

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental

Viviane Pereira Alves

**ALTERNATIVAS PARA REQUALIFICAÇÃO DE ÁREAS DE  
MINERAÇÃO E LAGOS DE CAVA DE MINERAÇÃO DE AREIA  
Estudo de Caso - Lago Guaraciaba (Santo André, SP)**

Dissertação

Santo André  
2016

Viviane Pereira Alves

**ALTERNATIVAS PARA REQUALIFICAÇÃO DE ÁREAS DE  
MINERAÇÃO E LAGOS DE CAVA DE MINERAÇÃO DE AREIA  
Estudo de Caso - Lago Guaraciaba (Santo André, SP)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do ABC, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental. Linha de pesquisa: Sistemas Ambientais.

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roseli Frederigi Benassi  
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Herlander da Mata Fernandes Lima

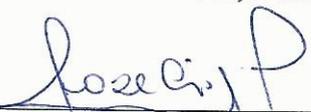
Santo André  
2016

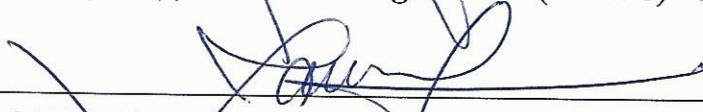


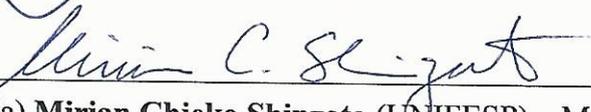
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Fundação Universidade Federal do ABC**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental**  
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP  
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017  
pgcta@ufabc.edu.br

### FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Viviane Pereira Alves, realizada em 21 de outubro de 2016:

  
Prof.(a) Dr.(a) **Roseli Frederigi Benassi** (UFABC) – Presidente

  
Prof.(a) Dr.(a) **Tatiane Araujo de Jesus** (UFABC) – Membro Titular

  
Prof.(a) Dr.(a) **Mirian Chieko Shinzato** (UNIFESP) – Membro Titular

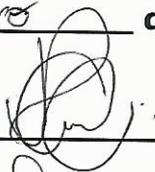
Prof.(a) Dr.(a) **Simone Rodrigues de Freitas** (UFABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Lucia Helena Gomes Coelho** (UFABC) – Membro Suplente

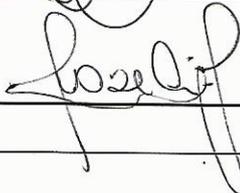
**Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.**

Santo André, 19 de dezembro de 2016.

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_



Assinatura do orientador: \_\_\_\_\_



Dedico este trabalho à minha mãe, Wilma Mazali, por sempre acreditar e à Mayara e Olívia para que nunca deixem de acreditar.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Roseli Frederigi Benassi por todo carinho, dedicação e paciência durante a execução deste trabalho. Uma pessoa incrível que me recebeu de braços abertos e dedicou boa parte do seu tempo à construção dos meus sonhos.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Herlander da Mata Fernandes Lima, com quem também aprendi muito e também dedicou boa parte de seu tempo à construção dos conhecimentos adquiridos, foi quem me impulsionou neste projeto. Tanto à Roseli quanto ao Herlander, jamais esquecerei a confiança depositada, sou profundamente grata.

A todos os professores que fizeram a diferença durante minha formação acadêmica, em especial à Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Simone Rodrigues de Freitas que sempre me motivou, à Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lúcia Helena Coelho, que em momentos difíceis me encorajava. Às professoras Dr<sup>ª</sup>. Mirian Chieko Shinzato e Dr<sup>ª</sup>. Tatiane Araújo por aceitarem participar da banca de defesa.

Aos colegas de mestrado pelos bons e apertados momentos de risadas e de cumplicidade. Às amigas Giovana Moredo, Tatiane Nascimento e Cristiane Claro pela amizade, carinho e apoio.

À UFABC pelo acolhimento e apoio financeiro através de bolsa de estudo.

À minha mãe que me fez acreditar que eu seria capaz de alcançar qualquer sonho, com seu amor e dedicação ultrapassou barreiras e com seu olhar sereno, a vida inteira me mostrou que não há limites quando se tem convicção de que tudo dará certo. Obrigada por acreditar em mim.

À minha irmã Elaine que caminha junto a mim, obrigada pela amizade, cumplicidade e força.

Às minhas filhas Mayara e Olívia, pelo amor, paciência e compreensão.

Especialmente ao meu esposo, Ulisses Damião, pelo companheirismo, amor e carinho, por seu constante incentivo e presença transparente durante a realização deste trabalho, sempre apoiando e torcendo pelo meu sucesso e felicidade.

E ao amado Pai Celestial que norteia e conduz meus caminhos.

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar a seringueira, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade.”

Chico Mendes

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar as condições biofísicas, físico-químicas e socioambientais do parque Ecológico Guaraciaba e lago Guaraciaba (Santo André - SP), formado em área de mineração abandonada. A metodologia utilizada contemplou: (1) revisão bibliográfica, onde foi feito o levantamento dos principais trabalhos sobre o tema e pesquisas que identificam áreas degradadas pela mineração; a formação de lagos nestas áreas; áreas reabilitadas para usos diversos; e a legislação vigente; (2) análise da qualidade da água do lago, através de dados secundários; (3) levantamento de variáveis climáticas - temperatura e umidade relativa, para posterior aplicação do método expedito que permitiu analisar a influência do Parque Ecológico Guaraciaba e o respectivo lago no microclima local; (4) análise de alternativas para áreas degradadas pela mineração; (5) análise da percepção dos moradores da região do parque, através de questionário semiestruturado e biomapa, o que tornou possível observar como os mesmos descrevem a paisagem do parque Guaraciaba, sobretudo do lago Guaraciaba; e (6) propostas de requalificação ao parque ecológico Guaraciaba. Constatou-se que a falta de planejamento, desde o início até o encerramento da atividade mineradora, suscitou diversos conflitos, sobretudo socioambientais. O parque atualmente apresenta situação de abandono e o lago apresenta risco aos frequentadores que o utilizam para banho de forma irregular. Abastecido pela contribuição de aquíferos, precipitação pluviométrica direta e o escoamento superficial, a água do lago não atende os padrões de qualidade estabelecidos na resolução Conama 357/05 para corpos hídricos de classe 1, embora, questione-se o método de coleta das amostras. O lago pode ser considerado um reservatório de água contribuindo com o volume total captado pelo município. O parque possui potencial para oferecer convivência social, prática de esportes e exercícios físicos, espaço para recreação, educação ambiental e cultura aliado a preservação ambiental, além de contribuir para a valorização imobiliária e estimulação do comércio na região circunvizinha, contribui ainda amenizando o desconforto térmico causado pela formação de ilhas de calor. Conclui-se que é necessário investir mais esforços e estratégias de gestão ambiental para otimizar a conservação da área do parque Guaraciaba para a manutenção das áreas verde, bem como do bem-estar da população.

Palavras-Chave: Áreas degradadas, Impactos ambientais da mineração, Lagos de mineração, Parque Ecológico Guaraciaba.

## Abstract

This academic work aims to study the biophysical, physicochemical conditions and socio-environmental responsibility of Guaraciaba ecological park and Guaraciaba lake (Santo Andre - SP) formed in abandoned mining area. The methodology used included (1) literature review that entailed research to identify areas degraded by mining, the formation of lakes in these areas and rehabilitation of areas for various uses and also legislation; (2) analysis of the water quality of lake via secondary data (3); survey of climatic variables (temperature, rainfall and relative humidity) for later application of weather expeditious method to consider the influence of Guaraciaba lake in the local microclimate; (4) analysis of alternatives for use of areas degraded by mining; (5) application of semi-structured questionnaire to various groups of people involved or not with the Guaraciaba Park and biomap where we can observe how the locals describe the landscape of Guaraciaba Park, especially the Guaraciaba lake and (6) requalification proposals to the ecological park Guaraciaba. It was found that the lack of planning from the beginning to the closure of mining activity may raise many conflicts, especially social and environmental. It was found that deficiency of planning from the beginning to the closure of mining activity has raised several conflicts, especially environmental. The park currently has abandonment situation and the lake bring a risk to the users of bath erratically. Fueled by contribution of aquifers, rainfall precipitation direct and surface runoff, the lake water does not meet the quality standards set out in Resolution CONAMA 357/05 water bodies of class I, although ask yourself the Collection Method of Samples. The lake can be considered a water tank contributing to the total volume collected municipality. The park has the potential offer social life, the practice of sports and physical exercises, space recreation, environmental education and culture combined with environmental preservation, in addition to contributing to the real estate appreciation and stimulation of trade in the region of the surrounding region, contributes still easing the thermal discomfort caused by the formation of heat islands. The conclusion is that necessary to invest more efforts and environmental management strategies to optimize the conservation of Guaraciaba Park and maintenance of green areas, as well as the population welfare.

Keywords: Mine lake, Degraded areas, Environmental impacts of mining, Guaraciaba lake, Guaraciaba Ecological Park.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Serra Pelada, na mina de ouro do Pará, Brasil.....	20
Figura 2 - Lago Big Hole, África do Sul e o lago das Águas Claras, Minas Gerais.....	24
Figura 3 - Várzea do Rio Paraíba do Sul, SP. ....	25
Figura 4 - Ilustração de lago meromítico .....	26
Figura 5 - Relação entre a densidade da água e temperatura.....	27
Figura 6 - Lagos de cava de mineração nos EUA. ....	32
Figura 7 - Cava no município de Cordeirópolis (SP) .....	33
Figura 8 - Localização da área de estudo.....	34
Figura 9 - Modelo digital do terreno representando os compartimentos geomorfológicos regionais da área de estudo.....	35
Figura 10 - Lago Guaraciaba e paisagem envolvente.....	36
Figura 11 - Área do Parque Ecológico Guaraciaba e localização do aterro sanitário.....	37
Figura 12 - Zoneamento do município de Santo André.....	38
Figura 13 - Expansão do núcleo habitacional irregular Vista Alegre.....	39
Figura 14 - Parque Ecológico Guaraciaba em uso no final da década de 80, início de 90 ..	42
Figura 15 - Quadras poliesportivas do parque Guaraciaba em situação de abandono .....	44
Figura 16 - Direção do transecto móvel.....	45
Figura 17 - Transecto móvel.....	46
Figura 18 - Localização dos pontos de amostragem realizada pelo SEMASA.....	47
Figura 19 - Trecho utilizado para o cálculo da vazão.....	50
Figura 20 - Medição da profundidade.....	50
Figura 21 - Estimativa da vazão .....	51
Figura 22 - Temperatura e umidade relativa do ar - amostragem dezembro de 2015.....	57
Figura 23 - Temperatura e umidade relativa do ar - amostragem março de 2016.....	58
Figura 24 - Temperatura e umidade relativa do ar - amostragem junho de 2016.....	59
Figura 25 - Precipitação obtida durante 15 dias que antecederam a amostragem dos meses de dezembro/2015 e de março/2016 .....	60
Figura 26 - Oxigênio Dissolvido.....	63
Figura 27 - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	64
Figura 28 - Coliformes termotolerantes .....	65
Figura 29 - pH.....	66
Figura 30 - Fósforo total.....	67

Figura 31 - Nitrogênio amoniacal.....	69
Figura 32 - Manganês.....	70
Figura 33 - Cobre.....	71
Figura 34 - Mercúrio.....	72
Figura 35 - Óleos e graxas.....	73
Figura 36 - Turbidez.....	74
Figura 37 - Vazão da saída do vertedouro do lago Guaraciaba.....	79
Figura 38 - Construção do biomapa.....	81
Figura 39 - Conclusão do biomapa.....	82
Figura 40 - Áreas de lazer do parque Cidade Toronto .....	91
Figura 41 - Cercamento do lago do parque Cidade Toronto.....	92

## LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela 1 - Características físicas do lago Guaraciaba.....	44
Tabela 2 - Parâmetros químicos analisados pelo SEMASA.....	48
Tabela 3 - Classificação dos grupos entrevistados.....	55
Tabela 4 - Eixo temático do questionário.....	56
Tabela 5 - Variações de temperatura e umidade relativa entre o parque e o centro.....	59
Tabela 6 - Bairros do entorno do parque, área ocupada e população estimada.....	80
Tabela 7 - Antigas cavas de mineração reabilitadas no mundo.....	90
Tabela 8 - Parques públicos do município de Santo André.....	93
Quadro 1 - Eixos temáticos e questões elaboradas aos entrevistados. ....	84

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AID	Área de Influência Direta
APP	Áreas de Preservação Permanente
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DGABC	Diário do Grande ABC
DOE	Diário Oficial do Estado
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
MDNR	Minnesota Department of Natural Resources
MDV	Movimento em Defesa da Vida
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCA	Plano de Controle Ambiental
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PRAD	Planos de Recuperação de Áreas Degradada
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RIMA	Relatório do Impacto Ambiental
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SEMASA	Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA .....	17
2.1. Objetivo Geral.....	17
2.2. Objetivos Específicos: questões de pesquisa .....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
3.1. Aspectos gerais da mineração .....	18
3.2 Mineração de areia.....	21
3.3 Impactos socioambientais associados ao abandono de áreas de mineração .....	22
3.3.1 Lagos de cava de mineração .....	23
3.3.2 Classificação: origem e formação dos lagos de cava .....	25
3.3.3 Principais impactos e influência na qualidade da água de lagos de mineração.....	28
3.4 Considerações sobre a legislação brasileira.....	29
3.5 Alternativas para recuperação ambiental de cavas formadas em áreas de mineração .....	31
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1 Área de estudo: Parque Ecológico Guaraciaba e Lago Guaraciaba.....	33
4.1.1 Localização e descrição do meio físico.....	34
4.1.2 Uso e ocupação do solo.....	37
4.1.3 Histórico da área .....	41
4.1.4 O lago Guaraciaba.....	44
4.2 Influência do Parque Ecológico Guaraciaba no microclima.....	44
4.2.1 Aquisição das variáveis climáticas.....	45
4.3 Caracterização da água do lago Guaraciaba .....	46
4.3.1 Aquisição das variáveis limnológicas .....	46
4.4 Alternativa para recuperação da área do Parque Ecológico Guaraciaba e respectivo lago .....	49
4.4.1 Vazão do lago.....	49
4.4.2 Capacidade de abastecimento .....	52
4.5 Percepção dos <i>stakeholders</i> .....	54
4.5.1 Biomapa .....	54
4.5.2 Questionário semiestruturado.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	56
5.1 Influência do Parque Ecológico Guaraciaba e respectivo lago no microclima .....	56

5.1.1 Variáveis climatológicas .....	56
5.2 Caracterização da água do lago Guaraciaba .....	61
5.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD) .....	62
5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....	63
5.2.3 Coliformes Termotolerantes.....	64
5.2.4 pH.....	65
5.2.5 Fósforo Total.....	66
5.2.6 Nitrogênio Total .....	67
5.2.7 Manganês .....	69
5.2.8 Cobre .....	70
5.2.9 Mercúrio.....	71
5.2.10 Óleos e Graxas .....	72
5.2.11 Turbidez .....	73
5.3 Utilizações para a água do lago .....	78
5.3.1 Vazão do lago.....	78
5.3.2 Capacidade de abastecimento .....	79
5.4 Análise da percepção dos <i>stakeholders</i> .....	80
5.4.1 Biomapa .....	80
5.4.2 Questionário semiestruturado.....	82
5.5 Propostas de requalificação para a área do Parque Ecológico Guaraciaba.....	89
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
APÊNDICE .....	110
ANEXOS .....	111

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o Brasil tem registrado uma relação importante entre o aproveitamento dos recursos minerais e o crescimento da economia nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), em 2014, a produção minerária brasileira atingiu R\$ 44 bilhões, o que torna a mineração um dos setores básicos da economia, representando cerca de 9% do Produto Interno Bruto (PIB) e gerando aproximadamente 500 mil empregos diretos (BRASIL, 2006).

Para conceituar e esclarecer o termo “mineração”, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2008) considera que mineração é a ação de mobilizar recursos minerais, sem condições de reposição, e que têm de contar com a ação do homem para a sua descoberta e aproveitamento racional, a fim de prolongar ao máximo a contribuição dos benefícios sociais e econômicos decorrentes de sua utilização.

Do total das minas no Brasil em 2006, 86,1% eram de minerais destinados à cadeia produtiva da indústria de construção civil (amianto, areias, argilas, calcário, gipsita, rochas britadas e ornamentais) (DNPM, 2007).

No Brasil, a areia de construção civil é produzida em todas as unidades da federação. A produção beneficiada de areia evoluiu de 324.955.000 toneladas em 2010, para 368.957.000 toneladas em 2012 (DNPM, 2013), representando um aumento de 8,8% em apenas dois anos. As duas principais fontes de extração de areia são os leitos de rio (extração por dragagem) e as várzeas (extração em cavas). A participação relativa de cada uma destas fontes varia de acordo com a região.

No Estado de São Paulo, a implantação da mineração fez-se acompanhando o processo de desenvolvimento econômico entre os séculos XIX e XX (CABRAL JUNIOR et al., 2008). As características evolutivas socioeconômicas do Estado, aliadas à aptidão de seus terrenos geológicos de vocação, sobretudo, para minerais industriais, determinaram a configuração geográfica e o perfil produtivo da sua indústria mineral (CABRAL JUNIOR et al., 2008).

Atualmente, o Estado de São Paulo se distingue por uma produção voltada predominantemente ao consumo interno, contribuindo no abastecimento de insumos para diversos setores da indústria de transformação, para a agricultura e, de forma vigorosa, para o complexo industrial da construção civil (CABRAL JUNIOR et al., 2008; NOGUEIRA, 2010). Segundo o DNPM (2013), o Estado de São Paulo respondeu em 2012 pela produção de 23,3% do total nacional de extração de areia, seguido por Minas Gerais (11,8%) e Rio de Janeiro (7,35%).

No início dos anos 2000, com o aquecimento da economia chinesa (Efeito China) e dos Estados Unidos da América (EUA), houve uma expansão no mercado mineral, e logo, no aumento dos investimentos em exploração mineral (VALE, 2007).

Muitas vezes, as áreas escolhidas para a implantação de empreendimentos minerários são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem ou dos demais recursos naturais com função ambiental de grande importância (MECHI; SANCHES, 2010). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999), através da NBR 13030, específica para mineração, define área degradada como “área com diversos graus de alteração dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração”.

Essa atividade é responsável pela desconfiguração das áreas onde são executadas, promovendo profundas modificações capazes de alterar o relevo, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a flora e a fauna (ALBUQUERQUE, 2008).

As cavas que são formadas em áreas de mineração apresentam morfometria específica com elevada profundidade e formato cônico (CASTENDYK; EARY, 2009).

Ao cessarem as atividades de exploração do minério, muitas vezes há interferência no lençol freático, o que provoca inundação da área explorada, sendo esta uma das contribuições naturais para o enchimento das cavas (CASTENDYK; EARY, 2009). A precipitação pluviométrica direta e o escoamento superficial são outras formas de enchimento dessas áreas (GAMMONS et al., 2009).

O enchimento das cavas de mineração dá origem a lagos com potencial para usos diversos (GAMMONS et al., 2009). O que determinará a forma como estas áreas poderão ser utilizadas são algumas características, como: topografia, segurança (susceptibilidade a deslizamentos, quedas de rochas, etc.), a hidrologia subsuperficial (interação com águas subterrâneas e superficiais) e a qualidade da água (GAMMONS et al., 2009).

A formação de novos ambientes e o enchimento de cavas com água permitem a criação de ecossistemas com beleza cênica e ainda podem servir para diversos usos, como recreação, prática de esportes, pesca, *habitat* de animais e abastecimento público de água, para o caso de lagos situados próximos a áreas urbanas (VON SPERLING, 2004).

O planejamento do uso futuro de uma área pós-minerada deve ser estabelecido de acordo com as potencialidades e limitações naturais da região, englobando os interesses difusos da população local, do governo e de empresas (ALBUQUERQUE, 2008). Diante destes fatos, é possível encontrar na literatura modelos a serem seguidos, destacando-se os casos da Inglaterra (Rother Valley Country) e EUA (OHV Park, Fairfax Country e Water Mine Family

Swimmin'Hole) (GONÇALVES, 2013). De acordo com Gammons et al. (2009), dependendo da qualidade da água, é possível modificar ou melhorar *habitats* aquáticos para peixes e animais selvagens.

A falta de ações de planejamento por parte do poder público e a carência de informação têm gerado conflitos sobre as formas de uso do solo após o encerramento da atividade mineradora (MECHI; SANCHES, 2010). É importante salientar que as boas práticas atuais, assim como a legislação, exigem que o plano de encerramento de atividade seja apresentado quando for solicitada a licença de operação (LO), no momento do licenciamento ambiental (LEINFELDER et al. 2015).

Como consequência das atividades mineradoras, sobretudo mineração de areia, são observados diversos efeitos negativos, como: fontes pontuais de contaminação, geração de resíduos, desmatamento, alteração na vegetação, alteração da superfície topográfica e da paisagem; perda ou destruição de solos superficiais férteis; instabilização de taludes/encostas e terrenos em geral; alteração de corpos hídricos e de níveis freáticos e exposição de áreas aos fenômenos de variação na morfologia do terreno, cavidades subterrâneas, contaminação química (KOPEZINSKI, 2000; MECHEI; SANCHES, 2010).

Uma das principais lacunas constatadas consiste no fato de, apesar da literatura técnica direcionar atenção aos complexos efeitos ambientais da exploração minerária, há pouca informação sobre as questões sanitárias e ambientais de lagos criados em decorrência da atividade de mineração (VON SPERLING, 2004; SANCHES, 2011).

O presente trabalho pretendeu analisar as alternativas de uso para áreas de cavas de mineração, após o encerramento da exploração de areia, e propor soluções ambiental e socialmente aceitáveis para o Parque Guaraciaba, localizado no município de Santo André - SP, cuja área acolheu a atividade mineradora de extração de areia que deu origem a um profundo lago.

## **2. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA**

### **2.1. Objetivo Geral**

O trabalho visou estudar uma área degradada pela mineração de areia, analisando as condições biofísicas e físico-químicas do Parque Ecológico Guaraciaba e do respectivo lago no

município de Santo André - SP, formado em área de mineração abandonada, bem como analisar o enquadramento do parque, de forma a se tornar uma área útil para os moradores da região, propondo alternativa sustentável de reabilitação para usos futuros.

## **2.2. Objetivos Específicos: questões de pesquisa**

Para satisfazer o objetivo geral, foram definidos sequencialmente os objetivos específicos, baseados nas seguintes questões de pesquisa a serem respondidas:

- 1- Quais são os principais impactos socioambientais associados ao abandono de áreas de mineração de areia?
- 2- Como se enquadra a água do lago Guaraciaba na legislação vigente?
- 3- Qual a influência do parque ecológico Guaraciaba e seu respectivo lago para o microclima local?
- 4- Quais as alternativas para recuperação ambiental de áreas de cava de mineração de areia?
- 5- Qual é a percepção dos *stakeholders* (i.e. partes interessadas: técnicos, comerciantes e população local) quanto às alternativas de recuperação para o Parque Ecológico Guaraciaba?
- 6- Como promover a requalificação da área?

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica permitiu sistematizar os impactos ambientais do abandono de áreas de mineração de areia e das cavas formadas nestes ambientes, os riscos associados, a legislação, além de possíveis alternativas de uso tanto para as áreas quanto para os lagos artificiais formados nessas áreas.

### **3.1. Aspectos gerais da mineração**

De acordo com o DNPM, a indústria extrativista mineral mundial tem apresentado grande dinamismo, tanto em produção quanto economicamente. No Brasil, esta indústria é

bastante diversificada, explora pelo menos 55 minerais, cada qual com sua dinâmica econômica e de exploração. No contexto do desenvolvimento urbano e industrial, o processo de concentração demográfica acentuou o consumo por substâncias minerais, amplamente usadas na produção de equipamentos e obras de infraestrutura, bases do estilo de vida da sociedade moderna (NOGUEIRA, 2010).

Neste cenário, de acordo com Medina (2007), a mineração se constitui numa atividade industrial importante e necessária, embora inerentemente modificadora do meio ambiente e normalmente associada às questões sociais envolvendo conflitos pelo uso do solo e geração de áreas degradadas (NOGUEIRA, 2010).

O número de áreas degradadas pelas atividades mineradoras compõe um cenário de preocupação em termos de sustentabilidade, uma vez que empresas multinacionais oriundas de países emergentes incrementam fluxo de capital nos países do hemisfério sul, ação esta que reflete no potencial de crescimento da atividade em países como o Brasil (VALE, 2007).

Na segunda metade da década de 60, o Estado do Pará foi alvo de grande exploração mineral internacional. Duas empresas norte-americanas iniciaram os programas de prospecção mineral, a *Union Caribe*, localizada em Marabá, responsável pela extração do manganês e a *United State Stell Corporation*, que explorava as jazidas de ferro de Carajás (SANTOS, 2002; CORREA; CARMO, 2010). Em 1980, foi descoberto um expressivo depósito de ouro entre as duas jazidas citadas acima (SANTOS, 2002). A exploração desordenada causou grande desmatamento na área e, em razão da falta de cobertura vegetal, a área recebeu popularmente o nome de Serra Pelada (MATHIS, 1995).

A região sofreu com diversos impactos socioambientais, a migração foi um deles. O garimpo em Serra Pelada chegou a contar com 60 mil homens em atividade em uma cava de 200 metros de diâmetro e 80 metros de profundidade (Figura 1) (SANTOS, 2002). Este processo ocasionou ocupações irregulares, violência, falta de saneamento, de educação, de comunicação (CORREA; CARMO, 2010). Em termos ambientais, além da retirada de vegetação e a desconfiguração do relevo, o extrativismo em Serra Pelada foi responsável pelo lançamento de grandes quantidades de cargas de mercúrio no solo e em corpos hídricos da região. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o mercúrio está entre os dez produtos químicos mais prejudiciais à saúde pública, apresenta efeitos adversos tanto aos seres humanos quanto ao meio ambiente, por se dispersar e permanecer em ecossistemas por gerações. Exposição a níveis elevados de mercúrio pode afetar o cérebro, o coração, os rins, os pulmões e o sistema imune dos seres humanos (HOMRICH; FERNANDES; VIEIRA, 2014).

**Figura 1 - Serra Pelada, na mina de ouro do Pará, Brasil**



Fonte: Salgado, 1986

Em 1989, o Brasil importou 337 toneladas de mercúrio. Somente o garimpo de Serra Pelada foi responsável pelo lançamento de 168 toneladas do produto ao meio ambiente (LACERDA, 1996).

Ainda em relação aos impactos das atividades mineradoras, em novembro de 2015 ocorreu o maior acidente ambiental da história do Brasil (BRASIL, 2015), o rompimento em uma das barragens da mineradora Samarco, no município de Mariana, em Minas Gerais. A barragem que se rompeu é a barragem do Fundão, que pertence ao complexo minerário do Germano. Estavam contidos nela cerca de 50 Mm<sup>3</sup> de rejeitos de mineração de ferro (BRASIL, 2015). Aproximadamente 34 Mm<sup>3</sup> desse rejeito foram lançados no meio ambiente, em forma de uma grande onda de lama que impactou 663,2 km de corpos hídricos até alcançar o oceano Atlântico, no município de Linhares, em 21 de novembro de 2015 (BRASIL, 2015). O rompimento da barragem do Fundão apresentou diversos impactos socioambientais que afetaram o equilíbrio da bacia do rio Doce, das bacias a jusante, de mangues e de parte da costa litorânea do Espírito Santo, com a destruição direta de ecossistemas, prejuízos à fauna e à flora, às áreas de preservação permanente (APP), além de prejuízo à agricultura e à pesca, remanejamento de moradores dos núcleos habitacionais e mortes por onde a lama passou (BRASIL, 2015).

O acidente ocorrido em Mariana foi considerado o de maiores proporções envolvendo mineração no Brasil, mas não o único. Com frequência, lagoas de decantação são rompidas em todo o mundo. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a média mundial de ruptura é de duas ocorrências por ano. Para tratar da problemática no Brasil, o IBRAM desenvolveu em 2009 o programa especial de segurança em barragens de rejeitos, onde apresenta diretrizes para a gestão destas áreas, além de apresentar casos de rompimento, suas principais causas e o impacto causado.

Na tentativa de controlar e identificar os sistemas de barragens, o DNPM, através da Lei 12.334 de 2010, criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração onde, através do levantamento realizado em 2014, identificou que o Brasil apresenta 16 barragens de mineração inseguras, ou seja, estão enquadrados na categoria de alto risco apresentando dano potencial associado de médio a alto, que como consequência traz perda de vidas humanas, degradação ambiental e prejuízos econômico elevados.

As intervenções humanas no meio físico provocam diversos passivos ambientais, por este motivo, o adequado planejamento para a exploração e fechamento das áreas de mineração pode proteger todas as partes envolvidas (governos, fornecedores, comunidades locais e gerações futuras) dos impactos socioeconômicos e ambientais ocasionados pela atividade, assim como reduzir o passivo ambiental, recuperar ambientes degradados e resultar em um balanço positivo para a região onde está inserido (SANCHES, 2011).

### **3.2 Mineração de areia**

A mineração de areia ocorre em locais onde houve a deposição de material sedimentar erodido ao longo das eras geológicas. Normalmente, esses locais estão próximos ao fundo de vales e aos rios, coincidindo, muitas vezes, com as matas ciliares, consideradas áreas de preservação permanente (APP) (ANNIBELLI, 2007).

Nas minas de areia, a extração consiste no decapeamento do solo, seguido por lavra de desmonte hidráulico, da qual os rejeitos são depositados em bacias de decantação (PADMALAL; MAYA 2014).

O setor produtor de areia para a construção civil é caracterizado por possuir um processo de planejamento de lavra e beneficiamento simplificado, tal fato acarreta, quase sempre, em danos ambientais muitas vezes irreversíveis (RUFINO; FARIAS, 2007).

Entre as diversas etapas de produção de areia, a do beneficiamento é provavelmente a mais importante. O beneficiamento do material arenoso visa a retirada de impurezas e de frações sem utilização econômica e a classificação das areias em várias faixas granulométricas adequadas às suas diversas aplicações industriais; representa em síntese, um processo de seleção granulométrica e mineralógica (FERREIRA; DAITIX, 2003; SANTOS et al. 2015).

Numa visão geral, qualquer corpo arenoso pode ser transformado em areia, cujas características estarão implicitamente ligadas às do próprio depósito original, mas o que determinará o seu aproveitamento será fundamentalmente a economicidade dos produtos a serem obtidos (FERREIRA; DAITIX, 2003; SANTOS et al, 2015).

No Estado de São Paulo, a mineração é constituída por empresas de pequeno e médio porte, dirigidas principalmente à produção de agregados (areia e brita) e argilas, presentes na grande maioria dos seus 645 municípios (NOGUEIRA, 2010). A exploração comercial das areias das margens de alguns rios (material aluvionar), como o Pinheiros e o Tietê, na cidade de São Paulo, veio da necessidade de atender ao aumento da demanda por materiais da construção civil. Esta necessidade teria surgido do enorme progresso econômico, gerado no Estado de São Paulo pela cafeicultura nos primórdios do século XX, quando a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) passou por uma grande expansão urbana (SUGUIO et al, 2010).

