdenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana", tendo como uma de suas diretrizes a garantia do direito a cidades sustentáveis, isto é, ~~-o~~ direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações".

FERNANDES (2003) afirma que habitação adequada é também possuir qualidade ambiental que garanta a saúde pública, privacidade e espaço adequados, acessibilidade física, garantia de posse, estabilidade estrutural e durabilidade, iluminação adequada, aquecimento e ventilação, localização adequada e acessível em relação a trabalho; e tudo a um custo acessível.

No entanto, os padrões de urbanização e de desenvolvimento das cidades da América Latina foram marcados pela precariedade de acesso à moradia digna enfrentada pelas populações carentes. O crescimento demográfico ocorrido principalmente no século XX foi desordenado, devido principalmente às migrações em busca da oferta de empregos gerada pela industrialização e posteriormente pelo setor de prestação de serviços (BONOTTO, 2006). Em situação de pobreza, uma parte significativa desses migrantes ocupava regiões afastadas dos núcleos urbanos, criando novas configurações para o mercado imobiliário.

Do ponto de vista ambiental, a implantação de loteamentos sem infraestrutura adequada causa impacto ambiental negativo, principalmente pelo despejo de efluentes domésticos e carregamento de resíduos sólidos, que reduzem a qualidade da água e ampliam os riscos, com consequente redução na qualidade de vida da população. Essa situação pode afetar, além da comunidade local, toda a população da bacia hidrográfica. A implantação de loteamentos pode causar a aceleração dos processos erosivos pela intensificação do escoamento das águas pluviais, diminuição da quantidade de água infiltrada no solo devido à impermeabilização do solo, supressão da vegetação de forma irreversível, degradação da vegetação pelo efeito de borda a fragmentos da vegetação e

também incômodos à fauna que utiliza o local como passagem ou habitat (FREITAS , C.G.L,2001).

Assim, as interfaces da questão habitacional com a questão ambiental se inserem em um cenário de alta complexidade política e institucional, no direcionamento do mercado fundiário e imobiliário e também na integração setorial entre habitação e meio ambiente. Trata-se também de um cenário de alta complexidade técnica e tecnológica, pelo desafio de compatibilizar desenvolvimento urbano e limitações ambientais, provendo moradias dignas e proteção de recursos naturais. Para lidar com problemáticas nesse contexto, certamente novos formatos de gestão pública com integração entre planejamento e com visão estratégica são fundamentais para aumentar a eficácia das políticas públicas.

3.5. Histórico da ocupação da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings

A instalação das bases da indústria pesada, a partir dos anos 1950, ao longo do principal vetor da ligação São Paulo – Porto de Santos, na Rodovia Anchieta, atraiu significativo volume de habitantes para os municípios próximos (São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema e o sul do município de São Paulo) cujos as áreas encontravam-se ainda preservadas, abrigando importantes reservatórios de abastecimento urbano – Guarapiranga e Billings.

A partir da década de 1970, foram criados instrumentos legais com o objetivo de impedir a ocupação irregular em áreas de mananciais. Passadas três décadas, o que ocorreu foi justamente o contrário: a mancha urbana formada pela conurbação dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo avançou de maneira ilegal e desordenada sobre os mananciais, em especial na bacia do reservatório.

A Billings é alvo de forte pressão de uso e ocupação do solo dos mais diversos tipos. Ao longo dos tempos, junto às desembocaduras dos seus afluentes, foram formados grandes bolsões de assoreamentos advindos do modelo de ocupação da sua bacia de captação. (ALMEIDA, D. L, 2010)

Segundo o PROAM (2009) é possível que o reservatório Billings tenha tido uma perda de capacidade de armazenagem de aproximadamente 22%, o que correspondia a 286 milhões de m³ de água, decorridos do assoreamento causado pela ocupação adensada e descriteriosa dos mananciais do reservatório.

Na década de 1970, um novo eixo de circulação e transporte foi inserido na sub-bacia Billings: a Rodovia dos Imigrantes, inaugurada em 1976. As rodovias Anchieta e Imigrantes, como eixos estruturadores, atraíram indústrias por facilitarem o escoamento de mercadorias entre o Porto de Santos e a metrópole. Por sua vez, o uso industrial ao longo

dessas rodovias atraiu mão de obra interessada em permanecer próxima ao local de trabalho, e que viu nas áreas de mananciais a oportunidade de moradia a baixo custo.

O crescimento populacional da sub-bacia Billings foi intenso desde os anos de 1970. No entanto, na década de 1990 o crescimento acentuou-se, coincidindo com a retração das indústrias do ABC e a queda proporcional do número de empregos. Esse crescimento foi acompanhado pelo aumento expressivo dos loteamentos clandestinos e das favelas.

A tabela 3 apresenta os dados da sub-bacia por municípios de acordo com os dados do ISA (2002). Observa-se que a população residente na Sub-Bacia da Billings, em 1996, era de 716.168 habitantes, contra 537.931 habitantes em 1991. Ou seja, entre 1991 e 1996, a sub-bacia recebeu 178.237 novos habitantes. Em cinco anos, a população da Billings cresceu 33,13%, índice significativamente alto para o período. O município de São Paulo, em 1996, concentrava mais da metade dos habitantes da região, seguido por São Bernardo do Campo e Ribeirão Pires .

Neste mesmo ano, a população residente em aglomerado subnormais na sub-bacia Billings, de acordo com a Tabela 4, era de 121.147 habitantes, correspondendo a 16,92% da população total, distribuídos em 163 núcleos, localizados, geralmente, em áreas anteriormente destinadas a equipamentos públicos, ou impróprias para ocupação em loteamentos residenciais, terrenos públicos, margens da Represa e córregos (IBID).

Tabela 3. População residente na sub-bacia, por município, em 1991 e 1996

Município	1991		1996	
	habitantes	(%)[1]	habitantes	(%)[2]
Diadema	44.556	8,28	49.967	6,98
Ribeirão Pires	69.309	12,88	77.662	10,84
Rio Grande da Serra	29.848	5,55	34.736	4,85
Santo André	17.518	3,26	23.653	3,30
São Bernardo do Campo	114.613	21,31	158.328	22,11
São Paulo	262.087	48,72	371.822	51,92
Total	537.931	100,00	716.168	100,00

(*) Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional (SMA/1996)
Em relação à população total residente na sub-bacia no ano de 1991
Em relação à população total residente na sub-bacia no ano de 1996
Fonte: Instituto Socioambiental – ISA (2002, p. 42)

Tabela 4. População residente na sub-bacia, por tipo de residência, em 1991 e 1996

População	1991		Área na sub-bacia	
	habitantes	(%)[1]	habitantes	(%)[2]
População residente em favelas	78398	14,57	121147	16,92
População urbana	429354	79,82	559149	78,08
População rural	30179	5,61	35872	5,01
Total	537931	100,00	716168	100,00

(*) Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional SMA/1996)
(1) Em relação à população total residente na sub-bacia no ano de 1991
(2) Em relação à população total residente na sub-bacia no ano de 1996
Fonte: ISA (2002, p. 43)

Em 2000, segundo a SMA, a população residente na região era de 863 mil, distribuída nos seis municípios nela inseridos, principalmente São Paulo e São Bernardo do Campo. No mesmo ano, a população residente em favelas foi estimada em 161 mil (ou 19% do total). Entre 1991 a 2000, a população aumentou em 329 mil habitantes, um acréscimo de 62%; o crescimento da população favelada foi de 86 mil (acréscimo de 115%), que corresponde a 26% do crescimento na região. Atualmente, a população na sub-bacia da Billings é de cerca de 1 milhão de pessoas, sendo que a grande maioria não conta com infraestrutura adequada de coleta e tratamento de esgotos. (Aguilar,C.B.D, 2009).

