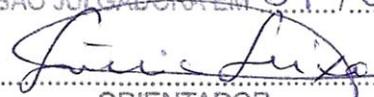


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Rebeca Veiga
Barbosa E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 09 / 08 / 2011


ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Rebeca Veiga Barbosa

**A questão dos resíduos sólidos urbanos em
Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista: uma
abordagem energética e ambiental**

152/2011

Rebeca Veiga Barbosa

A questão dos resíduos sólidos urbanos em Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista: Uma abordagem energética e ambiental

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Orientadora: Dra. Sônia Regina da Cal Seixas.

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

B234q Barbosa, Rebeca Veiga
 A questão dos resíduos sólidos urbanos em
 Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista: uma abordagem
 energética e ambiental / Rebeca Veiga Barbosa. --
 Campinas, SP: [s.n.], 2011.

 Orientador: Sônia Regina da Cal Seixas.
 Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

 1. Resíduos sólidos - Caraguatura (SP). 2. Aterro
 sanitário. 3. Biogas. I. Seixas, Sônia Regina da Cal. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: The issue of urban solid waste in Caraguatatuba, North Coast
 of São Paulo: an environmental and energetic approach

Palavras-chave em Inglês: Solid residues - Caraguatatuba (SP), Sanitary fills,
 Biogas

Área de concentração: --

Titulação: Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Ennio Peres da Silva, Leonardo Freire de Mello

Data da defesa: 09-08-2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

**A questão dos resíduos sólidos urbanos em
Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista: uma
abordagem energética e ambiental**

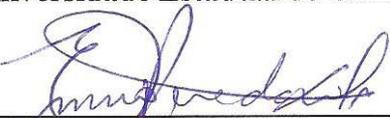
Autora: Rebeca Veiga Barbosa

Orientadora: Dra. Sônia Regina da Cal Seixas

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof.^a Dr.^a Sônia Regina da Cal Seixas
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Ennio Peres da Silva
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Leonardo Freire de Mello
Universidade do Vale do Paraíba

Campinas, 09 de agosto de 2011

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Wagner e Nadir, e ao Fernando.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Prof. Dra. Sônia Regina da Cal Seixas, por ter me orientado durante o trabalho, pela oportunidade da convivência e ensinamentos transmitidos.

À FAPESP, pelo apoio financeiro, referente à bolsa de treinamento técnico durante o primeiro ano da pesquisa, e à CAPES, referente a bolsa de mestrado no período de 2010 a 2011.

Ao Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais – PPFMCG (processo n.2008/58159-7), pelo suporte financeiro nas pesquisas de campo realizadas em Caraguatatuba.

À Faculdade de Engenharia Mecânica e Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM, essenciais para a minha formação e execução do trabalho.

Aos professores Dr. Ennio Peres da Silva e Dra. Carla Kazue Nakao, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, pela contribuição no trabalho por meio de suas ideias e sugestões.

Ao professor Dr. Leonardo Freire de Mello, da Universidade do Vale do Paraíba, por fornecer materiais que contribuíram para a pesquisa.

Aos órgãos municipais de Caraguatatuba, onde fui sempre muito bem recebida durante as pesquisas de campo, colaborando assim para a efetivação da presente dissertação.

Aos amigos do mestrado, em especial às amigas Cerise Rocha de Jesus e Michelle Renk, pela amizade durante esses anos de trabalho, troca de ideias e incentivo.

À minha família, fundamental na minha vida, especialmente ao Fernando, pelo carinho e companheirismo em todos os momentos.

“Enriquecer o sistema é muito mais gratificante do que explorá-lo”

(Ernst Götsch)

Resumo

A questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Caraguatatuba, assim como nos outros municípios do Litoral Norte Paulista, vem sendo bastante discutida, uma vez que a região não possui um aterro licenciado e, portanto, destina todo o lixo a aterros privados localizados no Vale do Paraíba. Caraguatatuba desde 2007 destina o seu lixo a um aterro privado, em Santa Isabel – SP, localizado a 140 km de distância. Nesse sentido, existem algumas propostas para a problemática do lixo na região. Dentre elas está a implantação de um aterro sanitário regional. Além desse impasse, a partir da década de 1950, Caraguatatuba vem sofrendo um processo crescente de ocupação do solo e uso turístico desordenado, sendo que atualmente a região se encontra em grande processo de transformações socioambientais, o que poderá ocasionar uma grande expansão urbana. Com o propósito de contribuir para os estudos que vêm sendo realizados no Litoral Norte Paulista, em especial o projeto *Urban Growth, vulnerability and adaptation: social and ecological dimensions of climate change on the coast of São Paulo* (processo n.2008/58159-7), esse trabalho tem como objetivo fazer uma análise energética e ambiental sobre o atual modelo utilizado em Caraguatatuba, em relação à coleta e disposição final dos RSU e a proposta da implantação de um aterro sanitário para a região. Essa análise teve como base o levantamento realizado no município de Caraguatatuba, durante o período de setembro de 2009 a novembro de 2010. Verificou-se que no ano de 2010, foram coletados em média 3.531 t/mês de RSU, com um gasto anual de R\$ 8.430.834. Durante o transporte do lixo para o aterro sanitário em Santa Isabel – SP, são emitidas em média 24.360 t/CO₂ na baixa temporada e 49.560 t/CO₂ na alta temporada. Verificou-se também, diante dos cálculos realizados no trabalho, que se for considerada a utilização da tecnologia de aproveitamento do biogás, seria possível gerar energia equivalente a 60.480 MJ/dia, suficiente para abastecer 2.546 residências no município.

Palavras Chave: Resíduos sólidos urbanos, Caraguatatuba – Litoral Norte Paulista, Aterro Sanitário e Biogás.

Abstract

The issue of municipal solid waste (MSW) in Caraguatatuba, as well as other cities in the North Coast of São Paulo, has been widely discussed, since the region lacks a licensed landfill and designed all the garbage in private landfills located in the Vale do Paraíba. Caraguatatuba designed the city's garbage in a private landfill located in Santa Isabel – SP, situated 140 km away, beginning in the year 2007. There are some proposals being discussed for the solid waste problem in the region. Among them is a regional landfill for the North Coast of São Paulo. Beyond this impasse, Caraguatatuba is experiencing a process of increasing land use and disordered tourism starting on the decade of 1950, and nowadays, the region is in a great socio-environmental change process, which may lead to a major urban expansion. Aiming to contribute with studies that have been done on the São Paulo's North Coast, in special the project: Urban Growth, vulnerability and adaptation: social and ecological dimensions of climate change on the coast of São Paulo (process n.2008/58159-7), this study aims to analyze environmental and energy on the current model used in Caraguatatuba, regarding the collection and disposal of municipal solid waste and the proposed deployment of a landfill for the region. This analysis was based on a survey conducted in the city of Caraguatatuba, during the period from September 2009 to November 2010. It was found that in 2010, was collected an average of 3,531 t/month of MSW, with an annual expenditure of R\$ 8,430,834. When the garbage is transported to the landfill in Santa Isabel -SP, it emits an average of 24,360 t/CO₂ in the low season and 49,560 t/CO₂ in high season. It was verified through the calculations, that using the landfill gas technology, it would be possible to generate 60,480 MJ/day, enough energy equivalent to power 2,546 homes in the city.

Keywords: Municipal solid waste, Caraguatatuba – North Cost of São Paulo, Landfill and Landfill gas.

Lista de Ilustrações

Figura 2.1 Entidades prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos por natureza jurídica da entidade, segundo as grandes regiões, 2008.....	07
Figura 2.2 Municípios segundo a destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, 2008.....	11
Figura 4.1 Litoral Norte Paulista com destaque no município de Caraguatatuba.....	33
Figura 4.2 Qualificação semanal das praias de Caraguatatuba durante os anos de 2009 e 2010.....	39
Figura 4.3 Antigo lixão localizado na Fazenda Serra Mar, Caraguatatuba.....	40
Figura 4.4 Aterro sanitário privado em Santa Isabel – SP.....	41
Figura 4.5 Estação de transferência de resíduos sólidos urbanos de Caraguatatuba.....	45
Figura 4.6 Estação de transbordo de Caraguatatuba: RSU sendo descarregados pelo caminhão de coleta.....	46
Figura 4.7 Estação de transbordo de Caraguatatuba: caminhão sendo acoplado na carreta com os RSU armazenados.....	46
Figura 4.8 Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos de Jambuí (UTGR).....	51
Figura 5.1 Valores em R\$/hab/mês referente aos gastos com serviços de coleta de RSU por faixa populacional das cidades no Brasil.....	61
Figura 5.2 Composição gravimétrica do lixo no Brasil (%).....	65

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Destino final dos RSU, por unidades de destino dos resíduos (%) no Brasil no período de 1989, 2000 e 2008.....	10
Tabela 2.2 Classificação, categoria e descrição dos resíduos.....	14
Tabela 2.3 Estimativas de redução de metano de aterros sanitários economicamente viáveis.....	20
Tabela 2.4 Componentes de um sistema padrão de coleta de GDL.....	22
Tabela 3.1 Cronograma da pesquisa de campo.....	27
Tabela 4.1 Dados sociodemográficos do município de Caraguatatuba.....	34
Tabela 4.2 Evolução da população total do município de Caraguatatuba no período de 1950 a 2010.....	36
Tabela 4.3 Enquadramento das condições das instalações de tratamento e/ou destinação final de resíduos domiciliares em função do Índice de qualidade de aterro de resíduos – IQR.....	47
Tabela 4.4 Condições de tratamento e disposição dos resíduos domiciliares – IQR – em 1997 e no período de 2001 a 2010 no Litoral Norte Paulista.....	48
Tabela 5.1 Quantidade de RSU (t/dia) gerada em Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba no período de 2003 a 2010.....	53
Tabela 5.2 Índices estimativos de produção “per capita” de RSU adotados em função da população urbana.....	54
Tabela 5.3 Demonstrativo do custo mensal com a coleta de RSU referente aos anos de 2009 e 2010 em Caraguatatuba.....	55
Tabela 5.4 Projeção populacional e geração de RSU (t/dia) em Caraguatatuba nos próximos anos.....	56
Tabela 5.5 Custos envolvidos na coleta e destinação de RSU em Caraguatatuba.....	59
Tabela 5.6 Demonstrativo do custo mensal com a coleta de RSU referente aos anos de 2009 e 2010 em Caraguatatuba.....	60
Tabela 5.7 Dados referentes ao percurso utilizado durante o transporte dos RSU do transbordo de	

Caraguatatuba até o aterro em Santa Isabel – SP.....63

Lista de Abreviaturas e Siglas

Símbolos

CH₄ - Metano

CO₂ - Dióxido de carbono

H - Hidrogênio

kcal - Quilocaloria

kJ - Quilo joule

kWh - Quilowatt-hora

l – litro

MJ – Mega joule

MW - Megawatt

N - Nitrogênio

Tg - Teragrama

t - Tonelada

Abreviações

Btu - Unidade Térmica Britânica

GEE - Gases de Efeito Estufa

GDL - Gás de Lixo

GWP - Global Warming Potential (Potencial de Aquecimento Global)

IQC - Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem

IQR - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos

ONG - Organização Não-Governamental

RCC - Resíduos da Construção Civil

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

Siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ENGEP - Engenharia e Pavimentação Ltda

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

EPA - Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental Americana)

GASTAU - Gasoduto Caraguatatuba-Taubaté

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

PESM - Parque Estadual da Serra do Mar

PFFPMCG - Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

UC - Unidade de Conservação

UTGCA - Unidade de Tratamento de Gás Caraguatatuba

UTGR - Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Geral	2
1.2.2 Específicos	2
1.3 Justificativa	3
1.4 Estrutura da Dissertação	5
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.2 Destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil	7
2.3 Definição e características dos resíduos sólidos	12
2.4 Definição e classificação das rotas de reciclagem, aterro sanitário e aproveitamento energético de RSU por meio do biogás	15
2.4.1 Reciclagem	16
2.4.2 Aterros sanitários e aproveitamento energético de RSU por meio do biogás	18
3 METODOLOGIA.....	25
3.1. Método de obtenção de dados secundários.....	26
3.2. Método de obtenção de dados primários.....	26
3.3. Método de sistematização e interpretação dos dados.....	28
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.1 A Região de estudo: Litoral Norte Paulista	30
4.2 Aspectos gerais, uso e ocupação do solo do município de Caraguatatuba	32
4.3 Histórico e aspectos gerais dos RSU em Caraguatatuba	39
4.4 Coleta de resíduos sólidos urbanos em Caraguatatuba.....	43
4.5 Disposição final dos RSU em Caraguatatuba.....	44
4.6 Projetos para a destinação dos RSU para o Litoral Norte Paulista	49
5 DISCUSSÕES E RESULTADOS.....	53
5.1 Quantidade de RSU coletada em Caraguatatuba.....	53

5.2 Produção Média per capita de RSU em Caraguatatuba.....	57
5.3 Custos envolvidos na coleta e disposição dos RSU em Caraguatatuba	58
5.4 Emissões de CO2 gerada no transporte de RSU de Caraguatatuba.....	62
5.5 Potencial energético dos RSU de Caraguatatuba.....	64
5.5.1 Aproveitamento energético dos RSU de Caraguatatuba a partir do gás de lixo	66
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS	70
Referências	74
ANEXO A	81

1 INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, vem sendo bastante discutida, uma vez que possui um histórico nos últimos 20 anos composto de multas, interdições de lixões e aterros irregulares; assim como ocorrido em outras regiões do Brasil. Atualmente, os quatro municípios do Litoral Norte Paulista – Caraguatatuba, São Sebastião, Ilhabela e Ubatuba – não possuem aterros licenciados na região e destinam seus RSU a aterros particulares localizados no Vale do Paraíba. Caraguatatuba destina o lixo a um aterro privado em Santa Isabel – SP, localizado a 140 km, desde o ano de 2007 (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE CARAGUATATUBA, 2010).

Algumas das propostas que estão sendo consideradas para a problemática do lixo na região é a implantação de um aterro sanitário regional. Entretanto a região do Litoral Norte apresenta uma porcentagem de 80% de remanescentes florestais da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, além da presença do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), que é uma Unidade de Conservação de proteção integral criada no ano de 1977 (NÚCLEO PICINGUABA, 2010; BARBOSA, 2007); o que dificulta a localização de uma área apropriada para a implantação de um aterro sanitário.

Caraguatatuba é o município que possui a menor porcentagem de remanescentes, com 73% de cobertura média (SOS MATA ATLANTICA e INPE, 2009), e é considerado o município com a melhor área disponível para sediar esse aterro sanitário, respeitando-se as restrições impostas de licenciamento ambiental; existe, porém, uma legislação municipal que não permite o recebimento de lixo dos outros municípios.