### **3.3 Impactos socioambientais associados ao abandono de áreas de mineração**

As explorações de jazidas minerais provocam intervenções na superfície, capazes de romper o equilíbrio de biomas e ecossistemas, assim como modificar as relações socioespaciais de localidades e, às vezes de regiões, podendo-se inferir que seu impacto tem capacidade de atingir grandes proporções (VIEIRA, 2011; LEINFELDER, 2015). Alguns dos impactos gerados por essa atividade consistem na elevação do nível freático na região das cavas e no comprometimento da qualidade da água, associada a riscos de contaminação por óleo combustível das máquinas de escavação, por resíduos industriais ou ainda por apresentarem condições ácidas (TUBBS et al., 2011).

A extração de materiais aluvionares em rios, por exemplo, vem sendo fortemente condenada por diversos setores da sociedade em função dos desequilíbrios que esta atividade pode causar na dinâmica fluvial (OLIVEIRA; MELLO, 2007). O efeito imediato e direto desta ação é a redefinição dos limites do canal, seja pela retirada ou adição de materiais, que por sua vez podem promover mudanças no padrão de fluxo e de transporte de sedimentos, pois os leitos ativos de rios são dinâmicos e respondem rapidamente aos estímulos externos (OLIVEIRA; MELLO, 2007).

Além da degradação ocasionada pela extração da areia, outro impacto significativo é que durante o beneficiamento deste material, há a separação da fração siltico-argilosa indesejável para este processo. Esta fração é descartada em lagoas de decantação por não possuírem aproveitamento econômico e representam um dos principais problemas ambientais em minerações de areia (GONZALO, 2015).

Em fevereiro de 2016, o rompimento na lagoa de decantação Meia Lua 1 em Jacareí - SP, promoveu alteração na turbidez da água do Rio Paraíba, sendo responsável pela paralização

no abastecimento de água de muitas cidades do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo (VERDÉLIO, 2016). Em águas naturais, a presença da turbidez provoca a redução da intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água, influenciando decisivamente nas características do ecossistema. Quando sedimentadas, estas partículas formam bancos de lodo, onde a digestão anaeróbia leva à formação de gases metano e carbônico, principalmente, além de nitrogênio gasoso e do gás sulfídrico (MARQUES; CONTRIM; PIRES, 2007).

Após o encerramento ou abandono da atividade mineradora, é comum observar a degradação ambiental e alteração na paisagem causada pelas extrações (REIS, 2006; VIEIRA, 2011). Dentre as muitas alterações no meio, uma das mais comuns em área de mineração é a formação de lagos artificiais (GAMMONS et al., 2009).

### **3.3.1 Lagos de cava de mineração**

A formação de lagos de mineração é um fenômeno relativamente novo em escala mundial, visto que resulta essencialmente da exploração de minas de grande porte, cujo início de exploração ocorreu após o término da Segunda Guerra Mundial (VON SPERLING, 2004).

A maioria das cavas de mineração abertas em várzeas para extração de areia ou argila resultam em lagos que, apesar de destinados ao uso de piscicultura ou pesque-pague na maioria dos planos de recuperação, acabam com frequência abandonados e em processo de eutrofização (MECHI; SANCHES, 2010). Geralmente, essas situações se repetem ao longo da mesma várzea, criando um adensamento de lagoas e alterando significativamente o ambiente original, em razão dos impactos cumulativos (MECHI; SANCHES, 2010).

De acordo com Domingues et al. (2006), se para os lagos formados nas cavas for implementado um sistema adequado de drenagem e de reabilitação, estas áreas poderão tornar-se ativos muito interessantes, aos quais poderão ser ofertados muitos usos como: criação de lagoas e ambientes aquáticos, abastecimentos industrial, agrícola ou doméstico, uso turístico, esportivo e de lazer, dentre outros.

Os lagos de mineração abrigam ou abrigarão grande volume de água e, caso esta água seja de boa qualidade, será de grande importância, principalmente para regiões com escassez de água (CASTRO; MOORE, 2000).

O continente africano abriga a maior cava de mina explorada pelo homem até hoje. Situada em Kimberley, considerada a capital da indústria de diamantes do mundo, a escavação teve início em 1871, formando uma cava de 1100 m de profundidade, conhecida como o 'Big Hole' (Figura 2a) (SOUTHAFRICA, 2015).

Em Minas Gerais, no município de Nova Lima, Região Metropolitana de Belo Horizonte, está situada a mina de Águas Claras. A exploração de minério de ferro nesta área teve início em 1973 e as atividades foram encerradas em 2001, com a exaustão dos recursos. Em seguida, foi iniciado o processo de enchimento da cava com águas subterrâneas, superficial (Ribeirão do Prata), e por precipitação pluviométrica direta, constituindo, então, o lago de mineração, de acordo com a Figura 2b. Em estudo realizado por Von Sperling em 2004, o prognóstico favorável com relação à qualidade da água deste lago indicava diversos usos à área como: recreação (natação, pesca e vela), harmonia paisagística e abastecimento de água para as comunidades circunvizinhas. Segundo Sena (2013) a área do lago mantém-se sem implantações de benfeitorias.

**Figura 2 - A maior cava de mineração do mundo, o Lago Big Hole, África do Sul (a) e O lago das Águas Claras, Minas Gerais (b), no Brasil.**



Fonte: (a) South África, 2015; (b) Von Sperling, 2004

No Estado de São Paulo, algumas regiões apresentam alterações ambientais significativas com a crescente formação de lagos artificiais (REIS, 2006) e formação de pólos produtores regionais, com o adensamento de áreas impactadas pela extração mineral de areia, tais como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o cinturão Sorocaba-Itu-Campinas, o Vale do Paraíba, o Vale do Ribeira e municípios adjacentes de Itapeva, Apiaí e Capão Bonito (MERCHI; SANCHES, 2010). A Figura 3 apresenta a ação da mineração na várzea do Rio Paraíba do Sul.

**Figura 3 - Várzea do Rio Paraíba do Sul, SP.**



**Fonte: Mechi; Sanches, 2010**

As cavas formadas em áreas de mineração normalmente são abandonadas, sendo invadidas pelas águas superficiais ou subterrâneas e originando lagos sem qualquer função urbana e sujeitos à degradação ambiental acelerada, em razão de possíveis lançamentos de resíduos domésticos e industriais (BITAR, 1997). De acordo com a CETESB (2002), tais áreas representam sérios riscos à saúde da população, por facilitar a proliferação de vetores de doenças e provocar frequentes casos de morte por afogamento.

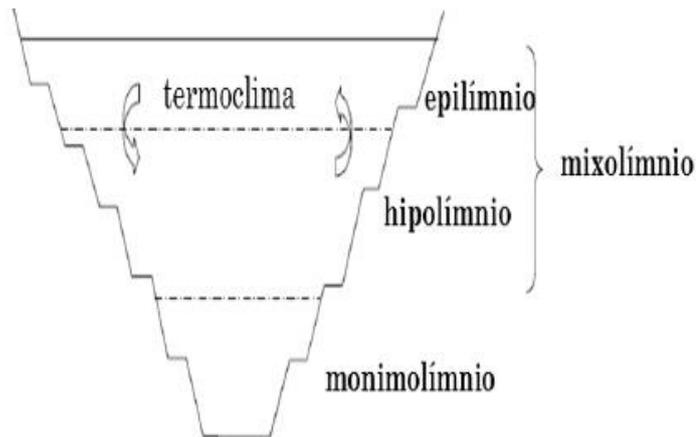
### **3.3.2 Classificação: origem e formação dos lagos de cava**

Os lagos de mineração são formados a partir da extração do minério das camadas sedimentares superficiais de uma região (MARQUES, 2010), o que faz com que a área explorada passe a ter formato cônico e elevadas profundidades (READ; STACEY, 2010). Muitas vezes a extração do minério provoca interferência no sistema hidrológico natural da mina, fazendo com que a superfície freática do aquífero aflore, preenchendo as cavas resultantes das atividades mineradoras (GAMMONS et al., 2009). Além da água subterrânea, outros processos de enchimento para estes lagos são através de água superficial e da precipitação pluviométrica direta (VILLAIN et al., 2011).

As características morfológicas (elevada profundidade e pequena área) de lagos de mineração não favorecem a circulação vertical completa da coluna d'água, propiciando, desta forma, o estabelecimento de condição meromítica - circulação parcial (VON SPERLING, 2004). Em lagos meromíticos (Figura 4), a circulação não ocorre em toda a coluna d'água,

dividindo o lago em duas partes: a parte superior denominada mixolímnia, onde há circulação; e a parte inferior denominada monimolímnia, constantemente sem circulação, em razão da grande concentração de substâncias orgânicas dissolvidas e sais (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

**Figura 4 - Ilustração de lago meromítico**

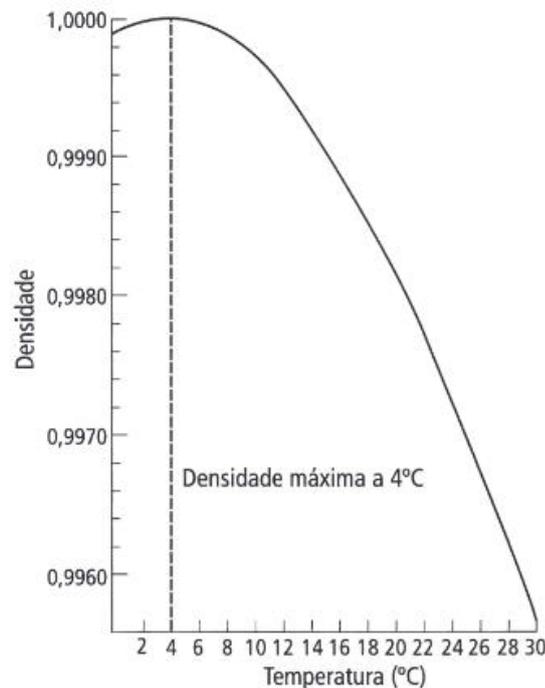


**Fonte: Adaptado de Gammons et al.,2009**

Em muitos lagos esta característica faz com que a densidade se torne o principal fator de estratificação (TUNDISI; TUNDISI, 2008), muitas vezes influenciando sobre a qualidade da água, pois as atividades biológicas e químicas são limitadas (GAMMONS et al., 2009). Segundo Esteves (2011), os principais fatores capazes de influenciar a densidade da água são:

- Salinidade: promove o aumento da densidade com o aumento da concentração de sais;
- Temperatura: a densidade da água não aumenta progressivamente com o abaixamento da temperatura, alcança seu valor máximo a aproximadamente 4 °C. Abaixo desta temperatura, sofre uma queda lenta para em seguida cair bruscamente, conforme apresenta a Figura 5;
- Pressão: este fator tem efeito indireto sobre a densidade da água, uma vez que para cada 10 atm de pressão ocorre o abaixamento de 0,1 °C. Este fato ganha relevância em lagos com profundidade acima de 1000 m.

**Figura 5 - Relação entre a densidade da água e temperatura**



**Fonte: Tundisi; Tundisi, 2008**

Hidrologicamente, os lagos de mineração podem ser classificados de duas formas: lago com condição de fluxo e lagos terminais (GAMMONS et al., 2009). O lago com condição de fluxo é aquele em que a água superficial, com ou sem a subterrânea, flui para dentro e para fora do lago. Normalmente, esses lagos são encontrados em regiões onde a precipitação pluviométrica é maior que a evaporação (GAMMONS et al., 2009). O lago com condição terminal é obtido quando a água subterrânea preenche o lago e só é retirada pela evaporação.

Em termos da qualidade da água de acordo com Zhao et al. (2009), os lagos de mineração podem ser divididos em quatro tipos:

- Lagos ácidos: possuem baixo pH, alta toxicidade e maior concentração de metais; normalmente são oriundos da extração de minerais sulfetados (ZHAO et al., 2009).
- Lagos salinos: encontram-se em regiões áridas, onde a evaporação é maior que a precipitação e a contribuição superficial é inexistente (e.g., lago Collinsville – Austrália), o que eleva a salinidade do meio e pode afetar o lençol freático (ZHAO et al., 2009).
- Lagos neutros: normalmente possuem boa qualidade de água, apesar de apresentarem alguns contaminantes, como o zinco, o cobre, o arsênio e/ou o urânio. O lago neutro pode ser utilizado para alguns fins e, caso a água seja utilizada para algo específico, é

necessário o tratamento da mesma, como exemplos têm-se os lagos australiano Mary Kathleen, Thalanga, Ranger e Wedge (ZHAO et al., 2009).

- Lago com ótima qualidade: é proveniente da extração de materiais inertes, e com pouca interferência do processo de exploração da mina e das características geológicas da área explorada (ZHAO et al., 2009).

Gammons et al. (2009) ressalta que as águas das cavas possuem características físicas, químicas e ecológicas que se alteram conforme a atividade minerária.

### **3.3.3 Principais impactos e influência na qualidade da água de lagos de mineração**

Os principais estágios da atividade de mineração (exploração, desenvolvimento, extração, concentração do minério, processamento e refinamento e desativação após o fechamento da mina) promovem diversos impactos ao meio (MCCULLOUGH, 2008), além dos impactos gerados em razão das alterações no solo, deve-se evidenciar as alterações na dinâmica dos corpos d'água, bem como de sua qualidade. Tais alterações estão relacionadas com os métodos de lavra, o aporte de águas (superficiais e subterrâneas) e o tratamento destas (DOMINGUES et al., 2006). Embora os impactos ambientais mais críticos e abrangentes estejam associados a extração de metais, deve-se considerar que a mineração possui grande diversidade de impactos regidos pela demanda de cada região (BRASIL, 2001).

Entre os aspectos mais conhecidos encontra-se a drenagem ácida de mina (DAM), que pode afetar de forma importante a qualidade das águas (DOMINGUES et al., 2006). A DAM inicia quando rochas contendo minerais sulfetados são retiradas do interior da terra pelas atividades de mineração e, quando dispostas na superfície terrestre, oxidam-se por reação com água e oxigênio atmosféricos (MELLO et al., 2014). No momento da retirada do minério, grande quantidade de rocha fica exposta às condições atmosféricas, potencializando a drenagem ácida e o risco de contaminação ambiental (MELLO et al., 2014). A acidificação das águas que preenchem as cavas de mineração de areia também apresenta preocupação, pois as lagoas de extração de areia formam ambientes peculiares, devido à sua acidificação, originando uma composição atípica da água, comparada com outros corpos d'água naturais, se assemelhando a lagoas de minas sulfetadas (TUBBS et al., 2011). A exposição dos sedimentos, durante o processo de mineração de areia, na presença de água, oxida minerais de sulfeto, reduzindo o pH e disponibilizando contaminantes tóxicos à biota aquática (MCCULLOUGH; LUND, 2006; TUBBS, 2011).

Outra alteração nos corpos hídricos decorrente das atividades mineradoras, sobretudo de areia, é a turbidez. Os rios e reservatórios a jusante da área de exploração podem ser prejudicados em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração como: óleos, graxa e metais pesados (MECHI; SANCHES, 2010).

### **3.4 Considerações sobre a legislação brasileira**

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal 6.938 de 1981, foi o primeiro dispositivo legal brasileiro que visou minimizar os impactos negativos causados por mineração, tendo como um dos seus princípios (inciso VIII do art. 2º) a recuperação de áreas degradadas, que objetiva (inciso I do art. 4º), dentre outros, a compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Alguns anos após a instituição da PNMA, foi instituída a Constituição Federal (BRASIL, 1988), onde é garantido que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”. Em se tratando de mineração, no parágrafo 2º do artigo 225 da Constituição Federal, é previsto que a exploração de recursos minerais gera, por parte do explorador, a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da Lei. Como ferramenta da PNMA, em 1983, através do Decreto Federal n. 88.351, é instituído o Licenciamento Ambiental, que define os passos normativos para implantação de um empreendimento.

De acordo com o art. 2º, I, da Lei Complementar 140/11, denomina-se licenciamento ambiental “o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.

Em 1989 foi formalizada a obrigatoriedade da adoção de Planos de Recuperação de Áreas Degradada (PRAD), através do Decreto n° 97.632/89. O primeiro artigo deste decreto é voltado para os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais e determina que estes empreendimentos deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, o plano de recuperação de área degradada. De acordo com Leinfelder (2015), a recuperação de áreas degradadas deve ser pensada como uma fase da mineração e não uma fase incorporada ao longo do processo.

Como instrumento previsto na Política Nacional de Meio Ambiente, a prevenção e a mitigação dos impactos da mineração sobre o meio ambiente no Estado de São Paulo vêm se fazendo por meio do licenciamento ambiental, com base no planejamento do empreendimento, através do Relatório de Controle Ambiental (RCA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório Ambiental Preliminar (RAP), Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (Rima), a serem apresentados conforme os critérios estabelecidos na Resolução nº. 51, de 12 de dezembro de 2006, da Secretaria do Meio Ambiente.

A Resolução nº. 51/2006, que disciplina o licenciamento ambiental das atividades minerárias no Estado de São Paulo, discorre sobre os princípios constitucionais, que determinam competência privativa da União para legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia (Artigo 22, Inciso XII) e atribui competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (Artigo 23, Inciso VI). Considera ainda o princípio constitucional explícito no Artigo 225, Parágrafo 2º da Constituição Federal que obriga aquele que explorar recursos minerais a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

No município de Santo André, a legislação que dispõe sobre a Política Municipal de Gestão e Saneamento Ambiental é a Lei 7.733/98, o Artigo nº 57 desta lei define quais são as áreas de interesse ambiental e o artigo nº 58 informa que é de competências do Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) e da Prefeitura Municipal de Santo André (PSA) examinar e propor o uso mais adequado para as áreas de interesse ambiental, da preservação de áreas críticas e a implantação de áreas de recreação. O município ainda conta com a Lei Orgânica Municipal e o Plano Diretor Municipal Lei 8.696/2004 e suas atualizações na Lei nº 9.394/12.

Em relação à área de estudo deste trabalho, em 1989, a prefeitura de Santo André reconhecendo a importância ambiental do parque Guaraciaba, editou o Decreto nº 12.441, no qual solicitava a desapropriação da área tornando-a de utilidade pública. Devido aos altos custos com as desapropriações, em 1994, o prefeito em exercício editou o decreto nº 13.386, que revogava o decreto anterior. Em 1999, foi aprovada a lei nº 7.872, de 28 de julho, que concedia parte da área do parque para a ampliação do aterro sanitário do município, a fim de tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbanos, industriais e de serviços de saúde (BRASIL, 1999), esta lei foi revogada pela Lei nº 9.034, no ano de 2008. Atualmente, a área é classificada como Parque Ecológico no vigente Plano Diretor da cidade (Lei municipal nº. 9394/12) e, de

acordo com o zoneamento do município, esta área é enquadrada em “Zonas Especiais de Interesse Ambiental”.

### **3.5 Alternativas para recuperação ambiental de cavas formadas em áreas de mineração**

Tratando-se da recuperação de áreas degradadas pela mineração para a utilização direta do Homem, Soares e Silva (2009) citam exemplos da reabilitação destas áreas para atividades turísticas. Como ocorrido na Alemanha, onde antigas minas de carvão, na região do vale do Ruhr, foram convertidas em museus, onde é possível observar todo o contexto histórico-cultural, além do potencial turístico da região (SOARES; SILVA, 2009).

O lago Portsmouth Pit (Figura 6a), é um exemplo de lago de cava de mineração que foi readequado. Situado ao norte de Crosby, em Cuyuna, EUA, é uma antiga mina de extração de ferro e deu origem a um lago de aproximadamente 137 m de profundidade e área de 480 Mm<sup>2</sup> (MDNR, 2015). Desde 2010 é considerada área de recreação, onde é praticada a pesca, piquenique, entre outras atividades.

O lago Berkeley (Figura 6b) também é um exemplo, formado em uma extinta mina de extração de cobre em Butte Montana. Com mais de 2000 m de comprimento, 1700 m de largura e mais de 460 m de profundidade, o lago possui água altamente ácida, presença de metais pesados e produtos químicos tóxicos, incluindo cobre, ferro, arsênio, cádmio, zinco e ácido sulfúrico (GAMMONS et al., 2006). As diferenças de cores na água avermelhada na superfície (rica em ferro) e verde-limão vibrante não muito abaixo da superfície (altas concentrações de cobre), têm atraído a atenção de turistas que pagam cerca de 2 dólares para contemplar o lago (PELLICORI, 2005).

**Figura 6 - Lagos de cava de mineração nos EUA. O lago a esquerda (a) possui uso recreativo e o do lado direito (b) recebe visita de turistas curiosos**



(a) Lago Portsmouth Pit, Cuyuna, EUA

(b) Lago Berkeley Pit, Montana, EUA

Fonte: (a) Minnesota Department of Natural Resources (2015); (b) Pellicori et al (2005)

Conforme Castendyk e Eary (2009), Nevada (EUA) é uma região árida que possui 35 lagos de mineração, onde o potencial de armazenamento é de 1,9 bilhões de m<sup>3</sup> contra os 740 milhões de m<sup>3</sup> armazenados nos reservatórios do Estado. Segundo o IBRAM, países europeus de tradição mineira exibem exemplos de fornecimento de água para as comunidades, como é o caso de Linhito do Reno, na Alemanha, onde a água subterrânea proveniente do rebaixamento de nível nas minas de carvão, abastece uma população de 650.000 habitantes. Na Espanha, a mina de ferro de Alquife, em Andaluzia, a água do lago era fornecida tanto para abastecimento de comunidades vizinhas como para irrigação. Na Itália, na região de Abadia de São Salvatore, e na Hungria, na região de Balaton, as águas de minas exauridas fornecem água para uma população de aproximadamente 1,5 milhões de habitantes.

No Brasil, em algumas áreas também são encontradas situações semelhantes, como: a Pedreira Paulo Leminsky em Curitiba - PR, a Pedreira do Chapadão, em Campinas - SP, antiga extração de diabásio bastante utilizada para eventos de grande porte e o Parque do Varvito em Itu - SP, transformado em parque museu, em função de seu valor geológico e educativo (SOARES; SILVA, 2009).

A recuperação de áreas mineradas desativadas e sua conversão em parques e áreas verdes no Brasil é uma prática aplicada já há algumas décadas. Exemplos de tais práticas são: O parque Ibirapuera, a raia olímpica da USP (Universidade de São Paulo), o Parque Ecológico Tietê e o Parque Cidade Toronto, na zona norte de São Paulo. Estas áreas já não possuem qualquer relação com os usos originais (SANCHES, 2011).

No Estado de São Paulo, o Consórcio das Bacias dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiáí, identificou mais de 115 áreas com potencialidade para suprir a escassez hídrica na região, dentre as quais, a existência de 61 lagos de mineração e 58 pequenos reservatórios. O município de Cordeirópolis, está inserido na bacia do Rio Piracicaba e, diante da crise hídrica que o Estado vem apresentando, a área que no passado foi utilizada para extração de argila (Figuras 7a e 7b), hoje contribui para o abastecimento público de água para o município, que abriga cerca de 20.000 habitantes (GAZETAINFO, 2015).

**Figura 7 - Cava no município de Cordeirópolis (SP): (a) cava de mineração; (b) captação de água da cava para abastecimento**



(a)

(b)

---

Fonte: Gazetainfo (2015)

Outra forma de utilização das cavas formadas próximas a centros urbanos na década de 80, foi o aterramento com resíduos inertes provenientes de entulho da construção civil, cuja adequação tem sido contestada em razão da total falta de controle da qualidade desses resíduos, que podem conter substâncias não inertes e, eventualmente, perigosas, capazes de poluir as águas superficiais ou subterrâneas e colocar em risco a saúde humana (MECHI; SANCHES, 2010).

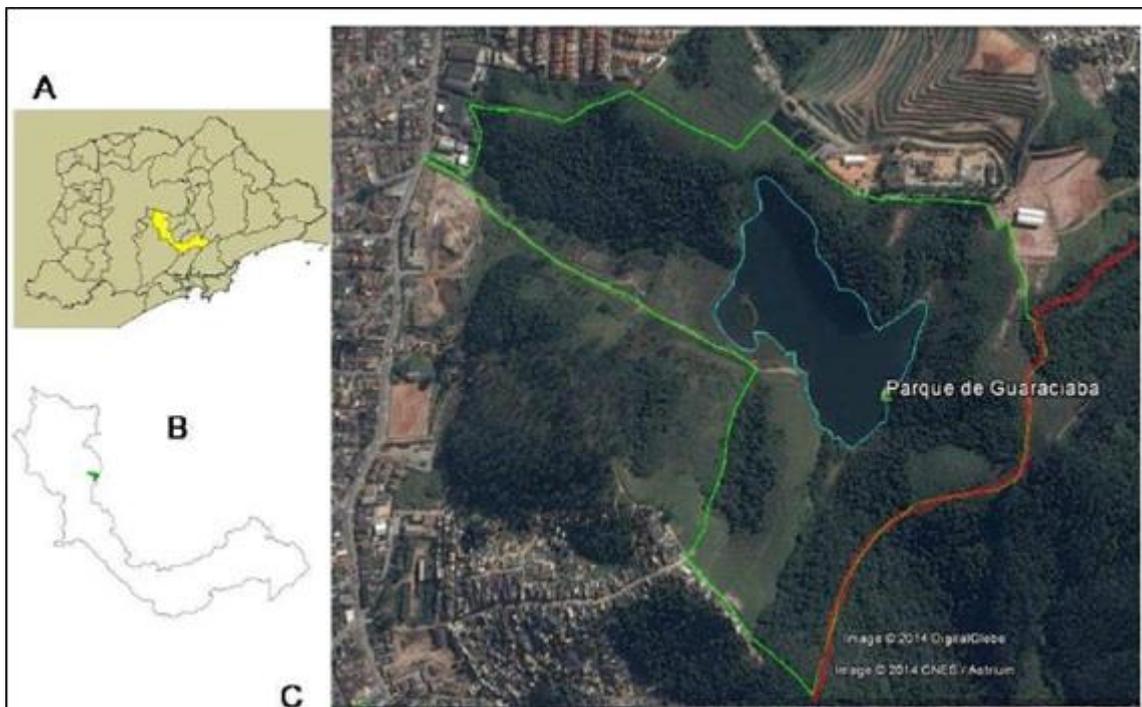
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo: Parque Ecológico Guaraciaba e Lago Guaraciaba

#### 4.1.1 Localização e descrição do meio físico

A área do estudo corresponde ao Parque Ecológico Guaraciaba (Figura 8), situado no setor leste do município de Santo André, estado de São Paulo (23°41'12,78"S, 46°29'9,05"O).

**Figura 8 - Localização da área de estudo** - O município de Santo André pode ser visto em amarelo na região metropolitana de São Paulo (Figura A). O Parque Ecológico Guaraciaba, localizado no município de Santo André pode ser visto em verde na figura B. Em destaque (Figura C), são mostrados o limite do parque (linha verde), o lago (linha azul) e o limite parcial do município de Santo André – divisa com Mauá (linha vermelha).



Momm-Schult; Freitas; Passarelli, 2014

O município possui população de 676.407 habitantes, de acordo com o último censo demográfico em 2010, distribuída numa área total de 175.781 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016), correspondendo a uma densidade populacional de 3,85 hab/km<sup>2</sup> e, hidrograficamente, está inserido na Bacia do Alto Tietê (IBGE, 2016).

Baseado no mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, o município de Santo André está inserido no contexto regional do Planalto Paulistano da província geomorfológica do Planalto Atlântico (Figura 9). De acordo com este zoneamento, o contexto geomorfológico da área de estudo enquadra-se em planalto de relevo moderadamente acidentado, com amplitude altimétrica entre 715 e 900 m, ocupada por morros e espigões de modesta altura. A área é caracterizada por rochas pertencentes à Bacia Terciária de São Paulo, sendo representadas por

arenitos imaturos de granulação média fina e conglomerados, com intercalações de siltitos e lâminas argilosas (EIA, 2007). Sobre as áreas de maiores declives desenvolve-se a regeneração da Floresta Atlântica, em estágio sucessional inicial a médio.

**Figura 9 - Modelo digital do terreno representando os compartimentos geomorfológicos regionais da área de estudo**



Fonte: Adaptado de Santo André, 2007.

Situado em região montanhosa onde se encontram diversas nascentes de córregos que abastecem o rio Tamanduateí (afluente do rio Tietê) (MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014), o parque é considerado uma microbacia hidrográfica de drenagem, possui 510.580 m<sup>2</sup> de área verde, com 70.000 m<sup>2</sup> de vegetação remanescente da Mata Atlântica, formado por fragmentos de vegetação em estágios sucessionais inicial e médio (Figura 10a), brejos (Figura 10b) e remanescentes de antigos eucaliptos (Figura 10c).

**Figura 10 - Lago Guaraciaba e paisagem envolvente: (a) fragmentos de vegetação em estágio sucessional; (b) brejo; (c) bosque de eucaliptos ao norte da imagem**



(a)



(b)



(c)

---

Fonte: Arquivo pessoal.

O clima na região é subtropical úmido mesotérmico. A maior ocorrência de chuvas acontece no período de outubro a março (141 mm), e o período mais seco estende-se de abril a setembro (30 mm). Segundo a classificação climática de Köppen, prevalece a classe de Clima C, distinguindo-se os tipos e variedades Cwb. A variedade Cwb ocorre em pouco menos de 5% do território do Estado de São Paulo. A temperatura média nos meses mais quentes aproxima-se de 23 °C e a temperatura nos meses mais frios é em torno de 16 °C. A temperatura máxima já registrada na cidade foi de 35 °C, e a mínima foi de -3 °C.

O Parque Ecológico Guaraciaba há muitos anos vem sofrendo interferências antrópicas, tais como a proximidade do aterro sanitário São Jorge, extração de areia e tentativas de ocupação irregular por comunidades carentes, conforme pode ser observado na Figura 11.

**Figura 11 - Área do Parque Ecológico Guaraciaba e localização do aterro sanitário**

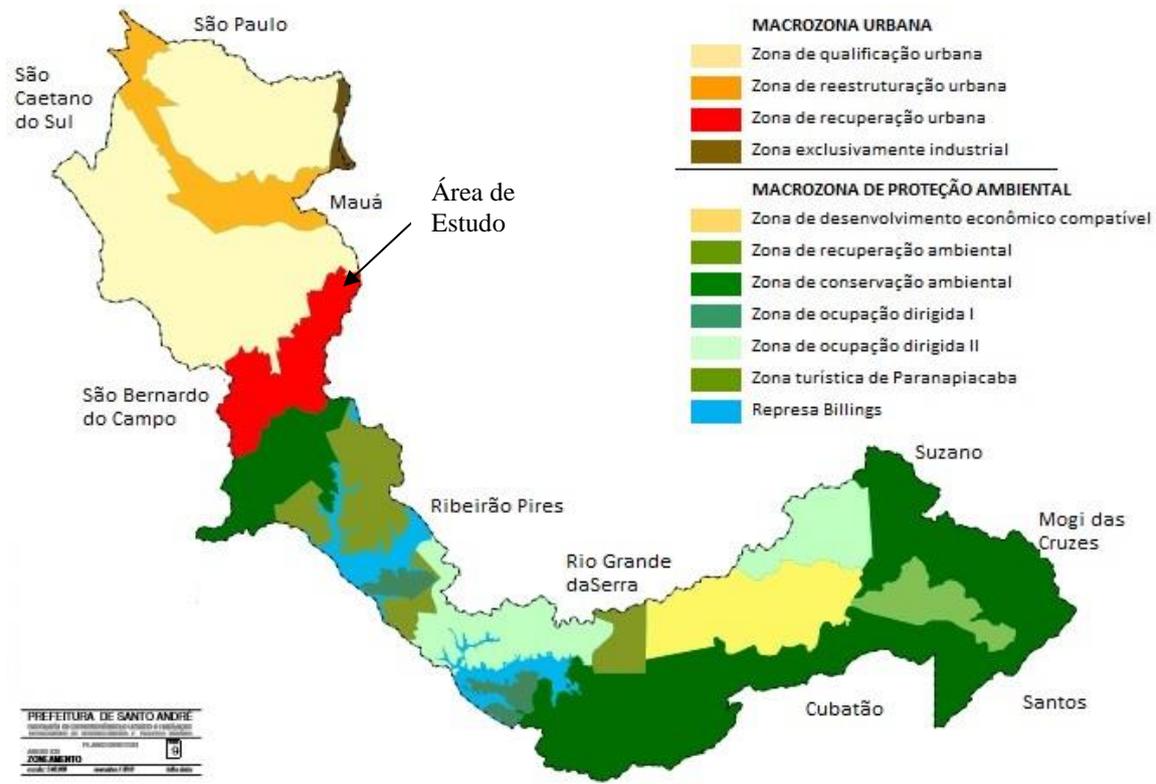


Fonte: Santo André, 2007

#### 4.1.2 Uso e ocupação do solo

O Plano Diretor Municipal (Lei Municipal N° 8.696/041) estabelece as diretrizes de uso e ocupação do solo e define, no art. 59° as Zonas Especiais, que compreendem áreas do território que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de usos e ocupação do solo, sobrepondo-se ao zoneamento. A Figura 12 apresenta os limites da macrozona urbana, bem como da macrozona de proteção ambiental.