Os usos do solo para fins urbanos, na sub-bacia Hidrográfica da Billings, caracterizam-se por tipos distintos de ocupação, com densidades demográficas, necessidades de infraestrutura e equipamentos urbanos diversos. A dinâmica da ocupação

é intensa e caracterizada por atividades irregulares, como invasões, favelas e loteamentos clandestinos.

As Figuras 3 a 4 mostram os contrastes existentes na sub-bacia Billings: algumas áreas densamente ocupadas, invadindo as penínsulas da represa e outras ainda bastante preservadas, com vegetação significativa ao longo do reservatório.

Figura 3. Ocupação urbana nas margens da represa Billings, região do Cocaia



Fonte: Aguilar,C.B.D, (2009).

Figura 4. Região do Corpo Central da Billings, próxima ao canal de interligação com o Reservatório do Rio das Pedras.



Fonte: Aguilar,C.B.D (2009)

Figura 5. Braço do Alvarenga e ocupação irregular à beira da Represa Billings.



Fonte: Aguilar,C.B.D (2009)

3.6. Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. A seguir são apresentadas as principais variáveis analisadas nesse estudo.

3.6.1. Temperatura

Segundo ESTEVES (1988), nos corpos d'água, devido à forte absorção da radiação no primeiro metro de profundidade, deveria ocorrer abaixo desta camada uma queda brusca de temperatura. No entanto, este fenômeno não ocorre, principalmente porque o vento, promovendo a turbulência da água, produz a redistribuição do calor por toda a massa d'água.

É bastante comum, em reservatórios, ocorrer estratificação térmica. A estratificação térmica consiste na diferença de temperaturas que geram camadas d'água com diferentes densidades, as quais formam uma barreira física, impedindo que se misturem. Se o vento

não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando a condição de estabilidade térmica (ESTEVES, 1988). Na natureza, a influência da temperatura sobre a comunidade fito planctônica faz parte do conjunto de influências exercidas pela duração do dia, disponibilidade de luz e estabilidade da massa de água (CALIJURI, 1999). Além de interferir nos processos bioquímicos do sistema, a temperatura também se relaciona ao pH, à densidade, à taxa de oxigênio dissolvido, entre outros fatores, sendo então, importante considerá-la nos estudos limnológicos.

3.6.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

A basicidade ou a acidez de uma solução é frequentemente expressa em termos de concentração de íons H+ que é denominada pH. O mesmo é considerado como uma das variáveis mais importantes, ao mesmo tempo em que é uma das mais difíceis de interpretar. Ecossistemas aquáticos que apresentam com mais frequência valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone (ESTEVES, 1988). Segundo CALIJURI (1999), os três grandes processos que interferem nos valores de pH são a fotossíntese, a respiração e a assimilação de nitrogênio pelo fitoplâncton.

3.6.3. Oxigênio dissolvido (OD)

Dentre os gases dissolvidos na água o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1988). Sabe-se que a concentração de oxigênio dissolvido em qualquer massa d'água está em permanente equilíbrio com a pressão parcial do oxigênio atmosférico. Essa concentração é proporcional à temperatura da água e pode ser expressa em termos de porcentagem de saturação. Quando a água recebe uma determinada carga de matéria orgânica, parte do seu oxigênio dissolvido será utilizada na oxidação biológica da matéria orgânica introduzida, reduzindo desta forma a saturação do mesmo na água. Portanto, a concentração de oxigênio dissolvido em um curso d'água pode ser usada como um dos parâmetros de determinação da qualidade da água. Quanto mais reduzida é a concentração de oxigênio, pode-se dizer que, mais poluído o curso d'água se encontra (PRADO, 1999).

3.6.4. Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica corresponde à capacidade do meio em conduzir eletricidade. A capacidade de condução de eletricidade no meio aquático é dependente, para valores médios de pH, da composição iônica. Os íons diretamente responsáveis pela condutividade elétrica são denominados macro nutrientes, como, por exemplo, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato, cloreto. A temperatura e o pH também modificam o valor da condutividade elétrica, sendo que a atividade iônica aumenta cerca de 2% para cada grau centígrado. Deste modo, em limnologia, adotou-se como padrão a temperatura de 25ºC para a leitura de condutividade elétrica, ou o uso de um fator de correção. Para valores de pH extremos, menores do que 5 e maiores do que 9, poucos íons interferem na condutividade, entre eles, H+ e OH- (ESTEVES, 1988).

A condutividade elétrica é uma variável importante a ser analisada visto que está relacionada ao metabolismo do sistema aquático. A sua variação diária fornece informações sobre processos importantes nos ecossistemas aquáticos, como a produção primária e a decomposição. Uma vez que a mesma está associada à composição iônica da água, ela pode ajudar na identificação de fontes poluidoras e pode identificar diferenças geoquímicas entre afluentes (ESTEVES, 1988). A relação da condutividade elétrica com as condições climáticas em regiões tropicais está condicionada às estações seca e chuvosa.

4. Material e Métodos

Para que se possa analisar a interferência das características fisiográficas e do uso e cobertura da terra na qualidade da água em uma bacia hidrográfica extensa e em um período de tempo considerável, são necessários dados de diversos tipos, formatos e fontes, distribuídos no tempo e no espaço. Desta forma, estes dados precisam, primeiramente, serem coligidos, organizados e tratados.

O presente trabalho foi realizado a partir de informações que poderam ser classificadas didaticamente em: dados limnológicos, ou relativos às propriedades físicas, químicas e biológicas do reservatório estudado, obtidos em campo e na literatura; dados cartográficos, no formato de cartas topográficas, mapas temáticos, em diferentes escalas, sobre a distribuição dos fatores fisiográficos da bacia hidrográfica; e dados censitários, no formato de tabelas que permitiram avaliar a interferência do fator humano nas questões relativas ao uso da terra e sua interação com os recursos hídricos.