A região do Litoral Norte Paulista também é considerada uma área que convive com abrangente grau de vulnerabilidade do ponto de vista socioambiental, como o crescimento populacional nas cidades, o uso e ocupação do solo desordenado e a especulação imobiliária decorrente do turismo. Além disso, a região encontra-se em grande processo de transformações socioambientais, como a construção do anel viário de Caraguatatuba/São Sebastião, o centro de detenção provisória, a unidade de tratamento de gás Caraguatatuba (UTGCA), a expansão do porto de São Sebastião, a ampliação da rodovia Caraguatatuba/São José dos Campos e o gasoduto

Caraguatatuba-Taubaté, os quais poderão ocasionar uma grande expansão urbana (HOGAN et al., 2008; RENK, 2010).

Diante deste contexto, cabe avaliar como a questão dos resíduos sólidos urbanos tem sido conduzida na região. Nesse sentido, o enfoque principal desta pesquisa é fazer uma análise energética e ambiental sobre o atual modelo utilizado em Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista em relação à coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e à proposta da implantação de um aterro sanitário para a região.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo geral fazer uma análise energética e ambiental sobre o atual modelo utilizado em Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, em relação à coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e as propostas de implantação de aterro sanitário para a região.

1.2.2 Específicos

- i) Traçar o panorama atual da destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil;
- ii) Coletar dados atuais sobre a produção, coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos urbanos, referente ao município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista;
- iii) Verificar os gastos financeiros e energéticos empregados na coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos urbanos no município de Caraguatatuba;
- iv) Verificar a emissão de dióxido de carbono gerada pelo transporte dos RSU coletados em

Caraguatatuba até o aterro sanitário em Santa Isabel – SP, onde esse lixo atualmente é disposto;

v) Verificar a produção de biogás e geração de energia por meio dos RSU coletados em Caraguatatuba.

1.3 Justificativa

O início do século XXI tem sido marcado por uma discussão crescente a respeito das mudanças ambientais globais, decorrente entre outros fatores, do aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE). Se até o início do século XXI essa afirmativa poderia ser considerada apenas uma suposição, hoje ela é reconhecida como fato. De acordo com estudos elaborados pelo IPCC (2007), na década de 1990 houve um aumento nas concentrações anuais de metano (CH_4), se comparada com a década anterior. A década de 1990, portanto, destacou-se como o período mais quente já registrado.

O CH_4 tem potencial de aquecimento global (GWP) 21 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2), do qual os aterros e lixões são importantes fontes emissoras (EPA, 2010). Segundo Tolmasquim et al. (2003), os aterros sanitários em todo o mundo produzem em média 20 a 60 milhões de toneladas de metano anualmente.

De acordo com estudos da EPA (2002) e de Henriques (2004), além das emissões de CH_4 nos aterros, provocadas pela decomposição dos materiais ali depositados, há outros mecanismos relacionados aos RSU que emitem GEE na atmosfera, contribuindo assim, para o aquecimento global. Esses mecanismos vão desde a instalação do aterro, geração de chorume e consumo de energia pela queima de combustíveis fósseis, associados ao transporte, uso e disposição dos resíduos.

Uma das formas de se resolver o problema das emissões descontroladas de CH_4 , decorrentes da decomposição natural do lixo é a destinação final adequada deste em aterros sanitários, alternativa considerada mais adequada se comparada aos vazadouros a céu aberto, que ainda são

muito comuns em países em desenvolvimento, como o Brasil. Além da destinação correta dos RSU nos aterros sanitários, há um grande incentivo para projetos de recuperação do biogás para geração de energia, considerado uma alternativa de ação na redução da emissão de GEE, incentivado pelo mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) (FELIPETTO, 2007).

Diante deste contexto, a questão energética em debate nesta dissertação, envolve a análise energética – e ambiental – do atual modelo utilizado no município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, em relação à coleta e disposição final dos RSU. A região se encontra em situação vulnerável no que diz respeito à questão da destinação final dos RSU, não só em relação à questão geográfica, mas também ao incremento de projetos tecnológicos de grande porte e impacto na região.

Essa análise teve como base o levantamento realizado no município de Caraguatatuba, durante o período de setembro de 2009 a novembro de 2010, onde se verificou, além de outros aspectos, os gastos financeiros e energéticos empregados na coleta, transporte e destino final dos RSU, as emissões de CO₂ geradas pelo transporte dos RSU coletados no município, a emissão de biogás e possível geração de energia através do lixo coletado no município.

Atualmente Caraguatatuba não possui um aterro sanitário onde possa ser destinado o seu lixo, e então vem utilizando desde 2007 um aterro particular localizado em Santa Isabel – SP, a 140 km.

O município conta com a maior população entre os municípios do Litoral Norte, ou seja, 96.125 habitantes (IBGE, 2010). Desde 1950 o município vem sofrendo um processo crescente de ocupação do solo e uso turístico desordenado. O rápido crescimento populacional observado na região resultou nas características atuais do município, onde a maior densidade demográfica convive com atendimento de água e tratamento de esgoto deficientes e, ainda, sobrecarga dessas infraestruturas devido à população flutuante em períodos de férias e feriados (CÂMARA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2010).

Considerando todos esses aspectos e com o propósito de contribuir para os estudos que foram e vêm sendo realizados no Litoral Norte Paulista, em especial o projeto *Urban growth, vulnerability and adaptation: social and ecological dimensions of climate change on the coast of São Paulo* (processo n.2008/58159-7) do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças

Climáticas Globais – PFPMCG, esse trabalho visa verificar e analisar a questão dos RSU presente no município de Caraguatatuba e sua influência como estratégia energética, social e ambiental para a região.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, que serão apresentados a seguir para melhor compreensão.

O primeiro capítulo, já apresentado, traz o tema da dissertação com uma breve introdução, conta com os objetivos geral e específico e a justificativa.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema central e está subdividido em três partes. Traz um breve panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, apresenta também os conceitos e definições sobre resíduos e descreve as rotas de reciclagem, aterros sanitários e aproveitamento energético do lixo por meio da utilização do biogás.

O capítulo três apresenta a metodologia utilizada no presente trabalho para a obtenção dos dados primários e secundários e os métodos utilizados para a sistematização e interpretação dos dados coletados.

O quarto capítulo traz a caracterização do objeto de estudo, o município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, e como é tratada a questão do lixo na região.

No quinto capítulo são apresentados os resultados e a discussão dos dados levantados, assim como a análise energética e ambiental da questão dos RSU em Caraguatatuba.

Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões da dissertação, a partir da análise dos resultados, e traz sugestões para o desenvolvimento de futuros trabalhos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Serviço de limpeza urbana no Brasil

O serviço sistemático de limpeza urbana no Brasil foi iniciado oficialmente a partir da década de 1880 na antiga cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro. Desde então, os serviços de limpeza urbana passaram por modificações e atualmente a situação da gestão dos RSU se apresenta de formas diferentes em cada município brasileiro, porém em uma situação não muito alentadora (MONTEIRO et al., 2001).

Os serviços de manejo dos resíduos sólidos compreendem a coleta, a limpeza pública e a destinação final desses resíduos, exercendo um forte impacto no orçamento das administrações municipais, que pode atingir 20% dos gastos da municipalidade (PNSB, 2008). Esses serviços são realizados normalmente pelas administrações diretas de cada município, por empresas privadas ou outras formas, como entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios. No ano de 2008, o Brasil adotou uma boa parte de serviços privatizados, principalmente na região Sul e Sudeste, como mostra a Figura 2.1.

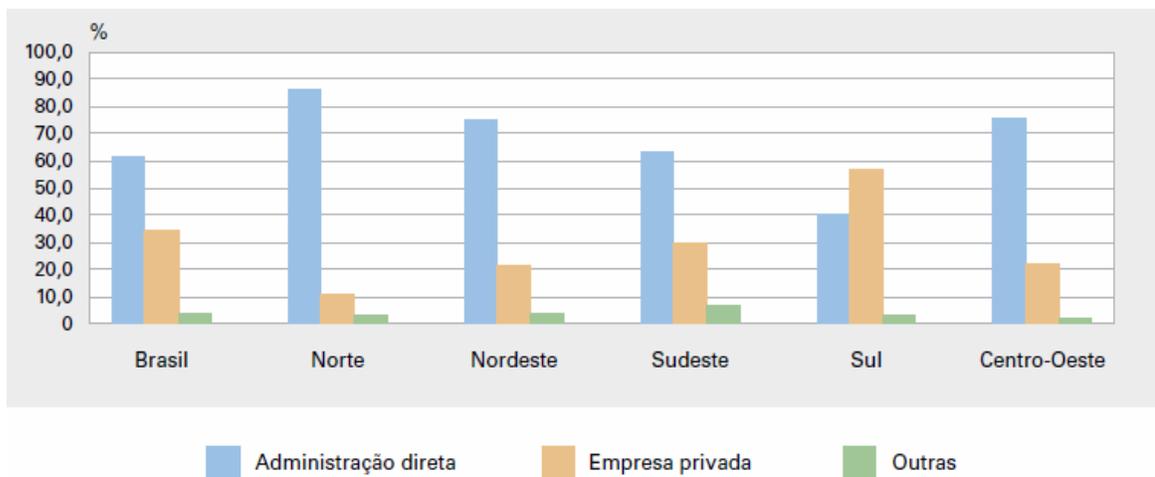


Figura 2.1 Entidades prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos por natureza jurídica da entidade, segundo as grandes regiões, 2008

Fonte: PNSB, 2008.

Nota-se na Figura 2.1, que a região Norte foi a que concentrou maior porcentagem de serviços de manejo dos RSU gerenciados por entidades da administração direta do poder público. Já a região Sul se destaca com quase 60% dos serviços de manejo do lixo prestados por empresas privadas. Essas empresas privadas passam a executar a coleta, limpeza de logradouros, tratamento e destinação final dos resíduos, sendo que as prefeituras de pequeno e médio porte também vêm contratando a terceirização desses serviços, geralmente realizadas por cooperativas e microempresas (MONTEIRO et al., 2001).

2.2 Destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, ao qual dispõem sobre os princípios, objetivos e instrumentos, assim como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, as

responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, a destinação final ambientalmente adequada (capítulo II, Art. 3º) seria por meio da:

“Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (PNRS, 2010, p. 2).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), as diversas rotas de destinação e disposição final dos RSU podem ser hierarquizadas e priorizadas basicamente em quatro alternativas: a reciclagem, por meio do aproveitamento de restos de papéis, plásticos, vidros e metais, não contaminados, para servir de insumo na fabricação de novos materiais; a compostagem, que é o aproveitamento dos restos alimentares e outros componentes orgânicos para produção de adubo natural; a recuperação energética, pelo aproveitamento energético dos resíduos; e o aterro sanitário, por meio da disposição final dos resíduos imprestáveis em local apropriado (EPE, 2008).

Nota-se, em relação à questão dos serviços relacionados ao tratamento e destinação adequada dos resíduos, que as administrações públicas e a população se preocupam somente em afastar o lixo das concentrações urbanas, depositando-o geralmente em locais inadequados, sem o devido cuidado com o meio ambiente e a saúde pública. Além dessa destinação inadequada, a coleta também é precária em alguns locais, principalmente nas aglomerações pobres, devido ao difícil acesso de caminhões de coleta, o que aumenta o acúmulo de lixo e, conseqüentemente, o aumento de regiões alagadas e vetores transmissores de doenças (HOGAN et al., 2000).

O desafio da limpeza urbana não consiste apenas na remoção dos resíduos, mas principalmente em dar um destino final adequado ao lixo coletado. Quando uma prefeitura realiza a coleta de resíduos de forma ineficiente, ela é pressionada pela população para a melhora na qualidade dos serviços, já que se trata de uma operação visível ao olhar da população. Contudo, quando se trata de uma destinação final inadequada dos resíduos, uma minoria da população é afetada diretamente, fato este que não tem motivado pressão por parte da população. Assim, diante de um orçamento restrito, muitas das municipalidades brasileiras relegam a disposição final para o

segundo plano, dando prioridade à coleta e à limpeza pública (MONTEIRO et al., 2001).

Um dos processos recomendados para a disposição adequada do lixo domiciliar são os aterros, sanitário ou controlado (este último menos recomendado). O aterro sanitário é um método para disposição final dos RSU, sobre um terreno natural, por meio do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, de acordo com as normas operacionais específicas, de modo que venha evitar danos ao meio ambiente. O aterro controlado é superior se comparado à alternativa dos vazadouros a céu aberto. Isso porque os materiais descartados são isolados por uma camada de material inerte a cada fim de jornada de trabalho. Entretanto, não há um preparo do local, e não se leva em conta a coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e possível queima do biogás (IPT/CEMPRE, 2000, MONTEIRO et al., 2001).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), para o ano de 2000, a quantidade diária de resíduos sólidos urbanos coletados nos municípios brasileiros era equivalente a 161.827,1 t/dia (PNSB, 2000). Esse número aumentou para 183.488 t/dia de RSU coletados em todos os municípios brasileiros no ano de 2008, sendo 64,6% deste lixo encaminhado aos aterros sanitários, 15,7% enviado aos aterros controlados e 17,6% destinado para os vazadouros a céu aberto. Dos 2,1% restantes, 0,6% dos resíduos são encaminhados para unidades de compostagem, 1,2% são destinados às unidades de triagem de resíduos recicláveis e 0,3% possuem outras destinações (PNSB, 2008).

Diante deste quadro, nota-se uma quantidade expressiva de lixo, para os quais deve ser dado um destino final adequado, sem danos ao meio ambiente e nem prejuízos à saúde da população. É importante ressaltar que esses números apresentados são oficiais das prefeituras dos municípios, que consideram somente os resíduos que passam pelos serviços de coleta municipal regular, não considerando aqueles coletados informalmente e encaminhados à coleta seletiva.

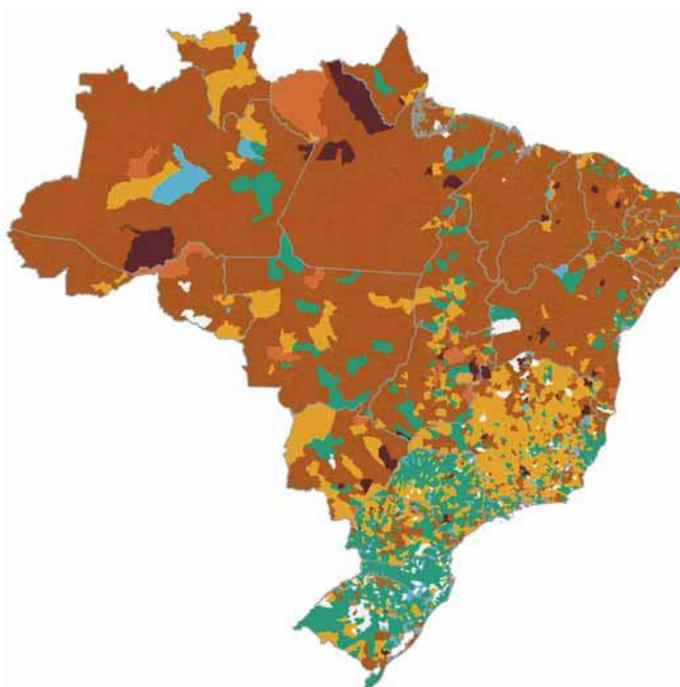
Ainda de acordo a PNSB (2008), há uma tendência de melhora da situação do destino final dado aos resíduos sólidos coletados no Brasil nos últimos anos. Entretanto, o resultado não é tão favorável em número de municípios para o ano de 2008, pois 50,8% dos municípios ainda destinaram os resíduos sólidos coletados de forma inadequada em lixões a céu aberto, fato que pode ser conferido na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Destino final dos RSU, por unidades de destino dos resíduos (%) no Brasil no período de 1989, 2000 e 2008

Ano	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: PNSB, 2008.