**Figura 12 - Zoneamento do município de Santo André**



Fonte: Santo André, 2014

Dentre as diversas zonas estabelecidas, o Plano Diretor do Município classifica as Zonas Especiais de Interesse Ambiental – ZEIA, que são definidas como áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente, e que são subdivididas em:

**ZEIA A** - áreas verdes públicas, parques e unidades de conservação situados na Macrozona Urbana, cujas funções são proteger as características ambientais existentes e oferecer espaços públicos adequados e qualificados ao lazer da população;

**ZEIA B** - áreas onde se situam as nascentes e cabeceiras dos córregos Cassaquera, Guarará e Itrapoã, com o objetivo de proteger as características ambientais existentes;

ZEIA C - áreas públicas ou privadas, em situação de degradação ambiental, que devem ser recuperadas e destinadas preferencialmente ao lazer da população, de forma a contribuir com o equilíbrio ambiental;

ZEIA D - áreas privadas, com vegetação significativa e preservada, situadas na Macrozona de Proteção Ambiental, com o objetivo de propiciar o equilíbrio ambiental;

ZEIA E - área situada na Macrozona de Proteção Ambiental, ocupada por depósito de cal, onde deve ser garantida a recuperação do passivo ambiental.

Segundo dados da Prefeitura de Santo André, a área do entorno do Parque Guaraciaba conta com uma população de cerca de 40 mil habitantes, que ocupam bairros denominados Vila Guaraciaba, Condomínio Maracanã, Jardim Silvana, Vila Progresso, Jardim Ipanema, Parque Gerassi-Centreville, Jardim Marek e Jardim Santo Antônio de Pádua (SANTO ANDRÉ, 2014), além de vários núcleos de favelas, muitas delas ocupando as reservas de área verde dos loteamentos, como o assentamento Vista Alegre - popularmente conhecido como Morro da Kibon. A Figura 13 apresenta a evolução e expansão do assentamento irregular Vista Alegre nos anos de 2004 (a), 2009 (b), 2012 (c) e 2016 (d) respectivamente. A ocupação avança em direção às divisas limítrofes do parque.

**Figura 13 - Expansão do núcleo habitacional irregular Vista Alegre**



(a) 2004

(b) 2009



(c) 2012

(d) 2016

Fonte: Google Earth, 2016

O entorno da área do parque foi ocupado por loteamentos populares, casas autoconstruídas foram implantadas em terrenos sem infraestrutura, a exemplo da formação de toda a periferia da metrópole (MARICATO, 2001). Ao mesmo tempo, muitas das reservas de loteamentos destinadas a praças e equipamentos públicos foram, a partir da segunda metade da década de 1960, ocupadas por favelas, formando bairros periféricos sem áreas livres para o lazer ou áreas arborizadas para contrapor a alta densidade construída e impermeabilizada da região (MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014).

O anexo XXXIV do Plano Diretor define que o parque corresponde aos lotes de classificações fiscais 25.011.006 e 23.135.058 e é delimitado pela faixa do oleoduto, pela divisa com os lotes de classificações fiscais 25.011.004 (área do aterro sanitário), 25.062.004 (área ocupada pela ampliação do aterro), pela divisa municipal com o Município de Mauá, pela divisa com os lotes de classificações fiscais 25.012.001, 25.011.005, 23.135.059, 23.135.058, 23.135.008 e 23.135.036.

Em 2007, atendendo a Resolução CONAMA 001/ 1986, o SEMASA, por meio do Departamento de Resíduos Sólidos (DRS) do município de Santo André, solicitou a elaboração do estudo de impacto ambiental (EIA) para a ampliação da área de disposição final do aterro sanitário do município (DOE, 2007). O EIA incluiu o parque Guaraciaba em sua totalidade na área de influência direta (AID), pois trata-se de uma área diretamente afetada pela ampliação do aterro (EIA, 2007).

### 4.1.3 Histórico da área

O parque está localizado na região leste do município de Santo André, na divisa com a cidade de Mauá, em terras do antigo loteamento Sertão dos Beber. Na década de 50, a área era utilizada por uma olaria, da família Pascoal Isoldi, loteadora do bairro Guaraciaba (RAMOS; SANTOS, 2010). Em 1972, passou a ser utilizada pela mineradora Porto de Areia Novo Guaraciaba Ltda, que foi desativada após as atividades de extração de areia alcançarem o lençol freático, em 1983, originando o grande lago existente na área (MENDES; SOUZA; PAGANINI, 2004).

A desativação da mineradora e o abandono da área tornaram o lago um forte atrativo para alternativa de lazer, ocasionando muitas mortes por afogamento (MEDICI, 1991; MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014). Segundo Mayara (2014), desde a década de 80 ocorreram cerca de 30 mortes por afogamento no lago.

Fortes movimentos populares foram iniciados em 1988 por setores organizados da Vila Guaraciaba e demais bairros do entorno, a fim de exigir providências ao poder público que garantissem a segurança da área, evitando a ocorrência de mais mortes por afogamento no lago, que ficou popularmente conhecido como “tancão da morte” (MEDICI, 1991; MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014).

Em 1989, o prefeito em exercício, através do decreto 12.341, de 11 de dezembro de 1989, assinou a declaração de utilidade pública do espaço, destinada à implantação de um parque municipal (MEDICI, 1991). Em 1990, a prefeitura desapropriou o terreno do parque para implantar no local uma área de lazer, até então inexistente na região. A prefeitura, em parceria com o sindicato dos arquitetos, nesse mesmo governo, abriu concurso nacional para a escolha de projeto de estudos preliminares para a implantação de um futuro parque. O vencedor foi o arquiteto paulista Zeuler Rocha Mello de Almeida, que preservou no seu projeto toda área verde do parque e o lago intacto (MEDICI, 1991). As obras foram iniciadas nesse mesmo ano e em 8 de abril de 1992 o parque foi aberto à população, porém com obras ainda não finalizadas. A população do entorno, até então, carente de áreas de lazer, ganhou espaços de recreação, quadras poliesportivas e segurança para prática de natação e canoagem, como havia reivindicado. A infraestrutura incluía uma praça junto ao lago e *pier* para pequenas embarcações, além de uma piscina construída a partir de um braço do lago, cujas margens foram tratadas como “prainhas” (MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014), conforme apresentaa a Figura 14a, b, c e d.

**Figura 14 - Parque Ecológico Guaraciaba em uso no final da década de 80, início de 90**



(a)



(b)



(c)



(d)

**Fonte: Arquivo da associação em defesa do Parque Ecológico Guaraciaba, 1989**

Posteriormente seriam implantadas trilhas a partir do lago, abertas à visita guiada percorrendo os morros até as três torres de observação, visíveis da praça e restaurantes (MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014). Segundo Scifoni (1999), a grande atração do parque passava a ser o grande lago, com segurança para a prática de atividades aquáticas.

No ano seguinte, devido aos altos custos da desapropriação, a prefeitura municipal de Santo André efetuou depósito do valor do terreno, no entanto, este valor foi questionado judicialmente, tendo provocado um precatório na Prefeitura que até hoje não foi solucionado (MOMM-SCHULT; FREITAS; PASSARELLI, 2014). Em 1993, as obras foram paralisadas e não mais retomadas (RAMOS; SANTOS, 2010).

Em julho de 1999 foi aprovada a Lei 7.872, que transformava parte da área em local para ampliação do aterro sanitário São Jorge (área limítrofe com o parque) e parte como área de lazer, mas foi revogada pela Lei nº 9.034/2008.

Em 2007, foi elaborado o EIA RIMA para a ampliação do aterro sanitário em 6 mil m<sup>2</sup>. A CETESB aprovou a ampliação em novembro de 2010 (SANTO ANDRÉ, 2010). As obras tiveram início em 2013 (DIÁRIO REGIONAL, 2014).

Em 2014, o poder público local novamente levantou a hipótese de aterramento parcial do lago Guaraciaba, após o afogamento de cinco jovens que buscavam a área como alternativa de lazer (MUNHOZ; RIBEIRO, 2014). O ato movimentou moradores do entorno do parque e organizações não governamentais (ONGs) a se organizarem na tentativa de impedir tal ação.

Em agosto de 2015, foi realizada a primeira audiência pública com o objetivo de apresentar as propostas para uso do parque, tanto do poder público local, quanto da sociedade civil. O SEMASA, representando o poder público, apresentou o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), desenvolvido em 2004, que contempla a implantação de área de lazer e inclui o aterramento parcial do lago, deixando neste uma coluna d'água de 2 m de profundidade. Uma outra proposta de projeto foi desenvolvida em 2015 pelo Movimento de Defesa da Vida (MDV), organização não governamental que representa a sociedade civil junto ao parque desde 1990, de acordo com a vice-presidente do movimento, Ivone de Arruda Carvalho. Segundo a Câmara Municipal de Santo André, outras duas audiências públicas serão realizadas para definir o futuro da área.

Atualmente, a área encontra-se abandonada e cercada por muros altos impedindo o acesso da população. A Figura 15 apresenta a atual situação das quadras poliesportivas do local. Uma ação civil foi movida pelo Ministério Público, em razão das mortes por afogamento que ocorreram no lago em 2014. A decisão permite que a prefeitura mantenha o Parque Ecológico Guaraciaba fechado ao público e vistoriado por guardas municipais.

**Figura 15- Área das quadras poliesportivas do parque Guaraciaba em situação de abandono**



Fonte: Arquivo pessoal

#### 4.1.4 O lago Guaraciaba

O lago formado devido à extração de areia na área do Parque Ecológico Guaraciaba possui 300.000 m<sup>2</sup> de espelho d'água, armazenando 1,4 Mm<sup>3</sup> de água resultante de escavações de mineração que atingiu o nível freático (SCIFONI, 1999; MUCCI, 2004). As fontes hídricas para o enchimento do lago são: águas subterrâneas que afluem à cava, a precipitação pluviométrica direta e o escoamento superficial afluente. De acordo com o estudo batimétrico realizado pelo IPT em 2003, o lago possui áreas com profundidades que variam de 1m a 25m (Anexo A). A Tabela 1 sintetiza as características do lago.

**Tabela 1 - Características Físicas do Lago Guaraciaba**

Descritor	Valores
Altitude (m)	760
Profundidade Mínima (m)	1
Profundidade Máxima (m)	25
Superfície (m <sup>2</sup> )	300.000
Volume (Mm <sup>3</sup> )	1,4

Fonte: Elaboração própria

#### 4.2 Influência do Parque Ecológico Guaraciaba no microclima

#### 4.2.1 Aquisição das variáveis climáticas

Para analisar o comportamento do clima na região do Parque Ecológico Guaraciaba foram adotadas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, obtidas através da adaptação do método expedito utilizado por Filgueiras (1994) e adaptado por Martini et al (2014) para análise do comportamento das variáveis citadas em fragmentos florestais. Para a adaptação do método, foi estabelecido um transecto de 50 m a partir da margem do lago, que seguiu na direção suldoeste, no sentido da saída do parque (Avenida Valentim Magalhães), conforme indica a Figura 16.

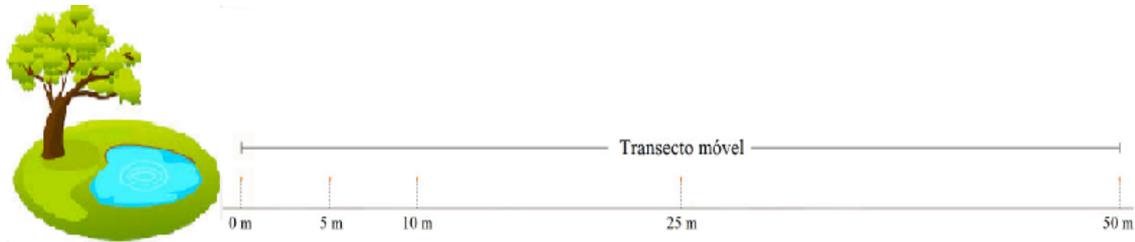
**Figura 16 – Direção do transecto móvel**



← Direção do transecto

Através do transecto foi possível coletar as variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) nas seguintes distâncias: 0 m, 5 m, 10 m, 25 m e 50 m, conforme apresenta a Figura 17.

**Figura 17 - Ilustração da metodologia aplicada e as distâncias onde foram coletados os dados do transecto móvel**



**Fonte: Adaptado de Biondi, 2013.**

Simultaneamente às medições realizadas no interior do parque, foram coletadas as mesmas variáveis (temperatura e umidade relativa do ar) em um determinado ponto no centro urbano da cidade localizado na Praça do Carmo, local com terrenos edificadas, vias pavimentadas e pouca presença de exemplares arbóreos. Os dados foram coletados durante as campanhas realizadas em três datas: 3 de dezembro de 2015, 4 de março e 28 de junho de 2016. O intervalo trimestral foi escolhido com o objetivo de coletar os dados nas variadas condições climáticas e índices pluviométricos, de acordo com a variação sazonal. Para a aquisição dos dados foram utilizados dois Termo Higrômetros Digitais HC520.

### **4.3 Caracterização da água do lago Guaraciaba**

#### **4.3.1 Aquisição das variáveis limnológicas**

Para o levantamento limnológico do lago, foram utilizados dados secundários dos monitoramentos realizados pelo SEMASA. Estes dados são coletados periodicamente a fim de atender ao plano de monitoramento das águas superficiais proposto na ampliação do aterro sanitário de Santo André. A autarquia realiza amostragens de água em alguns corpos hídricos no entorno do aterro sanitário para efeito de controle. Dos pontos analisados, dois (Pt.2 e Pt.3) encontram-se na área do Parque Ecológico Guaraciaba. As localizações dos pontos são apresentados na Figura 18. A nomenclatura de cada ponto seguiu a já utilizada pelo SEMASA no Estudo de Impacto Ambiental realizado, ou seja, Pt.2 para as amostras coletadas na nascente e Pt. 3 para as amostras coletadas na margem do lago.

**Figura 18 - Localização dos pontos de amostragem realizada pelo SEMASA Pt.2 - área de nascentes contribuintes para o abastecimento do lago e o Pt.3 - ponto dentro do lago**



**Fonte: EIA ampliação do aterro sanitário de Santo André (2007).**

Os parâmetros analisados pelos SEMASA e os métodos utilizados pelo laboratório são apresentados na Tabela 2.

Não foram apresentados dados da análise da água do lago para a amostragem realizada em 17 de fevereiro de 2014. Também não foram apresentados resultados das análises do parâmetro Salmonella tanto para nascente quanto para o lago em 30 de janeiro de 2015. Os parâmetros o-Xileno, m+p-Xileno, p-Bromofluorbenzeno, Tolueno-d8, Itrio 2-Fluorobifenil, p-Terfenil d14 foram analisados somente nas amostragens realizadas entre 27 de novembro de 2013 a 15 de agosto de 2014, com exceção para o lago em 17 de fevereiro de 2014 como informado acima.

**Tabela 2 - Parâmetros Químicos analisados pelo SEMASA nos pontos Pt.2 (nascente) e Pt.3 (lago Guaraciaba)**

Variável	Unidade	Método
Alumínio Dissolvido	mg/L	SMEWW 3120
Alumínio Total	mg/L	USEPA
Bário	mg/L	USEPA
Cádmio	mg/L	USEPA
Chumbo	mg/L	USEPA
Cloreto	mg/L	USEPA
Cloreto Metileno	µg/L	USEPA
Cloreto de Vinila	µg/L	USEPA
Cobre	mg/L	USEPA
Coliformes Termotolerantes	NMP/10 0mL	SMEWW 9221
Condutividade	µS/cm	SM22 2012
Cromo Total	mg/L	USEPA
DBO	mg/L	SMEWW 5210
DQO	mg/L	SMEWW 5220
Fenóis Totais	µg/L	USEPA
Ferro Dissolvido	mg/L	SMEWW 3120
Ferro Total	mg/L	USEPA
Manganês Dissolvido	µg/L	SMEWW 3120
Manganês Total	mg/L	USEPA
Mercurio	mg/L	USEPA
Níquel	mg/L	USEPA
Nitrato	mg/L	USEPA
Nitrito	mg/L	USEPA
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	SM22 2012
pH		SM22 2012
Salmonella sp	NMP/10 0mL	SMEWW 9260
Selênio	mg/L	USEPA
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	-
Sulfato	mg SO4/L	-
Turbidez	NTU	-
Zinco	mg/L	USEPA
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	SMEWW 2012
Fósforo Total	mg/L	-
Tricloroeteno	µg/L	-
Tricloroetileno	µg/L	-
Óleos e Graxas	mg/L	SMEWW 5520
orto-Fosfato	mg P/L	-
Pseudomonas aeruginosa	NMP/10 0mL	SMEWW 9213
Benzeno	µg/L	-
Etilbenzeno	µg/L	-
o-Xileno	µg/L	-
Tolueno	µg/L	-
m+p-Xileno	µg/L	-
Xilenos	µg/L	-
p-Bromofluorbenzeno	%	-
Tolueno-d8	%	-
Itrio	%	-
2-Fluorobifenil	%	-
p-Terfenil d14	%	-

Fonte: Elaboração própria

As amostras foram coletadas sem que houvesse uma frequência definida, sendo o menor intervalo de tempo de 2 meses.

As amostras coletadas em novembro de 2013, fevereiro, maio e agosto de 2014, foram analisadas pelo laboratório Operator Meio Ambiente e, em janeiro, maio, agosto e novembro de 2015, pelo laboratório Ecolabor, este último não indica os métodos de análise utilizados nos laudos gerados.

Foram plotados gráficos que serão apresentados no capítulo 5 a fim de diagnosticar a qualidade da água do lago Guaraciaba, correlacionando-os com a resolução CONAMA 357/2005 tendo como referência as possibilidades de consumo, balneabilidade ou usos menos nobres.

Ressalta-se que as informações e laudos foram fornecidas pelo Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA.

#### **4.4 Alternativa para recuperação da área do Parque Ecológico Guaraciaba e respectivo lago**

As possíveis alternativas para recuperação e utilização da área do parque e do lago, seguiram indicações obtidas através do levantamento bibliográfico realizado.

A fim de verificar quais as possíveis utilizações da água do lago, foi calculada a vazão média da saída do vertedouro, com a qual foi possível levantar a quantidade de água disponível a ser utilizada e, ainda, diante da possibilidade de abastecimento, qual a capacidade de distribuição para a região. Esta análise foi realizada, uma vez que o município de Santo André pretende aumentar a captação e distribuição de água para abastecimento público.

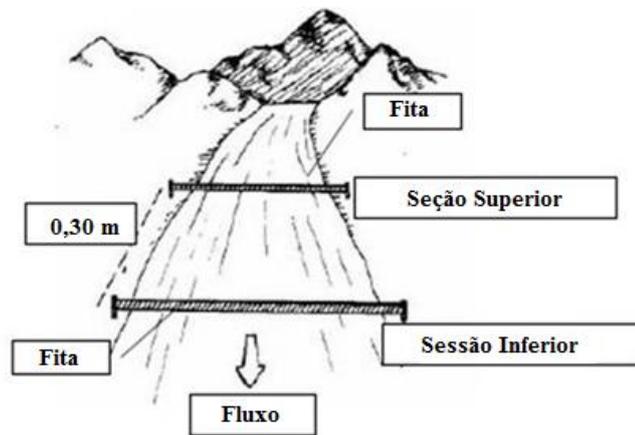
Vale ressaltar que, o estudo da viabilidade em termos de capacidade de abastecimento público foi norteado a partir dos dados levantados pelo SEMASA (EIA, 2007) em um cenário existente em 2007, no qual a classificação, segundo o CONAMA 357/2005, da água do lago era Classe 1.

No capítulo 5 os resultados das variáveis limnológicas do lago apresentam alterações no cenário atual em relação ao cenário encontrado em 2007.

##### **4.4.1 Vazão do lago**

Foi realizado o cálculo da vazão em um ponto a jusante do lago Guaraciaba. Para tanto, o método utilizado para medição da velocidade da água foi o flutuador. O flutuador indica a velocidade da água através do deslocamento de um flutuador em função do tempo cronometrado (NETTO, 2015). A marcação do trecho escolhido seguiu recomendação da Environmental Protection Agency (EPA), conforme indica a Figura 19.

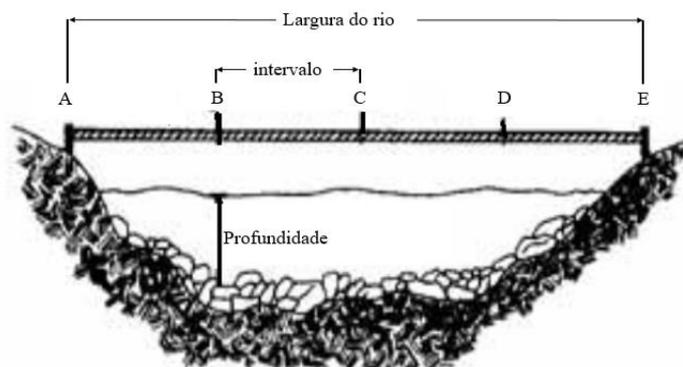
**Figura 19 - Marcação do trecho utilizado para o cálculo da vazão**



**Fonte: Adaptado de EPA, 1997.**

As características geométricas da seção transversal ao escoamento forma obtidas por meio da medição da profundidade da lâmina d'água em três pontos com o mesmo intervalo ao longo da fita a fim de obter-se o valor médio para toda a seção, conforme Figura 20.

**Figura 20 - Medição da profundidade**



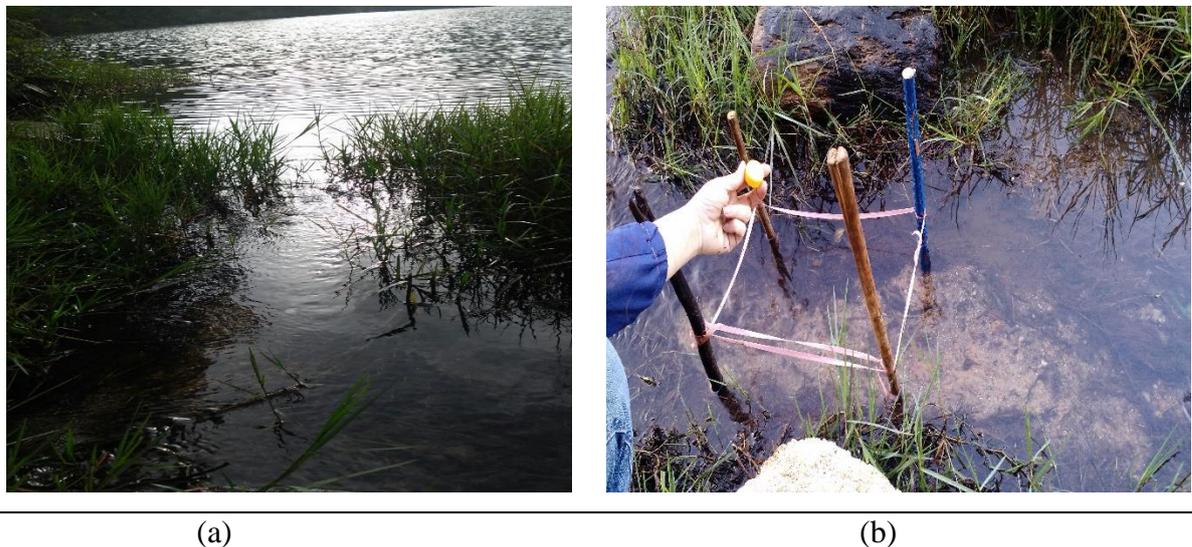
**Fonte Adaptado de EPA, 1997.**

O local escolhido para medição da vazão foi um trecho com baixa declividade e retilíneo, a jusante do vertedouro do lago (Figura 21a), onde foram fixadas quatro estacas de

margem a margem, com distância de 0,30 m e amarradas duas fitas (seção de montante e jusante) próximas à superfície da água, conforme indicação da EPA.

O tempo utilizado para o cálculo da velocidade da água foi o tempo do deslocamento de um objeto plástico (tampa) de massa 2,24 g (Figura 21b) da seção de montante ( $s_M$ ) até a seção de jusante ( $s_J$ ). O objeto foi posicionado na seção  $s_M$ , no centro da correnteza e, ao ser liberado, anotou-se o tempo gasto para atravessar a sessão definida. O tempo foi marcado com o uso de um cronômetro e este procedimento foi repetido cinco vezes para garantir maior precisão nos resultados.

**Figura 21 – Estimativa da vazão: vertedouro do lago Guaraciaba (a) e esquema de aplicação do método do flutuador (b)**



(a)

(b)

Fonte: Arquivo pessoal.

Para o cálculo da vazão, utilizou-se equação 1, referenciada pela EPA:

$$Q = \frac{A.L.C}{T} \quad (1)$$

onde:

$Q$  – Vazão do escoamento ( $m^3/s$ );

$A$  – Média da área do lago ( $m^2$ );

$L$  – Comprimento da área de medição, distância de  $s_M$  a  $s_J$  (m);

$C$  – Coeficiente ou fator de correção (-);

$T$  – Tempo (s).

De acordo com a EPA (1997), o coeficiente permite a correção pelo fato da água se deslocar mais rápido na superfície do que na porção do fundo do rio como consequência do efeito da viscosidade (atrito entre o líquido e a fronteira sólida). Multiplicando a velocidade da superfície pelo coeficiente de correção obtém-se uma melhor medida da velocidade real da água. Para este estudo, considerou-se o coeficiente para fundos pedregosos (0,8).

O tempo descrito na legenda trata-se do tempo de deslocamento do flutuador no comprimento  $L$ .

A vazão é influenciada pelos períodos de chuva, portanto foram obtidos os dados de pluviosidade no período de 15 dias que antecederam a coleta. Os dados de pluviosidade foram obtidos através de uma estação instalada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) na região da Vila Suíça, bairro da circunvizinhança do parque.

#### 4.4.2 Capacidade de abastecimento

Para analisar qual a população que está sob a influência direta do parque foi realizado o levantamento dos bairros do entorno e do número de habitantes destas áreas. Os dados foram obtidos através do Anuário de Santo André de 2014, ano base 2013. Para averiguar quais as contribuições da água da saída do lago, em termos de abastecimento público, foram calculados os dados de densidade demográfica e consumo *per capita* para o município de Santo André. Para tanto, utilizou-se a equação 2 para o cálculo da densidade demográfica, com base nos dados obtidos através do IBGE e Anuário de Santo André (2014), com referência ao ano de 2013. Os valores atribuídos para população são valores estimados para 2013 com base no ano do último censo, 2010.

$$D = \frac{P}{A} \quad (2)$$

onde:

$D$  – Densidade demográfica (hab/km<sup>2</sup>)

$P$  – População (hab)

$A$  – Área Total (km<sup>2</sup>)

O cálculo do consumo médio *per capita* anual foi obtido através da equação 3.

$$q = \frac{\text{Volume distribuído no ano}}{\text{Número de habitantes} \times 365} \quad (3)$$

A vazão será analisada no Capítulo 5.3.1 Em relação às condições de distribuição dos habitantes nos bairros do entorno do parque, os dados serão apresentados no Capítulo 5.3.2, onde serão comparados com o percentual de abastecimento (6%) captados e distribuídos pelo SEMASA no próprio município.

Para verificar qual o número de habitantes que poderá ser atendido pela água do lago foi necessário calcular a vazão diária mediante a equação 4:

$$Q_m = V_m \cdot t \quad (4)$$

onde:

$Q_m$  – Vazão média do período estudado (m<sup>3</sup>/dia)

$V_m$  – Volume médio do lago (m<sup>3</sup>)

$t$  – Tempo (dia)

Dessa forma, obteve-se a vazão média diária da saída do lago para cada período estudado. Os valores das três amostragens geraram o valor médio da vazão total. Utilizou-se a equação 5 a fim de obter-se a população atendida pela vazão média obtida.

$$P = \frac{Q_m}{C_p} \quad (5)$$

onde:

$P$  – Número de habitantes atendidos pela vazão  $Q_m$  (hab)

$Q_m$  – Vazão média do período estudado (m<sup>3</sup>/dia)

$C_p$  – Consumo *per capita* recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e assume o valor de 100 L/hab./dia.

## 4.5 Percepção dos *stakeholders*

### 4.5.1 Biomapa

O biomapa é uma metodologia participativa de diagnóstico, planejamento e gestão socioambiental, realizada pelo processo de utilização de mapas das regiões de interesse para a realização de inventários biofísicos ambientais, culturais, sociais e/ou econômicos, constituídos a partir da leitura que as comunidades têm do local onde vivem. De acordo com o Gaspar (2007), a utilização do biomapa é uma estratégia que promove o conhecimento popular, por meio da compreensão das diversas dimensões (ética, social, econômica, cultural, ambiental, educativa, etc) que compõem a realidade das comunidades estudadas. A elaboração de um biomapa é um processo de representação gráfica onde os participantes, através de oficinas, colocam seu “olhar” sobre os mapas temáticos, evidenciando tanto os pontos positivos quanto os pontos negativos da localidade a ser estudada. (MONTEIRO, GUEDES, 2014)

A metodologia é utilizada neste trabalho para obter informações sobre qual a percepção da comunidade local em relação ao Parque Ecológico Guaraciaba e o respectivo lago. Como solicitante das oficinas de biomapas esteve o Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA, atendendo a uma solicitação da CETESB, como cumprimento ao Plano de Comunicação Social e de Educação Ambiental Participativa da Ampliação do Aterro Sanitário de Santo André – Processo CETESB 16/00840/10.

A oficina ocorreu em setembro de 2015, na Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Arquiteto Estevão de Faria Ribeiro, bairro Jardim Marek, em Santo André, e contou com a presença de 17 participantes entre moradores, líderes comunitários e representantes do poder público.

A primeira atividade teve início no período da manhã, quando os participantes foram aleatoriamente divididos em três grupos nomeados: passado, presente e futuro da região. Após o esclarecimento dos objetivos da atividade, os grupos receberam mapa impresso do local em preto e branco, além de materiais como lápis, lápis de cor, giz de cera, tintas coloridas e pincéis.