Após visita de campo, a área de estudo foi dividida em três pontos, distintos entre si em relação aos aspectos ambientais e antrópicos (Figuras 10 a 13). Áreas nas quais foram coletadas amostras de água quinzenalmente durante seis meses para a realização das seguintes análises: Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD).

A temperatura do ar, da água e a condutividade elétrica foram medidas com o Condutivímetro da marca MARTE, modelo MB – 11p com o software versão 6.2, todos foram analisados em triplicata.

O pH foi medido com o aparelho da marca STELZNER , modelo pH AGRAR 2000, apresenta os resultados em uma amplitude de 0 a 14, anotou-se e repetiu-se a medição 3 vezes.

O oxigênio dissolvido foi analisado com o aparelho CRISON, modelo OXI45, anotou-se e repetiu-se a medição 3 vezes.

Após o período de trabalho de campo e coleta dos resultados das amostras, foi realizado o tratamento dos dados obtidos, que através de tabelas e gráficos pode se analisar a qualidade da água da represa Billings e o grau de influência da ocupação do solo na região na qualidade da mesma.

Figura 6. Identificação dos 3 pontos amostrais.



Fonte: Google

Figura 7. Fotos referentes ao Ponto 1, localização: 23° 44’ 46.93’’S / 46° 28’ 23.42’’O altitude 769 m



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 8. Fotos referentes ao Ponto 2, localização: 23° 45’ 02.30’’ S / 46° 29’ 45. 95’’ O altitude: 756 m



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 9. Fotos referentes ao Ponto 3, localização: 23° 44’ 48.03’’S / 46° 29’ 50.47’’ O altitude 762 m



Fonte: Arquivo Pessoal

4.1. Análise estatística dos dados

As medidas de tendência central são utilizadas para caracterizar um conjunto de valores, representando-o adequadamente. Neste estudo a média é uma constante nas quantificações de dados.

A média é a soma das observações dividida pelo número delas e pode ser definida pela expressão:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

Para verificar se os valores apresentados em um conjunto de dados estão dispersos ou não e o quão distantes um do outro eles podem estar, utiliza se ferramentas classificadas como medidas de dispersão e denominadas de variância e desvio padrão. Neste estudo foram usados o desvio padrão e o coeficiente de variação.

O desvio padrão é a raiz da média dos quadrados dos desvios em relação a média do conjunto e é uma medida do desvio dos valores individuais em relação ao valor central do conjunto de dados ou a raiz quadrada da variância. Se os valores estão próximos uns dos outros, a soma dos quadrados é pequena e, desta maneira, também o desvio padrão. Por outro lado, se os valores estão bem distantes uns dos outros, a soma dos quadrados é grande. (FERREIRA, 2005).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=n}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

O desvio padrão é uma medida de variabilidade absoluta dos dados. Essas medidas são dependentes de grandeza, escala ou unidade de medida empregada para mensurar os dados. Conjuntos de dados com diferentes unidades de medida não podem ter suas dispersões comparadas pelo desvio padrão. Mesmo para uma única unidade, se os conjuntos possuem medias de diferentes magnitudes, suas variabilidades não podem ser comparadas por essas medidas de dispersão apresentadas. (FERREIRA, 2005).

Uma maneira de se expressar a variabilidade dos dados tirando a influência da ordem de grandeza da variável é através do coeficiente de variação, definido por:

$$CV = \frac{\text{Desvio Padrão}}{\text{Média}} \text{x } 100\%$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação da qualidade da água no reservatório considerou dados de amostragem coletados nos três pontos**.** Nos Gráficos 1 a 6 apresenta se um balanço geral relativo aos resultados das amostragens feitas no conjunto de pontos monitorados, relativos as análises de condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD) e potencial hidrogeniônico (pH).

As análises a campo foram feitas entre dos dias 10 de outubro de 2014 a 16 de março 2015 totalizando 12 visitas à área de estudo. A Tabela 6 resume esses resultados.

Gráfico 1. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 10 e 24 de outubro de 2014.

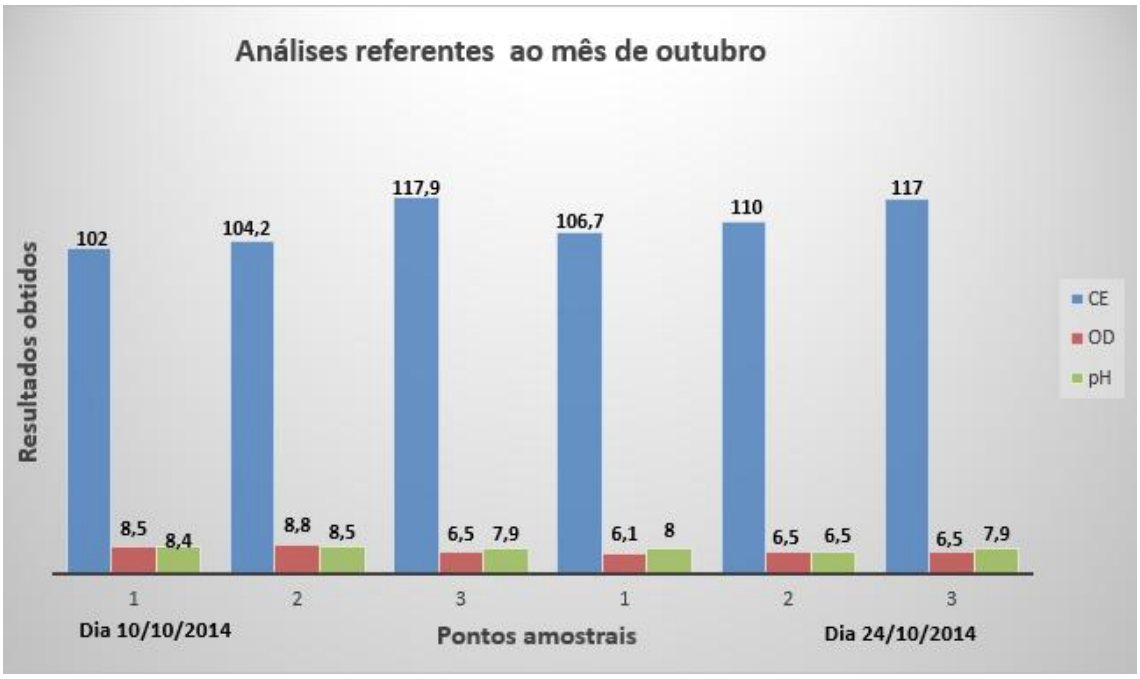


Gráfico 2. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 08 e 22 de novembro de 2014.