De acordo com a Tabela 2.1, que mostra o número de destino final dos RSU nas regiões e municípios do Brasil, nota-se um aumento da destinação dos resíduos para os aterros sanitários do ano de 2000 para o ano de 2008, sendo que nos aterros controlados esse número permaneceu na faixa de 22%. A Tabela 2.1 mostra também a precariedade, e a necessidade de políticas públicas para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, principalmente nos municípios brasileiros que ainda não possuem uma destinação adequada para o lixo, sendo de fundamental importância a avaliação de cada município brasileiro, no que diz respeito aos níveis de suportabilidade de cada região.



Destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos

- Aterro controlado e aterro sanitário
- Aterro sanitário
- Aterro controlado
- Vazadouro a céu aberto (lixão) e aterro sanitário
- Vazadouro a céu aberto (lixão) e aterro controlado
- Vazadouro a céu aberto (lixão), aterro controlado e aterro sanitário
- Vazadouro a céu aberto (lixão)

Figura 2.2 Municípios segundo a destinação final dos resíduos sólidos urbanos Brasil, 2008

Fonte: PNSB, 2008.

A Figura 2.2 mostra que os municípios com serviços de manejo dos RSU localizados nas regiões Norte e Nordeste apresentaram as maiores proporções de destinação dos resíduos em lixões, equivalente a 85,5% e 89,3% respectivamente. A região Sul e Sudeste registraram as menores proporções de destinação dos resíduos em lixões, com 15,8% e 18,7%, respectivamente.

Essas áreas inadequadas de disposição final dos resíduos, chamadas de vazadouros a céu aberto ou lixões, são locais onde o lixo coletado é lançado diretamente sobre o solo sem qualquer

controle e sem quaisquer cuidados ambientais. Além de causar sérios problemas sanitários (como a proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores e poluição do solo e da água), esse descaso se constitui em um sério problema social, uma vez que atrai "catadores", que por meio do lixo obtêm o meio de sobrevivência e, assim, permanecem no local (MONTEIRO et al., 2001).

Segundo Streb (2001), até o ano de 2000 foi observado um aumento no número desses trabalhadores, que coletam o lixo informalmente, indicando um quadro de degradação da qualidade de vida, devido ao agravamento dos problemas sociais, além do fato de que a quantidade de lixo coletada certamente é maior do que a considerada oficialmente. Para Medeiros e Macedo (2006), estima-se que o número de catadores de materiais recicláveis no Brasil é de aproximadamente 500 mil, sendo que 2/3 deles são do estado de São Paulo.

A partir de 02 de agosto de 2010, de acordo com a PNRS, instituída pela Lei nº 12.305, ficam proibidas formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos lançados *in natura* a céu aberto, exceto os resíduos de mineração; lançados em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; bem como a queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; e outras formas vedadas pelo poder público (PNRS, 2010).

2.3 Definição e características dos resíduos sólidos

Denomina-se lixo uma grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, dentre eles os RSU gerados nas residências. Na literatura sobre resíduos sólidos ou lixo, encontram-se diversas definições deste termo, que são feitas geralmente de acordo com a conveniência e a preferência de cada um.

O conceito de lixo está inserido no Brasil dentro da definição de resíduos sólidos conforme a classificação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de acordo com a norma NBR 10.004:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004, p.1).

Diante dessa definição, é evidente a diversidade e complexidade dos resíduos sólidos. Os RSU são aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas do município, abrangendo os resíduos de origem residencial, comercial, de estabelecimento de saúde, limpeza pública e agrícola (JUNIOR et al., 2003).

Ainda, de acordo com Faria (2002), lixo é definido como todo e qualquer resíduo resultante de alguma atividade diária do homem, que são basicamente sobras de alimentos, papéis e papelões, vidros, plásticos, madeiras, couros, trapos, gases, sabões, poeiras, entre outras substâncias descartadas de forma consciente. A geração desses resíduos depende de fatores culturais, hábito de consumo, poder aquisitivo, fatores climáticos, nível educacional e das características de sexo e idade dos grupos populacionais.

De acordo com a PNRS (2010), Lei nº 12.305, os rejeitos são definidos como resíduos sólidos aqueles que, após serem esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade além da disposição final ambientalmente adequada.

Dentre as diferentes categorias, o lixo pode ser classificado de acordo com o processo ou atividade que lhe deu origem, de seus constituintes e características, e da comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias, que causam impacto à saúde e ao meio ambiente (ABNT, 2004), conforme a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 Classificação, Categoria e Descrição dos Resíduos

Classe do resíduo	Categoria	Descrição
I	Perigosos	Resíduos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde e meio ambiente.
II	Não perigosos	Papel, papelão, plástico, borracha, madeira, materiais têxteis, restos de alimentos, entre outros considerados não perigosos.
II A	Não inertes	Apresentam propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas demais classificações.
II B	Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato com ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: Elaboração própria a partir da ABNT, 2004.

O IPT-CEMPRE (2000) classifica os resíduos de acordo com a origem e identifica os responsáveis pela destinação final sanitariamente adequada: para os lixos de fonte domiciliar, comercial e público, a prefeitura de cada município é responsável pela destinação desse lixo; já para os resíduos de origem de serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, industrial, agrícola e entulho, o responsável pela destinação final é o próprio gerador.

2.4 Definição e classificação das rotas de reciclagem, aterro sanitário e aproveitamento energético de RSU por meio do biogás

Os resíduos sólidos oriundos de residências, comércios e indústria, após recolhidos, devem passar por um processo de gerenciamento do resíduo, ao qual pode ser destinado para a reciclagem, compostagem, aterro sanitário e para a geração de energia. A reciclagem dos materiais de vidro, papel, plástico e metal não excluem as demais etapas, já a geração de energia pode ser feita por meio da queima do resíduo sólido, da gaseificação direta ou a partir da recuperação do biogás produzido no aterro sanitário (MUYLAERT et al., 2000).

Como visto anteriormente, a destinação final dos resíduos sólidos urbanos se dá de diferentes maneiras, devido à variedade de tecnologias encontradas. Algumas dessas rotas tecnológicas já se encontram implementadas em diversos países há algum tempo e, portanto, serão abordadas ao longo desse trabalho: a reciclagem, a disposição do lixo em aterros sanitários e o aproveitamento posterior do gás de lixo (GDL) ou biogás, que é considerada uma forma de reciclagem terciária que atua na obtenção de energia elétrica.

É importante ressaltar que cada município deve buscar o seu próprio modelo de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, dando-lhe um destino final ambientalmente seguro, tanto no presente, como no futuro. Esse gerenciamento integrado dos resíduos sólidos é feito a partir de um conjunto articulado de ações normativas, operacionais e de planejamento que uma administração municipal desenvolve durante o tratamento e disposição dos seus resíduos. Portanto não se trata de escolher a melhor técnica a ser utilizada entre a reciclagem, compostagem, incineração ou aterro sanitário, mas sim em determinar qual a proporção mais adequada de cada uma delas para o município estudado (IPT/CEMPRE, 2000).

Em relação à geração de energia, de acordo com Tolmasquim et al. (2003), a tecnologia de aproveitamento do gás de lixo é uma alternativa que pode ser aplicada a curto e médio prazo para os gases gerados nos aterros sanitários. Embora a geração de energia a partir de RSU não possua dimensão suficiente para sustentar uma estratégia de expansão da oferta de energia elétrica do país, em longo prazo, essa proposta de energia é considerada um elemento importante de

estratégia regional e local, onde experiências positivas de conservação e considerável retorno financeiro podem ser observados (EPE, 2008).

2.4.1 Reciclagem

Como forma de minimizar os problemas provenientes da geração e disposição de resíduos, uma alternativa consolidada mundialmente é o aproveitamento energético de RSU que, dentro de uma visão abrangente, compreende, além de outras tecnologias, a reciclagem de materiais devidamente coletados, principalmente papel, vidro, plástico e metal. A reciclagem permite a substituição de insumos cuja produção requer, normalmente, grande consumo de energia, além de constituir uma forma ambientalmente eficiente de aproveitamento energético de RSU e conservação de recursos naturais (EPE, 2008).

De acordo com o IPT/CEMPRE (2000) a reciclagem de resíduos pode ser dividida em três modalidades: a) reciclagem primária, empregada no resíduo de um produto para sua própria produção, como uma embalagem de alumínio que se transforma em uma nova latinha; b) reciclagem secundária, baseada na utilização dos resíduos de um produto para a confecção de outro; e c) a reciclagem terciária, baseada na recuperação de produtos químicos ou energia a partir dos resíduos. Algumas formas de reciclagem terciária são desenvolvidas a partir da recuperação e aproveitamento de biogás, a partir da incineração e compostagem, ou ainda por meio de sistemas integrados entre a reciclagem, compostagem e recuperação de biogás.

Os primeiros programas de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos no Brasil tiveram início na década de 1980, como uma alternativa inovadora para a redução da geração dos resíduos sólidos domésticos e também como um estímulo à reciclagem. Com base nessa iniciativa, a sociedade, o setor industrial, as empresas e os governos locais têm sido mobilizados e induzidos à separação e classificação desses resíduos nas suas fontes produtoras (PNSB, 2008).

Segundo a PNRS (2010), a partir de 2014 será proibido depositar em aterros sanitários qualquer tipo de resíduo passível de reciclagem ou reutilização. Portanto, significa que os municípios

brasileiros precisarão criar planos municipais de resíduos sólidos, tendo como objetivo consolidar metas de redução, reutilização e reciclagem do lixo. A Lei nº 12.305 aponta ainda que, para o gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Tais iniciativas de coleta seletiva do lixo, para sua reciclagem posterior, têm se tornado cada vez mais constante nos municípios brasileiros. Segundo a PNSB (2008), no ano de 1989 existiam em média 58 programas de coleta seletiva no país. Em 2000, esse número aumentou para 451. Em 2008 já haviam 994 programas. Esse avanço se deu, sobretudo, nas regiões Sul e Sudeste, onde 46% e 32,4% dos seus municípios, respectivamente, informaram possuir programas de coleta seletiva que cobriam todo o município.

Embora possa afetar o dimensionamento de projetos de outros usos dos resíduos, como a compostagem, outras formas de recuperação energética ou mesmo a disposição final do lixo, a reciclagem não é incompatível com outros usos ou destinos de RSU; portanto não se constitui, necessariamente, em uma rota excludente a essas outras aplicações (EPE, 2008).

A reciclagem traz uma série de benefícios para a sociedade, dentre os quais se destacam o aumento da vida útil de certos materiais e a energia elétrica potencialmente evitada. Não obstante, a reciclagem garante que esses materiais sejam inseridos novamente nos processos produtivos, assegurando tanto a racionalização do consumo de energia elétrica como os benefícios associados à qualidade de vida (STREB, 2001; CUNHA, 2002). Além desses benefícios, a reciclagem proporciona também o prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, a redução de diversas formas de poluição, geração de renda e emprego, melhoria das condições sanitárias e de saúde (MUYLAERT et al., 2000).

Um dos maiores benefícios ambientais resultantes das atividades de reutilização e reciclagem das matérias primas presentes nos RSU é poupar os recursos naturais, entretanto, o crescimento dessas atividades depende da demanda de mercado existente para tais matérias-primas secundárias (ABRELPE, 2007).

2.4.2 Aterros sanitários e aproveitamento energético de RSU por meio do biogás

Historicamente, do ponto de vista ambiental e econômico, a disposição final para os resíduos sólidos urbanos considerada mais adequada, comparativamente aos lixões e aterros controlados, é a utilização de aterros sanitários, em virtude da relativa simplicidade de execução e dos baixos custos de implantação e operação. Nesse local, há um confinamento relativamente seguro do lixo, o que minimiza e controla a poluição ambiental aumentando a proteção à saúde pública (IPT/CEMPRE, 2000), é definido ainda como:

“Forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais” (IPT/CEMPRE, 2000, p.75).

O aterro sanitário deve contar necessariamente com algumas unidades operacionais, como células de lixo domiciliar e lixo hospitalar (caso o município não possua um processo mais efetivo de destinação para esse tipo de lixo); sistema de impermeabilização, coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume); sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás e de drenagem e afastamento das águas pluviais; deve contar ainda com um monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico; e pátio de estocagem de materiais (MONTEIRO et al, 2001).

A primeira etapa para a construção de um aterro sanitário é o levantamento de dados gerais, como dados populacionais, caracterização do lixo, dados da coleta e transporte atual do lixo. Após esse levantamento é realizada uma pré-seleção de áreas aptas à instalação do aterro, que é feita por meio de levantamento de dados geológico-geotécnicos, pedológicos, dados sobre o relevo e águas subterrâneas e superficiais, clima, legislação e dados socioeconômicos. Com base nesse levantamento, é realizado outro estudo para a viabilização das áreas pré-selecionadas, para então ser escolhida a área mais adequada para a implantação do aterro sanitário (IPT/CEMPRE, 2000).

Segundo Faria (2002), os métodos de disposição dos resíduos em aterro sanitários variam de acordo com a topografia e geologia local, nível do lençol freático, existência de área de empréstimo em locais próximos à área destinada ao aterro e a quantidade de lixo a se dispor. Basicamente, os principais métodos de disposição em aterros sanitários são o método da trincheira (ou vala), o método da área (ou aterro tipo superficial) e o método da rampa (ou da escavação progressiva).

O método da trincheira é indicado quando existe uma profundidade adequada de material de cobertura disponível na área a ser escavada e quando o local é plano ou levemente inclinado – esse método é adequado para pequenas comunidades. O método da área é uma técnica utilizada quando a topografia local permite o recebimento dos resíduos sólidos, sem a alteração de sua configuração natural, porém não é o mais adequado e por isso caiu em desuso, visto que requer cuidados especiais. Já o método da rampa é a técnica de disposição de resíduos em que se aproveita a topografia local, como rampas, depressões, áreas secas e de encostas, onde o solo natural ofereça boas condições para ser escavado e aproveitado no próprio local, como cobertura do lixo – dentre os três métodos, esse é o que geralmente se apresenta como o mais viável do ponto de vista econômico (FARIA, 2002).

De acordo com Ensinas (2003), a utilização de aterro sanitário é atualmente a principal alternativa encontrada para o lixo, como forma de destinação final dos resíduos sólidos urbanos, devido à sua simplicidade de execução, baixo custo e capacidade de absorver uma grande quantidade de resíduos diariamente, se comparado a outras formas de tratamento do lixo. No entanto, a indisponibilidade de áreas próximas aos centros urbanos e os riscos ambientais associados à emissão descontrolada de biogás, bem como a infiltração do chorume, compõem alguns dos fatores que limitam o uso desse tipo de tratamento de resíduos.