Cada grupo ocupou uma sala e durante a atividade, houve troca de informações entre os integrantes, que permitiu acrescentar ao mapa observações como características físicas: vegetação, hidrografia, urbanização, domicílios, serviços, praças, além da percepção e sensibilização de áreas como: locais agradáveis, seguros, perigosos, sujos, barulhentos, configuração passada, processos de transformação, entre outros. Cada grupo discutiu os fatos relevantes somente para o período determinado para o grupo (passado, presente ou futuro).

Em seguida realizou-se a segunda atividade, onde os grupos, unidos em uma única sala, apresentaram os biomapas desenvolvidos e puderam discutir, de forma integrada, os dados e percepções obtidas por cada grupo.

Esta dinâmica teve por objetivo compreender e explicar como os moradores da região descrevem o local. Para este trabalho, foram consideradas apenas as informações que fizessem referência ou estivessem relacionadas ao Parque Ecológico Guaraciaba e/ou lago Guaraciaba.

#### 4.5.2 Questionário semiestruturado

Ainda para atender os objetivos do projeto em relação à percepção dos *stakeholders* como planejamento, gestão, diagnóstico dos problemas ambientais e sociais do local, foi desenvolvido um questionário semiestruturado (Apêndice). A Teoria dos *Stakeholders* busca reconhecer e observar as características de um grupo estratégico sobre uma determinada temática (LADEIRA, 2009). Através do contato com um grupo específico, a teoria dos *stakeholders* permite a identificação de itens relevantes para a formulação de estratégias direcionadas (CARVALHO, 2013), realizando análise sobre os relatos de entrevistas ou questionários aplicados que combinam perguntas fechadas (ou estruturadas) e abertas, onde o entrevistado tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto sem respostas ou condições prefixadas pelo pesquisador (MINAYO, 2004). A coleta de dados qualitativos se deu por meio de dois formatos de questionário semiestruturadas aplicadas a 38 entrevistados, como indica a Tabela 3.

**Tabela 3 - Classificação dos grupos de entrevistados**

GRUPOS	CLASSIFICAÇÃO	PARTICIPANTES (%)
Comerciantes	COM	29
Líderes comunitários	LCM	5
Membros de ONG	ONG	11
Moradores ou trabalhadores da região	MTR	55

Fonte: Elaboração própria

Os questionários foram realizados entre os meses de janeiro e fevereiro de 2016. As entrevistas duraram em média 30 minutos e foram realizadas pessoalmente nos locais de melhor conveniência para cada entrevistado (casa, escola, comércio).

A organização dos dados foi feita através de técnicas qualitativas (categorias temáticas ou reunião de significados semelhantes das falas coletadas), visando posterior análise e interpretação. Os dados dos entrevistados não serão revelados, garantindo assim a confidencialidade desta pesquisa.

Os questionários foram divididos em três eixos temáticos, conforme indica a Tabela 4.

**Tabela 4 - Eixo temático do questionário**

PARTE	EIXO TEMÁTICO	ENTREVISTADOS			
		COM	LCM	MTR	ONG
A	Impacto do encerramento do parque	x	x	x	x
B	Avaliação da importância do parque	x	x	x	x
C	Desenvolvimento econômico da região	x			

Fonte: Elaboração própria

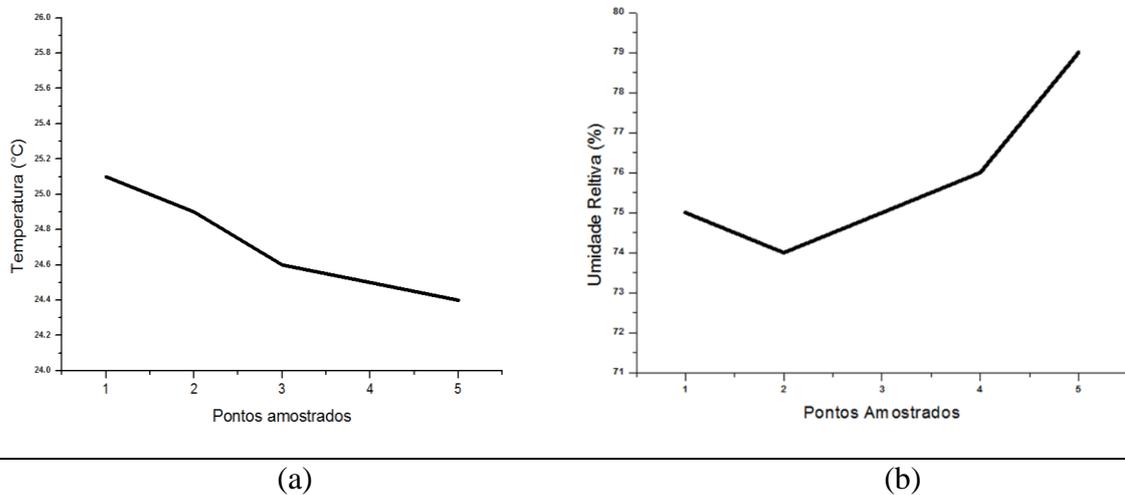
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Influência do Parque Ecológico Guaraciaba e respectivo lago no microclima

#### 5.1.1 Variáveis climatológicas

A temperatura e umidade relativa obtidas durante a coleta de dados realizada em 3 de dezembro de 2015 podem ser observadas na Figura 22 a e b, respectivamente. O máximo valor da temperatura encontrada durante a amostragem foi 25,1°C. Esta temperatura foi obtida no ponto 1 do transecto, ou seja, na margem do lago às 7h37min. A temperatura mais baixa durante o período de amostragem foi 24,4°C, obtida no ponto 5 do transecto às 7h50 min. Quanto à umidade relativa, o maior valor obtido foi 79%, às 7h41min, na posição 5 do transecto e o menor valor foi 74%, às 7h38min, na posição 2. Nesta data não houve medição no centro do município por falha no equipamento termohigrômetro.

**Figura 22 - (a) Temperatura do ar e (b) umidade relativa do ar obtida durante a amostragem do mês de dezembro/2015**



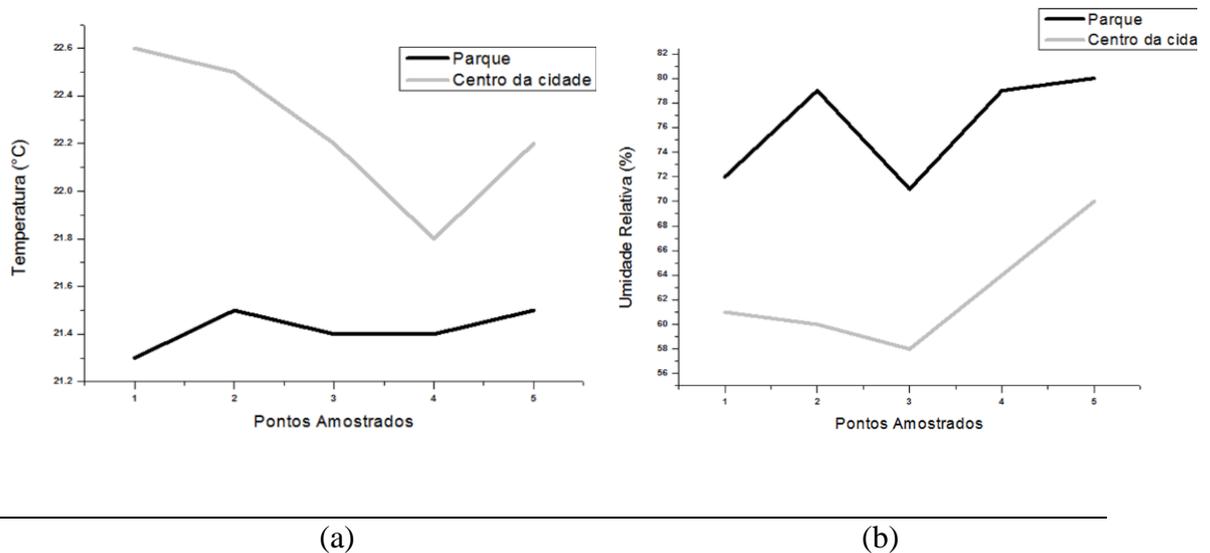
Fonte: Elaboração própria

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar obtidos na coleta de dados realizada em 4 de março de 2016 (período chuvoso), tanto no interior do parque quanto na região central do município de Santo André, são apresentados nas Figuras 23a e b respectivamente.

O valor máximo encontrado para temperatura na área do parque foi 21,5°C, às 7h53min, na posição 5 do transecto e o menor valor obtido foi 21,3°C, às 7h39min, na posição 1. Nos mesmos horários, os valores obtidos no centro da cidade foram 22,2°C, às 7h53min e 22,6°C, às 7h39min, sendo que o menor valor de temperatura obtida no centro foi 21,8°C, às 7h49min.

Quanto à umidade relativa no parque, os maiores valores encontrados foram 80%, às 7h53min, na posição 5 do transecto e a menor 71%, medida às 7h45min, obtida na posição 2. No mesmo horário, as medições realizadas no centro da cidade marcaram 70%, às 7h53min e 58%, às 7h45min.

**Figura 23 - (a) Temperatura do ar e (b) umidade relativa obtida durante a amostragem do mês de março de 2016**

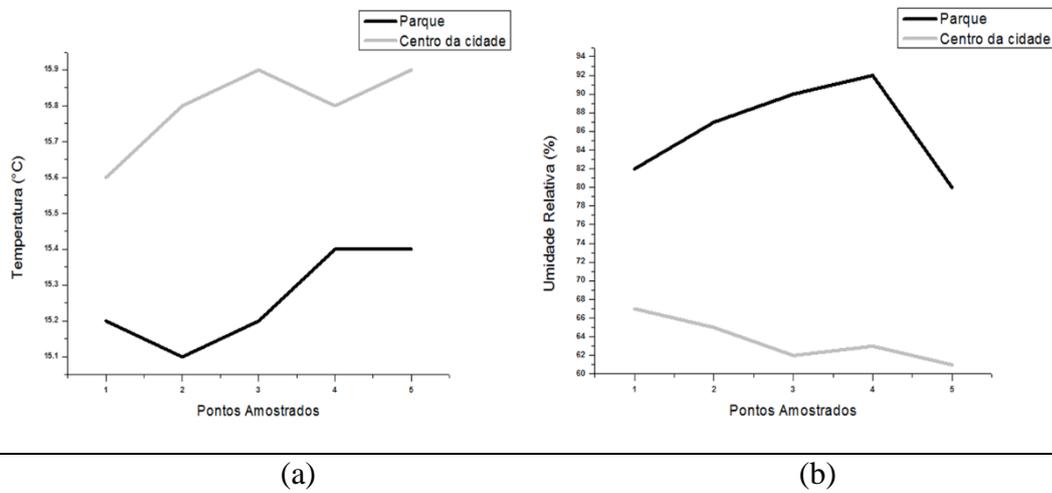


Fonte: Elaboração própria

Quanto aos valores obtidos na última amostragem, realizada em 28 de junho de 2016 (período chuvoso), os valores das variáveis temperatura do ar e umidade relativa podem ser observados na Figura 24a e b respectivamente. O valor máximo encontrado para temperatura no interior do parque foi 15,4°C, às 8h30min, na posição 4. No mesmo horário obteve-se 15,8 °C no centro da cidade. Em relação às diferenças de temperatura entre o parque e o centro, os maiores valores obtidos nesta data foram 0,7°C.

Para a umidade relativa, o maior valor encontrado no parque foi 90%, na posição 4, às 8h24min. No mesmo horário, a umidade relativa no centro da cidade apresentava 63%. O menor valor no parque foi 80%, às 8h30min, na posição 4 do transecto. No mesmo horário, o centro da cidade apresentava 61%. A maior diferença entre os dados coletados no parque e no centro foi de 28%, na posição 3. A Tabela 5 apresenta os horários, temperatura e umidade relativa obtidos durante o período de amostragem no transecto.

**Figura 24 - (a) Temperatura do ar e (b) umidade relativa obtida durante a amostragem do mês de junho de 2016**



Fonte: Elaboração própria

**Tabela 5 – Variações de temperatura e umidade relativa entre o parque e o centro**

03/12/2015			04/03/2016				28/06/2016					
Horário	T (°C)	UR(%)	Horário	T(°C)		UR (%)		Horário	T(°C)		UR (%)	
	Parque			Parque	Centro	Parque	Centro		Parque	Centro	Parque	Centro
07:37	25,1	75	07:39	21,3	22,6	72	61	08:11	15,2	15,6	82	67
07:40	24,9	74	07:42	21,5	22,5	79	60	08:16	15,1	15,8	87	65
07:43	24,6	75	07:45	21,4	22,2	71	58	08:22	15,2	15,9	90	62
07:47	24,5	76	07:49	21,3	21,8	79	64	08:26	15,4	15,8	90	63
07:50	24,4	79	07:53	21,5	22,2	80	70	08:30	15,4	15,9	80	61
Média	24,6	75		21,4	22,26	76,2	62,6		15,26	15,8	87	63

Temperatura (T); Umidade Relativa (UR) Fonte: Elaboração própria

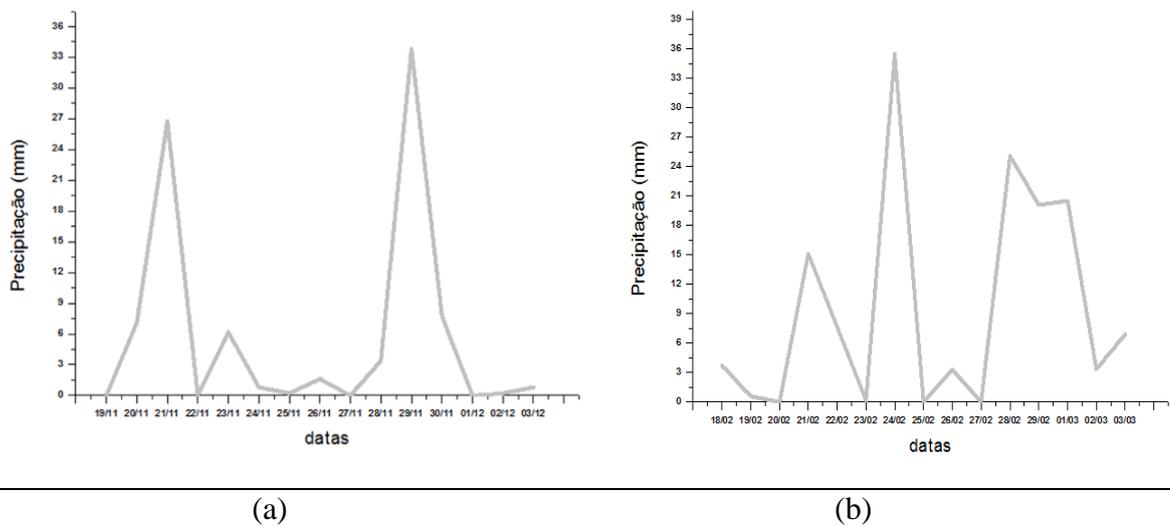
Foram analisados também os dados do regime pluviométrico da região do Parque Ecológico Guaraciaba. As Figura 25 a e b apresentam os valores de precipitação dos 15 dias que antecederam as coletas de dados em campo, realizadas nos dias 03 de dezembro de 2015 e 04 de março de 2016.

Ressalta-se que o último semestre de 2014 e o primeiro semestre de 2015 transcorreram com valores de chuva inferiores à média histórica para o Estado de São Paulo. O gráfico referente à coleta de 28 de junho de 2016 não é apresentado, em razão de não ter ocorrido precipitação durante o período que atingisse a basculada de 0,2 mm do pluviômetro, utilizado pela CEMADEN.

Na primeira coleta de dados, a realizada em dezembro de 2015, o dia de maior intensidade de chuva foi 29 de novembro de 2015, onde o pluviômetro instalado na Vila Suíça, bairro da

circunvizinhança do parque, registou 33,80 mm. A média para o período analisado foi 0,8 mm. Para a segunda coleta de dados, realizada em 4 de março de 2016, os dados coletados pelo pluviômetro indicaram que o maior volume de chuva foi de 35,47 mm, em 24 de fevereiro de 2016. De acordo com SHAFER (1985), as precipitações produzem dois efeitos nas bacias hidrográficas. O efeito direto da água precipitada, que se incorpora imediatamente aos cursos de água produzindo grandes variações de vazão em pequenos intervalos de tempo e, o efeito indireto, produzido pela parcela das águas precipitadas que se infiltram no solo, recarregam o aquífero e lentamente chega aos cursos d'água.

**Figura 25 - (a) Precipitação obtida durante 15 dias que antecederam a amostragem do mês de dezembro/2015 e (b) precipitação obtida durante os 15 dias que antecederam a amostragem do mês de março/2016**



Fonte: Elaboração própria

O levantamento das variáveis temperatura e umidade relativa fez-se necessário para responder ao questionamento estabelecido no objetivo específico sobre qual a influência do parque bem como do lago para o microclima local. De acordo com Nobrega (2011) o meio urbano é alvo das mais arbitrarias práticas modificadoras da paisagem, logo da formação de ilhas de calor, portanto a existência de vegetação nas cidades é essencial para a estrutura e dinâmica da paisagem urbana, pois devido suas características melhora a qualidade de vida da população e a condição ambiental das cidades. Mello et al (2009) e Amorin (2002) são alguns

dos autores que identificaram melhora na qualidade climática e até mesmo na redução de ilha de calor nos arredores de fragmentos florestais. A redução de áreas verdes provoca o decréscimo da evapotranspiração pela impermeabilização das superfícies urbanas. Ao reduzir uma fração de área vegetal em áreas fortemente urbanizadas, diminui-se a extensão das superfícies de evaporação (lagos e rios) e de evapotranspiração (parques, bosques, jardins), além de contribuir para a modificação do balanço hídrico. Assim, a preservação de áreas verdes garante as condições do microclima, logo o conforto térmico ambiental (FERNANDES, 2014). Xu et al. (2010), avaliaram a influência do corpo d'água sobre a área projetada dos Jardins da Exposição Mundial em Shangai em escala microclimática, os resultados da pesquisa apontaram que os corpos d'águas influenciam as condições de conforto humano nos arredores.

No monitoramento realizado no Parque Ecológico Guaraciaba, os resultados obtidos confirmaram o efeito climático. Os dados coletados através do transecto no interior do parque apresentam que embora haja diferença de temperatura e umidade relativa entre o parque e a região central do município, não há variação representativa entre os pontos do transecto que pretendeu avaliar se havia alteração nos valores de temperatura e umidade relativa à medida que ocorresse o afastamento do lago na direção da saída do parque. Desta forma, os valores de temperatura e umidade relativa no interior do parque levam em consideração a presença da área florestada bem como a influência do lago Guaraciaba, pois segundo Leal et al (2011), as variações demonstram relação com a configuração urbana de cada área como presença ou ausência de árvores ou corpos hídricos. Os valores encontrados no parque apresentam temperatura abaixo e umidade relativa acima dos valores encontrados na região central, logo, as comparações entre as variáveis temperatura e umidade relativa apresentaram variações sugerindo a necessidade de preservação da área em razão da mitigação do desconforto térmico provocado pelo aumento da temperatura na região central do município.

## **5.2 Caracterização da água do lago Guaraciaba**

As análises dos parâmetros abaixo fizeram-se necessárias a fim de verificar a classificação da água do lago Guaraciaba de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas. Os resultados das análises limnológicas realizadas tanto no lago (Pt-3), quanto na nascente (Pt-2), são apresentadas neste capítulo.

Dos parâmetros analisados, serão discutidos e apresentados os gráficos das variáveis que excederam valores estabelecidos pela normativa CONAMA 357/2005 para corpos hídricos

de água doce lânticos classificados como classe 1, visto que esta foi a classificação apresentada pelo EIA da ampliação do aterro sanitário de Santo André em 2007 (EIA, 2007).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, são classificados como classe 1 as águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, para este contato, deverá atender também a Resolução CONAMA nº 274 de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

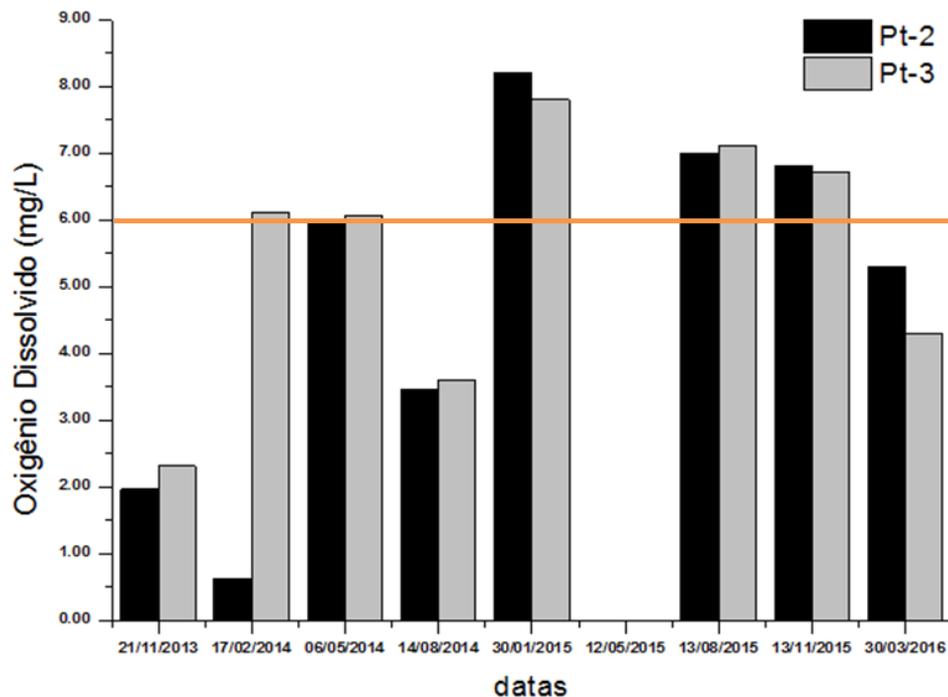
### **5.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD)**

Para Araújo et al. (2004), o oxigênio é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre os corpos hídricos. É um importante fator no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão destes recursos. O consumo de oxigênio é dado pela oxidação da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e demanda bentônica (ANDRADE, 2010). O oxigênio dissolvido não é apenas essencial para os organismos aeróbios, mas também o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam oxigênio em seus processos respiratórios, podendo reduzir sua concentração nos esgotos tratados ou em cursos d'água (VON SPERLING, 2005).

A queda nas concentrações de oxigênio pode acontecer quando o consumo deste elemento no meio aquático é maior que sua produção. Este fato, geralmente, ocorre quando há mais matéria orgânica na água, fator que favorece o desenvolvimento de mais microorganismos, intensificando o processo de respiração no meio aquático. O aumento também pode ocorrer devido à movimentação maior da água no corpo hídrico (LIBÂNIO, 2010).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para lagos de águas doces classe 1 são exigidos resultados não inferiores a 6 mg/L O<sub>2</sub>. Na Figura 26 são apresentados valores de OD em mg/L do lago em questão. Os valores que se encontram dentro do recomendado foram obtidos nos meses de janeiro, agosto e novembro de 2015, para ambos os pontos, e fevereiro e maio de 2014, para Pt-3. As demais amostragens não atenderam ao valor estabelecido. Não foram fornecidos os valores de oxigênio dissolvido para maio de 2015.

**Figura 26 - Concentração de Oxigênio Dissolvido obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



Fonte: Elaboração própria

### 5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

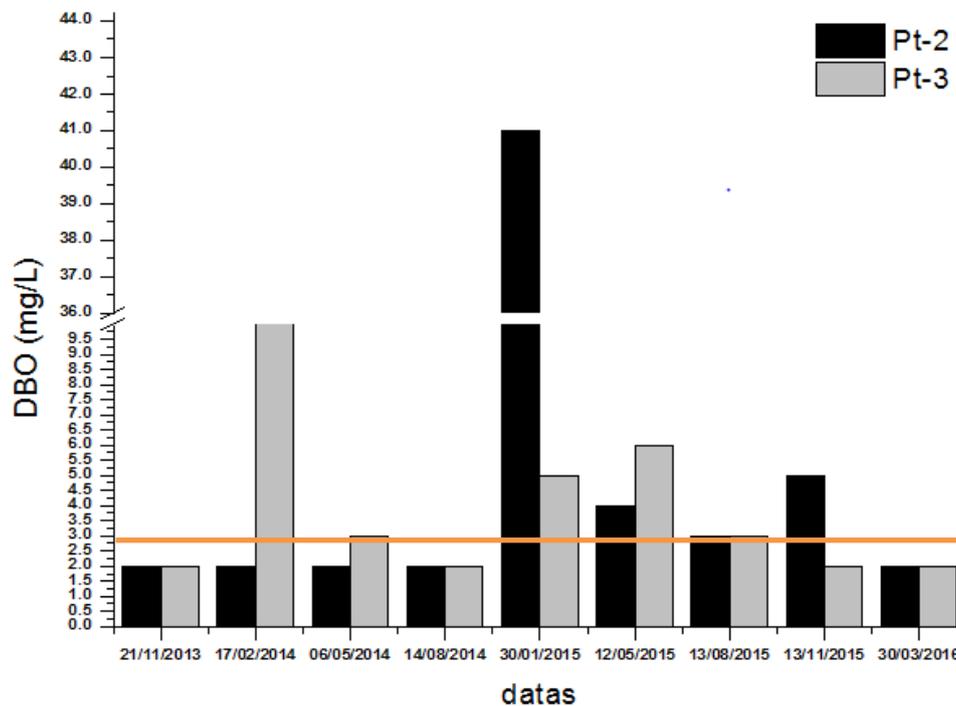
A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar a matéria orgânica através de processos bioquímicos (VON SPERLING, 1996). De acordo com a definição utilizada pela CETESB, a DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo (5 dias), numa temperatura de incubação específica (20 °C), é frequentemente usado e referido como DBO 5,20 (CETESB, 2009).

A DBO é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável, pela demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração (VALENTE, 1997).

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, para lagos de classe 1, os níveis de DBO devem atingir no máximo 3mg/L. Conforme apresenta a Figura 27, o maior valor

detectado foi 41mg/L em janeiro de 2015 no Pt-2. No mesmo ponto também estavam acima do recomendado as amostragens realizadas nos meses de maio (4mg/L) e novembro de 2015 (5mg/L). No Pt-3, os períodos que excederam os valores estabelecidos foram fevereiro de 2014 (14 mg/L), janeiro (5 mg/L) e maio de 2015 (6 mg/L). Os resultados de novembro de 2013 e novembro de 2015 foram menores que o limite de quantificação para o Pt-3, o mesmo ocorreu em novembro de 2013 e maio e agosto de 2014 para o Pt-2.

**Figura 27 - Demanda bioquímica de oxigênio obtida durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



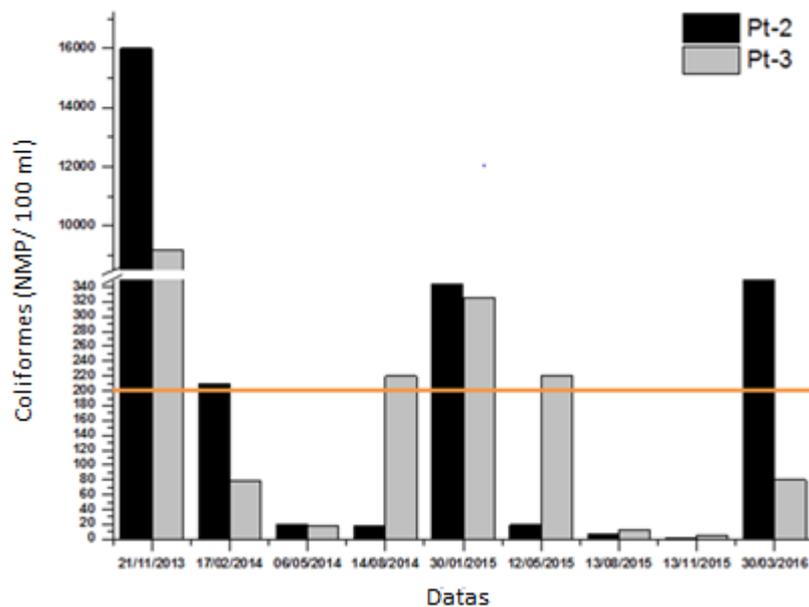
Fonte: Elaboração própria

### 5.2.3 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são utilizadas na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais e atendem vários dos requisitos de um bom indicador de contaminação fecal (TALLON et al. 2005). A normativa CONAMA 357/05 estabelece que, quando encontrados coliformes, os padrões de qualidade devem seguir os previstos na Resolução CONAMA nº 274/2000, onde para balneabilidade as águas excelentes devem possuir no máximo 200 NPM/100mL de bactérias termotolerantes. Conforme Figura 28, foram

encontrados valores acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para coliformes termotolerantes no Pt-2, na amostragem realizada em novembro de 2013 (>16000 NMP/100 mL), fevereiro de 2014 (210 NMP/100 mL), janeiro de 2015 (344 NMP/100 mL) e em março de 2016 (550 NMP/100 mL). Para o Pt-3, foram encontrados valores superiores nos meses de novembro de 2013 (9200 NMP/100 mL), agosto de 2014 (200 NMP/100 mL), janeiro (325 NMP/100 mL) e maio (220 NMP/100 mL) de 2015.

**Figura 28 - Densidade de coliformes termotolerantes obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



Fonte: Elaboração própria

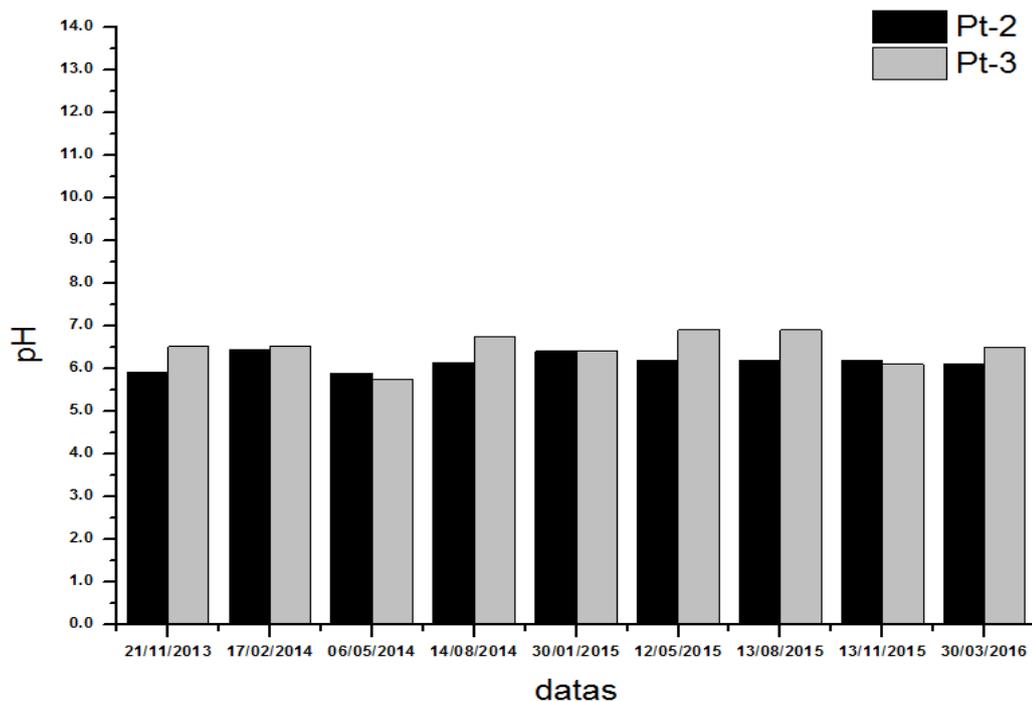
### 5.2.4 pH

O pH da água natural é influenciado, na maioria dos casos, pela concentração de íons  $H^+$  originados da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina. A grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8 (ESTEVEZ, 1988).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (PIVELI, 2006).