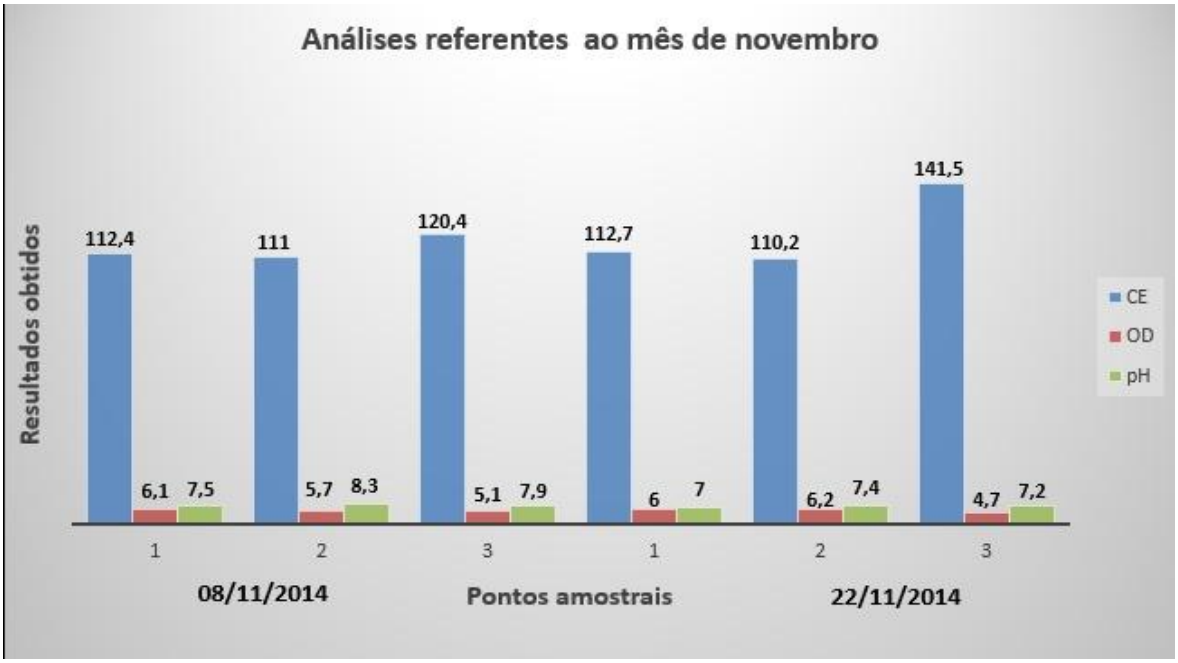


Gráfico 3. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 06 e 20 de dezembro de 2014.

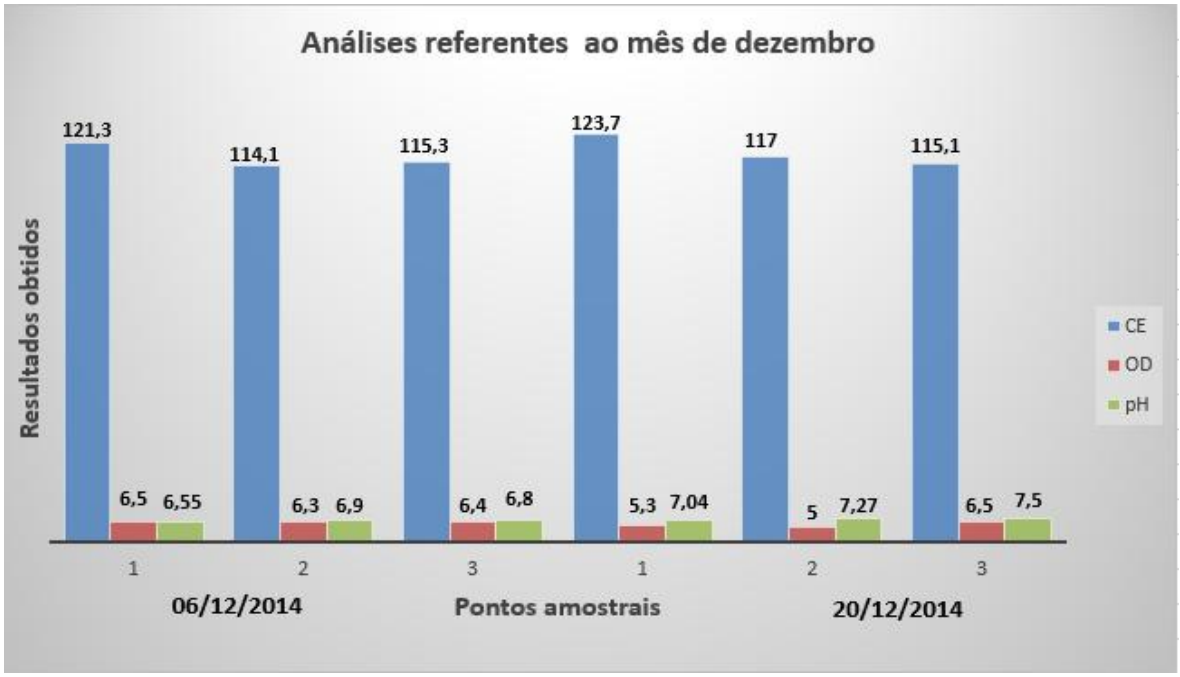


Gráfico 4. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 04 e 18 de janeiro de 2014.