Os aterros sanitários podem representar uma oportunidade de geração ou recuperação de energia. O primeiro projeto de recuperação do biogás para geração de energia foi realizado no ano de 1975, em Rolling Hills, Califórnia, onde o gás coletado era vendido para a Companhia de Gás “Southern California” (ENSINAS, 2003). Além desse fato, os aterros sanitários apresentam também uma oportunidade de redução das emissões de metano em vários países, como pode ser observado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 Estimativas de redução de metano de aterros sanitários economicamente viáveis

País	Emissões Estimadas (Tg/ano)	Redução de Curto Prazo		Reduções de Longo Prazo	
		Tg/ano	%	Tg/ano	%
Estados Unidos	8 - 12	4 - 6	~ 50	4 - 6	~ 50
Reino Unido	1 - 3	0.2 - 0.5	15 - 20	0.5 - 1.4	40 - 50
Brasil	0.7 - 2.2	0.2 - 0.6	25 - 30	0.2 - 0.6	25 - 30
Índia	0.2 - 0.8	0.1 - 0.2	25 - 40	0.1 - 0.4	25 - 50
Polônia	0.1 - 0.4	0.1	~ 20	0.1 - 0.3	20 - 60
Outros	11 - 39	4 - 7	15 - 35	4 - 15	15 - 40
TOTAL	21 - 57	9 - 14	25 - 35	9 - 24	40 - 50

Fonte: Tolmasquim et al., 2003.

Considerando as tecnologias atualmente disponíveis, pode-se afirmar que é tecnicamente viável reduzir as emissões de CH₄ de aterros sanitários em 50%. Essa redução representa 10 a 25 milhões t/ano. Como mostra a Tabela 2.3, os Estados Unidos e Reino Unido são exemplos de países que criaram programas de recuperação de metano, os quais poderão reduzir as emissões de CH₄ em 50% ou mais nas próximas décadas, o que equivale um ganho econômico pelas emissões evitadas, além da recuperação ou geração de energia (TOLMASQUIM et al., 2003).

A utilização da tecnologia de aproveitamento do biogás é o uso energético mais simples dos RSU, e é utilizada amplamente em todo o mundo. Ela consiste na recuperação do gás de lixo oriundo da decomposição anaeróbica da fração orgânica de RSU dispostos em aterros sanitários, por ação de microorganismos que transformam os resíduos em substâncias mais estáveis.

No ano de 2001, existiam cerca de 950 plantas de gás de lixo no mundo, utilizadas com um propósito energético, sendo que, em relação aos países desenvolvidos existe ainda um grande potencial na expansão de programas de recuperação de metano por meio das plantas de utilização de gás do lixo (WILLUMSEN, 2001), já o Brasil, de acordo com Oliveira e Rosa (2003), encontra-se em um momento de encorajamento de propostas no uso de resíduos para geração de

energia elétrica em vários municípios.

Uma das primeiras iniciativas na recuperação de gás de lixo no Brasil foi no estado do Rio de Janeiro, na década de 1980, realizado no aterro sanitário do Caju. De acordo com Henriques (2004), os custos de investimento foram extremamente baixos, pois o projeto realizado foi o mais simples e operacional possível, além de utilizar somente equipamentos disponíveis no mercado brasileiro. O valor total investido na ordem de US\$320 mil, e em dez anos de operação o sistema recuperou 20 milhões de m³ de GDL.

Nos aterros sanitários Bandeirantes e São João, no município de São Paulo, a geração de energia elétrica já é uma realidade. Estão em operação duas termelétricas com 20 e 24,8 MW de potência instalada, respectivamente, e possuem uma capacidade de geração de energia suficiente para atender ao consumo de cerca de 170 mil residências, equivalente a uma população entre 500 e 600 mil habitantes, tomando como referência um fator de capacidade em 80% e um consumo médio de 150 kWh/mês (EPE, 2008).

Os projetos de recuperação de biogás têm como finalidade principal o aproveitamento da energia que está contida no produto da decomposição do lixo, onde a conversão do biogás pode atender diversas necessidades energéticas (ENSINAS, 2003). Em geral, a maior utilização do GDL é como combustível para a geração de energia elétrica. Além desse uso, existem outras aplicações desse gás, como o seu uso local (principalmente em pequenos aterros sanitários e aquecimento de casas), e como combustível veicular, gás natural ou metano comprimido (TOLMASQUIM et al., 2000).

Costa (2006) salienta que a tecnologia de produção de biogás, associada ao seu uso energético, não pode ser vista como um “fim em si mesmo”, mas sim como a melhor opção que se apresenta atualmente para a questão do lixo urbano.

O GDL é um gás composto em percentual molar de 40 a 55% de CH₄, 35 a 50% de dióxido de carbono e de 0 a 20% de nitrogênio, e o seu poder calorífico equivale entre 14,9 a 20,5 MJ/m³ ou aproximadamente 5800 kcal/m³ (MUYLAERT et al., 2000).

Para a extração de GDL, um sistema padrão de coleta apresenta três componentes centrais : poços de coleta e tubos condutores, um sistema de tratamento e um compressor; além de um *flare*, onde

o excesso de gás é queimado de forma controlada, ou pode ser utilizado durante períodos de manutenção dos equipamentos (EPE, 2008). Em alguns países, onde há cuidados específicos sobre cobertura de aterro, utiliza-se também uma membrana impermeável protetora colocada sobre o aterro. Assim, maior porcentagem do gás é coletada e recuperada, porém esse recurso requer elevado investimento (WILLUMSEN, 2001). Na Tabela 2.5, conferem-se os componentes de um sistema padrão.

Tabela 2.4 Componentes de um sistema padrão de coleta de GDL

Tubos de coleta	A coleta começa geralmente após uma porção do aterro (célula) ser fechada. Existem dois sistemas de coleta: poços verticais (o tipo mais usado de coleta), e as trincheiras horizontais (apropriadas para aterros sanitários profundos, usadas em áreas de aterro ativo). Em ambos os sistemas de coleta, cada uma das pontas é conectada a uma tubulação lateral, que transporta o gás para um coletor principal. De preferência esses sistemas devem ser planejados, para que possam ser feitos monitoramento e ajuste, quando necessários.
Sistema de tratamento de condensado	É uma parte importante do sistema de coleta de gás. Quando o gás de lixo (quente) viaja através do sistema de coleta, ele se resfria e forma um condensado. Se ele não for removido, pode ocorrer o bloqueio do sistema e interromper o processo de recuperação de energia. O controle do condensado tem início no campo do sistema de coleta, onde os tubos inclinados e conectores são usados para permitir a drenagem em tanques ou armadilhas de coleta, complementados por uma remoção de condensado pós-coleta. Os métodos para a disposição do condensado são: descarga no sistema público de esgoto, um sistema de tratamento local, e uma recirculação para o aterro. O melhor método para um aterro depende das características do condensado, da legislação e regulação vigentes, e do custo de tratamento e disposição.
Compressor	É necessário para puxar o gás dos poços de coleta, e comprimir o gás antes deste entrar no sistema de recuperação energética. O tamanho, tipo e número de compressores, dependem da taxa, fluxo de gás e nível desejado de compressão, que é tipicamente determinado pelo equipamento de conversão energética.
Flare	É um dispositivo simples para a ignição e queima do GDL. É necessário durante as etapas de início e manutenção do sistema, considerado um componente de cada opção de recuperação energética. Pode ser de maior custo-efetividade para gradualmente aumentar o tamanho do sistema de recuperação energética e para queimar o excesso de gás entre <i>up-grades</i> de sistemas, antes da adição de um novo motor. O <i>flare</i> pode ser aberto (vela) ou enclausurado, que são mais caros, porém proporcionam testes de concentração e obtém eficiência de combustão ligeiramente alta, além de reduzir os incômodos de ruído e iluminação.

Fonte: Elaboração própria a partir de Tolmasquim et al., 2003.

Após a extração do GDL (de acordo com as etapas da Tabela 2.5), e antes de ser convertido em energia, deve-se remover algum condensado que não foi coletado nos tanques de captura, como particulados e outras impurezas. Esse tratamento depende da aplicação do uso final do GDL. Para o uso direto do gás em caldeiras é requerido um tratamento mínimo já na remoção do CO₂. Para injeção em um gasoduto é necessário um extensivo tratamento. E nas aplicações de geração de energia, é necessária uma série de filtros com a função de remover as impurezas, as quais podem danificar os componentes do motor e turbina e reduzir a eficiência do sistema (MUYLAERT et al., 2000).

A produção do biogás ocorre em diferentes etapas, conforme as características da vida útil de um aterro. Na primeira fase aeróbia, o CO₂ é produzido, porém a concentração de N₂ também é alta (mas sofre declínio nas passagens para as 2^a e 3^a fases). A segunda fase é chamada de esgotamento de O₂, pois resulta em um ambiente anaeróbio com alta concentração de CO₂ e um pouco de H₂ produzido. Na terceira fase anaeróbia, a produção de CH₄ tem início, devido a redução na quantidade de CO₂. E por fim, na fase final, a produção de CH₄, CO₂ e N₂ se torna estável (EPE, 2008).

Para o aproveitamento energético do GDL, existem várias tecnologias que podem ser usadas para maximizar o valor do biogás, como o uso direto do gás de médio Btu (uso mais simples, e de maior custo-efetividade do GDL, utilizado normalmente em processos industriais e caldeiras), a produção de energia/cogeração, e a venda de gás de qualidade por meio de gasodutos (TOLMASQUIM et al., 2000).

De modo geral, segundo alguns autores (MUYLAERT et al., 2000; EPE, 2008; HENRIQUES, 2004; HENRIQUES et al., 2010) a utilização do GDL se destaca em relação à redução dos gases de efeito estufa e ao baixo custo para o descarte de lixo. Não obstante, a utilização desse gás permite a utilização dos resíduos na geração de energia ou de combustível doméstico, na receita adicional para aterros existentes por meio do aproveitamento energético e créditos de carbono, bem como na redução da possibilidade (remota) de ocorrência de auto-ignição e/ou explosão pelas altas concentrações de metano.

Como desvantagens (MUYLAERT et al., 2000; EPE, 2008; HENRIQUES, 2004; HENRIQUES et al., 2010), valer-se do GDL gera ineficiência no processo de recuperação do gás em aterros

sobretudo naqueles cuja construção não foi projetada para este fim. Especula-se que as perdas girem em torno de 40% do total de GDL produzido. Esse prejuízo é corroborado pelo alto custo de instalação e/ou atualização da planta, pela diminuição da disponibilidade de combustível ao longo da vida útil do projeto e pela possibilidade de ocorrência de auto-ignição e/ou explosão em razão das elevadas concentrações de metano.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta a metodologia adotada para a realização deste trabalho. O método utilizado para o alcance dos resultados obtidos envolveu três etapas, a saber, a) coleta de dados secundários, b) obtenção de dados primários e c) sistematização e interpretação das informações coletadas.

Na primeira etapa, a coleta de dados, procurou-se realizar um levantamento de dados secundários, objetivando adquirir informações sobre os objetos de estudo, ou seja, a questão dos resíduos sólidos urbanos e o município de Caraguatatuba. Os dados secundários foram obtidos por meio do levantamento de material bibliográfico – livros, revistas, dissertações, teses, entre outros, conforme necessário – e de consultas a documentos, relatórios técnicos e ao acervo histórico do município.

Para a obtenção de dados primários, segunda etapa, foram realizadas pesquisas de campo no município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, no período entre setembro de 2009 e novembro de 2010. Essa etapa procurou contemplar dados primários sobre o objeto de estudo com base na observação participante, e entrevistas semi-estruturadas realizadas junto aos órgãos públicos da região. Segundo Minayo et al. (1994), a entrevista, considerada um procedimento usual em trabalhos de campo, representa um meio de coleta de fatos relatados pelos atores sociais, e é por meio dela que o pesquisador busca obter informações contidas nas falas dos atores. Portanto, a entrevista não é considerada uma conversa despreziosa e neutra.

Na terceira etapa da metodologia foi realizada a sistematização e interpretação dos dados coletados a partir dos resultados obtidos.

3.1. Método de obtenção de dados secundários

A coleta de dados secundários teve como objetivo fornecer subsídios sobre o objeto de estudo em questão. Para a caracterização do município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista, foram realizadas pesquisas na base de dados junto ao IBGE, Fundação SEADE, entre outros. Também foi utilizado o Plano Regional de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 21 do Litoral Norte (2008), e os sítios eletrônicos da Prefeitura e Câmara Municipal de Caraguatatuba.

Para um melhor entendimento sobre a questão dos resíduos sólidos urbanos no âmbito nacional, foi realizado um breve panorama sobre os resíduos sólidos urbanos no Brasil, onde foi utilizado um banco de dados junto à Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) – realizada pelo IBGE nos anos de 2000 e 2008. No âmbito estadual foram utilizados dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, realizado pela CETESB nos anos de 2003 a 2010.

As definições e classificações dos resíduos, assim como a reciclagem e a técnica de aproveitamento energético do lixo por meio do biogás, foram referenciadas com base nas normas da ABNT (2004) – NBR 10.004, Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, realizado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (MONTEIRO et al., 2001), IPT/CEMPRE (2000), Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2008), entre outras.

3.2. Método de obtenção de dados primários

Conforme enfatizado anteriormente, para a obtenção de dados primários foram realizadas no município de Caraguatatuba cinco pesquisas de campo em períodos distintos. O primeiro levantamento de campo se deu em setembro de 2009, e a última pesquisa realizada foi em novembro de 2010. Esta etapa objetivou coletar dados sobre o objeto de estudo a partir de observação participante e entrevistas semi-estruturadas realizadas junto aos órgãos públicos da

região.

Como a questão dos resíduos sólidos urbanos na região ainda é incerta, procurou-se abordar a opinião de diferentes órgãos públicos junto ao município e em períodos esparsos, os quais são descritos na Tabela 3.1 abaixo.

Tabela 3.1 Cronograma da pesquisa de Campo

Período	Atividade Desenvolvida
17 a 19 de setembro de 2009	Reconhecimento do local, observação assistemática.
4 a 6 de novembro de 2009	Visita à Secretaria Municipal de Serviços Públicos, à Prefeitura Municipal de Caraguatatuba e ao IBAMA. Realização de entrevistas.
6 a 8 de abril de 2010	Visita ao IBAMA e à Secretaria de Saúde de Caraguatatuba. Realização de entrevistas. Participação no Seminário “Saneamento Ambiental: subsídios para os planos municipais”, no Centro Universitário Módulo de Caraguatatuba.
12 a 14 de julho de 2010	Visita e entrevista à CETESB de Ubatuba e à Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba. Visita à Estação de Transferência de resíduos sólidos de Caraguatatuba.
28 a 30 de novembro de 2010	Visita à Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Caraguatatuba. Realização de entrevistas. Participação no debate regido pelo tema: “O que fazer com o nosso lixo?”, na Câmara Municipal de Ubatuba.

Fonte: Elaboração própria, 2010.

A primeira pesquisa de campo, realizada em 17 a 19 de setembro de 2009, teve como objetivo o reconhecimento do local estudado, a partir de observação assistemática da configuração dos bairros, praias e locais de disposição de lixo (adequados e inadequados).