Nos valores de pH observados na Figura 29, nota-se que os valores estão dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que apresenta a faixa de valores aceitáveis de 6 a 9, com exceção da amostragem realizada no Pt-3 em abril de 2014, este ponto obteve pH 5,75.

**Figura 29 - pH obtido durante as campanhas de amostragem.**



Fonte: Elaboração própria

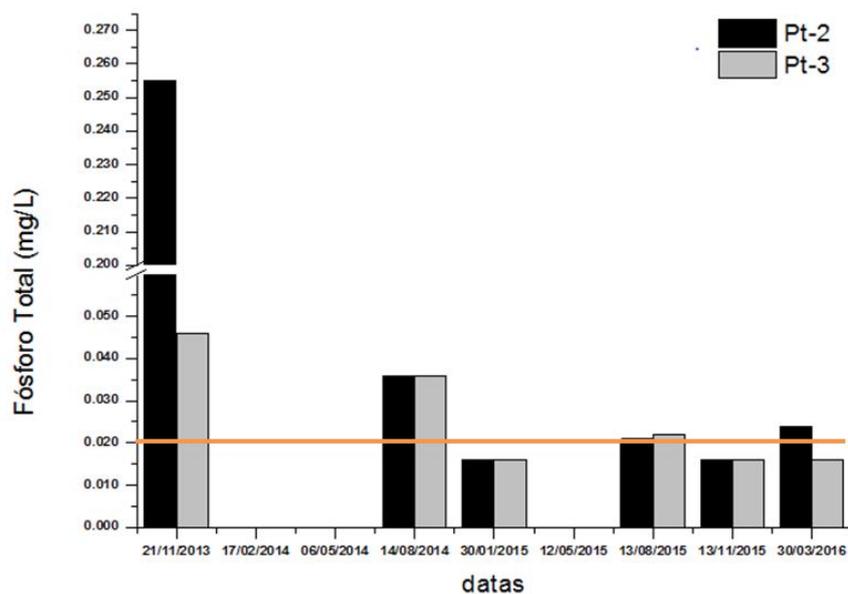
### 5.2.5 Fósforo Total

O fósforo total geralmente surge nas águas devido às descargas de esgotos ou despejos industriais, juntamente com o nitrogênio é um grande indicador de eutrofização, sendo um nutriente para processos biológicos (CETESB, 2009). Os ortofosfatos são facilmente incorporados à biomassa dos fitoplânctons e algas. Então, para águas não poluídas o fósforo

deve estar em concentrações inferiores a 0,02 mg/L (LIBÂNIO, 2010). Outra fonte importante de fósforo é o processo de lixiviação do fosfato oriundo de minerais. (LIBÂNIO, 2010). A sedimentação destas partículas contribui para o acúmulo deste elemento nos sedimentos e podem estar presentes na interface sedimento-água (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

As medições de fósforo para o lago Guaraciaba apresentaram números abaixo do limite de quantificação em agosto de 2014, janeiro e novembro de 2015 em ambos os pontos, e março de 2016 para Pt-3. Não foram apresentados dados de análises em fevereiro e maio de 2014 e maio de 2015. Os dois pontos apresentaram valores acima dos estabelecidos durante as amostragens de novembro de 2013, agosto de 2014 e agosto de 2015, estando este último, próximo aos limites estabelecidos (Pt-02, 0,021 mg/L e Pt-03, 0,022 mg/L) como observado na Figura 30. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, o valor máximo de fósforo total para lagos de classe 1 é 0,02mg/L. Vale ressaltar que o limite de quantificação em agosto de 2015 foi informado como <0,0360mg/L, valor maior que o recomendado pelo CONAMA, tornando impossível saber se o parâmetro fósforo total estava dentro do permitido nessa data.

**Figura 30 - Concentração de fósforo total obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



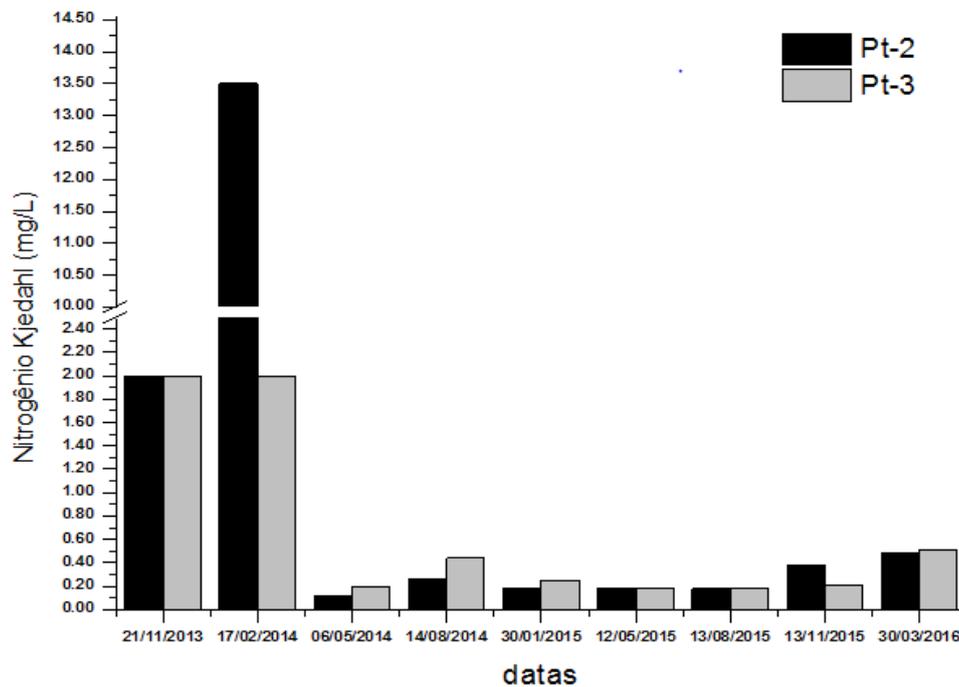
Fonte: Elaboração própria

## 5.2.6 Nitrogênio Total

O nitrogênio total pode ser encontrado nas águas como nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Geralmente, a presença desse parâmetro é consequência dos esgotos despejados na água. Este nutriente, geralmente aliado à presença elevada fósforo, pode eutrofizar o meio (CETESB, 2009), e está dentre as substâncias que podem constituir risco para a saúde humana. A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que, usualmente, sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil absorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Entretanto, a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição próximas (TUNDISI; TUNDISI, 2008), quando encontradas altas concentrações no meio, pode apresentar importantes implicações ecológicas aos ecossistemas, principalmente para a dinâmica de oxigênio dissolvido (ESTEVEVES, 2011).

As variações de nitrogênio amoniacal estão representadas na Figura 31. Nos relatórios do SEMASA, o valor de nitrogênio total disponível foi obtido com o método Kjeldahl, que consiste na conversão das diversas formas de nitrogênio orgânico da amostra em nitrogênio amoniacal, seguida da determinação do valor total de nitrogênio amoniacal. Em novembro de 2013, fevereiro de 2014, maio e agosto de 2015 os valores do Pt-3 foram menores que o limite de quantificação. O mesmo ocorreu no Pt-2 em novembro de 2013, janeiro, maio e agosto de 2015. Os níveis deste parâmetro se mantiveram sempre abaixo do limite estabelecido (3,7 mg/L) pela Resolução CONAMA 357/2005 para amostras com pH abaixo de 7,5, como apresentam as amostras coletadas no lago Guaraciaba. A única amostra que registrou valor acima foi a coletada na nascente em fevereiro de 2014 (13,5 mg/L).

**Figura 31 - Concentração de nitrogênio amoniacal obtido durante as campanhas de amostragem.**



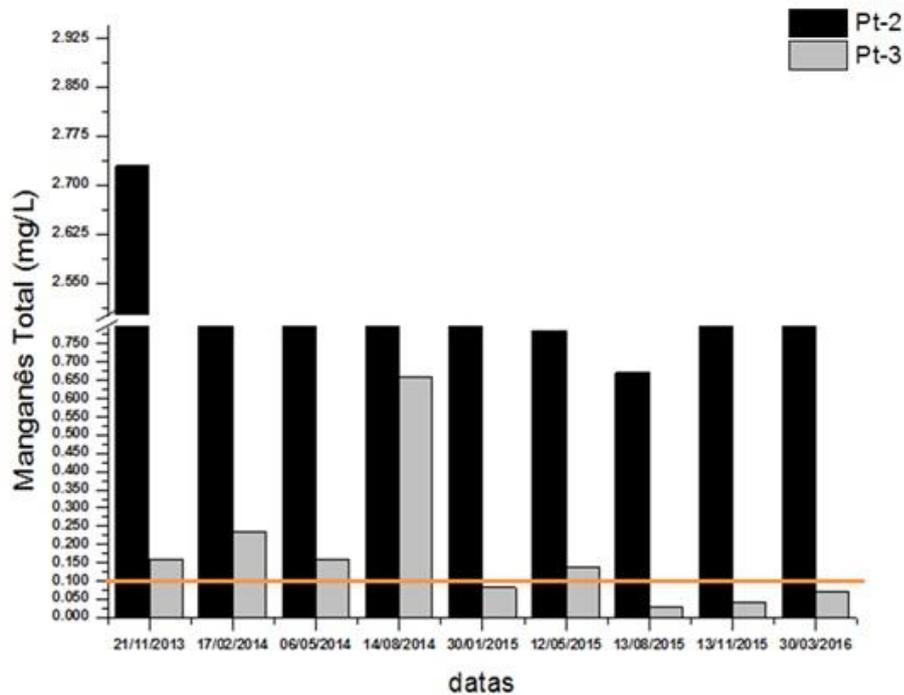
Fonte: Elaboração própria

### 5.2.7 Manganês

O manganês é hoje encontrado em abundância na forma de minério, constituindo um total de 0,058% da crosta terrestre, sendo também encontrado em baixas quantidades na água, em vegetais e animais (BIANCO, 2000).

As concentrações de manganês obtidas podem ser observadas na Figura 32. As amostragens que apresentaram valores acima do preconizado pelo CONAMA 357/2005. No Pt-2 foram as obtidas em novembro de 2011 (2,729 mg/L), fevereiro (1,477 mg/L), maio (2,211 mg/L) e agosto (1,446 mg/L) de 2014, janeiro (0,876 mg/L), maio (0,786 mg/L), agosto (0,671 mg/L) e novembro (1,35 mg/L) de 2015, além da amostragem de março (1,2 mg/L) de 2016. O Pt-3 apresentou valores acima da resolução CONAMA nas amostragens realizadas em novembro de 2013 (0,159 mg/L), fevereiro (0,236 mg/L), junho (0,157 mg/L) e agosto (0,661 mg/L) de 2014 e maio de 2015 (0,139 mg/L).

**Figura 32 - Concentração e manganês obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**

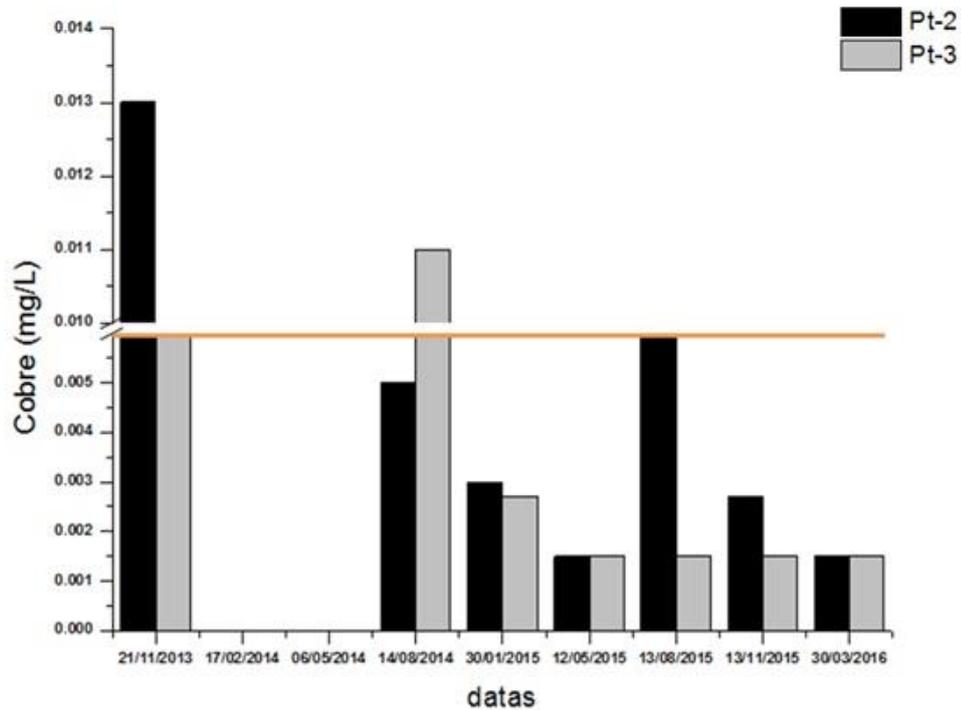


Fonte: Elaboração própria

### 5.2.8 Cobre

O cobre é um elemento amplamente distribuído na natureza na forma de sulfetos, cloretos e carbonatos (AZEVEDO, CHASIN, 2003). Está presente na atmosfera por dispersão pelo vento e erupções vulcânicas e suas principais fontes antropogênicas são a mineração, queima de carvão como fonte de energia e incineração de resíduos municipais (CETESB, 2012). Através da Figura 33, é possível observar os valores de cobre encontrados tanto no Pt-2 quanto no Pt-3. Ressalta-se que no Pt-2 foram detectados valores acima do preconizado pelo CONAMA 357/2005, na amostragem de novembro de 2013 (0,013 mg/L). No Pt-3, o valor acima do estabelecido foi registrado na amostragem realizada em agosto de 2014 (0,011 mg/L).

**Figura 33 - Concentração de cobre obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



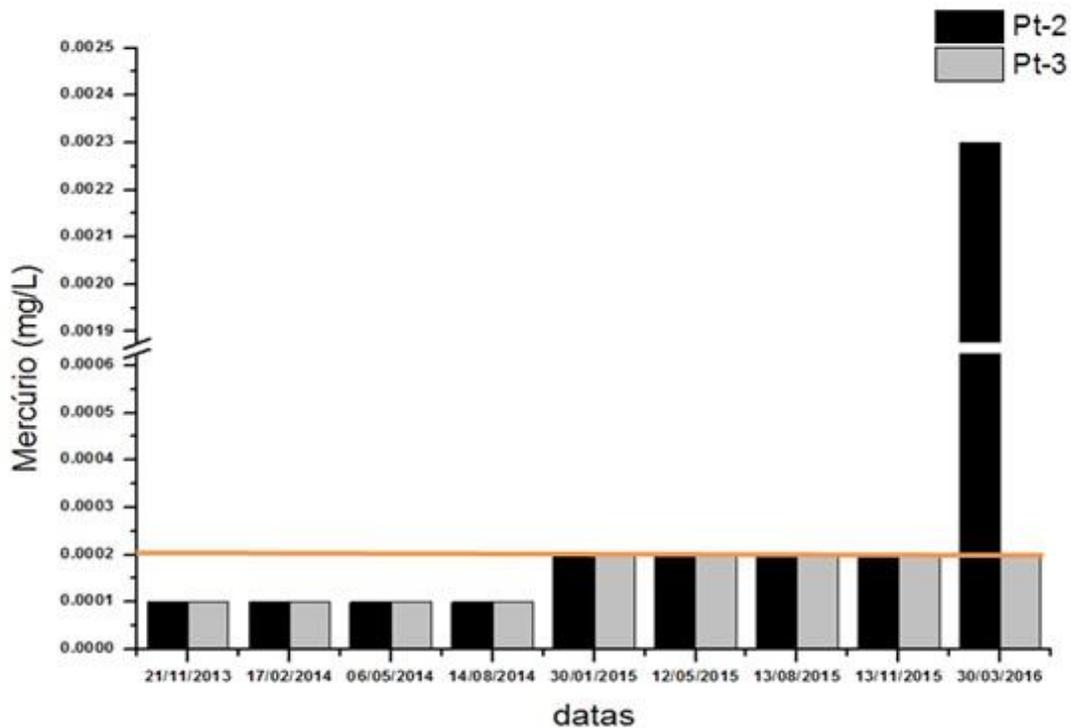
Fonte: Elaboração própria

### 5.2.9 Mercúrio

O mercúrio é um elemento metálico encontrado naturalmente no ambiente, porém incomum na crosta terrestre. Sua liberação ocorre por processos naturais, como erosão ou atividade vulcânica ou por atividades antropogênicas, como a mineração, que é a principal fonte de contaminação deste elemento que, uma vez liberado, assume diversas formas químicas (CETESB, 2012).

Em relação ao mercúrio, este elemento não havia sido quantificado nas campanhas que antecederam março de 2016 em nenhum dos pontos. Conforme Figura 34 a campanha de março de 2016 registou concentração de 0,0023 mg/L no Pt-2.

**Figura 34 - Concentração de mercúrio total obtido durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**

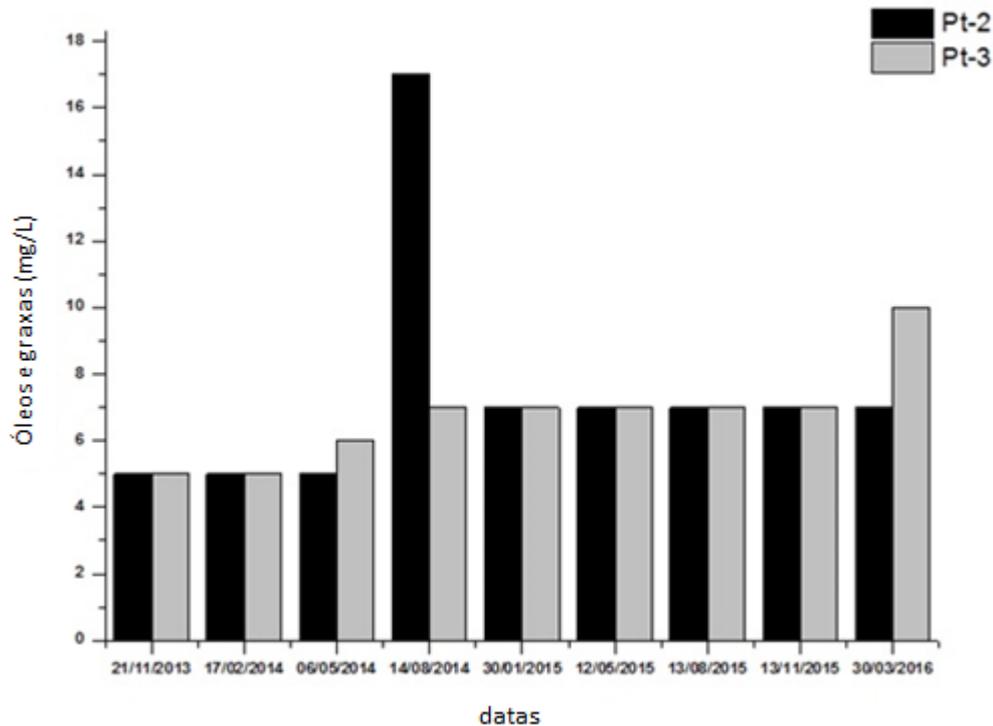


Fonte: Elaboração própria

### 5.2.10 Óleos e Graxas

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2009). Este parâmetro também foi analisado no lago Guaraciaba e as amostragens que apresentaram concentrações acima do preconizado pelo CONAMA foram o Pt- 2 em agosto de 2014 (17 mg/L) e o Pt-3 em maio de 2014 (6 mg/L), agosto de 2014 (7 mg/L) e março de 2016 (10 mg/L) conforme apresenta a Figura 35. O CONAMA estabelece que para estar em conformidade, este parâmetro deve estar virtualmente ausente em qualquer amostra para corpos hídricos classe 1. Vale observar que os laudos apresentados pelo laboratório consideravam 5 mg/L como limite de quantificação, logo, qualquer valor abaixo do apresentado não foi considerado nas amostragens.

**Figura 35 - Concentração de óleos e graxas obtidos durante as campanhas de amostragem.**



Fonte: Elaboração própria

### 5.2.11 Turbidez

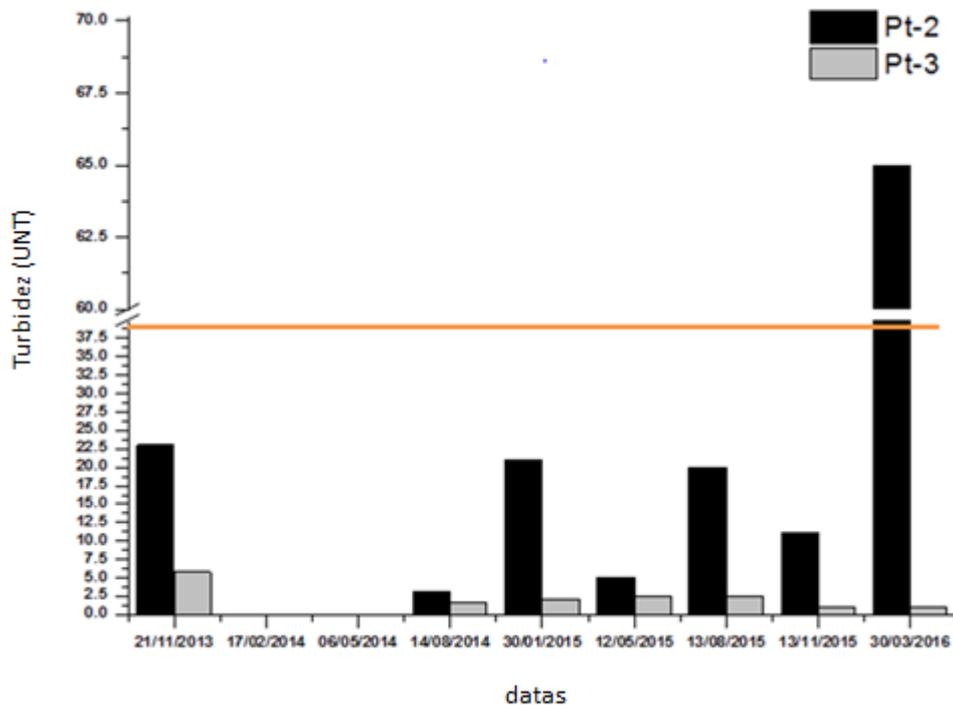
A turbidez é geralmente provocada pela ação de chuvas, sendo o grau de redução que a luz sofre ao atravessar a água, geralmente aumenta em épocas de chuva, quando as águas pluviais levam os detritos resultantes de erosão para dentro dos corpos d'água. Além disso, pode ser elevada pelo despejo de esgotos e atividades de mineração (CETESB, 2009).

Nas águas naturais, a presença da turbidez provoca a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água, influenciando decisivamente nas características do ecossistema presente. Quando sedimentadas, estas partículas formam bancos de lodo onde a digestão anaeróbia leva à formação de gases metano e carbônico, principalmente, além de nitrogênio gasoso e do gás sulfídrico, que é malcheiroso (MARQUES; CONTRIM; PIRES, 2007).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos hídricos superficiais (ambientes lênticos) de classe 1 é recomendada turbidez até 40 unidades nefelométrica de

turbidez (UNT). Desta forma, todas as medições, representadas na Figura 36 ao longo do tempo estão dentro do adequado, exceto Pt-2 na última amostragem feita pelo SEMASA, em que a turbidez foi 65 UNT. Em fevereiro e março de 2014 não houve análises desse parâmetro.

**Figura 36 - Turbidez obtida durante as campanhas de amostragem. A linha laranja representa o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005**



Fonte: Elaboração própria

Quanto aos dados obtidos para as variáveis limnológicas sabe-se que estas variáveis interferem na qualidade da água e sofrem grandes variações espaciais e temporais ressaltando a carência de um monitoramento sistemático (ANDRADE et al., 2007), estas alterações podem ser provenientes de processos naturais como sazonalidade e intempéries, mas também advindas de fontes ou antropogênicas.

Os resultados do monitoramento das variáveis físicas e químicas da água do lago Guaraciaba permitiram analisar as variáveis coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total (N), Fósforo Total (P), Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Mercúrio (Hg), pois estes parâmetros

apresentaram valores acima dos estabelecidos pela resolução Conama 357/2005 com seus respectivos pesos.

Quanto a variável nitrogênio, observa-se que este parâmetro excedeu os limites estabelecidos somente na amostragem realizada em fevereiro de 2014, nas demais os valores obtidos mantiveram-se abaixo do valor estabelecido. Quanto ao fósforo total as últimas amostragens apresentam que quando o parâmetro não excedeu os limites estabelecidos manteve-se próximo a eles. A presença de fósforo em corpos hídricos pode correr de forma natural ou antrópica. De forma natural pode ocorrer através do intemperismo sobre as rochas da bacia de drenagem, através da precipitação atmosférica e com a deposição do material particulado como: partículas de solo, excreção de organismos vivos ou de organismos em decomposição (ESTEVES, 2011). De forma antrópica a maior contribuição de fósforo em corpos hídricos se dá por meio do lançamento de efluentes, principalmente domésticos o que propicia a elevação dos níveis de DBO (CETESB, 2009).

O aumento de DBO em um corpo d'água é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença do alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento diversas formas de vida aquática (CETESB, 2009).

Nos dados obtidos no lago Guaraciaba, os altos valores de DBO coincidem com os altos valores de coliformes encontrados, que também são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinada a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura, porém, em situações onde encontram-se alto valor de DBO e alto valor de microorganismos termotolerantes o valor de OD se torna baixo pois há o consumo de oxigênio existente na água.

No lago Guaraciaba as coletas realizadas em janeiro de 2015 apresentam resultados opostos ao esperado, tanto a DBO, quanto microorganismos termotolerantes e OD apresentam altos valores. Em um corpo hídrico eutrofizado, o crescimento excessivo de algas pode ocultar a avaliação do grau de poluição da água quando se tem por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas (CETESB, 2009).

De forma natural, os valores de fósforo, DBO e microorganismos podem ter sido influenciados pela decomposição de material orgânico, ou pela proximidade com os sedimentos no momento da coleta.

Em relação aos metais, nas amostras realizadas na água do lago, foram detectadas concentrações de manganês, cobre e mercúrio com valores acima dos estabelecidos pelo conama 357/2005. A entrada de metais pesados no ambiente de forma natural, ocorre através da intemperização das rochas, erosão, atividades vulcânicas ou de forma antrópica, através da exploração de recursos minerais gerando o aumento do fluxo de metais pesados no meio ambiente (ODUM, 2000), através do lançamento de efluentes domésticos e industriais, pela aplicação de pesticidas na agricultura (EBRAHIMPOUR; MUSHRIFAH, 2008) ou ainda, através de precipitação em áreas com grandes concentrações de poluentes atmosféricos (PEREIRA et al., 2006). Em ecossistemas aquáticos, os metais e outros compostos tendem a ficar acumulados no sedimento, dependendo das condições ambientais, podem começar a ser liberados na coluna d'água tornando-se biodisponíveis (SOUZA et al, 2015). Os metais cobre e manganês são elementos encontrados com frequência na natureza, são essenciais aos seres vivos e têm importante papel nos metabolismos dos seres aquáticos (ESTEVES, 2011), porém estes elementos traços não devem apresentar quantidades superiores a 0,1% ou 1000 mg.kg<sup>-1</sup>. Os valores obtidos nas amostragens realizadas no lago apresentam altas concentrações deste elemento, o que indica não atenderem os padrões estabelecidos pela Conama 357/2005, indicando alterações nos sistemas naturais e possivelmente a interferência antrópica bastante características de áreas de mineração, de lançamento de efluentes ou defensivos agrícolas (ESTEVES, 2011).

Uma justificativa para as altas concentrações destes metais traço na água do lago é que a forma da amostragem pode não ter sido a mais indicada. As coletas foram realizadas próximas aos sedimentos e margens, logo a zona bentônica pode ter influenciado os resultados das análises. Diante de condições de pH levemente básico ocorre a precipitação de elementos metálicos dando origem a nódulos que são depositados nos sedimentos, porém em condições onde o oxigênio dissolvido é baixo, como configuram algumas amostragens do lago Guaraciaba, ocorre a redução do manganês e do cobre que se solubilizam provocando grande aumento nas suas concentrações (ESTEVES, 2011).

Quanto ao mercúrio, no ambiente este elemento sofre uma série de transformações e interações com constituintes dos diversos compartimentos ambientais, como a oxidação de íon de mercúrio, seu acúmulo na cadeia alimentar e deposição em sedimentos constituem grandes depósitos deste metal tornando-se fontes potencialmente nocivas (VIEIRA; PASSARELI, 1996). Todas as amostragens realizadas indicam a presença de mercúrio, porém a amostragem realizada em março de 2016 sugere um cenário de alteração, pois o valor encontrado no Pt-2 (nascente) está extremamente elevado, não atendendo aos padrões estabelecidos pelo conama

357/2005. Deve-se observar que no mesmo período, o valor de turbidez no Pt-2 também apresentou grande variação. Quando analisados juntamente ambos parâmetros, acredita-se que o resultado obtido pode ter sido ocasionado em razão do revolvimento do sedimento, provocando o desprendimento do mercúrio para a coluna d'água. Este revolvimento pode ter sido causado pela intensidade de chuvas no período. De acordo com os dados levantados no CEMADEN, a estação pluviométrica Vila Suíça registrou no mês de março 249,66 mm de chuvas, 105,48 mm somente nos 5 dias que antecederam a amostragem realizada em 30 de março de 2016.

A alta concentração de mercúrio encontrada na amostragem realizada no lago Guaraciaba em maio de 2016 é preocupante uma vez que a área onde encontra-se o lago é limítrofe ao aterro sanitário, logo, uma outra forma de entender a alteração dos elementos metálicos, em especial do mercúrio, é que as variações dos parâmetros podem estar sendo provocadas pela poluição antropogênica como a contaminação de aquíferos por chorume, pois o mercúrio, bem como os hidrocarbonetos de petróleo, não são constituintes naturais do ambiente e sua presença pode ser provocada pela ocorrência de contaminação pelos resíduos do aterro (AUGUSTIN, 2011).

Este parâmetro apresenta necessidade de investigação, acompanhamento e entendimento da relação deste com o meio uma vez que altas concentrações de mercúrio afetam o sistema nervoso central, sistema cardiovascular, sistema imunológico e o sistema reprodutivo (LI et al., 2010). A exposição ao mercúrio causa dano cerebral, principalmente em fetos e crianças, pode reduzir a fertilidade de mamíferos, e em peixes, o mercúrio provoca redução do olfato, cegueira e alteração da capacidade de absorção de nutrientes no intestino (CLECKNER et al., 1998).

Em relação a presença de óleos e graxas a pequena solubilidade destes compostos constitui um fator negativo no que se refere a sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e causam problemas no tratamento d'água quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público. A presença de material graxo nos corpos hídricos, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. De acordo com a Cetesb (2009), na legislação brasileira a recomendação é de que os óleos e as graxas estejam virtualmente ausentes para os corpos d'água de classes 1, 2 e 3. Nas águas do lago este material foi encontrado em todas as amostras analisadas.