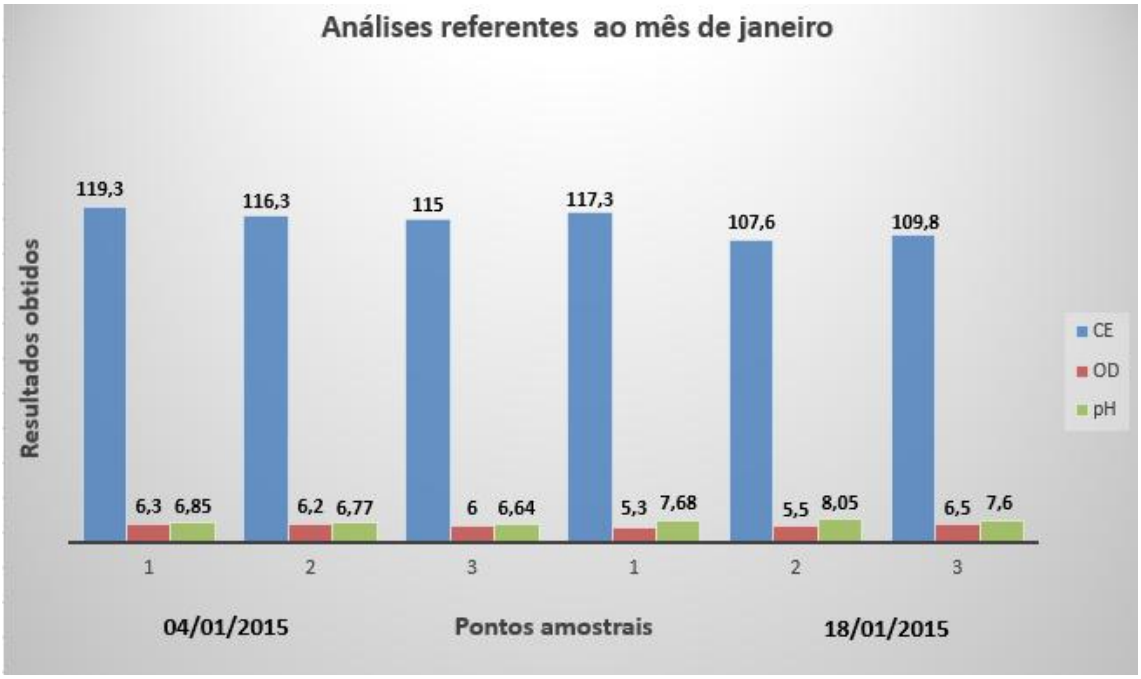


Gráfico 5. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 01 e 16 de fevereiro de 2014.

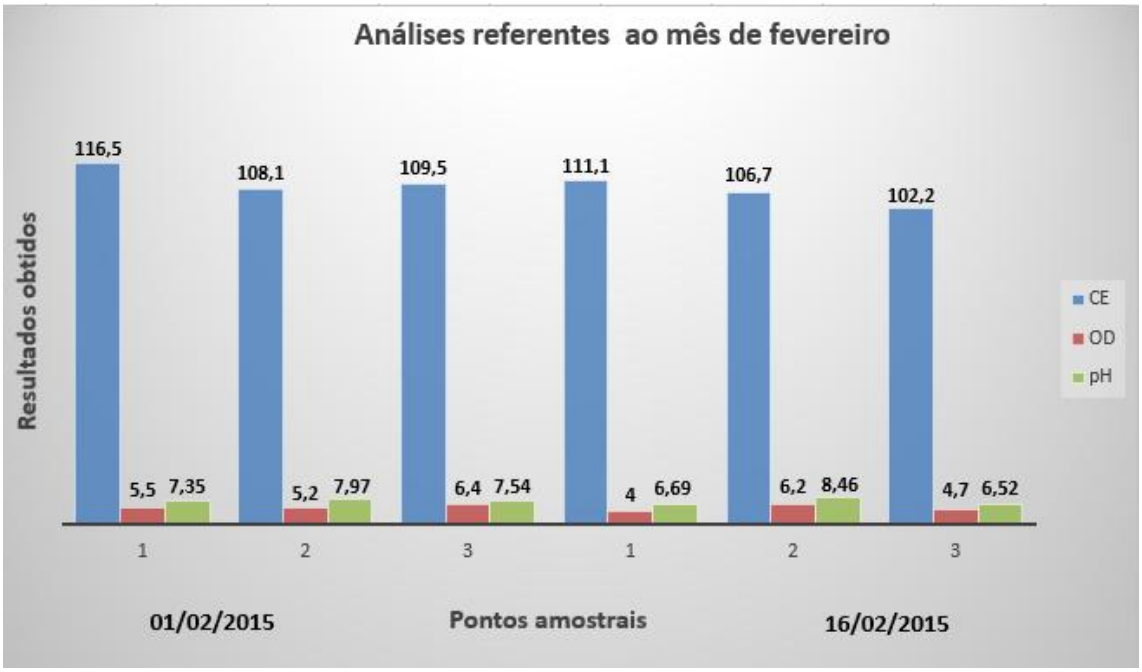


Gráfico 6. Resultados obtidos nos 3 pontos amostrais nos dia 01 e 16 de março de 2014.

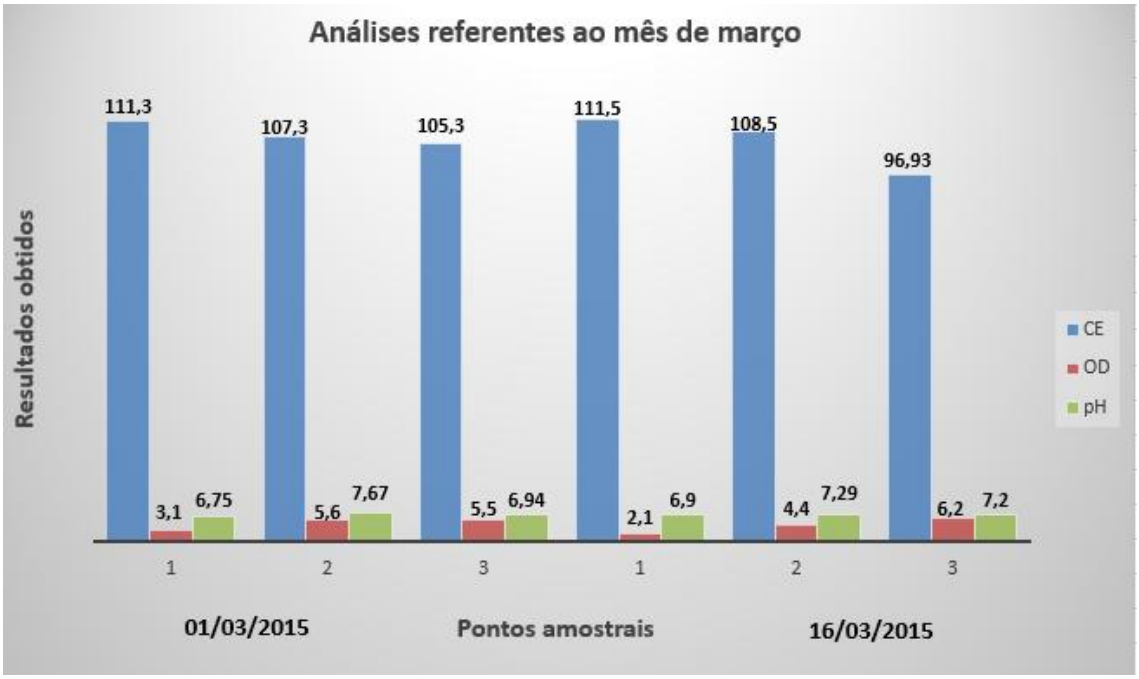


Tabela 5. Dados do nível do Sistema Rio Grande no período de estudo.

Dia	Nível do Sistema	Dia	Nível do Sistema
10/10	74,5	04/01	70,7
24/10	70,9	18/01	70,6
08/11	66,3	01/02	75,1
22/11	63,8	16/02	81
06/12	62,6	01/03	83,1
20/12	66,1	16/03	96,4

Os dados coletados receberam um tratamento estatístico e foram calculados os parâmetros da Estatística Descritiva.

Na Tabela 6 a seguir configura a média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV %), das variáveis obtidas em todos os trabalhos de campo referente ao Ponto 1.