As visitas e entrevistas realizadas junto aos órgãos públicos da região, considerados adequados ao tema do trabalho, tiveram início na segunda pesquisa de campo, durante o período de 4 a 6 de novembro de 2009. As entrevistas foram efetivadas junto à Prefeitura Municipal de

Caraguatatuba, Secretaria Municipal de Serviços Públicos, Secretaria de Saúde, Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba, IBAMA e CETESB de Ubatuba.

Esta metodologia teve como principal objetivo levantar dados referentes à situação atual dos resíduos sólidos urbanos do município de Caraguatatuba. Os temas abordados foram: o histórico do lixo no município e na região do Litoral Norte, e dados sobre a coleta (áreas de abrangência, quantidade coletada), o transporte (como é realizado, empresas responsáveis), a destinação final do lixo (área utilizada, empresa responsável), os gastos envolvidos, entre outros.

Na quarta etapa da pesquisa de campo, realizada no período de 12 a 14 de julho de 2010, além das entrevistas à CETESB em Ubatuba e Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba, foi realizada visita à Estação de Transferência de resíduos sólidos de Caraguatatuba, chamada de área de transbordo. É nesta área que o lixo coletado no município é compactado e transferido para outro caminhão, onde é levado até o aterro em Santa Isabel – SP, localizado a 140 km.

Por meio da participação no Seminário “Saneamento Ambiental: subsídios para os planos municipais”, realizado no Centro Universitário Módulo de Caraguatatuba, durante a terceira pesquisa de campo no dia 8 de abril de 2010, e a participação no debate orientado pelo tema “O que fazer com o nosso lixo?”, realizado na Câmara Municipal de Ubatuba, durante a última pesquisa de campo no dia 29 de novembro de 2010, foi possível notar como as ONGs e projetos interessados no tema vêm se articulando sobre a questão de saneamento na região.

Esta etapa foi fundamental para uma melhor identificação da pesquisadora com o local, assim como para o amadurecimento do trabalho nas diferentes etapas da pesquisa.

3.3. Método de sistematização e interpretação dos dados

Este item aborda o momento posterior à coleta de informações primárias em campo, onde os dados obtidos através de visitas e entrevistas aos órgãos públicos do município de Caraguatatuba, e a participação de seminário e debate, foram sistematizados e interpretados.

A sistematização ocorreu em dois momentos. Primeiramente foram sistematizados os dados coletados em campo para compor um histórico dos RSU na região, como é realizada a coleta atualmente, a destinação do lixo, a quantidade coletada para o ano de 2009 e 2010, e os custos envolvidos no transporte dos RSU.

Foi avaliada a qualidade do aterro onde é disposto o lixo de Caraguatatuba a partir do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, que verifica a condição de tratamento e disposição dos resíduos domiciliares – IQR – realizado pela CETESB (2003 a 2010). A partir dessa sistematização, foi calculada a produção média per capita de lixo em Caraguatatuba referente ao ano de 2010.

No segundo momento, foi realizado o cálculo das emissões de CO₂ gerada no transporte de RSU de Caraguatatuba a partir da sistematização dos dados coletados referentes ao percurso do lixo até o aterro sanitário onde é destinado, como a distância percorrida, a quantidade diária de caminhões e o consumo médio de combustível por viagem.

Foi realizado também o cálculo para estimar o potencial energético do lixo de Caraguatatuba a partir da tecnologia de aproveitamento do gás de lixo ou biogás. Essa análise foi baseada, além dos dados coletados em campo, como a quantidade diária de lixo coletado no ano de 2010, em algumas referências, como a EPE (2008), Silva (2009), EDP BANDEIRANTE (2011), entre outras.

Conforme essa sistematização procurou-se mostrar e avaliar durante o processo, os aspectos positivos e negativos da atual gestão dos RSU em Caraguatatuba, e as possíveis instalações de um aterro sanitário na região do Litoral Norte Paulista ou no município de Jambuí-SP.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 A região de estudo: Litoral Norte Paulista

O Litoral Norte Paulista compreende quatro municípios: São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba – com limite no estado do Rio de Janeiro. A região apresenta inúmeros recursos naturais e paisagísticos, possui 161 km de extensão, contêm 164 praias e 17 ilhas, intensa variedade de cursos d'água, regiões costeiras e mangues, além da Serra do Mar e Mata Atlântica que comportam a grande biodiversidade do lugar (SILVA, 2000).

A maior porcentagem de remanescentes florestais da Mata Atlântica do estado de São Paulo encontra-se no Litoral Norte, o que salienta a importância da região que apresenta cobertura média de 80%, dentro de um estado onde restam apenas 15% de remanescentes. Entretanto, dentre os quatro municípios do Litoral Norte, Caraguatatuba é o município que possui menor porcentagem de remanescentes com 73%, sendo que São Sebastião, Ilhabela e Ubatuba apresentam média de 84% de remanescentes de Mata Atlântica (SOS MATA ATLANTICA & INPE, 2009).

Um aspecto importante da região é a presença dos Parques Estaduais do Litoral Norte Paulista. O Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) – Unidade de Conservação de proteção integral foi criado no ano de 1977. Considerado o maior parque paulista, a unidade abrange uma área de 315.390 hectares, numa extensão que vai desde a divisa de São Paulo com o Rio de Janeiro, até o município de Itariri, localizado no sul do estado, passando por toda a faixa litorânea. Ele abrange 28 municípios, incluindo Caraguatatuba (NÚCLEO PICINGUABA, 2010).

Devido a grande extensão do Parque Estadual da Serra do Mar, ele é administrado por oito Núcleos (bases instaladas em áreas de domínio do estado). O Núcleo Caraguatatuba possui aproximadamente 50 mil hectares pertencentes aos 7% remanescentes de Mata Atlântica. Ele foi criado por decreto, como Reserva Florestal no ano de 1956, e integrado ao Parque Estadual da

Serra do Mar em 1977. O Núcleo, patrimônio natural da região, inclui diversas paisagens exuberantes. Com seu relevo montanhoso, agrupa formações vegetais, rios e cachoeiras, além dos mananciais da represa de Paraibuna. Entretanto, devido ao fácil acesso ao Parque, ameaças são constantes e vão desde a caça e exploração clandestina de produtos florestais, ao desmatamento e especulação imobiliária (NÚCLEO CARAGUATATUBA, 2010).

Apesar de o Litoral Norte Paulista resumir-se em uma região bastante exuberante do ponto de vista dos recursos naturais e de beleza paisagística, a região convive com abrangente grau de vulnerabilidade do ponto de vista socioambiental, como crescimento populacional, uso e ocupação do solo desordenado, especulação imobiliária, entre outros.

Segundo Hogan e Marandola Jr. (2006), o conceito de vulnerabilidade tem sido relacionado aos desastres ambientais e eventos externos, mas ganhou maior atenção no fim da década de 1980 e na década de 1990, passando a ser entendido em um contexto social, tecnológico e ambiental, além de social. A vulnerabilidade pode ser entendida como o conjunto do conhecimento de características relacionadas ao meio natural, ocupação humana como densidade, manejo dos recursos naturais, associados aos fatores culturais, políticos, econômicos e institucionais que determinarão a preparação das populações para enfrentar situações de risco (NACARATTI, 2008).

Ainda de acordo com Nacaratti (2008), estudos sobre a vulnerabilidade na conjuntura das políticas para as mudanças climáticas são de grande importância, devido aos eventos climatológicos extremos que são potencializados pela redução da capacidade adaptativa, em consequência das interferências antrópicas, que afetam grande parte da população.

Neste contexto, apesar da abrangência de alternativas legais para preservar e conservar os recursos naturais, bem como criar viabilidade econômica para a região, não se pode deixar de afirmar que a economia da região é marcada por forte sazonalidade, bem como apresenta fortes impactos ambientais decorrentes da predominância do turismo veranista. Tais impactos refletem-se na degradação da paisagem e da qualidade ambiental, comprometendo o interesse turístico e interferindo nas atividades econômicas tradicionais. A especulação imobiliária e turismo desordenado também têm ocasionado grandes impactos para a qualidade de vida dos moradores (BARBOSA, 2004; BARBOSA, 2008).

Além disso, o Litoral Norte Paulista também se encontra em grande processo de transformações socioambientais. Foram estabelecidos, durante um período de cinco anos, investimentos de infraestrutura, como: a construção do anel viário de Caraguatatuba/São Sebastião, o centro de detenção provisória, a unidade de tratamento de gás Caraguatatuba (UTGCA), a expansão do porto de São Sebastião, ampliação da rodovia Caraguatatuba/São José dos Campos, e o gasoduto Caraguatatuba-Taubaté (GASTAU) (HOGAN et al., 2008; RENK, 2010).

Algumas obras já estão em andamento, marcando desta forma, o futuro da região. Acredita-se que, quando as obras do Projeto Mexilhão estiverem completas, é esperado que as cidades de Caraguatatuba e São Sebastião se tornarão um pólo petroquímico, provocando uma expansão urbana como visto na cidade de Macaé – RJ (HOGAN et al., 2008).

4.2 Aspectos gerais, uso e ocupação do solo do município de Caraguatatuba

Caraguatatuba é considerada a porta de entrada para o Litoral Norte Paulista, através da rodovia dos Tamoios (SP-99), ligando-a a região do Vale do Paraíba. Situa-se a 182 km da capital, e possui como limite norte-sul as cidades de Ubatuba e São Sebastião (Figura 4.1); a Oeste, Paraibuna; a Noroeste, Natividade da Serra; e sua face leste banhada pelo Oceano Atlântico. O município possui 17 praias e conta com uma variedade de atividades de lazer e turismo, onde cerca de 50% das casas são de veraneio (PREFEITURA DE CARAGUATATUBA, 2010).

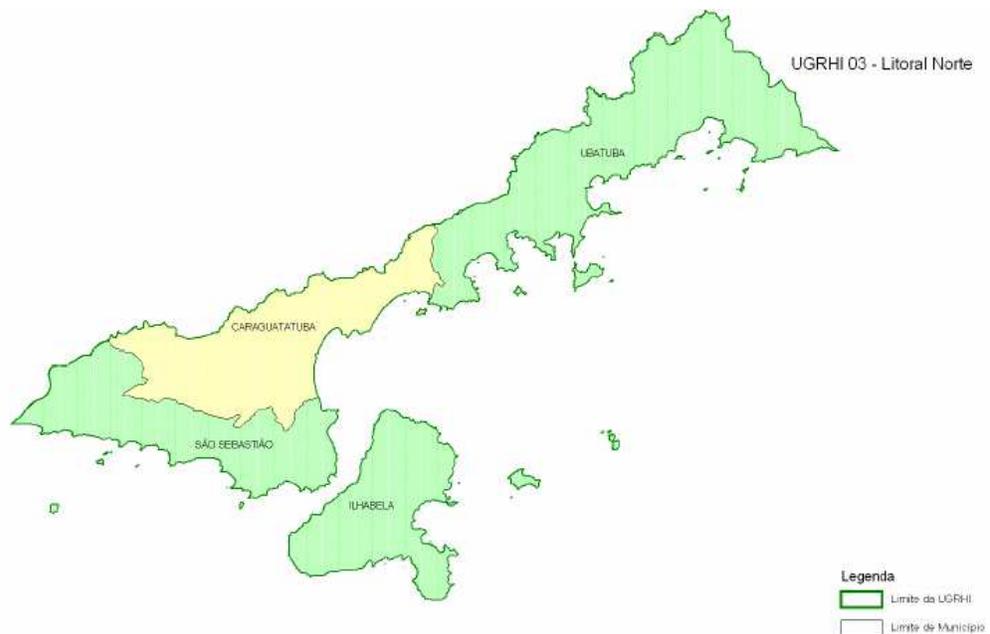


Figura 4.1 Litoral Norte Paulista com destaque no município de Caraguatatuba

Fonte: CETESB, 2008.

No limite com o município de São Sebastião, ao sul de Caraguatatuba, encontra-se a maior extensão de terra plana do Litoral Norte Paulista, que possui aproximadamente 190 km², formando uma pequena bacia hidrográfica, o que equivale a 2/5 da área territorial de Caraguatatuba e uma parte de São Sebastião. Com relação ao clima, o Litoral Norte caracteriza-se como a região mais chuvosa do país, devido à complexa circulação atmosférica originada pela ação desigual de sistemas tropicais e polares (SILVA, 2000). Segue na Tabela 4.1 alguns dados sociodemográficos interessantes sobre Caraguatatuba.

Tabela 4.1 Dados sociodemográficos do município de Caraguatatuba

População	96.125 habit.
Taxa de urbanização	96,58%
Taxa de crescimento pop/ano (média 2000/2010)	2,78%
Área	484 km ²
Altitude média	2 m
Orla	29 km
Temperatura climática	Tropical
Abastecimento de água	85%
Coleta de esgoto	47%
Tratamento de esgoto coletado	100%

Fonte: Elaboração própria a partir da Prefeitura de Caraguatatuba, 2010; IBGE, 2010 e Sabesp, 2010.

O município de Caraguatatuba, fundado em 20 de abril de 1857, começou a ser povoado no início de 1600, quando o colonizador português dividiu o território em sesmarias que se estendiam da costa ao interior do planalto paulista. A primeira sesmaria doada ao Capitão-mor Gaspar Conqueiro ocupou a bacia do Rio Juqueriquerê, em 1609, onde a partir desta data tem indício a ocupação na região do Juqueriquerê (CÂMARA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2010).

Por volta do século XVIII, a Vila de Santo Antônio de Caraguatatuba foi repovoada após o violento surto de varíola em 1693, deixando o vilarejo deserto até então. Contudo, nos anos seguintes a população foi se restabelecendo, e com o crescimento do município, Caraguatatuba foi elevada à condição de vila, em 1770, e à condição de “Freguesia”, em 1847 (PREFEITURA DE CARAGUATATUBA, 2010).

Em 1857, Caraguatatuba foi elevada novamente à categoria de Vila e passou a ter sua emancipação político-administrativa, não pertencendo mais a São Sebastião, sendo reconhecida como Estância Balneária em 1947 (CAMPOS, 2000).

Durante a primeira metade do século XX, a região viveu um período de estagnação econômica. A maioria dos habitantes morava na zona rural em agrupamentos de pescadores distribuídos pelas praias, e o comércio era precário e muitas vezes à base de trocas. Em 1910, a Vila possuía 3.562 habitantes, cenário este que começou a ser modificado em 1927, com a instalação da Fazenda dos Ingleses, que se dedicava à bananicultura e à citricultura para exportação exclusivamente para a Inglaterra (CÂMARA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2010).

Após esse período, os municípios do Litoral Norte passam a atrair a elite formada pelo ciclo do café no Vale do Paraíba. Entretanto, como o acesso ainda era precário, a região se manteve isolada, o que possibilitou a instalação de algumas aldeias indígenas e quilombolas (AGENDA 21, 2008).