Nota-se que muitos parâmetros apresentaram valores que não atendem o estabelecido para lagos de classe 1 da Resolução Conama 357/2005. A classificação deveria permitir que as

águas fossem destinadas: ao abastecimento humano após tratamento simplificado; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário e a irrigação de hortaliças.

Com base nos resultados obtidos através dos laudos fornecidos pelo SEMASA, a água do lago atenderia a classificação - classe 4, que podem ser utilizadas para navegação e harmonia paisagística, não atendendo os padrões de abastecimento ou balneabilidade, diferente da classificação atribuída no Estudo de Impacto Ambiental da ampliação do aterro sanitário de Santo André (classe 1), o o que sugere novos estudos no sentido de investigar se o aterro esta contribuindo para as alterações das variáveis limnológicas do lago através de possível contaminação dos aquíferos, mesmo estando situados em bacias hidrográficas distintas.

Vale ressaltar ainda que o as maiores concentrações das variáveis analisadas (DBO, Coliformes, Fósforo Total, Manganês e Cobre) foram encontradas na nascente (Pt-2) na amostragem de novembro de 2013, período em que a obra da ampliação do aterro sanitário estava em operação, tendo sido concluída em março de 2014. Outro fator que merece consideração é que o lago Guaraciaba não recebe nenhum lançamento direto de efluente doméstico ou industrial.

Para a garantia dos resultados obtidos, algumas questões devem ser discutidas com clareza e atenção, como: método de amostragem realizado e método de preservação das amostras.

A coleta das amostras tanto nas margens do lago, quanto na nascente sofrem interferência dos sedimentos podendo alterar significativamente os resultados. O método de amostragem não atende ao proposto no guia nacional de coleta e preservação de amostras que indica quando a coleta é realizada diretamente em um corpo hídrico, é recomendado evitar a coleta de amostras em áreas estagnadas ou em locais próximos às margens.

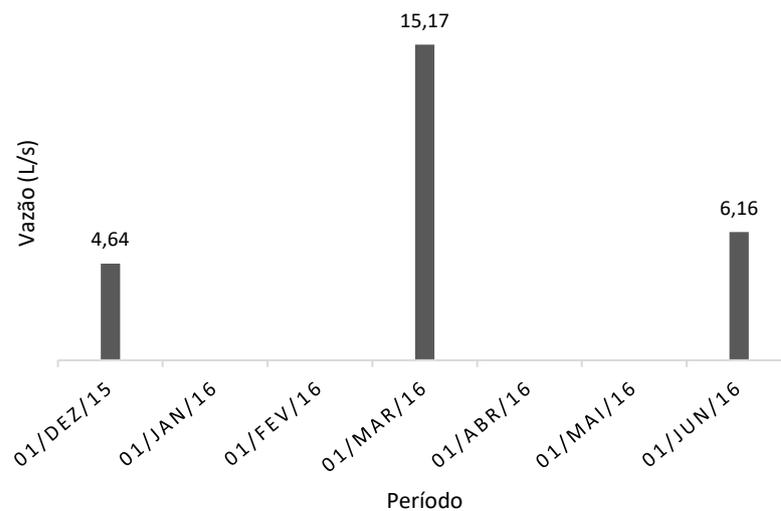
### **5.3 Utilizações para a água do lago**

#### **5.3.1 Vazão do lago**

Os dados de vazão do lago Guaraciaba obtidos durante as três amostragens realizadas em dezembro de 2015, março e junho de 2016, são apresentadas na Figura 37. Na primeira amostragem, foi obtida a vazão de 4,64 L/s. Durante o período de 15 dias que antecederam esta amostragem houve uma media de 0,8 mm de chuva, conforme observado na Figura 40. Durante a segunda amostragem, realizada no mês de março, a vazão obtida foi de 15,17 L/s, justificada

pelo aumento de chuvas que apresentou no período uma de média 3,74 mm. Na terceira amostragem, o valor obtido para a vazão foi de 6,15 L/s, durante este período não houve presença de precipitação que atingisse a basculada de 0,2 mm do pluviômetro utilizado pela CEMADEN. Considerando as três amostragens, o valor médio da vazão da saída do lago obtido foi 8,65 L/s, correspondente a 747.360 L/dia, equivalente a 0,00865 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 37 - Vazão da saída do vertedouro do lago Guaraciaba**



**Fonte: Elaboração própria**

A vazão obtida na saída do lago Guaraciaba apresenta valores que tornam viável a utilização da água do lago para fins de reutilização como abastecimento de caixas d'água destinadas à utilização em sanitários por exemplo. Diante da implantação do parque ativo à população esta água poderia atender parte dos usuários sem que houvesse a necessidade da utilização de contratação de água da SABESP. A água pode contribuir ainda com irrigações nas áreas verdes do próprio parque, gerando economia e diminuindo o uso da água do abastecimento público.

### **5.3.2 Capacidade de abastecimento**

O levantamento realizado para verificar os bairros e a população do entorno do parque indicou que são 5 os bairros do entorno direto, totalizando 45.020 habitantes, em uma área de 4,6 km<sup>2</sup>, conforme apresenta a Tabela 6.

**Tabela 6 - Bairros do entorno do parque, área ocupada e população estimada.**

Bairros do entorno direto do parque	População estimada 2013	Macrozona	Área (km <sup>2</sup> )
Condomínio Maracanã	10.452	Urbana	0,78
Jardim Marek + Jd. Santo Antônio de Pádua	6.134	Urbana	0,29
Parque Gerassi + Centreville	8.406	Urbana	0,60
Vila Guaraciaba	3.922	Urbana	1,24
Cidade São Jorge	16.106	Urbana	1,15

**Fonte: Elaboração própria**

Para discutir qual a contribuição da vazão da saída do lago Guaraciaba para o abastecimento do município de Santo André, foi considerado o valor da vazão média obtido durante todo o período analisado.

Desta forma, considerando a vazão média 747.360 L/dia e o consumo sugerido pela OMS de 100 L/hab/dia, obtem-se através da equação 5 que 7.473 habitantes poderiam ser abastecidos pelas águas do referido lago o que representaria 16,6% da população do entorno do parque. Refira-se que Santo André, mediante da captação de água realizada pelo SEMASA no parque do Pedroso, abastece 6% da população andreense, o que configura aproximadamente 40.584 habitantes. Por outro lado, o valor obtido no vertedouro do lago permitiria abastecer 89% da população dos bairros Parque Gerassi + Centreville.

## **5.4 Análise da percepção dos *stakeholders***

### **5.4.1 Biomapa**

Os resultados obtidos através da oficina de biomapa atendem ao objetivo de responder o que o parque representou, representa e quais os anseios para a área no futuro. Para o melhor entendimento dos resultados, os dados serão divididos em grupos de acordo com o apresentado na metodologia.

Grupo passado – Depois de muitas discussões e trocas de informações, o grupo concluiu que após o encerramento das atividades de mineração a área representou perigo por muitos anos

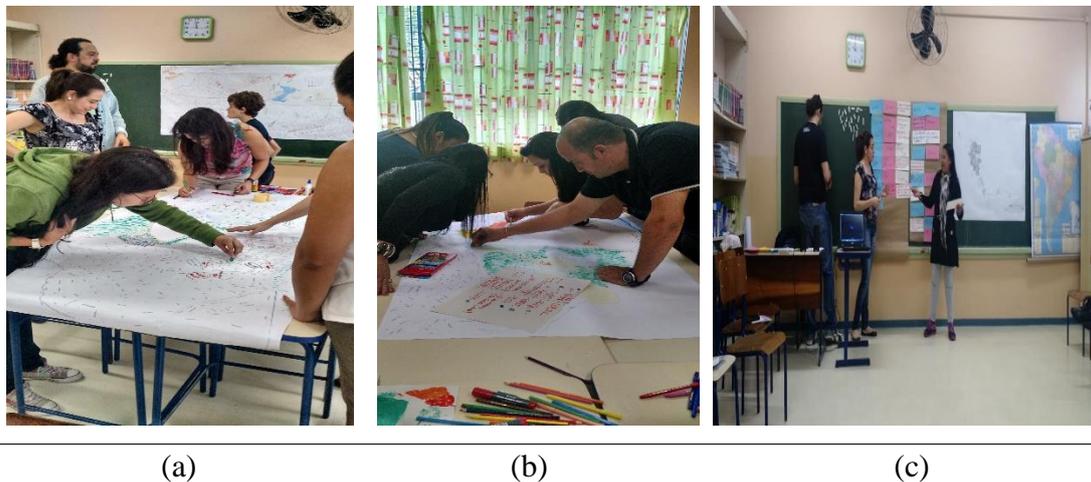
até que foi iniciada a criação do parque como área de lazer na década de 90, a única na região durante o período. Grupos de pessoas utilizavam as quadras para jogar futebol e basquete e o lago para recreação, como canoagem. Nas partes mais rasas, chamada de prainha, as crianças nadavam e brincavam.

Grupo presente – O grupo informa total desconhecimento do que existe “atrás do muro”. Informam ter medo do parque, pois hoje serve como “descarte de corpos” e esconderijo para usuários de drogas. Outro fator que assusta é a existencia de um lago onde muitas pessoas morrem afogadas. Sabem que a guarda municipal está presente no local em alguns horários do dia, após a morte dos jovens em janeiro de 2014, mas no período da noite é perigoso passar pela região.

Grupo futuro – o grupo conclui que a área deve ser preservada e que o parque deve ser reaberto, oferecendo atrativos de lazer e esporte, como pistas de caminhada, parquinhos, ciclovia, esportes aquáticos, entre outros.

Os processos de construção do biomapa podem ser observados na Figura 38a, b e c e as conclusões nas Figuras 39a e b.

**Figura 38 - Processo de construção do biomapa**



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 39 - Processo de conclusão do biomapa.**



(a)

(b)

Fonte: Arquivo pessoal

A utilização do biomapa na região do entorno do parque Guaraciaba tiveram como principais objetivos:

- Implementar o mapeamento baseado na comunidade como um processo participativo, a fim de aumentar sensibilização para as questões locais, bem como fomentar uma melhor comunicação entre os membros da comunidade e tomadores de decisão, para que os membros da comunidade se envolvam mais no processo de decisão;
- Avaliar os processos de mapeamento baseado na comunidade em termos de aptidão, para o aumento da capacidade de tomada de decisão que é participativa na natureza, sensível às necessidades dos cidadãos locais;
- Avaliar estratégia de mapeamento baseado na comunidade em termos de sua eficácia na obtenção e manutenção de elevados níveis de participação da comunidade, com especial atenção para as questões de gênero e idade;
- Fornecer recomendações que possam ajudar as autoridades municipais e membros da comunidade no desenvolvimento de estratégias eficazes para processos participativos futuros;
- Identificar as demandas e anseios das comunidades, diagnóstico e gestão, o que pode contribuir para a orientação de planejamentos e execução de ações, bem como no estabelecimento de diretrizes e políticas públicas da administração municipal para elaboração de projetos.

#### 5.4.2 Questionário semiestruturado

Considerou-se fundamental conhecer a percepção dos indivíduos envolvidos nas questões do parque Guaraciaba, a fim de compreender qual a relação destes com a área e o que move seus diversos interesses.

A primeira parte do questionário (parte A) investigou qual foi o impacto do encerramento do parque. Para este eixo temático foram elaboradas cinco questões; a segunda parte (parte B) investigou a importância do parque na visão dos entrevistados; e a terceira parte (parte C) foi exclusivamente destinada aos comerciantes da região, com o propósito de obter qual a percepção destes acerca do desenvolvimento econômico da região. Dos 38 entrevistados, 11 eram comerciantes. O Quadro 1 apresenta as questões elaboradas em cada eixo de pesquisa.

**Quadro 1 - Eixos temáticos e questões elaboradas aos entrevistados**

Parte	Eixo Temático	Questões	Respostas Direcionadas
A	Impacto do encerramento do parque	1- Quantas vezes, durante os últimos 12 meses você usou algum parque público para cada um das atividades?	Canoagem Bicicleta Estudo Caminhada Passeio Piquenique Observação da natureza
		2 - Gostaria que o parque Guaraciaba estivesse aberto ao público	Sim Não
		3 - Em que medida considera que o Parque Guaraciaba e o correspondente lago influenciaram sua qualidade de vida?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		4 - Se o parque permanecer fechado definitivamente, de que modo será afetada a sua qualidade de vida?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		5 - Se for realizada a requalificação do parque Guaraciaba, o que gostaria que fosse oferecido como opção de lazer?	Esporte Aquático Animais Silvestres Áreas de Lazer Pista de Caminhadas Outros
B	Avaliação da importância do parque	1 - Como se posiciona em relação a reabertura do parque?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		2- Concorda com possibilidade do parque ficar definitivamente fechado ao público por razões de conservação da natureza e segurança da população?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		3- Concorda como o aterramento parcial do lago?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
C	Desenvolvimento econômico da região	1 - De que modo o encerramento do parque o influenciou economicamente?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		2- Se o parque for reaberto e requalificado, de que modo isto o influenciará economicamente?	Muito positiva Um tanto positiva Sem impacto Negativa Um tanto negativa
		3- Apoiar a reabertura do parque, mesmo que ele não se revele importante para o comércio na região?	A favor Indiferente Não a favor, mas aceita Contra Outros

Fonte: Elaboração própria

As questões elaboradas foram direcionadas e deram a oportunidade do entrevistado opinar e expressar a sua percepção. Muitos dos moradores da região responderam que utilizam parques do município para passeio ou caminhada e com pouca frequência, uma vez que os parques que oferecem estrutura estão concentrados em regiões centrais ou distantes da área estudada.

*“Não temos opções de parques ou áreas de lazer na região, todos estão distantes”*

(MTR)

Moradores com idade próxima aos 30 anos lembram-se do parque aberto ao público e associam o momento a uma boa fase do bairro, pois muitos utilizam outros parques, na grande maioria das vezes, para caminhada, passeios e contemplação da natureza. Dos entrevistados, 99,4% gostariam que o parque estivesse aberto à população e consideram que seria muito positiva a influência na qualidade de vida e negativa à possibilidade do parque permanecer fechado.

*“O fato da região não possuir áreas de lazer e a entrada no parque ser proibida, faz com que adolescentes façam uso indevido do lago.”*

(MTR)

Para a parte B, que trata da avaliação da importância do parque, 99,64% dos entrevistados se posicionaram a favor da reabertura do parque, apenas um entrevistado posicionou-se parcialmente a favor, justificando:

*“Se o parque fosse aberto em pouco tempo seria abandonado novamente pelo poder público.”*

(MTR)

Uma moradora da região, vizinha da família de uma adolescente que faleceu no lago apresentou-se contra a reabertura do parque e acredita que o parque deve permanecer fechado, pois atribui a ele os afogamentos ocorridos na área.

*“O parque deve permanecer fechado, pois só trouxe tristeza, muitas mortes ocorreram ali.”*

(MTR)

Na segunda questão referente ao parque ser mantido fechado para conservação da natureza e segurança da população, 94% se mostraram contra, justificando:

*”A população precisa de área de lazer na região que ofereça educação ambiental, cursos para os adolescentes, esportes. Caberá no parque tanto a preservação quanto a população”.*

(MTR)

*“Não há riscos de influência antrópica se as áreas forem bem limitadas, áreas de uso comum e áreas destinadas à preservação. A implantação do parque ativos à comunidade, inclusive, garante a preservação e conservação da área, uma vez que da forma como está tende a perder área verde, visto que a expansão da comunidade Vista Alegre caminha em direção aos limites do parque.”*

(ONG)

Dos demais entrevistados, dois se mostraram a favor do fechamento do parque para fins de conservação, um deles justificando que é importante manter o parque fechado para regeneração da área, garantindo assim a qualidade do ar da região, e o outro, informou que precisa de mais informações a respeito. Em relação à terceira questão, que trata do aterramento parcial do lago, 100% dos entrevistados se manifestaram contra.

*“Seria um grande desperdício, esta água poderia ser utilizada para abastecer a população, pois ficamos sem água nas torneiras pelo menos duas vezes na semana.”*

(MTR)

*“É um grande absurdo, em plena escassez hídrica, as pessoas com esgotar este recurso caminhando na contramão da sustentabilidade.”*

(ONG)

*“Ficamos vários dias sem abrir o restaurante por falta de água para cozinha e para higiene, a região sofre com a constante falta água, esta água não poderia abastecer esta área?”*

(COM)

A parte C foi destinada exclusivamente aos comerciantes da região do parque. A primeira questão, que trata de como o encerramento do parque influenciou economicamente, apenas um entrevistado respondeu dizendo que não houve impacto, os demais não eram comerciantes no período de encerramento do parque. A segunda questão trata da influência econômica que o parque poderia apresentar ao entrevistado se fosse reaberto, para esta questão todos os entrevistados disseram que seria muito positiva.

*“A reabertura do parque poderia apresentar estímulo ao comércio local além de valorização imobiliária.”*

(COM)

A terceira pergunta questiona se os comerciantes apoiam a reabertura do parque, mesmo que não revele importância econômica para o comércio da região, as respostas para esta questão foram unânimes, todos os entrevistados se mostraram a favor.

*“A região precisa de lazer, esporte e educação. As crianças da região se tornam adolescentes suscetíveis ao uso de álcool e drogas, em razão da falta de perspectiva. Os bairros periféricos da cidade precisam de áreas de lazer, integração e convivência.”*

(COM)

Tanto o biomapa quanto os questionários podem ser aplicados as mais variadas esferas da sociedade a fim de obter informações e a perspectiva de um determinado grupo de interesse. Segundo Ladeira (2009), as ferramentas citadas buscam reconhecer e observar as características de todas as partes interessadas, pois permitem a identificação de itens relevantes para a formulação de estratégias direcionadas. Ao lidar com questionamentos e pontos de vista diferenciados, a subjetividade fica muito presente por meio do próprio sistema de pensamento, de processos cognitivos, de valores e de representações, emoções e afetividade de cada participante (CARVALHO, 2013).

O biomapa foi a ferramenta utilizada como o instrumento de diagnóstico e planejamento, cuja metodologia envolveu os cidadãos na identificação das informações relevantes relacionadas ao Parque Ecológico Guaraciaba e o respectivo lago. Contribuindo, desta forma, para futuras tomadas de decisões consensuais entre a comunidade e organizações públicas ou privadas.

Em relação ao questionário aplicado, de acordo com Oliveira (2000), algumas vantagens deste tipo de questionário é que proporciona riqueza de detalhes tornando a entrevista mais interessante ao entrevistador, pois permite maior espontaneidade além de facilitar as respostas ao entrevistado. A desvantagem é que pode haver muitos detalhes irrelevantes tornando a entrevista demasiadamente demorada e difícil de selecionar ou compreender os detalhes mais relevantes, o que facilita a perda de foco ao entrevistador.

É imprescindível e de fundamental importância a participação popular nos processos de planejamento de tomadas de decisões, sobretudo as que envolvem questões socioambientais, somente desta forma o processo será efetivamente democrático e a população poderá apropriar-se da região e declarar o que efetivamente é necessário sob sua ótica. Na maior parte das cidades brasileiras, predomina a cultura de um desenho urbano pasteurizado incapaz de reconhecer laços afetivos, singularidades e características de identificação entre pessoas e lugares (BRANDÃO, 2015) desta forma as comunidades passam a não se identificar com seu entorno promovendo a falta de preservação e o desinteresse pelos locais, tornando os espaços públicos alienados, padronizados, segregadores, hostis e inibindo a convivência, a solidariedade e o sentimento de pertencimento.

Tanto a oficina de biomapa quanto os questionários realizados apontaram a necessidade desta integração social com o parque. Há necessidade de áreas de lazer e práticas de esporte na região, uma vez que não há oferta destas atividades na periferia, fato que apresenta risco às crianças e adolescentes que utilizam as vias públicas para brincar ficando expostos a atropelamentos, além da ociosidade de jovens, que por falta de incentivo a prática de cultura e esportes, acabam suscetíveis ao uso de álcool e drogas ilícitas. O município de Santo André oferece oportunidade de prática de esporte, porém as entrevistas e o biomapa revelaram que grande parte destas atividades estão concentradas na região central do município ou distantes dos bairros do entorno do parque, logo, para que os moradores da periferia possam usufruir dos benefícios, há necessidade de deslocamento, o que envolve o uso de transporte público gerando gastos, tornando a prática inviável às famílias de baixa renda.

As entrevistas apontaram ainda que 99,4% dos entrevistados gostariam que o parque fosse restaurado pois associam a prática de esportes e áreas verdes a benefícios à saúde e à qualidade de vida. Acreditam ainda que a revitalização do parque promoveria segurança, valorização dos imóveis e estimularia o comércio local.

Ainda em relação aos anseios da população, as entrevistas revelaram o interesse na utilização da água do lago contribuindo para com o abastecimento das redes públicas, visto a constante falta da distribuição de água na região. A possibilidade do aterramento, total ou

parcial do lago, não agrada aos entrevistados, 100% dos entrevistados se mostraram contra. Em relação a vazão do lago, o estudo realizado apontou que o valor médio obtido é suficiente para atender 16% da população da região circunvizinha do parque, representando 1,1% do total dos 6% da captação e abastecimento direto realizado pelo município.

### **5.5 Propostas de requalificação para a área do Parque Ecológico Guaraciaba**

Embora no Brasil a ideia de considerar áreas degradadas pela mineração para fins diversos seja nova, há vários exemplos no mundo de áreas que no passado foram impactadas por atividades mineradoras, inclusive com formação de lagos, que se encontravam abandonados há muitos anos e atualmente tornaram-se locais de alto valor recreativo, esportivo, paisagístico e ecológico, conforme apresenta a Tabela 7.

**Tabela 7 - Antigas cavas de mineração reabilitadas no mundo**

PAÍS	LOCAL	FUNÇÃO	FONTE
Alemanha	Linhito do Reno	Abastecimento	IBRAM (2009)
Alemanha	Vale do Ruhr	Museu	SOARES e SILVA (2009)
Brasil -SP	Cordeirópolis	Abastecimento	GAZETAINFO (2015)
Brasil -PR	Pedreira Paulo Leminskyem	Lazer	SOARES e SILVA (2009)
Brasil - SP	Pedreira do Chapadão	Recreação	SOARES e SILVA (2009)
Brasil - SP	Parque Toronto	Lazer, recreação, esportes	SANCHES (2011)
Brasil - SP	Parque do Varvito em Itu (SP)	Museu	SOARES e SILVA (2009)
Brasil - SP	Parque do Ibirapuera (SP)	Lazer, recreação, esportes	BITTAR (1997)
Brasil - SP	Raia Olímpica da USP	Educação e esportes	BITTAR (1997)
Brasil - SP	Parque Ecológico Tietê	Lazer, recreação, esportes	SANCHES (2011)
China	Quarry Garden	Recreação	ASLA (2012)
Espanha	Alfique	Abastecimento de água	IBRAM (2009)
EUA	Bekerley	Lazer	GAMMONS et al. (2006)
EUA	Portsmouth	Recreação	MDNR (2015)
EUA	OHV Park	Esporte e Recreação	GONÇALVES (2013)
EUA	Fairfax Country	Esporte e Recreação	GONÇALVES (2013)
EUA	Water Mine Fammily	Recreação	GONÇALVES (2013)
EUA	Swimmin'Hole	Pesca, Esportes e Recreação	GONÇALVES, 2013
Hungria	Balaton	Abastecimento de água	IBRAM (2009)
Inglaterra	Rother Valley Country	Pesca, Esportes e Recreação	GONÇALVES (2013)

**Fonte: Elaboração própria**

Um modelo de parque possível de ser seguido e que se enquadra nos mesmos moldes do parque Guaraciaba é o parque Cidade Toronto, localizado na Zona Norte do município de São Paulo. A área foi utilizada no passado para extração de areia e originou a formação de um lago oriundo desta extração, ficando abandonada por alguns anos, até que em 1987 foi criado oficialmente o parque Cidade Toronto.

O parque possui área de 109.100 m<sup>2</sup> e conta com infraestrutura de *playground* (Figura 40a), churrasqueiras e quiosques (Figura 40b), sanitários, aparelhos de ginástica, pista de caminhada (Figura 40c), trilhas e uma ponte (Figura 40d) sobre o lago que dá acesso as quadras poliesportivas, sanitários e área administrativa. De acordo com a administradora do parque, este recebe cerca de 10.000 pessoas por final de semana e funciona como atrativo para moradores da região de diversas faixas etárias, em razão de proporcionar atividades diversas.

**Figura 40 - Áreas de lazer do parque Cidade Toronto**



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Arquivo pessoal

Com relação à segurança do lago, a administradora afirma que ocorreram diversas mortes por afogamento, porém antes da área ser reconhecida como parque e oferecer infraestrutura adequada. Atualmente, o lago é cercado em alguns trechos com cerca de bambu,

de no máximo 1m de altura, em outros trechos por capins arbustivos e em outros pontos limitado apenas pela diferença de topografia, conforme apresentam as Figuras 41a, b, c e d. Em visita ao parque, foi possível observar a interação dos frequentadores com o espaço. Crianças, idosos e animais convivem no mesmo espaço, respeitando os limites colocados pela administração.

O parque funciona das 06 às 18 horas diariamente e é viado por 3 seguranças no período diurno e 2 no período noturno.

**Figura 41 - Cercamento do lago do parque Cidade Toronto (a) cercamento de bambu com 1 metro de altura, (b) e (c), cercamento com capim arbustivo e (d) diferença de topografia**



(a)

(b)



(c)



(d)

**Fonte: Arquivo pessoal**

Através do levantamento bibliográfico realizado, foi possível constatar que o parque Guaraciaba foi utilizado no início da década de 90 para recreação dos moradores do município e ofertava muitas atividades como pista de caminhada, parquinho, quadras poliesportivas,

caiaquismo, banho, piquenique e contemplação. O Anexo B apresenta o folder desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Santo André, em setembro de 1992, com informações sobre os bairros Cidade São Jorge, Centreville, Jardim Marek, Parque Marajoara, Parque Gerassi, Jardim Santo Antônio de Pádua, bairros da circunvizinhança do Parque Ecológico Guaraciaba.

O levantamento possibilitou ainda a obtenção de informações acerca da legislação que garante ao parque o enquadramento na categoria de reserva ecológica - Emenda nº 29, de 12 de julho de 1999, porém, de acordo com o anuário da Prefeitura de Santo André (2012), o município possui 13 parques públicos municipais, sendo 11 urbanos e 2 naturais, nos quais o Parque Ecológico Garaciaba não está incluso. A Tabela 8 apresenta as áreas consideradas parques pela prefeitura.

**Tabela 8 - Parques públicos do município de Santo André**

Parques municipais	Área total (m <sup>2</sup> )
Parque Regional do Pedroso	8.396.857,00
Parque Natural Nascentes de Paranapiacaba	4.261.179,10
Parque Central	346.647,97
Parque Prefeito Celso Daniel	67.531,97
Parque Regional da Criança – Palhaço Estrimilique	66.398,57
Parque Escola	48.941,55
Parque da Juventude	40.729,60
Parque Antônio Fláquer	36.307,25
Parque Antônio Pezzolo (Chácara Pignatari)	34.632,17
Parque Norio Arimura	16.755,78
Parque Cidade dos Meninos	12.619,42
Parque Ulysses Guimarães	6.750,00

Fonte: Anuário do município de Santo André, 2014.

Dois projetos foram entregues à Prefeitura Municipal de Santo André a fim de retomar as atividades no parque e enquadrá-lo na categoria de parque público, são eles:

- Projeto Parque Guaraciaba, desenvolvido pela Projeto Paulista de Arquitetura S/S Ltda em 1991, que incluía na infraestrutura uma praça junto ao lago e pier para pequenas

embarcações, além de uma piscina construída a partir de um braço do lago, cujas margens foram tratadas como praias. Posteriormente, seriam implantadas trilhas a partir do lago, abertas à visita guiada, percorrendo os morros até as três torres de observação, visíveis da praça e restaurantes (Anexo C).

- Estudo Preliminar Arquitetônico e Paisagístico destinado a Prefeitura do Município de Santo André, desenvolvido em 2015 pelos arquitetos urbanistas Luciano Nunes e André Moura, solicitado pelo MDV a ser apresentado ao poder público local como alternativa à área atualmente abandonada (Anexo D).

O Parque Ecológico Guaraciaba apresenta condições de ofertar diversas opções de lazer, recreação, esportes, cultura e educação, além de exibir uma forte beleza cênica ainda é capaz de impulsionar a economia local através da valorização imobiliária e estímulo do comércio, visto que modelos de áreas semelhantes a do Guaraciaba passaram pelos mesmos processos e atualmente são regiões valorizadas tanto economicamente quanto socialmente, pois são vastamente utilizadas pela população, como o Parque Cidade Toronto, por exemplo, que no passado era sinônimo de perigo e risco de morte em razão das ocorrências de afogamento, atualmente é um atrativo de lazer à zona norte do município de São Paulo, além de contribuir para a valorização imobiliária e o desenvolvimento do comércio local, a ponto dos comerciantes, por meio da iniciativa público-privada, contribuírem com a manutenção do parque através da doação tintas, materiais diversos da construção civil, madeira, entre outros, em troca das benfeitorias, organizam eventos no parque e divulgam seus estabelecimentos.

O parque denota condições de atender as necessidades e anseios da população do entorno, conforme os resultados obtidos na oficina de biomapa e da aplicação do questionário semiestruturado realizados com a população das áreas circunvizinhas ao parque.

A área possibilita a recuperação da mata ciliar, o reflorestamento com mudas nativas nas demais áreas onde não cabe a implantação da área social e de lazer, contribuindo para a formação de “corredores verdes”, promovendo a conexão entre fragmentos florestais, visto a proximidade com o município de Mauá, na porção leste, onde encontram-se os remanescentes de Mata Atlântica mais extensos na região e com as áreas preservadas no município de Santo André em direção à Área de Proteção e Recuperação aos Mananciais na porção sul.

Contribuir ainda com a manutenção da biodiversidade em uma área densamente urbanizada e serve como zona de amortecimento para as “ilhas de calor”.

Em relação a água do lago, embora atualmente não apresente condições adequadas para consumo e contato direto de acordo com os resultados dos laudos, a quantidade de água do

vertedouro pode ser utilizada para abastecimento de equipamentos diversos como sanitários, irrigação e limpeza das áreas comuns, atendendo as necessidades do próprio parque.

Não se sugere a utilização desta água para fins não nobres como lavagem de pavimentos, regas, utilização em incêndios ou industrial onde haja a necessidade do trânsito de caminhões para abastecimento ou grande interferência em razão da grande quantidade de nascentes existentes na área e a probabilidade de causar afugentamento animal.

Para que projetos de reabilitação de áreas sejam exequíveis, a participação do poder público precisa ser ativa, as empresas do setor privado podem participar ativamente por meio de parceria público-privada e a participação da população deve ser instrumento fundamental nas tomadas de decisões.

Para que as experiências de democracia participativa obtenham êxito, as administrações municipais têm papel fundamental, através da criação de canais de interconexão que viabilizem a integração entre governo e dos diversos segmentos da sociedade, especialmente a população de menor renda. De tal maneira, que possam ser partícipes das diversas fases do processo de planejamento e de deliberação das Políticas Públicas a serem implementadas nas cidades (FONSECA, 2009).