Tabela 6. Estatísticas descritivas para os parâmetros analisados no Ponto 1.

Parâmetro	Média	CV %	DP
Cond. Elétrica (µScm-1)	112,75	5,5	6,2
pH	7,22	7,9	0,57
OD (mg.L-1)	5,4	31,1	1,68
Temp. Àgua ºC	27,43	11,74	3,22

Analisando os dados da tabela do Ponto 1, destaca-se a alta média de condutividade elétrica, o que indica grande quantidade de sais e indiretamente a presença de poluentes. O pH foi caracterizado como levemente básico, muito perto da neutralidade Os demais parâmetros ficaram dentro dos níveis máximos exigidos. Determinando, boa qualidade da água.

Na Tabela 7 configura a média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV %), das variáveis obtidas em todos os trabalhos de campo referente ao Ponto 2.

Tabela 7 . Estatísticas descritivas para os parâmetros analisados no Ponto 2.

Parâmetro	Média	CV %	DP
Cond. Elétrica (µScm-1)	110,08	3,57	3,93
pH	7,55	9,26	0,7
OD (mg.L-1)	5,7	18,21	1,087
Temp. Água ºC	27,05	8,54	2,31

Os dados da tabela do Ponto 2, apresenta alta média de condutividade elétrica, o que indica grande quantidade de sais e indiretamente a presença de poluentes, mesmo a média sendo a menor em comparação aos outros pontos. O pH foi caracterizado como levemente básico, muito perto da neutralidade Os demais parâmetros ficaram dentro dos níveis máximos exigidos. Determinando, boa qualidade da água.

Na Tabela 8 configura a média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV %), das variáveis obtidas em todos os trabalhos de campo referente ao Ponto 3.

Tabela 8. Estatísticas descritivas para os parâmetros analisados no Ponto 3.

Parâmetro	Média	CV %	DP
Cond. Elétrica (µScm-1)	113,82	9,8	11,15
pH	7,30	6,79	0,49
OD (mg.L-1)	5,91	12,18	0,72
Temp. Água (ºC)	26,55	8,17	2,17

Observou-se nos dados da tabela do Ponto 3 a maior média de condutividade elétrica entre os 3 pontos, o que indica alta quantidade de sais e a presença de poluentes. O pH foi caracterizado como levemente básico, muito perto da neutralidade. Os demais parâmetros ficaram dentro dos níveis máximos exigidos. Determinando, boa qualidade da água.

Mesmo se os dados médios estão enquadrados na legislação, deve-se ficar atento aos valores mínimos e máximos, onde estes indicam parâmetros fora da exigência.

O pH ficou acima principalmente nas análises referentes ao mês de outubro, com média de 8,8 na oportunidade.

Os pontos mais críticos são Ponto1 e ponto 3, locais de forte intervenção antrópica, seja pela canalização, pavimentação, retirada da mata ciliar, construção irregular, modificação do curso natural do córrego, favorecendo a concentração de sais e poluentes determinado os maiores valores nos 3 pontos amostrais.

5.1. Discussão

5.1.1. Condutividade Elétrica (CE)

Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 µS/cm, indicam ambientes impactados (CETESB, 2001). Os valores de CE obtidos se mantiveram acima de 100 µS/cm, levando a indicação de um ambiente fortemente impactado, porém houve pequena queda na segunda quinzena de março de 2015, no CE do ponto de amostragem 3.

5.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores de OD, segundo Von Sperling (2007) têm sido utilizados como indicativos da determinação do grau de poluição por despejos orgânicos e autodepuração em corpos hídricos.

De acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA7, os valores de OD, para águas doces de classe I, devem estar acima de 6 mg/L O2; para as de classe II não inferior a 5 mg/L de O2 e as de classe III não inferior a 4 mg/L de O2.

A falta de periodicidade dos dados amostrais é um fator importante a ser considerado na amostragem do OD para efeitos de um bom resultado no monitoramento. Isso porque o OD varia conforme o período do dia (manhã ou tarde) ou se o dia está ensolarado ou chuvoso.

Durante o período de analise o ponto 1 apresentou OD inferior que 5 entre os meses de fevereiro e março de 2015.

Neste caso, se não forem tomadas medidas preventivas visando à qualidade da água da represa ou permanecerem as mesmas condições atuais ocorrerá à redução de oxigênio.

5.1.3. pH

Num ambiente adequado a vida aquática, o pH não deve ser inferior a 6, e nem superior a 9. Segundo Esteves, se esta faixa de valor não for atendida pode afetar a vida aquática e os micro-organismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. Esteves menciona que os baixos valores de pH ocasionam perdas de íons sódio e cloreto nos organismos dos peixes, e que mudanças bruscas de pH são comumente observadas em casos de poluição aquática.

Von Sperling, (2007) ressalta que o pH baixo tem potencial corrosivo em tubulações e peças das redes de abastecimento de água e quando elevado possibilita as incrustações. Ressalta ainda que os valores menores que 6,0 do pH indicam a presença de efluentes industriais, e quando, acima de 9,0, está associado à proliferação de algas. Além de representar implicações em termos de saúde pública podendo causar irritação na pele e olhos, em comprometimento com as etapas de tratamento da água, na corrosão ou incrustação nas tubulações das águas de abastecimento e até afetar a vida aquática. Os valores de pH obtidos se mantiveram entre 6 e 9 nos 3 pontos amostrais.

5.1.4. Observações relevantes aos pontos amostrais

O ponto 1 apresenta alta densidade demográfica em seu entorno, com alto grau de antropização, o que resulta em grandes concentrações de lixo e antropossolos, ou seja, entulho em suas margens. O ponto 1 também tem duas grande saídas de águas pluviais e esgoto.

Figura 10. Fotos referentes ao Ponto 1, localização: 23° 44’ 46.93’’S / 46° 28’ 23.42’’O altitude 769m, mostrando impactos ambientais sobre a região.



Fonte: Arquivo Pessoal

O ponto 2 é o mais próximo da ponte do Rodoanel Mario Covas, no início dessa pesquisa essa área foi desocupada pela prefeitura municipal de São Bernardo do Campo, atualmente suas margens não estão ocupadas. A prefeitura até o momento não iniciou o processo recuperação ambiental, é necessário o reflorestamento e a proteção das nascentes, há uma grande quantidade de espécies não nativas na região, o que acaba acelerando o processo de degradação desse ponto.

A região da Billings é desprovida de equipamentos de recreação e lazer para a população local, durante todo o período de coleta haviam banhistas no ponto 2, porém o uso intenso dessa área para o lazer deixa marcas, como o excesso de lixo deixado pelo seus frequentadores, sendo esse o ponto com mais lixo acumulado em suas margens.

Figura 11. Fotos referentes ao Ponto 2, localização: 23° 45’ 02.30’’ S / 46° 29’ 45. 95’’ O altitude: 756m, mostrando impactos ambientais sobre a região.