No ano de 1938 começaram as ligações rodoviárias entre o Vale do Paraíba e Litoral Norte e a inauguração do trecho de São Sebastião a Caraguatatuba. A partir dos anos de 1940, algumas famílias passaram a desfrutar das praias de Caraguatatuba, principalmente nos períodos de férias. Já na década de 1950, o número de turistas continuou a aumentar, e o turismo na região começou a se desenvolver. A partir desse período, iniciou-se um rápido processo de urbanização e crescimento populacional no município (CÂMARA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2010), como pode ser observado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Evolução da população total do município de Caraguatatuba no período de 1950 a 2010.

Ano	Nº de habitantes
1950	5.429
1960	9.697
1970	14.862
1980	33.563
1990	50.569
2000	78.544
2010	96.125

Fonte: Elaboração própria a partir da Fundação SEADE, 2010.

Em 1960 Caraguatatuba possuía mais da metade da população ainda morando no campo, constituindo as características rurais da região. Mas no ano de 1970 o município passou a ter cerca de 87% da população morando em área urbana, índice que chegou a 98% em 1980 (SOUZA, 2009). A economia, antes baseada na agricultura, foi substituída completamente pelo turismo. Nas décadas de 1960 e 1970, com a construção da estrada SP55 Ubatuba-Caraguatatuba (1955), e mais tarde com a Rio-Santos (1973), o fluxo populacional para a região aumentou e perpetuaram-se nas décadas posteriores.

Neste mesmo período, o Litoral Norte passou por um processo de supervalorização da área de orla, apresentando um espaço favorável à ocupação e expansão de habitações e construções horizontalizadas que se estenderam pelo município. Essas construções eram caracterizadas como segunda moradia, típica de veranistas e, sendo assim, o desenvolvimento imobiliário passou a ser fator decisivo na economia do município (PADGURSCHI, 2000).

Além da melhoria no acesso à região, que possibilitou a emergência do turismo como principal

atividade econômica, o turismo de segunda residência também foi um reflexo do chamado “milagre brasileiro”. Entre os anos de 1945 a 1990, 50% dos loteamentos aprovados na região foram entre os anos de 1974 e 1982 (SOUZA, 2009).

Com os novos empreendimentos turísticos e o desenvolvimento da indústria de construção civil, migrantes foram atraídos pela oferta de mão-de-obra no setor e, sem recursos para ocupar o município legalmente, foram se fixando em locais menos privilegiados, sem infra-estrutura, habitando lugares inadequados em áreas insalubres e de risco (PADGURSCHI, 2000).

Nos anos de 1980, a orla do centro, Prainha, Martim de Sá, Indaiá e Palmeiras foram sendo ocupadas, em sua maioria por casas de veraneio, o que acabou por prejudicar também as famílias caiçaras. Suas terras, passadas através de gerações, foram aos poucos sendo cedidas às novas construções. Muitos destes moradores passaram a ocupar terrenos em áreas públicas (área do Parque Estadual da Serra do Mar) e áreas de risco (encostas de morros), causando uma ocupação desordenada no município (PREFEITURA DE CARAGUATATUBA, 2010).

Como tentativa de resguardar o restante de Mata Atlântica da região, o governo estadual criou por decreto as áreas pertencentes ao Condephaat e o Parque Estadual da Serra do Mar. Juridicamente essas Unidades de Conservação de uso indireto não prevêm a presença humana no seu interior, ao qual deveriam ter sido desapropriadas na criação das mesmas. Mas fato é que grande parte das UCs, quando foram implementadas, não consideraram se havia a presença humana nessas áreas, antes de serem consideradas Unidades de Conservação (CAMPOS, 2001).

Muitas dessas áreas ainda são ocupadas por posses anteriores à sua criação, e o que se observa é que há ocupação humana em 85% do total dos territórios de parques no estado de São Paulo. Este quadro se repete em nível federal e na maior parte dos parques da América Latina como um todo (FERREIRA, 2004).

De acordo com estudos de Castro et al. (2010), as características biofísicas e climatológicas, somadas às ações antrópicas existentes na região de Caraguatatuba, contribuem também para uma acentuada vulnerabilidade a ocorrência de eventos extremos, relacionada aos deslizamentos de morros e encostas.

Em 18 de março de 1967 ocorreu uma das maiores catástrofes registradas na história da região do

Litoral Norte, conhecida como “catástrofe de 1967” (tromba d’água). Uma violenta chuva caiu sobre o município de Caraguatatuba, resultando em uma sequência de deslizamentos da Serra do Mar. Esse evento resultou em cerca de 400 casas soterradas, onde aproximadamente 3 mil pessoas perderam suas casas, cerca de 120 mortos encontrados e dezenas de pessoas desaparecidas, além de severos danos à infraestrutura e à economia locais (SANTOS et al., 2000).

De acordo com a Secretaria de Defesa Civil (2009¹), o município de Caraguatatuba possui em média 12 pontos de áreas de risco, onde vivem 47 famílias, sendo que a maioria dos bairros que se encontra em áreas de risco estão localizados em áreas de encosta da serra. Alguns dos bairros mais críticos localizados nessas áreas são: Jaraguazinho, Casa Branca, Olaria, Perequê-Mirim, Jardim Santa Rosa, Sumaré e Benfica.

Outro fator existente agravado pelo turismo e uso e ocupação do solo de maneira desordenada está relacionado com o saneamento ambiental e a água. Como visto na Tabela 4.1., pode-se observar que o município possui 85% da população com abastecimento de água, ao passo que menos da metade da população, ou seja, 47% possuem atendimento de coleta de esgoto. Essa realidade aliada à população flutuante existente na região reflete também na qualidade das águas, podendo chegar a causar problemas de saúde pública, fato que pode ser observado na Figura 4.2 conforme a avaliação da qualidade das praias que a CETESB realiza semanalmente nos municípios litorâneos do estado de São Paulo.

¹ Entrevista concedida à autora, novembro de 2009.

Praias do Município de CARAGUATATUBA	Data da coleta para análise											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
• Própria • Imprópria	04/11/8/25	01/08/15/22	01/08/15/22/29	05/12/19/26	03/10/17/24/31	07/14/21/28	05/12/19/26	02/08/16/23/30	06/13/20/27	04/11/18/25	01/08/15/22/29	06/13/20/27
Tabatinga - 250 m Rio Tabatinga	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Tabatinga - Condomínio Gaivotas	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Mocoóca	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Cocanha	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Massaguaçu - Rua Maria Carlota	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Massaguaçu - Av. M. H. Carvalho	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Capricórnio	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Lagoa Azul	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Martim de Sá	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Prainha	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Centro	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Indaiá	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Pan Brasil	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Palmeiras	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Porto Novo	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

CARAGUATATUBA	Data da coleta para análise											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
• Própria • Imprópria	03/10/17/24/31	07/14/21/28	07/14/21/28	04/11/18/25	02/09/16/23/30	06/13/20/27	04/11/18/25	01/08/15/22/29	05/12/19/26	03/10/17/24/31	07/14/21/28	05/12/19/26
Tabatinga - 250 m Rio Tabatinga	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Tabatinga - Condomínio Gaivotas	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Mocoóca	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Cocanha	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Massaguaçu - Rua Maria Carlota	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Massaguaçu - Av. M. H. Carvalho	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Capricórnio	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Lagoa Azul	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Martim de Sá	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Prainha	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Centro	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Indaiá	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Pan Brasil	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Palmeiras	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Porto Novo	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

Figura 4.2 Qualificação semanal das praias de Caraguatatuba durante o ano de 2009 e 2010

Fonte: CETESB, 2011.

De acordo com a Figura 4.2, verifica-se um aumento das praias consideradas impróprias para banho do ano de 2009 para 2010. No ano de 2009, dentre as 15 praias avaliadas, 8 apresentaram no mínimo de uma semana a água imprópria para o banho. Para o ano de 2010, o número de praias que apresentaram no mínimo de uma semana a água imprópria para o banho subiu para 11. As praias de Tabatinga, Martim de Sá, Prainha, Centro, Indaiá e Porto Novo foram classificadas como impróprias durante a maior parte do tempo no período de férias, principalmente nos meses de novembro a janeiro.

4.3 Histórico e aspectos gerais dos RSU em Caraguatatuba

Conforme entrevistas realizadas junto aos órgãos públicos do município de Caraguatatuba, como

a Secretaria de Meio Ambiente, Secretaria de Saúde, CETESB de Ubatuba, entre outros, a questão dos resíduos sólidos é um grande problema para a região do Litoral Norte Paulista, com um histórico nos últimos 20 anos de multas, interdições de lixões e presença de aterros irregulares.

Antes da Constituição de 1988, os serviços na área de educação, saúde e saneamento eram competências do estado ou da União. Com as reformas constitucionais, esses encargos passaram a ser de responsabilidade dos governos locais, onde muitos municípios estavam despreparados para assumir estes compromissos (AGENDA 21, 2008).

Conforme a Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba² (2010), a prefeitura depositou durante 20 anos o lixo do município em um lixão localizado em área arrendada da Fazenda Serra Mar (Figura 4.3), que além de receber grande parte do lixo doméstico, acolheu também outros tipos de resíduos de Caraguatatuba coletados pela empresa Pioneira, responsável também pela manutenção da limpeza urbana, varrição e serviços de poda das árvores.



Figura 4.3 Antigo lixão localizado na Fazenda Serra Mar, Caraguatatuba

Fonte: BIODINÂMICA, 2006.

² Entrevista concedida à autora, julho de 2010.

De acordo com a CETESB (2005), o lixão era considerado o de pior classificação no índice de qualidade de resíduos (IQR), ou seja, inadequado, sendo interdito no ano de 2007. Atualmente, há projetos na secretaria para a recuperação do passivo e revitalização do local.

O Litoral Norte Paulista não possui aterros licenciados na região. O lixo é coletado pelas prefeituras locais, vão para uma área de transferência de resíduos sólidos (cada município possui a sua), são compactados e levados aos aterros privados localizados no Vale do Paraíba. O município de Caraguatatuba, após a interdição do antigo lixão, passou a depositar o lixo do município em um aterro particular localizado em Santa Isabel – SP, a 140 km de Caraguatatuba, como segue na Figura 4.4.



Figura 4.4 Aterro sanitário privado em Santa Isabel – SP

Fonte: Captação própria de Google Maps Brasil, 2011.

Em relação à coleta seletiva, ainda é “tímida” nos municípios do Litoral Norte, embora existam muitas ONGs e projetos de educação ambiental que incentivam a coleta seletiva e buscam solução para o problema do lixo. Em Ubatuba havia cooperativas coordenadas pelo município, porém como o preço de venda do material reciclável varia muito no mercado, as cooperativas geralmente perdem o estímulo para continuar a trabalhar. Assim, ainda não existe um processo

permanente de coleta seletiva em Ubatuba.

Em Caraguatatuba, o lixo reciclável era recolhido apenas em alguns pontos onde havia maior produção (como fábricas e supermercados), e era triado na cooperativa Cata-Tudo, localizada no bairro Rio do Ouro. Entretanto, como o preço do lixo seco caiu, restaram somente três trabalhadores, o que acarretou um acúmulo de lixo no local, considerado uma área de risco devido aos surtos de dengue na região, levando ao fechamento da cooperativa no primeiro semestre de 2010.

Devido ao fechamento da cooperativa, no segundo semestre de 2010, uma parceria foi organizada para que a coleta seletiva seja implantada oficialmente no município. Para que os trabalhadores pudessem voltar a trabalhar no local, foi realizada reforma do espaço e capacitação dos funcionários. Essa iniciativa foi possível por meio de convênio com o governo municipal e a ONG Maranata Ecologia, que faz parte do projeto Recicla Caraguá. De acordo com a prefeitura de Caraguatatuba (2010), a proposta da coleta seletiva tem como objetivo fazer uma coleta diferenciada de recicláveis, para promover a inclusão social, a correta separação de resíduos e a mudança dos hábitos de consumo.

Atualmente existem vinte funcionários responsáveis pela triagem do material reciclável e são em sua maioria antigos catadores de lixo pertencentes à região. A coleta seletiva teve início em janeiro de 2011 e é realizada semanalmente em todos os bairros do município. Após a coleta, o material segue para o centro de triagem, localizado no bairro Ponte Seca, onde os funcionários realizam a triagem adequada desses materiais.

Além da coleta seletiva, Caraguatatuba procurou realizar também outras iniciativas em relação ao lixo. Em janeiro de 2011, o município passou a realizar a coleta de cascas de coco, que chegam a cerca de 3 mil toneladas ao ano, principalmente nas temporadas nos quiosques de toda a orla. Esse material é levado a uma usina de beneficiamento, localizada no bairro Travessão, onde a empresa responsável pelo tratamento do material é a Natural Fibras. As cascas de coco são utilizadas na produção de fibras e de pó, que, por sua vez, são matéria-prima de substratos agrícolas, vasos, colchões, cordas, vassouras, peças de artesanato, telhas, entre outros.

Com a ajuda da Secretaria Municipal de Educação, algumas escolas municipais de Caraguatatuba

que fazem parte do projeto “Caraguatatuba de olho no óleo na água” passaram a arrecadar o óleo de cozinha consumido pela população. Foram instalados postos de coleta de óleo comestível nas escolas, que além de desenvolver um trabalho de educação ambiental com os alunos, coleta o produto e o encaminha para a empresa Giglio, localizada em São Bernardo do Campo, onde transforma o óleo em barras de sabão.

Os resíduos da construção civil (RCC) e de poda são de responsabilidade da prefeitura, e não são terceirizados como os demais. Atualmente, Caraguatatuba vende seu RCC para uma empresa privada, JC Companhia de Coleta, a qual está operando ainda sem licenciamento. No entanto, a Secretaria de Meio Ambiente tem incentivado a adequação da companhia, e está buscando licenciar uma área próxima do atual transbordo do município para levar os resíduos de construção civil. Já os resíduos de poda ainda não possuem uma destinação adequada e são lançados irregularmente. Devido a este fato, a prefeitura entrou com processo de licenciamento de uma área para receber este resíduo.

4.4 Coleta de resíduos sólidos urbanos em Caraguatatuba

De acordo com a Prefeitura de Caraguatatuba (2010), a coleta de resíduos sólidos urbanos é realizada por cinco veículos que circulam durante o dia e quatro veículos no período noturno, conforme a região:

- Diariamente é realizada coleta nos bairros do Centro e Peixarias (horário: 5h às 13h20 / 16h às 00h20) e nos bairros Caputera, Estrela D’alva, Califórnia, Benfica, Jd. Primavera, Indaiá e Aruan (16h às 00h20).
- Segunda, quarta e sexta é realizada coleta na região Sul: Ipiranga, Jd. Aruan, Jd. Britânia, Vapapesca, Colônia de Férias, Jd. Parnásio, Porto Novo, Praia das Palmeiras, Porto Novo, Travessão, Barranco Alto, Morro do Algodão, Golfinho, Pontal Santa Marina, Recanto do Sol, Pegorelli, Jaraguá, Perequê-Mirim, CDP, Serramar e Centro Esportivo Municipal (horário: 5h às

13h20); e nos bairros: Prainha, Martin de Sá, Sumaré, Jd. Forest e Ipiranga (horário: 16h às 00h20).