A Constituição Federal, ao assegurar, dentre os seus princípios e diretrizes, “a participação da população por meio de organizações representativas, na formulação das políticas e no controle das ações em todos os níveis” (Art. 204), institui, no âmbito das políticas públicas, a participação social como eixo fundamental na gestão e no controle das ações do governo (ROCHA, 2009).

Segundo Maricato (2001), os planos de ação participativos constituem uma oportunidade de democratizar a atividade de planejamento proporcionando compreender melhor a cidade e construir um pacto sobre seus destinos. De acordo com Jacobs (2009), nas cidades precisamos de todos os tipos de diversidade, intrinsecamente combinados e mutuamente sustentados para que a vida urbana funcione adequada e construtivamente de modo que as populações das cidades possam preservar (e desenvolver ainda mais) a sociedade e a civilização.

Um dos maiores trunfos de uma cidade, senão o maior é formar comunidades com interesses comuns. Por outro lado, um dos trunfos necessários aos distritos urbanos é contar com pessoas que tenham acesso a grupos políticos, administrativos e de interesse comum na cidade com um todo (JACOBS, 2009).

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A mineração é uma atividade indispensável na atualidade, tanto pelos bens que produz, quanto pela geração de empregos e demais relevância para a economia, mas é também responsável por impactos ambientais negativos que podem ser irreversíveis.

A atividade mineradora é impactante tanto sob o aspecto visual, quanto pelas alterações que promove nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio onde foi inserida. Um dos impactos mais comuns de tais áreas é a formação de lagos de cava, que além das alterações ambientais provocadas, ainda geram muitos conflitos socioambientais, pois servem como atrativos de lazer e passam a ser utilizadas inadequadamente se o encerramento da mina não for devidamente planejado. Porém, quando planejada, essa área pode oferecer vantagens econômicas, de saúde e bem-estar, bem como benefícios paisagísticos para a comunidade.

A necessidade de garantir o bem-estar de gerações futuras traz o reflexo imediato da necessidade do uso racional dos recursos naturais, mais em especial dos recursos minerais, recursos estes que não são renováveis. Os danos, tanto ambientais quanto sociais, causados pela mineração estão sendo reconhecidos pelas instituições, o que sugere o uso mais consciente desses recursos e cria novas possibilidades através do uso sustentável, evidenciando benefícios a todas as partes interessadas.

Para tanto, existem leis que regularizam e estipulam padrões para prática da atividade mineradora, que deve ser realizada com base nos princípios de uso racional dos recursos naturais, seguindo os objetivos e princípios estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), visando a manutenção do equilíbrio ecológico, a racionalização do uso do solo, do subsolo, da água, do ar e a recuperação das áreas degradadas. Como uma das ferramentas da legislação, existe o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que deve ser aplicado após o encerramento das atividades mineradoras, embora, muitas vezes este não seja cumprido em sua totalidade, ocasionando o surgimento de áreas com alto grau de periculosidade, tanto ambiental quanto social.

O levantamento realizado neste trabalho revela que o encerramento das atividades mineradoras, quando planejadas, pode apresentar grande diversidade de usos pós-mineração levando ganhos às comunidades do entorno e ao município.

Para que projetos de reabilitação sejam exequíveis, todos os atores envolvidos devem participar ativamente, desde a elaboração de propostas até à tomada de decisão e implantação do projeto. A participação do poder público precisa ser ativa, a sociedade civil organizada deve apresentar suas considerações e as empresas do setor privado podem participar por meio de

apoio, como ocorreu na implantação do Parque Cidade Toronto, localizado na zona norte de São Paulo - SP. A atuação do conselho gestor no parque Cidade Toronto garante a participação popular no planejamento, gerenciamento e fiscalização das atividades que ocorrem no parque.

Ainda existem muitos desafios, desconhecimento técnico e científico, falta de regulamentações específicas e políticas públicas que incentivem a recuperação de tais áreas para requalificação, a fim de proporcionarem oportunidades de lazer na qualidade de espaços livres e vegetados. As funções que serão atribuídas às áreas de mineração, após o encerramento das atividades, dependerão do seu planejamento, de acordo com a legislação vigente e a potencialidade da área.

Este trabalho propõe alternativas para o uso do Parque Ecológico Guaraciaba, e Lago Guaraciaba, avaliando os aspectos ambientais e sociais capazes de beneficiar toda a comunidade do entorno visto que, de acordo com a bibliografia estudada, o parque possui potencial para oferecer convivência social, prática de esportes e exercícios físicos, espaço para recreação, educação ambiental e cultura aliado a preservação ambiental, além de contribuir para a valorização imobiliária e estimulação do comércio na região da circunvizinhança. Além de contribuir amenizando o desconforto térmico causado pela formação de ilhas de calor conforme observado nas comparações entre a região do parque e o centro da cidade. O parque ainda pode servir como um reservatório hídrico, uma vez que a quantidade de água da área é capaz de atender uma parcela de moradores da região, contribuindo com o volume total captado pelo município.

Quanto ao enquadramento do lago Guaraciaba, há necessidade de avaliar as condições de amostragem e armazenamento das amostras coletas, pois vários parâmetros apresentaram variações inconstantes ao longo do período analisado. Questiona-se os pontos escolhidos para realização da coleta das amostras, pois a forma como é realizada atualmente não é representativa, além de não atender os critérios do guia nacional de coleta e preservação de amostras. Atualmente, as amostras coletadas tanto na nascente (Pt-2), quanto no lago (Pt-3), são coletadas próximas aos sedimentos e às margens, o que pode influenciar nos resultados obtidos pelo laboratório.

Ainda que diante de novas amostragens mais representativas e adequadas, a água do lago não atenda aos padrões a classe 1, como classificada antes da ampliação do aterro, o lago apresenta contribuição para o microclima e deve ser preservado, além de não invalidar a possibilidade da área ser aberta à população como alternativa de lazer, esporte, educação e cultura, atendendo os anseios da comunidade e tornando-a participativa, desenvolvendo assim o sentimento de pertencimento, interação e preservação pelos espaços públicos.

Como sugestão para novos estudos e pesquisas, recomenda-se:

- a realização de novo levantamento batimétrico a fim de investigar o fundo do lago, rochas, fraturas e condições dos aquíferos da região que abastece o lago;
- a realização de levantamento detalhado da malha hidrográfica da região, a fim de detalhar e compreender a dinâmica hídrica da região;
- a continuidade das oficinas de biomapa para a circunvizinhança do parque;
- o avanço no planejamento, geração e organização de dados gerados pelos biomapas;
- a realização de estudos concernentes ao uso e ocupação do solo – foi possível verificar que, de acordo com o processo 9892/2006, página 2081, no mapa elaborado pela Gerência de Urbanização (Departamento de Habitação), o aterro sanitário de Santo André ultrapassa os limites lindeiros ao Parque Ecológico Guaraciaba, adentrando o lote 25.011.006 (área pertencente ao parque);
- a avaliação da compensação ambiental para área, garantindo sua importante função ambiental e possibilidade de tornar a área um corredor ambiental as áreas de proteção aos mananciais;
- a análise limnológica representativa do lago considerando-se a distribuição espacial da amostragem (horizontal e vertical);
- a avaliação da possibilidade de transformar o Guaraciaba em um parque aberto ao público dispondo de áreas de lazer, recreação, esporte, contemplação e preservação;
- a análise da eventual influência do chorume oriundo do aterro nas condições limnológicas do lago;
- quais as possíveis fontes de contaminação do mercúrio na nascente;
- o enquadramento do Parque Ecológico Guaraciaba no zoneamento do município, embora seja considerado ZEIA, o Plano diretor de Santo André não define sua subdivisão (A, B, C, D ou E).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. T. F. A. **A aquicultura como alternativa de reabilitação para áreas mineradas na Região Metropolitana do Recife - RMR e Goiânia/PE**. Recife: UFPE, 2008. 108 p. Dissertação (Mestrado,) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2008. Disponível em <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5104>>. Acesso em: 21.mai.2015

AMERICAN SOCIETY OF LANDSCAPE ARCHTECTS. **Quarry Garden in Shanghai Botanical Garden**. ASLA, 2012. Disponível em <<https://www.asla.org/2012awards/139.html>> Acesso em 12 nov. 2015.

AMORIN, M. C. C. T. **Características do clima urbano de Presidente Prudente - SP**. In SANT'ANNA NETO, J. L. Os climas das cidades brasileiras: São Luiz (MA), Aracaju (SE), Campo Grande (MT), Petrópolis (RJ), Sorocaba (SP), Penápolis (SP) e Presidente Prudente (SP). Laboratório de Climatologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP). p. 165-196. Presidente Prudente, 2002

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. de F. P.; ROSA, M. de F.; Disney, W.; Alves, A. B. **Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada**. Water Resources and Irrigation Management, 2007. Disponível em: <<https://www2.ufrb.edu.br/wrim/images/wrim-3-2-2014/01.pdf>> Acesso em: 06.jun.2016.

ANNIBELLI, M. B. **Mineração de Areia em Área de Preservação Permanente - Estudo de caso do Rio Tibagi - PR**. In: 2 Congresso de Estudantes de Direito Ambiental, 2007: São Paulo. Meio Ambiente e Acesso à Justiça. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. v. 2. p. 517-534, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.030**. Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro: ABNT/CVRD, 1999.

AUGUSTIN, P. V. **Avaliação do impacto e caracterização geoquímica de contaminantes em solo e água subterrânea na área do aterro de resíduos industriais da UTRESA na região do Vale dos Sinos, em Estância Velha, RS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

AZEVEDO, A. L. **Acidente em Mariana é o maior da História com barragens de rejeitos**. Rio de Janeiro: O Globo, 17 nov. 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/acidente-em-mariana-o-maior-da-historia-com-barragens-de-rejeitos-18067899>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

AZEVEDO, F. A; CHASIN, A.A.M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 554, 2003.

BIANCO, P. A. **Obtenção de ligas de alumínio-manganês a partir da redução do cloreto de manganês**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, 2000, 80 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2000.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

BOHRER, D. **Alumínio em Diálise** - Uma visão analítica. *Jornal brasileiro de nefrologia*. V. 19, n. 3, p. 264-270, 1997.

BRANDÃO, M, 2015. **Identidades Singular e Senso de pertencimento**, 2015. Disponível em <<http://utc.inciti.org/2015/12/11/eixo-5-a-cidade-que-precisamos-tem-uma-identidade-singular-e-um-senso-de-pertencimento>> Acesso em: 28 ago. 2016.

BRASIL. Agência Nacional De Águas. Resolução n. 51, de 13 de fevereiro de 2006. Outorga o direito de uso de recursos hídricos para captação de água no Rio Quarai e outras disposições. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2006/51-2006.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2015.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em 28 mai. 2015.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro. Brasília, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional De Produção Mineral. Sumário Mineral. v. 33. Brasília, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laudo técnico Preliminar. Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Brasília, Distrito Federal, 2015. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias\\_ambientais/laudo\\_tecnico\\_preliminar.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf)> Acesso em: 25 fev 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia Departamento Nacional de Produção Mineral. Cooperativismo Mineral no Brasil: o caminho das pedras, passo a passo, Brasília, 2008.

BRASIL, Ministério do meio ambiente, 2015. **Entenda o acidente de Mariana e suas consequências para o meio ambiente**. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/12/entenda-o-acidente-de-mariana-e-suas-consequencias-para-o-meio-ambiente> Acesso em: 06 fev 2016

BRASIL, Ministério das minas e energia. **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro. Projeto Radambrasil, v.32, p. 780, 1983.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Distrito Federal, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Distrito Federal, 2001.

BRASIL, Ministério do meio ambiente. **Mercúrio**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/mercurio>> Acesso em: 06 nov 2016.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 29 set. 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em 13 jun. 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2015.

CABRAL JUNIOR, M; SUCCLICK, S. B; OBATA, O. R; SINTONI, A. **A mineração no estado de São Paulo: Situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos naturais**. Revista Geociências, v.27, n.2, p.171-192, 2008.

CARVALHO, L. S. **Análise de stakeholders como estratégia de relacionamento externo: estudo de caso em uma empresa de mineração em Minas Gerais**. Lavras, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1016>> Acesso em: 02 jun 2016.

CASTENDYK, D.N; EARY, L.E. **Mine Pit Lakes: Characteristics, Predictive Modeling, and Sustainability: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration**. Society for Mining, metallurgy and exploration, Inc. v 3. EUA, 2009.

CASTRO, J.M.; MOORE, J.N. **Pit lakes: their characteristics and the potential for their remediation**. Environmental Geology, v.39, n.11, p.1254-1260, 2000.

CHRISTOFOLETTI, Sergio Ricardo e MASSON, Marcos Roberto. **Aplicação de Rejeito Argiloso de Uma Mineração de Areia Industrial como Matéria-Prima na Indústria Cerâmica**. Rev. Inst. Geol. [online]. 2009, vol.30, n.1-2, p. 35-43.

CLECKNER, L.B; GARRISON, P.J; HURLEY, J.P; OLSON, M.L; KRABBENHOFT, D.P. **Trophic transfer of methylmercury in the northern Everglades**. Biogeochemistry, v.40, p.347-361, 1998.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução nº 51 de 12 de dezembro de 2006. Disponível em: <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2006\\_Res\\_SMA\\_51.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2006_Res_SMA_51.pdf)> Acesso em: 26 ago. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Câmara Ambiental do Setor de Mineração. Disponível em: <<http://camarasambientais.cetesb.sp.gov.br/cas-em-atividade/camara-ambiental-do-setor-de-mineracao/>>. Acesso em: 12 set. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012 Ficha de Informação Toxicológica Mercúrio e seus Compostos. Disponível em <<http://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/mercurio.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2016

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução SMA Nº 41, de 17 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002\\_Res\\_SMA\\_41.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_SMA_41.pdf)>. Acesso em: 18.ag.2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB acompanha acidente em Jacareí. Cetesb, 2016. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/2016/02/06/cetesb-acompanha-rompimento-de-barragem-em-jacarei/>> Acesso em: 02 abr 2016.

CONSÓRCIO DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA CAPIVARI E JUNDIAÍ. PCJ vai a Brasília em busca de verba para reservatório. Disponível em: <[http://agua.org.br/wp-content/uploads/2015/01/clipping\\_correio-popular\\_-verbas-em-brasilia.jpg](http://agua.org.br/wp-content/uploads/2015/01/clipping_correio-popular_-verbas-em-brasilia.jpg)>. Acesso em: 10 ago. 2015.

CORREA, V. M. S.; CARMO, R. L. **Impactos socioambientais e demográficos do processo de ocupação da atividade mineradora na região sudeste do Pará nos Censos Demográficos de 1970 a 2000.** In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais: população e desenvolvimento: decifrando conexões, 2010, Caxambu. Anais do XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais: população e desenvolvimento: decifrando conexões, 2010.

CORREA, V. M. S; CARMO, R. L. **Fronteira da exploração mineral:** Um estudo sociodemográfico sobre o garimpo, a indústria de extração e de transformação mineral no Estado do Pará. In: V Encontro Nacional da ANPPAS: Anppas 10 anos: avaliando os desafios teóricos e as novas agendas públicas, 2010, Florianópolis, SC. Anais do V encontro da ANPPAS, 2010. p. 1-20, 2010.

DOMINGUES, A.F.; BOSON, P.H.G.; ALÍPAZ, S. **A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração.** Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA) e Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 2006.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Stream flow.** In: ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Volunteer stream monitoring: a methods manual. Washignton: EPA 1997. Cap. 1, p. 134-13

ESTEVEES, F. A. **FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGIA**. Rio de Janeiro, FINEP: Interciência, 3 ed, p. 133, 1988.

FERNANDES et al. **Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral**. Rio de Janeiro: SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil CETEM - Centro de Tecnologia Mineral, p. 351-372, 2007.

FERREIRA, G.; DAITIX, E, A mineração de areia industrial na Região Sul do Brasil Revista: Escola de Minas, Ouro Preto, p: 59-65, jan, 2003.

FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. **Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos**. Cadernos de Geociências 12: 39-43, 1994.

FONSECA, J. F. R. **O Orçamento Participativo e a Gestão Democrática de Goiânia. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial)**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Planejamento Territorial da Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2009.

GAMMONS, C. H; HARRIS, L.N; CASTRO J.M; COTT, P.A; HANNA, B.W. **Creating lakes from open pit mines: processes and considerations - with emphasis on northern environments**. Canadian Technical Report for Fisheries and Aquatic Sciences. 2826, 2009.

GASPAR, S.R. **Oficina da sociedade civil - biomapa, análises e resultados**. Banco de dados do baixo Tietê. Araçatuba, São Paulo, 2007.

GONÇALVES, L. V. **Qualidade da água em lagos de mineração – Estudo de caso: Águas Claras e Riacho dos Machados**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

GONZALO, D; FRANCISCHETTI, R; GOMES, E. **Avaliação de área recuperada sobre cava de areia em São Paulo, SP, Brasil**. Revista: Hoehnea v. 42, n.4, p. 695-701, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Programa de desenvolvimento de recursos minerais. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1981.

HOMRICH, B; FERNANDES, C; VIERA, J. **O potencial tóxico do mercúrio e os impactos da gestão inadequada de seus resíduos ao meio ambiente e à saúde**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - Belo Horizonte, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados completos estado de São Paulo**. IBGE. Disponível em:  
< <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=35&search=sao-paulo>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Perspectivas da mineração no mundo**. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS, BRAZIL, Workshop, Porto Alegre, 2014.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Coleção mundo da arte. 2 ed. WMF Martins Fontes, 2009.

KOPEZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**. Porto Alegre: Editora da Universidade. p. 103 2000.

LACERDA, L.D. **Contaminação por mercúrio no brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro**. Revista Química Nova, v. 20, n. 2, Niterói, 1996.

LADEIRA, D. L. **Teoria dos stakeholders no contexto da governança 2009 corporativa: um estudo de caso**. 2009. 104 f. Dissertação de Mestrado em Gestão Estratégica das Organizações - Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, 2009.

LANDSCAPEARCHITECTSNETWORK. China, landscape architecture posts, Shangai, THUPDI. Disponível em: <<http://landarchs.com/the-award-winning-quarry-garden-breathes-life-back-into-abandoned-site/>>. Acesso em: 11 ago. 2015.

LEAL, L.; MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. 2011. **Levantamento meteorológico expedito para análise da influência microclimática do Bosque Estadual João Paulo II, Curitiba – PR**. In: Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 4. **Anais**. Pelotas-RS, CD 1.

LEINFELDER, R. R.; IRAMINA, W.; ESTON, S. M. **Mining as a tool for reclamation of a Degraded Area**. Revista Escola de Minas, v.68, n.2, p. 215-220, 2015.

LELLES, L.C.D; SILVA, E; GRIFFITH, J.J; MARTINS, S.V. **Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água**. Revista Árvore v.293, p. 439-444, 2005.

LI, P; FENG, X; QIU, G. **Methylmercury exposure and health effects from rice and fish consumption: a review**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v.7, p.2666-2691, 2010.

LIMA, N. E. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, Pr**. Dissertação de mestrado em engenharia florestal – Setor De Ciências Agrárias, Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2011.

MANZINI, E. J. **Entrevista semiestruturada: análise de objetivos e de roteiros**. Seminário internacional de pesquisa e estudos qualitativos, Bauru, 2004.

MARICATO, E. **Brasil Cidades: alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARQUES, E.D. **Impactos da mineração de areia na bacia sedimentar de Sepetiba, RJ: estudo de suas implicações sobre as águas do aquífero Piranema**. Niterói, Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, 2010.

MARQUES, M.N; CONTRIM, M.B; PIRES, M. A. **Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo**. Revista Química Nova, v.30, n.5 São Paulo, 2007.

MATHIS, A. **Serra Pelada**. Revista: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará, v. 050, 1995.

MAYARA, C. **Ambientalistas entram na justiça contra o aterramento do Tancão da Morte**. ABCDMAIOR. Maio 2014. Cidades Disponível em: <http://www.abcdmaior.com.br/materias/cidades/ambientalistas-entram-na-justica-contr-a-aterramento-do-tancao-da-morte>. Acesso em: 05 mar 2015.

MCCULLOUGH, C.D. **Approaches to remediation of acid mine drainage water in pit lakes**. International Journal of Mining, Reclamation and Environmental, v.22, n. 2, p.105-119, 2008.

MCCULLOUGH, C.D; LUND, M.A. **Opportunities for sustainable mining pit lakes in Australia**. Mine Water and the Environment, v.25, n. 4, p. 220-226, 2006.

MECHI, A; SANCHES, A.L. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Revista Estudos Avançados, v.24, n.68, p. 209-220, 2010.

MEDICI, A. **Parques de Santo André - Levantamento Histórico Bairros - Migração Urbanismo e Cidadania**. Subsídios históricos, área 4, Projeto Viva Cidade, 1990, Santo André, São Paulo, 1991.

MEDINA, A. I. M; CASSIO J. P; CUNHA, F. G; JAQUES P. D; BORGES A. F. **Geologia ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável**. In: Tendências Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, p. 35-56, 2007.

MELLO. J W. V; DUARTE, H.A; LADEIRA, A. C. **Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. n.8, p. 24-29, 2014.

MELLO, M. A. R.; MARTINS, N.; SANT' ANNA NETO, J. L. **A influência dos materiais construtivos na produção do clima urbano**. Revista brasileira de climatologia. Presidente Prudente, p. 27-40, 2009.

MENDES, P. B. M. T; SOUZA, A; PAGANINI, W. **Aterro sanitário ou área de preservação ambiental? O destino do Parque Guaraciaba em Santo André – SP**. Revista Emancipação, v.4, n. 1, p 85-101, 2004.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MINNESOTA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2015. Disponível em: <http://www.dnr.state.mn.us/hunting/index.html>. Acesso em: 23 set. 2015.

MOMM-SCHULT, S.; FREITAS, S.; PASSARELLI, S. **Uso urbano e serviços ecossistêmicos em áreas protegidas: o caso do Parque Guaraciaba em Santo André (SP)**. In: III seminário Nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo. Universidade Federal do Pará, Belém. 2014.

MUCCI, J. L. N. et al. **Estudo ecológico do parque Guaraciaba em Santo André - São Paulo.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.9, n.1, p.13-25, 2004.

MUNHOZ, F; RIBEIRO, R. **Cinco jovens morrem no "Tancão da Morte".** Diário do Grande ABC. 2014. Disponível em: < <http://www.dgabc.com.br/Noticia/507523/cinco-jovens-morrem-afogados-no-tancao-da-morte-em-santo-andre>>. Acesso em: 30 dez 2014.

NETTO, M. A; FERNANDEZ, M. F. Manual de hidráulica. Buncher. 9 ed. São Paulo, 2015.

NOGUEIRA, S. A.A. **A questão do orçamento territorial e sua relação com as reservas minerais em São Paulo.** São Paulo, Revista Geociências, v.9, n. 2, p.201-210, 2010.

ODUM, H.T. **Heavy metals in environmetal: using wetlands for their removal.** Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.

OLIVERIA, J.V. **Entrevistas.** Entrevistas Preliminares - Algumas técnicas para recolha de factos, 2000

OLIVEIRA, F. L; MELLO, E.F. **A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João, RJ.** Revista: Brasileira de Geociências v. 37, n. 2, p.374-389, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **OMS lança iniciativa para eliminação do uso de mercúrio de dispositivos médicos até 2020.** ONUBR, 2013. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/oms-lanca-iniciativa-para-eliminacao-do-uso-de-mercurio-de-dispositivos-medicos-ate-2020>> Acesso em: 02 mar 2016.

PADMALAL, D; MAYA, K. **River Sand Mining and Mining Methods.** In: D. Padmalal & K. Maya. 2014. Sand Mining, Springer, Dordrecht, p. 23-30, 2014.

PELLICORI, D.A; GAMMONS, C.H; POULSON, S.R. **Geochemistry and stable isotope composition of the Berkeley pit lake and surrounding mine waters, Butte, Montana.** Applied Geochemistry, v 20, n.11, p. 2116-2137, 2005.

PHILIPPI, A. SAMPAIO, C; FERNANDES, V. **Gestão de natureza pública e sustentabilidade.** São Paulo, editora Manole, 1 ed, 2012.

PIVELI, R. P; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos.** 1ª ed. ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, 2006, cap. 6 e 7.

POMPÊO, M.L.M; CARLOS, V.M; ALEXANDRE, N.Z; SANTO, E. **Qualidade da água em região alterada pela mineração de carvão na microbacia do rio Fiorita - Siderópolis, Estado de Santa Catarina.** Maringá. Revista: Biological Sciences, v.26, n.2, p.125-136, 2004.

PROJETO PAULISTA ARQUITETURA. Projetos, Concurso Parque de Guaraciaba, Santo André, 1991. São Paulo: Projeto Paulista Arquitetura. Disponível em: <<http://www.projetopaulista.com.br>> Acesso em: 06 out. 2015.

REIS, B.J; BATISTA, G.T; TARGA, M.S. **Influência das cavas de extração de areia no balanço hídrico do vale do Paraíba do Sul.** Revista Escola de Minas, v.59, n.4, p. 391-396, 2006.

ROCHA, R. **A gestão descentralizada e participativa das políticas públicas no Brasil.** Revista Pós-Ciências Sociais. v. 1 n. 11 São Luis, 2009.

RUFINO, A. C. S; FARIAS, M.S.S. **Avaliação Qualitativa da degradação ambiental provocada pela mineração de areia - Região do médio curso do Rio Paraíba.** Revista: Engenharia Ambiental, v. 5, n. 1, p. 47 - 64, 2007.

SALGADO, Sebastião. Disponível em <http://www.bjp-online.com/2015/05/sebastiao-salgado-i-had-travelled-to-the-dawn-of-time/> Acesso em: 02 dez 2015.

SANCHES, L.E. **Planejamento par fechamento prematuro de minas** Revista: Escola de Minas, Ouro Preto, v. 64, n 1, p.117-124, 2011.

SANTO ANDRÉ. **Geografia.** Disponível em: <<http://www2.santoandre.sp.gov.br/index.php/cidade-de-santo-andre/geografia>>. Acesso em: 03 abr. 2015.

SANTO ANDRÉ. Lei nº 7.872 de 29 de julho de 1999. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

SANTO ANDRÉ. Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André. **Estudo de impacto ambiental – EIA, Relatório de impacto ambiental - RIMA.** Ampliação do aterro municipal de Santo André, Santo André, 2007.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura do Município de Santo André. Política Municipal de Gestão e Saneamento Ambiental: Lei nº 7.733, de 14 de outubro de 1998. Santo André. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/#goo>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura do Município de Santo André. Plano Diretor Participativo: Lei nº 8.696 de 17 de dezembro de 2004. Santo André. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/#goo>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura do Município de Santo André. Plano Diretor Participativo - Atualização: Lei nº 9.394 de 05 de janeiro de 2012. Santo André. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/#goo>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura do Município de Santo André. Lei Orgânica do Município. Santo André. Disponível em: <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/#goo>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura do Município de Santo André. Decreto nº 12.441 de 23 de abril de 1990. Santo André. <<http://www1.cmsandre.sp.gov.br:8080/portalcidadao/#goo>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

SANTOS, B.A. Recursos minerais da Amazônia. Revista Estudos Avançados, São Paulo, v. 16 n.45, p. 123-152, 2002.

SCIFONI, S. **Laudo Técnico**. [Laudo Técnico elaborado ao Movimento em Defesa da Vida]. São Paulo, 1999.

SENA, A. Após doze anos, mina de Águas Claras ainda tem futuro incerto. Hoje em dia, 2013. Disponível em <<http://hojeemdia.com.br/primeiro-plano/economia/ap%C3%B3s-12-anos-mina-de-%C3%A1guas-claras-ainda-tem-futuro-incerto-1.95046>> Acesso em: 21 mar 2015.

SHAFER, A. Fundamentos da ecologia e biogeografia das águas continentais. Porto Alegre. RS. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.p.532, 1985.

SOARES, E. M; SILVA, M. F. T. O turismo como alternativa para recuperação de áreas degradadas pela mineração. Revista Turismo & Sociedade, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 90-104, abril de 2009.

SOUTHAFRICA. The diamond capital of South Africa. Disponível em: <<http://www.southafrica.net/za/en/articles/entry/article-southafrica.net-kimberley>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

SOUZA, V. L. B; HAZIN C.A; FONSECA, C. K. L. **Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão**. Jornal: BRAZILIAN JOURNAL OF RADIATION SCIENCES. jan, 2015.

TALLON, P; MAGAJNA B; LOFRANCO, C; LEUNG, K.T. Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. Water, Air and Soil Pollution. p.139-66, 2005.

TUBBS, D; MARQUES, E.D.M; GOMES, O.V. FILHO, E.V.S. **Impacto da mineração de areia sobre a química das águas subterrâneas, distrito areeiro da Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geociências. v. 41, n 3, p. 472-485, 2011.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M 2008. **Limnologia**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

VALE, J.E. **Visão de futuro da mineração: horizonte 2015**. In:FERNANDES, F.R.C.; MATOS, G.M.M.; CASTILHO, Z.C.; LUZ, A.B (Editores), Tendências Tecnológicas, 2007.

VALENTE, J. P.S; PADILHA, P. M; SILVA, A. M.M. **Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP**. Revista Eclética Química. v.22, São Paulo, 1997.

VERDÉLIO, A. **Cetesb divulga hoje nova análise da água do Paraíba do Sul** EBC Agência de comunicação Brasil: 2016. Disponível em <[agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-02/cetesb-divulga-hoje-nova-analise-da-agua-apos-rompimento-de-barragem-em](http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-02/cetesb-divulga-hoje-nova-analise-da-agua-apos-rompimento-de-barragem-em)> Acesso em 16 ago 2016.

VIEIRA, E. A. (In) **Sustentabilidade da indústria da mineração no Brasil**. Revista Estação Científica, v.1, n.2, p. 1-15, 2011.

VIEIRA, J. L; PASSARELLI, M.M. **Determinação de mercúrio total em amostras de água, sedimento e sólidos em suspensão de corpos aquáticos por espectrofotometria de absorção atômica com gerador de vapor a frio.** Revista Saúde Pública vol.30 n.3 São Paulo, 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v30n3/5070.pdf>>. Acesso em: 21 ago 2015

VILLAIN, L; SUNDSTRÖM, N; PERTTU, N; ALAKANGAS, L; ÖHLANDER, B. **Geophysical investigations to identify groundwater pathways at a small open-pit copper mine reclaimed by backfilling and sealing.** In: 11th International Mine Water Association Congress. Mine Water – Managing the Challenges, Aachen Germany, p. 71-76, 2011.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. vol 1. ed 3 Departamento de engenharia sanitária e ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

VON SPERLING, E. Qualidade da água durante a formação de lagos profundos em cavas de mineração: Estudo de caso do lago de Águas Claras – MG. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 9, n 3, p. 250-259. jul/set. 2004.

VON SPERLING, E. Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgoto. 3 ed. Belo Horizonte. Departamento de engenharia sanitária e ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

XU, J; WEI, Q; HUANG X; ZHU, X; LI, G. **Evaluation of human thermal comfort near urban waterbody during summer.** Building and Environment, v. 45 p. 1072–1080, 2010.

ZHAO, L. Y. L; MCCULLOUGH, C. D; LUND, M. A. **Mine Voids Management Strategy (I): Pit Lake Resources of the Collie Basin.** Mine water and environment research. Centre for Ecosystem Management. Edith Cowan University, Perth-Australia, 2009.

**APÊNDICE**

## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO - GUARACIABA

Nome:..... Idade:..... Gênero:.....

Endereço:.....