Fonte: Arquivo Pessoal

O ponto 3 é caracterizado pela grande ocupação humana em suas margens, com esgoto a céu aberto, o qual provavelmente em sua maioria vai para dentro da represa. É uma área de risco com alta declividade suscetível a escorregamentos e deslizamentos. As proximidades da área é utilizada para esportes náuticos, pois possui a Sede de Campo do Esporte Clube Santo André , além de alguns bares e estabelecimentos, esse ponto é usado por pescadores, que pescam, vendem e consomem os peixes por eles pescados.

Figura 12. Fotos referentes ao Ponto 3, localização: 23° 44’ 48.03’’S / 46° 29’ 50.47’’ O altitude 762.



Fonte: Arquivo Pessoal

6. Conclusão

Levando em consideração os resultados obtidos, o braço Rio Grande em comparação a outros braços do complexo Billings é o que sofre menos com os efeitos das ocupações e ainda tem uma grande área preservada, por isso as análises apresentaram resultados mais próximos dos níveis aceitáveis.

Os resultados mostraram que após tratamento adequado a água pode se tornar potável para consumo humano. Em meio a grave crise hídrica dos últimos anos, o governo do Estado vem realizando levantamentos da possível viabilidade de exploração da água dessa área para abastecer a RMSP.

Podemos concluir então que a poluição do reservatório Billings tem origem na degradação ambiental da bacia do Alto Tietê e na grande ocupação desordenada que ocorre em sua área de captação atingindo a sua capacidade de suporte ambiental em sua área de manancial, prejudicando os diversos usos do reservatório e comprometendo de forma progressiva a utilização da água para o abastecimento público e aproveitamento energético.

A ocupação das áreas mananciais no entorno reservatório deveria seguir de um modelo de reorganização urbana em comum para os municípios que se encontram dentro de áreas de mananciais, buscando ao máximo a preservação e recuperação das nascentes.

A precariedade da fiscalização e a falha no cumprimento da legislação ambiental tem contribuído para o processo de degradação das áreas mananciais do reservatório Billings, acompanhado de políticas públicas descentralizadas que permitem um grande crescimento urbano nas áreas de proteção ambiental. Essa fiscalização deveria ser feita de forma conjunta entre os municípios que estão inseridos dentro da área do reservatório Billings.

7. Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Águas (Brasil). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? / Agência Nacional de Águas.** -- Brasília: SAG, 2011. 64 p. : il. -- (Cadernos de capacitação em recursos hídricos ; v.1)

AGUILAR,C.B.D. **Produção de espaço urbano a partir da implantação do Trecho Sul do Rodoanel, São Bernardo do Campo: Impasses e Perspectivas.** Dissertação Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Presbiteriana Mackenzie,São Paulo, 2009.

ALMEIDA, D. L. **Os passivos ambientais no reservatório Billings e os seus impactos na geração hidroenergética da Usina Henry Borden -** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-graduação em Energia, Santo André : Universidade Federal do ABC, 2010.

BATALHA, B. H. L. **Água potável: o imperativo da atualização.** São Paulo, 1999

Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99 / João Paulo Ribeiro Capobianco, Marussia Whately. -- São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

BRASIL. **CONAMA. Resolução nº 1** de 31 de janeiro de 1994, define vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo**.**

BRASIL. **CONAMA. Resolução nº20** de 18 de junho de 1986 dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.

BRASIL. **Decreto federal n° 24643,** de 10 de julho de 1934**, Código de Águas**.

BRASIL. **Decreto federal nº 750** de 10 de fevereiro de 1993.

BRASIL. **Lei n° 4771** de 15 de setembro de 1965**, Antigo Código Florestal**.

BRASIL. **Lei n° 676** de 19 de Setembro de 1979, **Parcelamento e Uso do solo.**

BRASIL. **Lei n° 9493** de 8 de janeiro de 1997**, política nacional de recursos hídricos.**

BRASIL. **Lei n° 9605** de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

BONOTTO, C. D. de L. **A concretização do direito constitucional à moradia a partir da implementação de políticas públicas de inclusão social**. 2006. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS.

CALIJURI, M. C. (1999). **A comunidade fito planctônica em um reservatório tropical** (Barra Bonita, SP). 211p. Tese (Livre-Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.

CETESB (1989). **Qualidade ambiental.** Série Relatórios. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

CETESB (1990). **Qualidade ambiental.** Série Relatórios. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

CETESB (1992). **Qualidade ambiental.** Série Relatórios. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

CETESB (1996). **Avaliação do Complexo Billings: Comunidades aquáticas, água e sedimento** (out. 92 a out. 93).

EDUARDO. A. A; **Difusão da Importância Ambiental da Represa Billings Para os Educandos do Ensino Fundamental**.São Paulo:Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

Esteves, F. A.; **Fundamentos de Limnologia***,* 2a. Ed., Interciência: Rio de Janeiro, 1988.

FERNANDES, M. **Agenda habitat para municípios**. Rio de Janeiro: IBAM, 2003.

FERREIRA, D. F.. **Estatística Básica.** Lavras: UFLA, 2005.

FREITAS, C. G. L. **Habitação e meio ambiente: abordagem integrada em empreendimentos de interesse social.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2001.

Hidroplan. **Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista** - Síntese, Mar/1997.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais. Brasília: IBAMA, 2006. (Cadernos de Formação. v. 1: Política Nacional do Meio Ambiente).

ISA – Instituto Socioambiental (2002). **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, recuperação e uso sustentável da bacia hidrográfica da Billings como manancial de abastecimento de água para a RMSP.** Seminário Billings.

JONG, J.; ROOY, P. T. J. C.; HOSPER, S. H. (1995). **Living with water: at the crossroads of change.** Water *Science Technology*. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, The Netherlands, no 8, p.393-400.

PHILIPPI JR., A. et al. **Municípios e meio ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil.** São Paulo: ANAMMA, 1999.

PRADO, R. B. (1999). **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no médio rio Pardo – SP (período de 1985 a 1997).** 209 p. Dissertação (Mestrado) - Ciências da

Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.

PROAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **BILLINGS 84 anos: Impactos Ambientais.** São Paulo: PROAM, 2009.

SÃO PAULO. **Lei n°898** de 1 de novembro de1975, dispões sobre o uso do solo para a proteção dos mananciais.

SÃO PAULO. **Lei n° 1172** de 17 de novembro de 1976, delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água.

SÃO PAULO. **Lei n°7663** de 30 de dezembro de1991, estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos bem como ao sistema Integrado de gerenciamento de recursos hídricos.

SÃO PAULO. **Lei n° 9034** de 27 de dezembro de 1994, *Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos.*

SÃO PAULO. **Lei n° 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.