- Terça, quinta e sábado a região atendida é a parte Central: Jd. Gaivotas, Poiares, Jd. Samambaia, Tinga, Itauna, Jaqueira e Indaiá (horário: 16h às 00h20); e a região Norte: Olaria, Casa Branca, Jd. Santa Rosa, Capricórnio, Jetuba, Portal Fazendinha, Jd. Caraguatatuba, Patrimônio, Vilage Verde Mar, Delfin Verde, Morada do Sol, Alto do Jetuba, Av. Maria Carlota, Cocanha, Mococa, Tabatinga, Verde Mar, Roteiro do Sol, Condomínio Gaivotas, Park Imperial, Jd. Mariela, Massaguaçu, Gardem Mar, Jd. Havaí, Sertão dos Tourinhos, Jd. Do Sol, Rio do Ouro, Jaraguazinho, Ponte Seca, Terralão, Cidade Jardim, Cantagalo, Pedreira Massaguaçu (horário: 5h às 13:20h).

Durante a alta temporada do ano de 2010, para atender melhor a demanda, o número de caminhões coletores de lixo aumentou para 16 veículos (oito caminhões durante o dia e oito à noite). Outra mudança realizada no período de férias referente à coleta de lixo no município foi no quadro de motoristas, que passou de 11 para 16 funcionários, e no número de coletores, que passou de 36 para 52 (PREFEITURA DE CARAGUATATUBA, 2010).

Diante desse quadro, verifica-se a manutenção da qualidade da coleta domiciliar nas épocas que ocorre o afluxo das pessoas, conforme as alterações adotadas no número de funcionários e veículos, durante a alta temporada no ano de 2010 em Caraguatatuba. De acordo com Monteiro et al. (2001), essas medidas devem ser implantadas sequencialmente, de modo que não onere desnecessariamente a coleta do lixo no município em questão.

4.5 Disposição final dos RSU em Caraguatatuba

Após a coleta de resíduos, o lixo de Caraguatatuba vai para uma área de transferência. Segundo Monteiro et al. (2001), as estações de transferência de RSU ou de transbordo são unidades instaladas próximas ao centro de massa de geração de resíduos para que os caminhões, após a coleta de lixo, façam a descarga e retornem rapidamente para complementar o roteiro de coleta.

Após, o transporte para o aterro sanitário de destino é realizado por veículo ou equipamento de maior porte. Geralmente essas estações são implantadas quando a distância entre o centro de massa e o aterro sanitário é superior a 25 km.

A área de transferência de resíduos sólidos de Caraguatatuba (Figura 4.5) está localizada no bairro Poiares e foi licenciada em meados do ano de 2010, enquanto as áreas de transbordo dos outros municípios do Litoral Norte ainda estão em processo de licenciamento.



Figura 4.5 Estação de transferência de RSU de Caraguatatuba

Fonte: Barbosa, 2010.

A área de transferência de Caraguatatuba é considerada uma estação com transbordo direto, pois conta com um desnível entre os pavimentos, para que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, façam a descarga do lixo de caminhão de coleta diretamente no veículo de transferência (MONTEIRO et al., 2001), como pode ser observado nas figura 4.6 e 4.7.



**Figura 4.6 Estação de transbordo de Caraguatatuba:
RSU sendo descarregados pelo caminhão de coleta**

Fonte: Barbosa, 2010.



**Figura 4.7 Estação de transbordo de Caraguatatuba:
caminhão sendo acoplado na carreta com os RSU armazenados**

Fonte: Barbosa, 2010.

Em relação à destinação final de lixo, a CETESB realiza anualmente um Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, que verifica a qualidade das instalações de tratamento e

destinação de resíduos sólidos domiciliares em operação no Estado de São Paulo, a partir da aplicação de um questionário padrão. Os dados expressam as condições ambientais dos locais de disposição de resíduos por meio do índice de qualidade de aterro de resíduos – IQR, de qualidade de aterro de resíduos em valas – IQR valas, e qualidade de usinas de compostagem – IQC. Essa classificação varia de 0 a 10 e em três faixas de enquadramento: inadequada, controlada e adequada, conforme pode ser visto na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Enquadramento das condições das instalações de tratamento e/ou destinação final de resíduos domiciliares em função do Índice de qualidade de aterro de resíduos – IQR

IQR / IQR valas / IQC	Enquadramento
0,0 a 6,0	Condições Inadequadas (I)
6,1 a 8,0	Condições Controladas (C)
8,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: CETESB, 2010.

Os municípios de Ubatuba, Ilhabela e São Sebastião utilizam o aterro sanitário de Tremembé – SP, no Vale do Paraíba, concebido inicialmente para receber resíduos industriais classe I (lixo contaminante). No entanto, como não obteve uma demanda grande, o aterro passou a atender outros tipos de lixo, como o domiciliar. Esse aterro está localizado a 180 km de São Sebastião e Ilhabela e 210 km de Ubatuba.

Já o município de Caraguatatuba disponibiliza o lixo no aterro sanitário em Santa Isabel – SP, localizado a 140 km do município. Ambos os aterros possuem licença de instalação e licença de operação (CETESB, 2010).

O aterro sanitário localizado no município de Tremembé – SP, que tem como proprietário a ONYX- SASA, teve início de operação no ano de 1998, e recebe em média 1.100 t/dia de RSU. Já o aterro sanitário localizado em Santa Isabel – SP, propriedade da empresa ANACONDA, começou a operar no ano de 2002, recebendo uma média de 1.050 t/dia de RSU (ABRELPE, 2007).

De acordo com o Inventário do ano de 2010, o Litoral Norte Paulista apresenta os quatro municípios com situação adequada de instalação de disposição e tratamento de resíduos. Entretanto, é importante ressaltar que esse inventário não considera todo o processo de transporte do lixo e os gastos financeiros envolvidos, verificando somente a qualidade das instalações de destinação final dos resíduos (características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais), e não verifica a gestão dos mesmos.

Para o Litoral Norte Paulista é analisado apenas o IQR, pois os quatro municípios não possuem avaliação do IQC, referente ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos. Conclui-se que nenhum dos municípios aplica esse tipo de tratamento aos resíduos coletados na região. A tabela 4.4 apresenta dados do ano de 1997 e nos períodos de 2001 a 2010, para os quatro municípios.

Tabela 4.4 Condições de tratamento e disposição dos resíduos domiciliares – IQR – em 1997 e no período de 2001 a 2010 no Litoral Norte Paulista.

	1997	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Caraguatatuba	5,4	3	3,8	3,6	3,5	2,5	2,5	9,7	8	8	9
Ilhabela	6,3	3,9	3,8	3,7	10	10	10	10	10	10	10
São Sebastião	4	4,7	5,2	5,2	5,3	10	10	10	10	10	10
Ubatuba	5,1	5,8	5,8	5,8	5,8	4,6	3,6	3,3	10	10	10

Fonte: CETESB, 2003 a 2010.

Conforme a Tabela 4.4, nota-se o histórico das instalações de disposição de resíduos no Litoral Norte. Até o ano de 2003 todas as instalações de destinação final de resíduos domiciliares em função do IQR, eram consideradas inadequadas, pois o lixo era destinado em lixões irregulares localizados nos próprios municípios.

A partir de 2004, a situação dos municípios começou a mudar. Ilhabela foi o primeiro município que passou a depositar o seu lixo em um aterro privado, localizado em Tremembé e como consequência o seu IQR passou de 3,7 em 2003, para 10 em 2004, considerado adequado. Em 2005, São Sebastião passou a depositar o seu lixo no aterro em Tremembé. Em 2007, Caraguatatuba começou a utilizar o aterro sanitário em Santa Isabel. Ubatuba foi o último

município do Litoral Norte que deixou de depositar seus resíduos em um lixão e passou a depositar no aterro privado em Tremembé no ano de 2008.

No ano de 2007 o aterro sanitário de Santa Isabel, onde Caraguatatuba deposita o seu lixo, apresentou uma situação adequada, porém nos anos de 2008 e 2009 o aterro passou a ser enquadrado com uma situação controlada (IQR = 8), voltando em 2010 a apresentar uma situação adequada com o IQR = 9. As causas da queda do IQR para os anos de 2008 e 2009 não foram explicitadas no relatório, porém acredita-se que pode ter sido resultado do aterro ter passado a atender mais um município (Campos de Jordão) durante esses dois anos.

4.6 Projetos para a destinação dos RSU para o Litoral Norte Paulista

Como a questão do lixo ainda é incerta na região do Litoral Norte Paulista, existem propostas em debate entre órgãos municipais e a comunidade. Um dos projetos que está há algum tempo sendo avaliado é a implantação de um aterro sanitário regional.

Entretanto, há certa dificuldade em se encontrar uma área adequada para a instalação do aterro na região do Litoral Norte. Em Ilhabela não é possível a implantação de um aterro, pois se trata de uma ilha e possui a maior mancha insular de Mata Atlântica do Brasil. Já os municípios de São Sebastião e Ubatuba são regiões comprimidas entre a Serra do Mar e o oceano, onde existe forte expansão urbana (ENGEP, 2010).

Em Caraguatatuba, uma das áreas cogitadas para o aterro foi utilizada para a construção da base de gás da Petrobrás (UTGCA), sendo que o restante das áreas não foi considerado viável, por se localizarem próximo ao Parque Estadual da Serra do Mar, ou serem terrenos de mangue, no rio Juqueriquerê (ENGEP, 2010).

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba (2010³), o município seria a região do Litoral Norte com a melhor área disponível para sediar este aterro, respeitando-se as

³ Entrevista concedida à autora, novembro de 2010.

restrições impostas de licenciamento ambiental. Porém, além da dificuldade de se encontrar uma área adequada para a implantação do aterro, existe uma legislação municipal que não permite receber lixo de outros municípios e a atual administração não aceita mudar essa legislação.

Para Monteiro et al. (2001), muitas vezes a melhor maneira de lidar com a gestão de resíduos de uma região é por meio de soluções consorciadas. Os municípios com área mais adequada para a instalação de unidades operacionais de resíduos se consorciam com os municípios vizinhos para receber os seus lixos, negociando algumas vantagens por serem os hospedeiros, como por exemplo alguma compensação urbanística.

Outro projeto que está em avaliação é a implantação de uma Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos de Jambeiro (UTGR - Jambeiro), Figura 4.8. Esse aterro visa ser implantado em uma área de 1.389.926,035 m², na Bacia do Rio Paraíba do Sul, no município de Jambeiro – SP, a aproximadamente quatro quilômetros da Rodovia dos Tamoios e 72 km de Caraguatatuba. De acordo com a ENGEPI (2010), o município de Jambeiro foi escolhido por não possuir uma vocação econômica predominante, já possuir um distrito industrial e estar localizado próximo a via de acesso ao Litoral Norte. Este empreendimento visa receber resíduos urbanos e industriais classe II, IIA e IIB, referente a oito municípios; Caraguatatuba, São Sebastião, Ubatuba, Ilhabela, São José dos Campos, Paraibuna, Jacareí e Jambeiro.

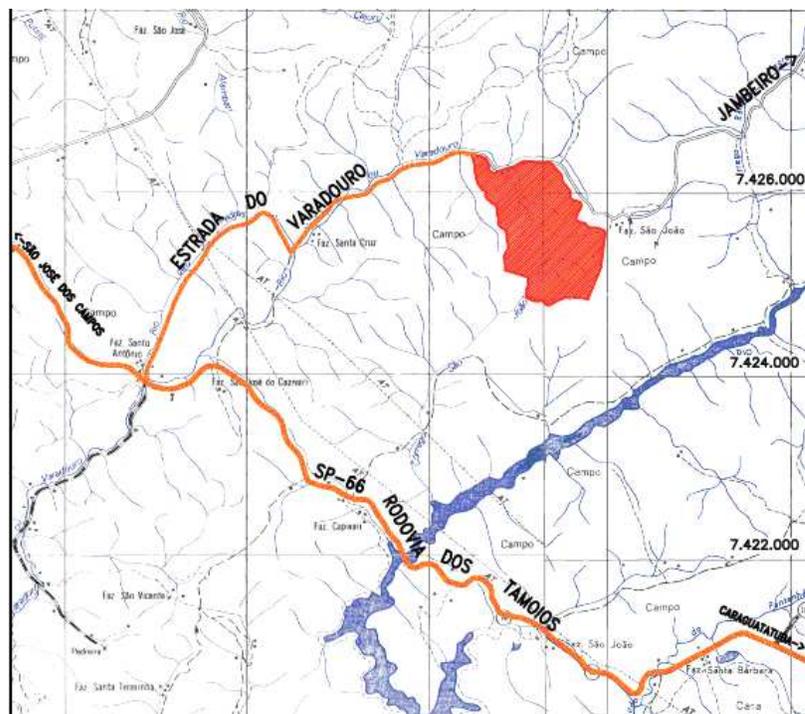


Figura 4.8 Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos de Jambéiro (UTGR)

Fonte: ENGEPI, 2010.

A proposta do aterro é receber em média o mínimo de 2.000 t/dia de resíduos, sendo 400 t/dia referentes aos quatro municípios do Litoral Norte, 500 t/dia de São José dos Campos, 8 t/dia de Paraibuna, 100 t/dia de Jacareí e 1 t/dia referente ao município de Jambéiro. É estimado ainda um recebimento de 500 t/dia de resíduos industriais Classe IIA e IIB, sendo considerado que no período de alta temporada, os municípios do litoral podem aumentar a quantidade de lixo gerada para 2.000 t/dia (ENGEPI, 2010).

A UTGR - Jambéiro será construída em uma área utilizada atualmente para plantação de eucalipto, propriedade da Empresa Votorantim Celulose e Papel S.A. O plantio de eucalipto nesta fazenda é realizado desde a década de 1970, iniciado pela antiga Papel Simão Ltda. A UTGR contará também com diversos sistemas de apoio, como oficina, balança, guarita, escritórios, sistema de armazenamento de líquidos percolados, acessos, prédio administrativo, prédio de engenharia, prédio comercial, refeitório, vestiários, sanitários, sistema de iluminação, cercamento

da área, centro de educação ambiental e postos de observação (ENGEP, 2010).

Atualmente essa Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos está em processo de licenciamento, possui Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, além do parecer técnico realizado pela CETESB que pode ser conferido no anexo A, ao final do trabalho.

5 DISCUSSÕES E RESULTADOS

5.1 Quantidade de RSU coletada em Caraguatatuba

A produção dos RSU é função do tamanho da população, da renda familiar e das características socioculturais de uma cidade; contudo, não são claras ou evidentes as relações entre esses parâmetros e a quantidade de RSU produzida.

Para uma melhor compreensão em relação à quantidade de RSU coletada em Caraguatatuba, foi realizado um levantamento do histórico da quantidade de lixo coletada no período de 2003 a 2010 nos quatro municípios do Litoral Norte Paulista, que segue na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Quantidade de RSU (t/dia) gerada em Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba no período de 2003 a 2010

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Caraguatatuba	32,5	35,2	37,6	39,4	51,5	36,1	36,7	39,0
Ilhabela	10,3	13,0	10,4	11,0	11,5	10,1	10,3	11,2
São Sebastião	26,3	30,3	31,0	32,9	35,0	28,6	29,2	29,2
Ubatuba	28,5	31,3	31,4	32,7	33,9	31,1	31,6	30,8

Fonte: CETESB, 2003 a 2010.