Profissão:..... Escolaridade.....

Instituição..... Data:...../...../.....

Informação adicional:.....

### PARTE A – Impacto do encerramento do parque

1. Quantas vezes, durante os últimos 12 meses, você usou algum parque público para cada alguma das seguintes atividades (coloque o número no quadrado que precede a atividade:

- |   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Canoagem/Pedalinho | <input type="checkbox"/> Caminhada   | <input type="checkbox"/> Passeio                |
| <input type="checkbox"/> Andar de bicicleta | <input type="checkbox"/> Pic-nic     | <input type="checkbox"/> Observação da natureza |
| <input type="checkbox"/> Visita de estudo   | <input type="checkbox"/> Outro:..... |   |

Comentários:.....

2. Gostaria que o parque Guaraciaba (Porto de Areia) estivesse aberto ao público?

- Sim  Não

Comentários:.....

3. Em que medida considera que o parque Guaraciaba (Porto de Areia) e o correspondente lago influenciaram a sua qualidade de vida?

- Muito positiva (1)  Um tanto positiva (2)  Sem impacto (3)
- Um tanto negativa (4)  Muito negativa (5)

Comentários:.....

4. Se o parque Guaraciaba (Porto de Areia) permanecer fechado definitivamente de que modo será afetada a sua qualidade de vida?

- Muito positiva (1)  Positiva (2)  Sem impacto (3)
- Negativa (4)  Muito negativa (5)

Comentários:.....

## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO - GUARACIABA

5. Se for feita a requalificação do parque Guaraciaba (Porto de Areia), o que gostaria que fosse oferecido como opções de lazer?

- Esportes Aquáticos       Áreas de Lazer       Pista para caminhada
- Animais silvestres       Outro:.....

Comentários:.....

6. Por favor, descreva o que gostaria de ver implementado de modo a melhorar o aproveitamento da existência de um parque na região.

.....

.....

.....

.....

.....

### PARTE B – Avaliação da Importância do Parque

1. Como se posiciona em relação à reabertura do parque Guaraciaba (Porto de Areia) ao público?

- A favor       Indiferente       Não a favor mas aceita
- Contra       Preciso de mais informações

Comentários:.....

2. Concorda com a possibilidade do parque ficar definitivamente fechado ao público por razões de conservação da natureza e segurança da população?

- A favor       Indiferente       Não a favor mas aceita
- Contra       Preciso de mais informações

Comentários:.....

3. Concorda com o aterramento parcial do lago?

- A favor       Indiferente       Não a favor mas aceita
- Contra       Preciso de mais informações

Comentários:.....

## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO - GUARACIABA

### PARTE C – Informação Adicional

1. A sua casa/comércio situa-se longe do parque?

 Sim Não

A que distância se situa do parque?:.....

2. Sabe de ocorrência de mortes por afogamento no lago do parque?

 Sim Não

Comentários:.....

#### **Apenas para comerciantes da zona adjacente ao parque**

1. De que modo o encerramento do parque o influenciou economicamente?

 Muito positiva (1) Um tanto positiva (2) Sem impacto (3) Um tanto negativa (4) Muito negativa (5)

Por favor justifique:.....

2. Se o parque for reaberto e requalificado, de que modo isto o influenciaria economicamente?

 Muito positiva (1) Um tanto positiva (2) Sem impacto (3) Um tanto negativa (4) Muito negativa (5)

Por favor, justifique:.....

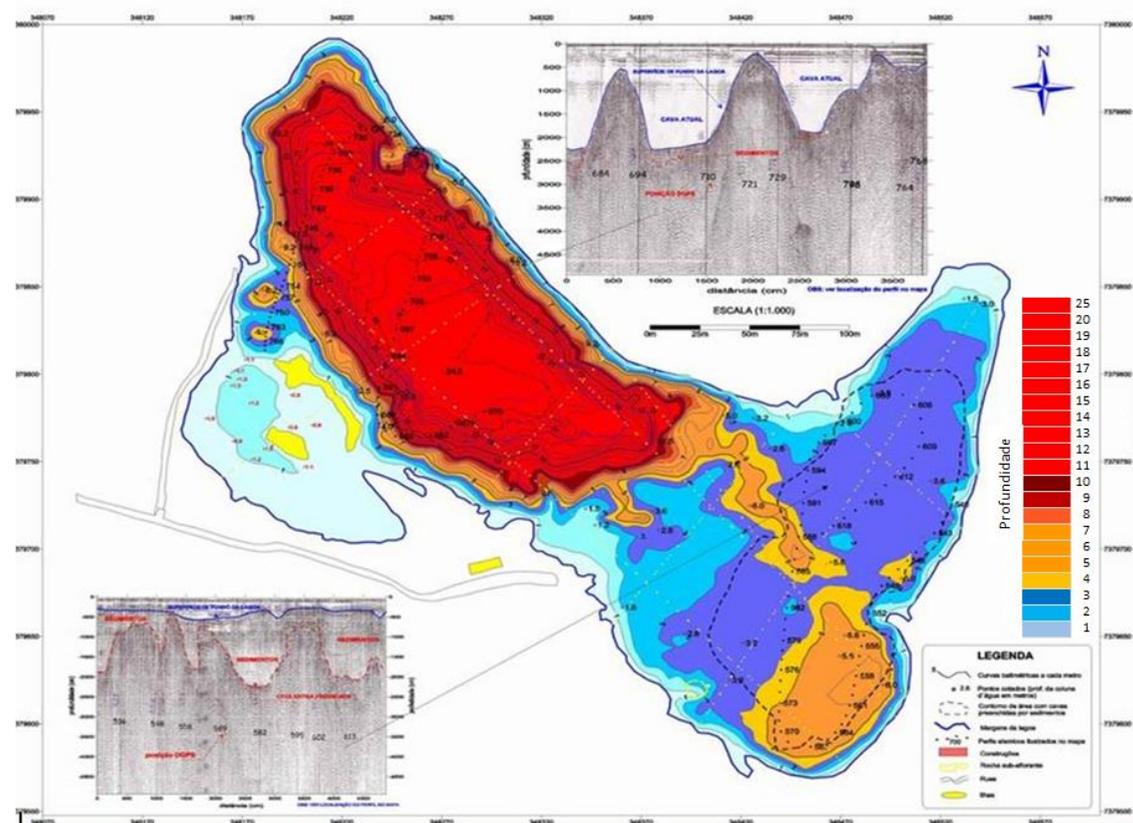
3. Apoia a reabertura do parque mesmo que ele não se venha a revelar importante para o comércio na região?

 A favor Indiferente Não a favor mas aceita Contra Outro:.....

**ANEXOS**

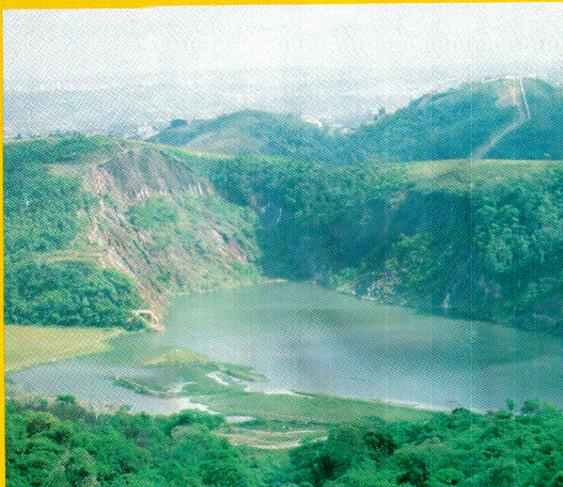
# Anexo A

## Levantamento batimétrico do lago Guaraciaba



Fonte: Prof. Dr. Luiz Antônio Pereira de Souza - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

**CIDADE SÃO JORGE  
CENTREVILLE - JD. MAREK  
PQ. MARAJOARA - PQ. GERASSI  
JD. STO. ANTONIO DE PÁDUA**



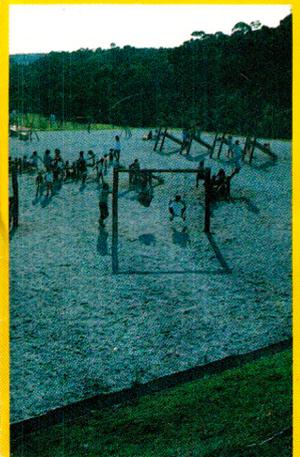
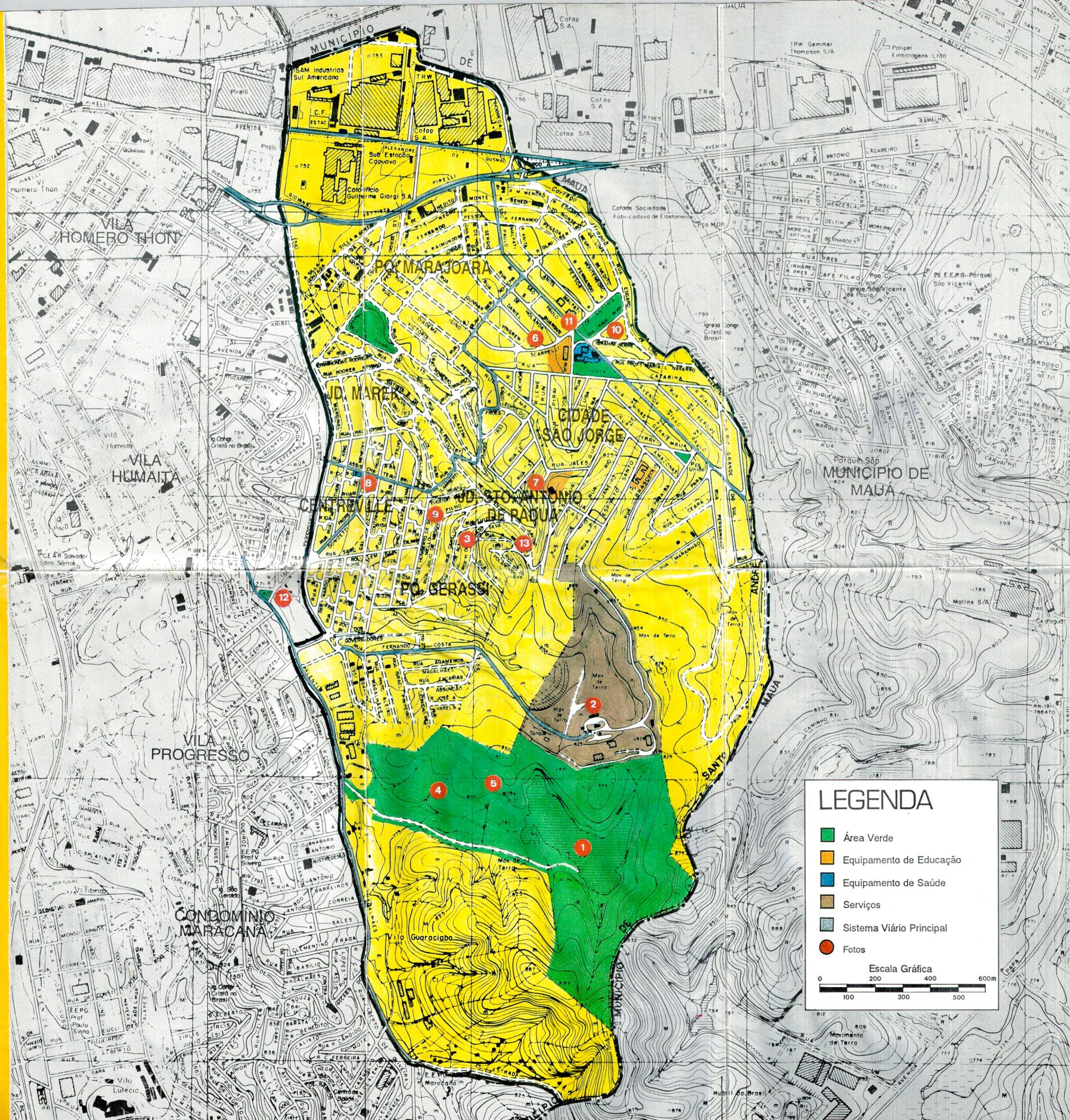
1. Belíssimo lago, muito verde e recreação. Parque Guaraciaba



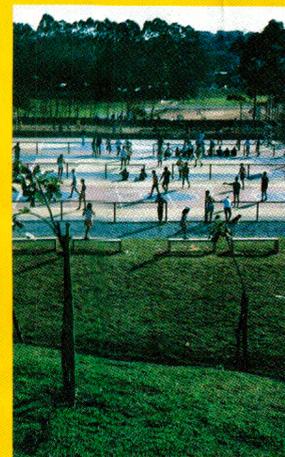
2. E preciso coletar, reciclar e aterrar todo o lixo. Usina de Compostagem e Aterro Sanitário



3. Você reconhece o seu bairro? Vista panorâmica - Parque Gerassi/Jd. Marek



4. Que tal um pouco de brincadeira? - escorregador, balanço, gira-gira... Parque Guaraciaba



5. Vamos formar os times e começar os jogos. Quadras poliesportivas - Parque Guaraciaba

**APRESENTAÇÃO**

A Prefeitura Municipal de Santo André coloca à disposição da população, através deste folheto, informações básicas sobre o Município e seus bairros. É compromisso da administração garantir o direito à informação, como forma de ampliar o conhecimento e fomentar a discussão sobre a cidade: suas características, problemas e qualidades.

Aproveitando a estrutura da Coordenadoria de Planejamento, criada na nossa administração, começamos um levantamento sistemático de dados, ampliamos nossa visão da cidade e dos bairros, buscando sempre compreender as características que tornam cada bairro diferente e único para seus moradores. Entendemos que esta diferença, esta diversidade é que confere a Santo André sua identidade.

Esperamos que as informações apresentadas possibilitem ampliar a compreensão do nosso passado, nosso conhecimento do presente e subsidiem o envolvimento dos moradores nas transformações dos bairros e da cidade, construindo uma nova relação entre poder público e cidadãos, de forma a garantir o Direito à Cidade.

Já foram elaborados folhetos dos seguintes bairros: Parque das Nações - Santa Terezinha e Bangú - Camilópolis e Metalúrgica - Palmares, Sacadura Cabral e Aquilino - Alpina e Guiomar - Assunção e arredores - São Jorge, Centreville, Marek, Marajoara, Gerassi e Santo Antônio de Pádua - Linda, Alvorada, Las Vegas e Cristiane - Luzita, Tibiriçá, Lutécia, Fernanda, Alba, Irene, Guarará, Aclimação e Sítio dos Vianas - Paranapiacaba - Arredores da SP-31/Parque Represa Billings - Recreio da Borda do Campo.

A Prefeitura Municipal coloca à sua disposição mais informações sobre o Município e o seu bairro nos Centros Comunitários, na Biblioteca Central Nair Lacerda, no Museu de Santo André, no Escritório Regional da Área de Mananciais e na COPLAN.

Engº Celso Daniel  
Prefeito Municipal

**LEGENDA**

- Área Verde
- Equipamento de Educação
- Equipamento de Saúde
- Serviços
- Sistema Viário Principal
- Fotos

Escala Gráfica

0 100 200 300 400 500 600m



6. É hora de aprender, de brincar, de criar... EMEI "Comendador Piero Pollone" - Cidade São Jorge



7. Aqui são dados os primeiros passos em direção ao conhecimento, ao crescimento... EEPG "Miguel S. Ruiz" - Jd. Sto. Antônio de Pádua



8. A saúde é por demais importante - não devemos descuidar. Unidade de Saúde - Centreville



9. O bairro é novo mas o centro comercial já está se fortalecendo. Jardim Marek - Ponto final da linha Centreville



10. Olha! É a alegria, o sonho e a fantasia... E o circo chegando. Área livre para equipamentos temporários e equipamentos coletivos



11. Aqui é o encontro da educação, da saúde, da escola de samba e SAB. Praça dos equipamentos coletivos - Cidade São Jorge



12. Você reconhece este marco? É, ele é histórico. Pórtico principal - entrada do Conjunto Centreville



13. É bom observar o meu bairro. Este é o meu "pedaço". Vista panorâmica - Jd. Sto. Antonio de Pádua/Jd. Marek

## Anexo C

### Projeto Parque Guaraciaba -1991



ESCRITÓRIO  
**PROJETOS**  
CONTATO

Residencial  
Comercial  
Institucional  
**Urbanismo**  
Concurso

Urbanização da Favela Nova Jaguaré, São Paulo, 2003  
Operação Urbana Água Espreada, São Paulo, 2003  
Urbanização de favelas e recuperação ambiental da área Jardim Santo André, Santo André, 1998  
**Parque de Guaraciaba, Santo André, 1991**

**Parque Guaraciaba**  
Santo André, 1991

O parque proposto ocupa um antigo porto de areia desativado, de cuja exploração aflorou um imenso lago com água de alta qualidade, potável e clara, e profundidades de até 80 metros. O parque se localiza numa área de aproximadamente 50 ha, em região urbanizada ao sul do Município de Santo André, na divisa com Mauá e no limite com a Serra do Mar. O partido se baseia numa dualidade de sentidos: ao mesmo tempo recupera e preserva uma unidade ambiental específica, rica em recursos hídricos e florísticos e oferece espaços e equipamentos para a intensa utilização pública.

Um eixo principal interliga a praça de acesso à praça do lago, configurando um passeio público retilíneo e de inclinação constante, acentuando a percepção das



1 2 3 4 5 6 7 8      1 2 3

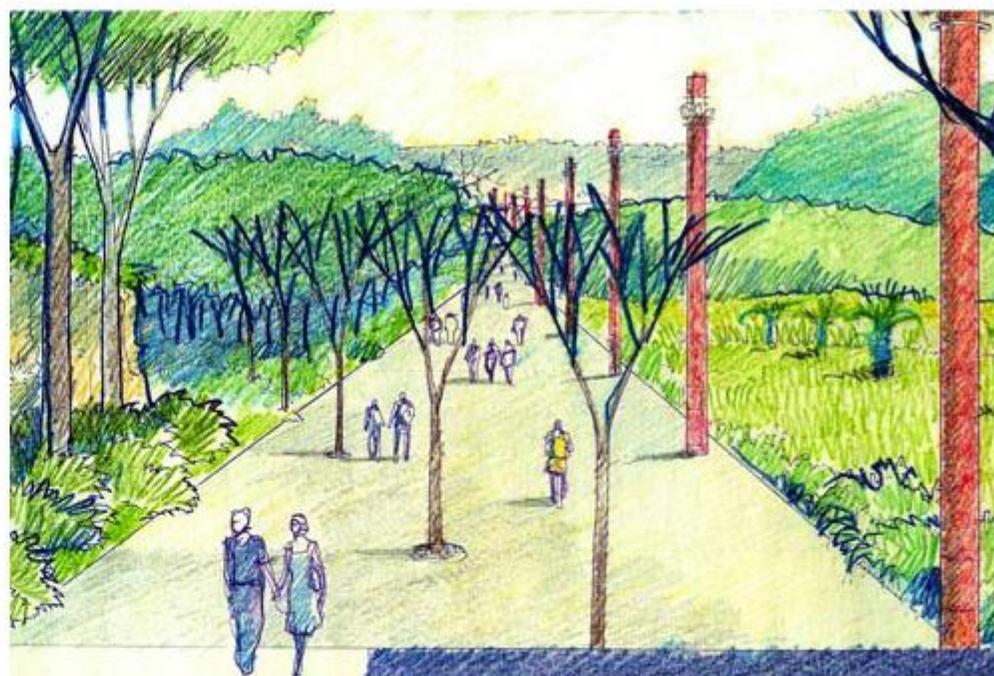


### Parque Guaraciaba Santo André, 1991

várias topografias presentes na área. Ao longo desse percurso sucede-se uma série de intervenções de caráter esportivo, educativo, cultural e de lazer, traduzidos por conjuntos edificados e pelo processamento paisagístico das áreas livres.

O passeio termina em uma grande praça junto ao lago, com restaurantes e píer para pequenas embarcações, além de uma piscina - construída a partir de um braço do lago - cujas margens foram tratadas como praias. Um eixo secundário sobe o espigão ao sul, criando estadas que executam no seu percurso uma varredura seqüencial da paisagem do parque.

A partir do lago, trilhas abertas apenas à visitação guiada e agendada, percorrem os morros íngremes, dando acesso à mata existente e às três torres de



1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3

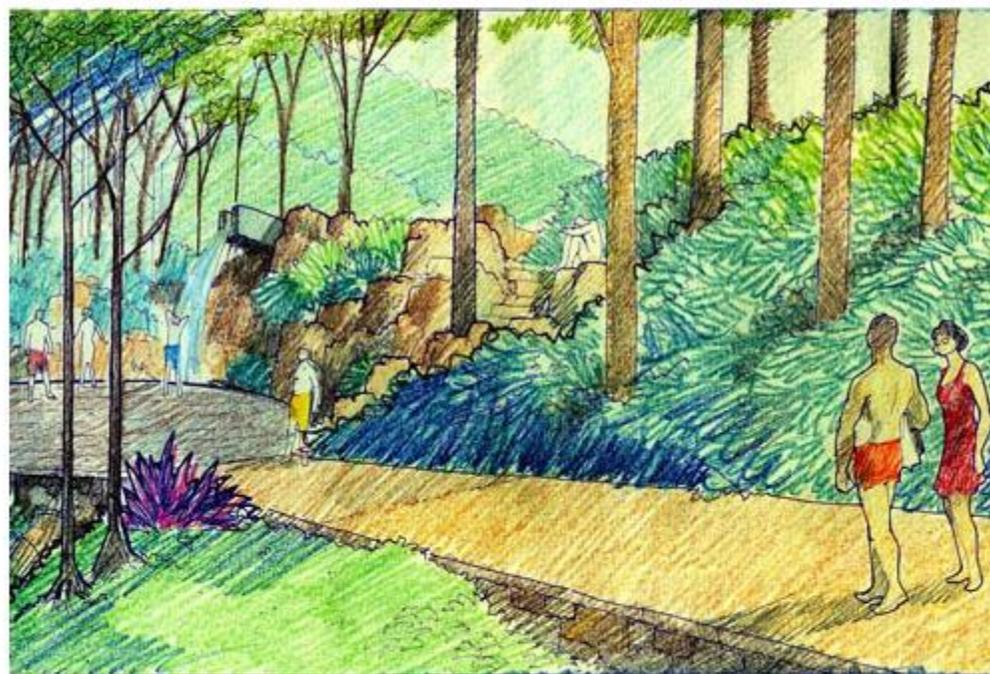
### Parque Guaraciaba Santo André, 1991

observação, visíveis da praça.

O desenho geométrico procurou evidenciar as intervenções realizadas – pisos, equipamentos, paisagismo, etc – destacando-as da paisagem natural presente no local.

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima  
autores  
1991  
projeto



1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3



ESCRITÓRIO  
**PROJETOS**  
CONTATO

Residencial  
Comercial  
Institucional  
**Urbanismo**  
Concurso



Urbanização da Favela Nova Jaguarê, São Paulo, 2003  
Operação Urbana Água Espreada, São Paulo, 2003  
Urbanização de favelas e recuperação ambiental da  
área Jardim Santo André, Santo André, 1998  
**Parque de Guaraciaba, Santo André, 1991**

## Parque Guaraciaba Santo André, 1991

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima

autores

1991

projeto

1993

obra (não concluída)

50.00ha

área do terreno

4320.00m<sup>2</sup>

área construída



1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3

**Parque Guaraciaba**  
Santo André, 1991

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima

autores

1991

projeto

1993

obra (não concluída)

50.00ha

área do terreno

4320.00m<sup>2</sup>

área construída



1 2 3 4 **5** 6 7 8 1 2 3



ESCRITÓRIO  
**PROJETOS**  
CONTATO

Residencial  
Comercial  
Institucional  
**Urbanismo**  
Concurso



Urbanização da Favela Nova Jaguaré, São Paulo, 2003  
Operação Urbana Água Espreada, São Paulo, 2003  
Urbanização de favelas e recuperação ambiental da  
área Jardim Santo André, Santo André, 1998  
**Parque de Guaraciaba, Santo André, 1991**

**Parque Guaraciaba**  
Santo André, 1991

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima

autores

1991

projeto

1993

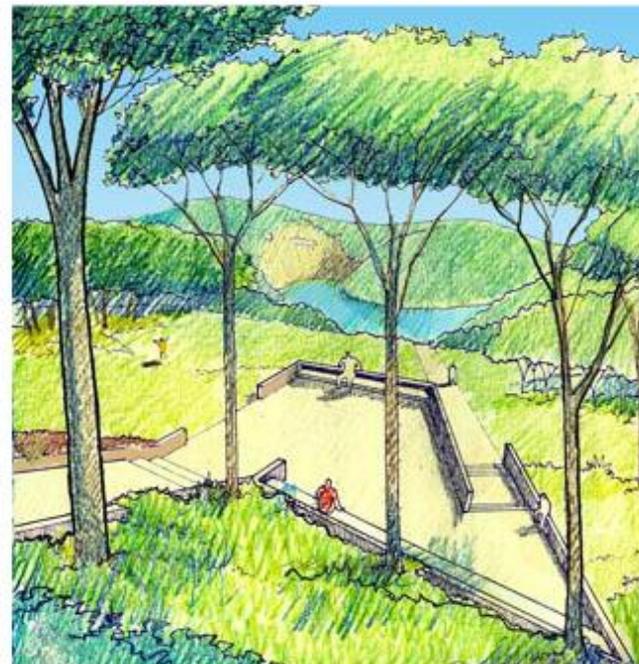
obra (não concluída)

50.00ha

área do terreno

4320.00m<sup>2</sup>

área construída



1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3



ESCRITÓRIO  
**PROJETOS**  
CONTATO

Residencial  
Comercial  
Institucional  
**Urbanismo**  
Concurso



Urbanização da Favela Nova Jaguaré, São Paulo, 2003  
Operação Urbana Água Espreada, São Paulo, 2003  
Urbanização de favelas e recuperação ambiental da  
área Jardim Santo André, Santo André, 1998  
**Parque de Guaraciaba, Santo André, 1991**

## Parque Guaraciaba Santo André, 1991

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima

autores

1991

projeto

1993

obra (não concluída)

50.00ha

área do terreno

4320.00m<sup>2</sup>

área construída



1 2 3 4 5 6 **7** 8

1 2 3



**Parque Guaraciaba**  
Santo André, 1991

1º Prêmio

Luis Mauro Freire  
Maria do Carmo Vilariño  
Fábio Mariz Gonçalves  
Zeuler Rocha Melo de Almeida Lima

autores

1991

projeto

1993

obra (não concluída)

50.00ha

área do terreno

4320.00m<sup>2</sup>

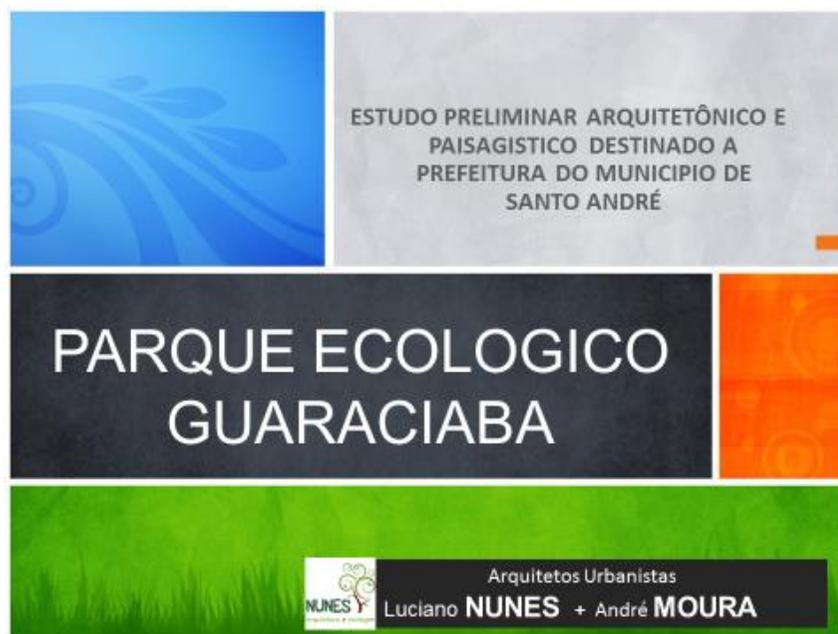
área construída



1 2 3 4 5 6 7 **8** 1 2 3

## ANEXO D

Estudo Preliminar Arquitetônico e Paisagístico - 2014



## APRESENTAÇÃO

O presente estudo destina-se a **RECUPERAÇÃO** e **REVITALIZAÇÃO** do **Parque Ecológico Guaraciaba**, localizado no bairro Jardim Silvana, na região leste do município de Santo André que faz limite com o município de Mauá.

Possui 512.379 m<sup>2</sup> de área verde, com 70 mil m<sup>2</sup> de vegetação remanescentes da Mata Atlântica, várzea e lago, armazenando 1,4 milhão de m<sup>3</sup> de água.

A proposta inclui equipamentos e sistemas para prática de educação ambiental através da inclusão da comunidade local e das instituições de ensino, com espaços de laser, área de interação, contemplação e recreação, atendendo a população.

PARQUE ECOLÓGICO GUARACIABA



## OBJETIVOS DO PROJETO

**DEVOLVER** o Parque Ecológico Guaraciaba a população, promovendo a prática de atividades esportivas, contemplativas, sociais e ambientais, bem como sua recuperação, revitalização e preservação de parte importante da cidade de Santo André.

PARQUE ECOLÓGICO GUARACIABA 

## JUSTIFICATIVA DO PROJETO

- **PRESERVAR** e **REVITALIZAR** o parque atendendo as necessidades da população carente de equipamentos de lazer;
- **RECUPERAR** as áreas verdes remanescentes da **MATA ATLÂNTICA**;
- Preservar o lago de água doce e suas nascentes garantindo a **SUSTENTABILIDADE** para gerações futuras;
- Promover a interação direta dos cidadãos com os elementos da natureza criando um espaço para vivência da **EDUCAÇÃO AMBIENTAL** a ser ensinada nas escolas do município;
- **VALORIZAÇÃO** imobiliária na região circunvizinha ao Parque.

PARQUE ECOLÓGICO GUARACIABA 



# PROGRAMA DE NECESSIDADES

- |   |                                       |   |                          |
|---|---------------------------------------|---|--------------------------|
|    | 1. ENTRADA – CULTURAL;                |    | 12. LANCHONETE;          |
|    | 2. ADIMINISTRAÇÃO;                    |    | 13. BANHEIROS;           |
|    | 3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL;                |    | 14. COMÉRCIO;            |
|    | 4. PISTA DE COOPER;                   |    | 15. GUARDA PARQUE;       |
|    | 5. EQUIPAMENTO DE GINASTICA 3ª IDADE; |    | 16. PASSARELA – DECK;    |
|    | 6. EQUIPAMENTO DE GINASTICA;          |    | 17. LAGOA;               |
|    | 7. QUADRA POLIESPORTIVA;              |    | 18. OBSERVATÓRIO;        |
|    | 8. CAMPO FUTEBOL SOCIETY;             |    | 19. TRILHA;              |
|   | 9. BOCHA E MALHA;                     |   | 20. ÁREA DE PRESERVAÇÃO; |
|  | 10. PISTA DE BICICROSS;               |  | 21. ESTACIONAMENTO;      |
|  | 11. QUADRAS DE AREIA;                 |  | 22. FONTE;               |
|   |                                       |  | 23. TEATRO ARENA.        |



## IMPLANTAÇÃO