SÃO PAULO. **Decreto estadual n° 10755** de 22 de novembro de 1977, dispõe sobre o enquadramento d São Paulo (Estado) .

Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Educação Ambiental. Billings. - - São Paulo : SMA/CEA, 2010. 150p. (**Cadernos de Educação Ambiental – Edição Especial Mananciais, vol. I)** Vários autores. Disponível para download em www.ambiente.sp.gov.br/cea

http://www.saobernardo.sp.gov.br/

http://www.mananciais.org.br/

Von Sperling, M.; ***Estudos e Metodologia da Qualidade da Água de Rios – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*****,** UFMG: Belo Horizonte, 2007.

Von Sperling, M.; **Introdução à Qualidade das águas e ao Tratamento de Esgotos**. UFMG: Belo Horizonte, 1996.

Von Sperling, M.; **Princípios Básicos de Tratamento de Esgoto.** UFMG: Belo Horizonte, 1996.

Waldmam, Maurício. Tragédia dos Mananciais do Grande ABC. Paper. São Bernardo do Campo (SP): AGDS - Associação Global para o Desenvolvimento Sustentado 2004.

Anexo I. Tabela com dados obtidos durante a pesquisa.

Dia/ Mês		**10/10**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	102,0US/cm^3	104,20US/cm^3	117,9US/cm^3
O_2	8,5 mg/L	8,8 mg/L	6,5 mg/L
pH	8,4	8,5	7,9
T Atmosférica	32°c	32°c	32°c
T Água	25°c	25°c	25°c
Nível do Reservatório	74,5%	74,5%	74,5%
Dia/ Mês		**24/10**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	106,7US/cm^3	110 US/cm^3	117 US/cm^3
O_2	6,1 mg/L	6,5 mg/L	6,5 mg/L
pH	8,0	6,5	7,9
T Atmosférica	27°c	27°c	27°c
T Água	25°c	25°c	25°c
Nível do Reservatório	70,9	70,9	70,9
Dia/ Mês		**8/11**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	112,4US/cm^3	111,0 US/cm^3	120,4 US/cm^3
O_2	6,1 mg/L	5,7mg/L	5,1 mg/L
pH	7,5	8,3	7,9
T Atmosférica	25,1°c	25,1°c	25,1°c
T Água	25°c	25°c	25°c
Nível do Reservatório	66,3	66,3	66,3
Dia/ Mês		**22/11**	

Localização do ponto de retirada de amostra	Ponto 1 (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	Ponto 2 (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	Ponto 3 (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	112,7US/cm^3	110,2 US/cm^3	141,5 US/cm^3
O_2	6,0mg/L	6,2mg/L	4,7 mg/L
pH	7,0	7,4	7,2
T Atmosférica	22,9°c	22,9°c	24,4°c
T Água	25,0°c	25,0°c	25,0°c
Nível do Reservatório	63,8	63,,8	63,8

Dia/ Mês **06/12**

Localização do ponto de retirada de amostra	Ponto 1 (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	Ponto 2 (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	Ponto3 (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	121,3US/cm^3	114,1US/cm^3	115,3 US/cm^3
O_2	6,5 mg/L	6,3mg/L	6,4 mg/L
pH	6,55	6,9	6,8
T Atmosférica	26,6,°c	26,6°c	26,6°c
T Água	24,6°c	25,3°c	24,5°c
Nível do Reservatório	62,6	62,6	62,6

Dia/ Mês **20/12**

Localização do ponto de retirada de amostra	Ponto 1 (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	Ponto 2 (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	Ponto3 (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	123,7US/cm^3	117,0 US/cm^3	115,1 US/cm^3
O_2	5,3mg/L	5,0mg/L	6,5 mg/L
pH	7,04	7,27	7,5
T Atmosférica	33,9°c	33,9°c	33,9°c
T Água	33,0°c	30,8,0°c	29,4°c
Nível do Reservatório	66,1	66,1	66,1

Dia/ Mês **04/01**

Localização do ponto de retirada de amostra	Ponto 1 (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	Ponto 2 (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	Ponto3 (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)

Condutividade	119,3US/cm^3	116,3US/cm^3	115,0 US/cm^3
O_2	6,3 mg/L	6,2mg/L	6,0 mg/L
pH	6,85	6,77	6,64
T Atmosférica	27,3,°c	27,3°c	27,3°c
T Água	33,4,6°c	30,8°c	29,2°c
Nível do Reservatório	70,7	70,7	70,7
Dia/ Mês		**18/01**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	117,3US/cm^3	107,6 US/cm^3	109,8 US/cm^3
O_2	5,3mg/L	5,5mg/L	6,5 mg/L
pH	7,68	8,05	7,6
T Atmosférica	35,5°c	35,5°c	35,5°c
T Água	30,0°c	30,2°c	29,6°c
Nível do Reservatório	70,6	70,6	70,6
Dia/ Mês		**01/02**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	116,5US/cm^3	108,1US/cm^3	109,5 US/cm^3
O_2	5,5 mg/L	5,2mg/L	6,4 mg/L
pH	7,35	7,97	7,54
T Atmosférica	28,5,°c	28,5°c	28,5°c
T Água	29,4,6°c	28,9°c	29,6°c
Nível do Reservatório	75,1	75,1	75,1
Dia/ Mês		**16/02**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	111,1US/cm^3	106,7 US/cm^3	102,2 US/cm^3
O_2	4,0mg/L	6,2,0mg/L	4,7 mg/L
pH	6,69	8,46,27	6,52
T Atmosférica	26,0°c	26,0°c	26,0°c
T Água	27,0°c	27,5,0°c	26,2°c
Nível do Reservatório	81,0	81,0	81,0

Dia/ Mês		**01/03**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	111,3US/cm^3	107,3US/cm^3	105,3 US/cm^3
O_2	3,1 mg/L	5,6mg/L	5,5 mg/L
pH	6,75	7,67	6,94
T Atmosférica	26,3,°c	26,3°c	26,3°c
T Água	25,4°c	25,7°c	25,2°c
Nível do Reservatório	83,1	83,1,	83,1

Dia/ Mês		**15/03**	
Localização do ponto de retirada de amostra	**Ponto 1** (23° 44' 46.93''S / 46° 28' 23.42''O altitude 769m)	**Ponto 2** (23° 45' 02.30''S / 46° 29' 45. 95'' O altitude: 756m)	**Ponto3** (23° 44' 48.03''S / 46° 29' 50.47'' O altitude 762m)
Condutividade	111,5,3US/cm^3	108,5 US/cm^3	96,93 US/cm^3
O_2	2,1mg/L	4,4mg/L	6,2 mg/L
pH	6,9	7,29	7,2
T Atmosférica	27,1°c	27,1,9°c	27,1,9°c
T Água	26,4°c	26,2°c	25,0°c
Nível do Reservatório	96,4	96,4	96,4