De acordo com a Tabela 5.1, a CETESB (2010) obtém os números de RSU gerados por meio da aplicação do índice de produção per capita (Tabela 5.2) conforme a população urbana do município em questão; portanto trata-se de estimativas realizadas pela Companhia. Nota-se um aumento contínuo na quantidade de RSU gerada nos quatro municípios durante o período de 2003 a 2007. No ano de 2008 esse número diminuiu nos quatro municípios, porém de acordo

com o Inventário não houve mudanças na metodologia tais que gerassem essa queda na quantidade de lixo, sendo que no ano de 2009 a quantidade de lixo gerada voltou a subir.

Tabela 5.2 Índices estimativos de produção “per capita” de RSU adotados em função da população urbana.

População (hab)	Produção (kg/hab.dia)
Até 100.000	0,4
De 100.001 a 200.000	0,5
De 200.001 a 500.000	0,6
Maior que 500.000	0,7

Fonte: CETESB, 2010.

Segundo dados atuais coletados junto à Secretaria de Serviços Públicos de Caraguatatuba⁴, os números que a CETESB (2010) apresenta podem ser considerados subestimados. A Tabela 5.3 mostra a média diária e mensal de RSU coletado em Caraguatatuba no ano de 2009 e 2010.

⁴ Entrevista concedida à autora, novembro de 2010.

Tabela 5.3 Demonstrativo de coleta de RSU referente aos anos de 2009 e 2010 em Caraguatatuba.

Mês	2009		2010	
	t/dia	t/mês	t/dia	t/mês
Janeiro	193	5.983	180	5.574
Fevereiro	138	3.864	121	3.388
Março	96	2.976	99	3.075
Abril	104	3.120	104	3.122
Maiο	100	3.100	90	2.802
Junho	104	3.120	94	2.825
Julho	117	3.627	111	3.439
Agosto	99	3.069	107	3.305
Setembro	103	3.090	112	3.351
Outubro	103	3.193	109	3.366
Novembro	117	3.510	119	3.580
Dezembro	146	4.526	146	4.539
Média	118	3.598	116	3.531
Total		43.178		42.366

Fonte: Elaboração própria a partir da Secretaria de Serviços Públicos – Divisão de limpeza urbana, 2010

A Tabela 5.3 apresenta um número significativamente maior de RSU coletados em Caraguatatuba, comparado com os dados da CETESB (2010) na Tabela 5.3 e também deixa explícito o aumento da quantidade de lixo coletada nos períodos de novembro a fevereiro e no mês de julho, ocasionado pelo aumento da população decorrente do período de férias. O número

de resíduos coletados no mês de janeiro em ambos os anos chegou a quase duplicar quando comparado com os meses de baixa temporada.

Acredita-se que nos próximos anos, devido aos investimentos de infraestrutura que estão sendo realizados no Litoral Norte Paulista, dentre eles alguns no município de Caraguatatuba, seja ocasionado uma grande expansão urbana na região e conseqüentemente um aumento na geração de resíduos.

Para se ter uma idéia da quantidade de lixo que será gerada nos próximos anos em Caraguatatuba, foi considerado a população urbana atual de 96.125 habitantes (IBGE, 2010), que cresce a uma taxa de 2,78% ao ano (PREFEITURA DE CARAGUATATUBA, 2010), na qual apresenta uma geração média per capita de RSU de 1,2 kg/dia, conforme o cálculo no item 5.2 a seguir. Sendo assim, a Tabela 5.4 apresenta uma projeção da geração de lixo nos próximos anos em Caraguatatuba.

Tabela 5.4 Projeção populacional e geração de RSU (t/dia) em Caraguatatuba nos próximos anos

Ano	Projeção populacional (hab)	Projeção da quantidade de RSU gerada (t/dia)
2010	96.125	116
2015	110.250	133
2020	126.451	152
2025	145.033	174
2030	166.345	200

Fonte: Elaboração própria, 2011.

Conforme a Tabela 5.4 é estimado que no ano de 2030, Caraguatatuba possua uma população de 166.345 habitantes e uma geração de RSU de aproximadamente 200 t/dia. Portanto, é importante

que o futuro aterro sanitário, seja no Litoral Norte ou no município de Jambuí, que irá receber o lixo de Caraguatatuba, entre outros municípios, considere o aumento na geração de RSU nos próximos anos. É importante ressaltar que os projetos de infraestrutura existentes na região poderão promover um aumento populacional ainda maior que o projetado.

5.2 Produção média per capita de RSU em Caraguatatuba

A partir da média de RSU coletado no ano de 2010 e considerando a população urbana do município de Caraguatatuba referente a 96.125 habitantes (IBGE, 2010), com um índice de cobertura de 100% de coleta de lixo no município (Secretaria de Meio Ambiente, 2010⁵), foi calculada a produção média per capita de RSU de Caraguatatuba no ano de 2010, por meio das equações 1 e 2:

$$RSU_{\text{dia}} = 1.392 / 12 = 116 \text{ t/dia} \quad \text{Eq (1)}$$

Onde,

$R.S.U_{\text{dia}}$ = Média diária de RSU coletado

$$\begin{aligned} P.M_{\text{per capita/dia}} &= 116 \text{ t/dia} / 96.125 \text{ hab} = 0,0012 \text{ t/hab/dia} \\ &= 1,2 \text{ kg/hab/dia} \end{aligned} \quad \text{Eq (2)}$$

Onde,

$P.M_{\text{per capita/dia}}$ = Produção média per capita de RSU

⁵ Entrevista concedida à autora, novembro de 2010.

Considerando o índice estimativo de produção per capita de RSU adotado pela CETESB (2009), visto na Tabela 5.2, Caraguatatuba se enquadra na faixa com população urbana de até 100.000 habitantes, equivalente a uma produção de 0,4 kg/hab/dia de resíduos. Entretanto, conforme o cálculo realizado acima, a média de Caraguatatuba é de uma produção de 1,2 kg/hab/dia de resíduos. Essa média, se comparada ao índice realizado pela CETESB (2008), é superior a uma cidade com população maior que 500.000 habitantes, ao qual equivale a produção de 0,7 kg/hab/dia de resíduos.

O alto índice de produção per capita de RSU em Caraguatatuba pode ser devido à população flutuante atraída pelo turismo, que de acordo com a Secretaria de Meio Ambiente de Caraguatatuba⁶ (2010) chega a ser três vezes maior. Para o cálculo (Eq. 1 e 2) foi considerado somente o número oficial de residentes do município, ou seja, 96.125 habitantes (IBGE, 2010).

Mesmo se for considerado somente a geração de RSU coletados no mês de maio de 2010 (que apresentou a menor quantidade de RSU durante o ano) equivalente a 90 t/dia, a produção média per capita de RSU seria de 0,9 kg/hab/dia. Portanto, ainda é maior que a produção de 0,4 kg/hab/dia de RSU, equivalente a uma população urbana de até 100 mil habitantes.

5.3 Custos envolvidos na coleta e disposição dos RSU em Caraguatatuba

De acordo com Monteiro et al. (2001), a coleta de resíduos é a atividade que demanda maior percentual de recursos por parte das municipalidades. Conforme entrevistas realizadas com órgãos públicos de Caraguatatuba durante o trabalho, essa afirmação pode ser confirmada, pois um dos problemas mais comentados sobre a questão dos resíduos seriam os impactos significativos nas contas prestadas pela prefeitura, ocasionados pelo grande investimento que Caraguatatuba possui atualmente com a coleta e destinação do lixo.

⁶ Entrevista concedida à autora, julho de 2010.

Essa realidade também pode ser vista em outros municípios do Litoral Norte, como o caso de Ubatuba. O valor de uma tonelada de resíduo (coleta e transbordo) equivale a R\$ 290,00, já que o município destina o seu lixo em um aterro sanitário em Tremembé, a 180 km. A previsão para o ano de 2011 é que a prefeitura invista aproximadamente R\$ 12 milhões com a coleta dos resíduos do município (GIL, 2010).

Em relação aos custos envolvidos na coleta e destinação final de RSU em Caraguatatuba, o valor varia conforme o trajeto. O primeiro percurso refere-se à coleta realizada nas residências até a área de transferência do lixo localizada no próprio município, no bairro Poiares. Já a segunda parte do trajeto refere-se à área de transbordo até o aterro sanitário localizado em Santa Isabel, a 140 km de Caraguatatuba, conforme segue na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Custos envolvidos na coleta e destinação de RSU em Caraguatatuba

Trajetos da coleta	Custo/tonelada R\$	Empresa responsável
Domiciliar/Transbordo	81	Tejofran
Transbordo/Aterro	118	Anaconda
Total	199	

Fonte: Elaboração própria a partir da Secretaria de Serviços Públicos – Divisão de limpeza urbana, 2010.

De acordo com a Tabela 5.5, nota-se um aumento médio de 40% no custo do transporte entre o trajeto do transbordo até o aterro privado em Santa Isabel. Se for considerada a implantação de um aterro sanitário para a região, seja em Caraguatatuba ou em Jambeiro, acredita-se que o valor gasto com a taxa de coleta e transporte dos resíduos diminuiria. Caso o aterro seja implantado no próprio município, não seria necessário o percurso de dois trajetos, e somente seria considerado o custo entre a coleta domiciliar do lixo e sua destinação direta para o aterro sanitário em Caraguatatuba.

Caso a implantação do aterro seja realizada no município de Jambeiro, ainda seria necessário a

utilização de uma área de transbordo, ou seja, o percurso do transporte do lixo seria dividido em dois trajetos (coleta domiciliar/transbordo e transbordo/aterro). Entretanto, o município de Jambeiro está localizado a aproximadamente 72 km de Caraguatatuba, quatro quilômetros da Rodovia dos Tamoios, considerado com uma distância menor (praticamente metade do percurso) se comparado ao aterro em Santa Isabel, onde Caraguatatuba destina o seu lixo atualmente. Logo, os gastos seriam menores.

Considerando os valores da Tabela 5.5, foi calculado para o ano de 2009 e 2010 o custo mensal referente à coleta e destinação de lixo no município de Caraguatatuba, que segue na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 Demonstrativo do custo mensal com a coleta de RSU referente aos anos de 2009 e 2010 em Caraguatatuba.

Mês	Custo R\$ - 2009	Custo R\$ - 2010
Janeiro	1.190.617	1.109.226
Fevereiro	768.936	674.212
Março	592.224	611.925
Abril	620.880	621.278
Maio	616.900	557.598
Junho	620.880	562.175
Julho	721.773	684.361
Agosto	610.731	657.695
Setembro	614.910	666.849
Outubro	635.407	669.834
Novembro	698.490	712.420
Dezembro	900.674	903.261
Total	8.592.422	8.430.834

Fonte: Elaboração própria a partir da Secretaria de Serviços Públicos – Divisão de limpeza urbana, 2010.

Diante deste quadro, nota-se que no ano de 2010, se comparado com o ano de 2009, houve um pequeno decréscimo no custo total referente à coleta de lixo no município. Contudo, o município

de Caraguatatuba apresenta um elevado investimento referente à coleta e disposição final dos RSU, se comparado com uma cidade com a mesma faixa populacional. É importante destacar que neste valor não estão inclusos os resíduos hospitalares, industriais e de podas, o que aumentaria o valor gasto com o lixo em Caraguatatuba.

De acordo com a ABRELPE (2007), uma cidade com uma faixa populacional de 50 mil a 99.999 habitantes, o valor gasto por habitante/mês referente aos serviços de coleta de RSU é equivalente a 2,57 reais, conforme Figura 5.1.

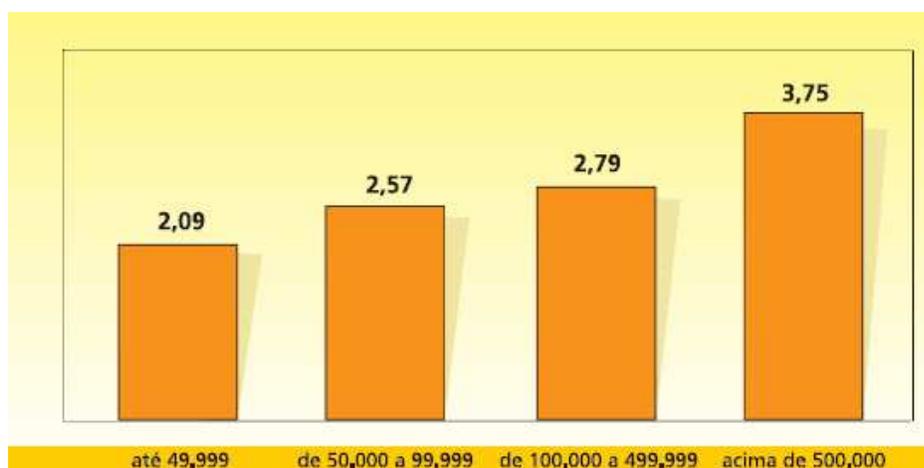


Figura 5.1 Valores em R\$ por habitante/mês referente aos gastos com os serviços de coleta de RSU por faixa populacional das cidades no Brasil

Fonte: ABRELPE, 2007.

Se considerarmos que Caraguatatuba possui 96.125 habitantes (IBGE, 2010), e que o município investiu em média R\$ 702.569 em um mês (R\$ 8.430.834 – ano de 2010 – / 12 meses). O valor investido por habitante/mês referente aos gastos com os serviços de coleta de RSU no município é de aproximadamente R\$ 7,3. Se for considerado somente os meses de baixa temporada, com exceção de novembro a fevereiro e julho, o valor gasto por habitante/mês seria de R\$6,5; o que demonstra um valor ainda alto. Portanto, nota-se que Caraguatatuba possui um gasto bem acima da média das cidades com a mesma faixa populacional.

5.4 Emissões de CO₂ gerada no transporte de RSU de Caraguatatuba

Conforme visto anteriormente, os aterros sanitários desempenham importante papel como fontes emissoras de gases de efeito estufa. Além das emissões de CH₄ geradas pela decomposição natural de materiais orgânicos depositados, outro fator que contribuí para a emissão de GEE na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis, gerados durante o transporte do lixo coletado, que é encaminhado posteriormente até seu destino final.

Portanto, foi avaliada a emissão de CO₂ que é gerada pelo transporte dos RSU coletados em Caraguatatuba, a partir da equação abaixo, conhecida como método *Bottom-up*, que é utilizada para o cálculo de emissões do transporte rodoviário no Brasil (MATTOS, 2001).

$$\text{Emissões}_i = \text{FNC}_a \times \text{FE}_i \times \text{kmMédia}_a$$

Onde,

Emissões_i - emissões do gás _i;

FNC_a – número de veículos;

FE_i - fator de emissão do gás _i;

kmMédia_a - quilometragem média percorrida pela frota

Para o cálculo, foi considerado apenas os veículos de transporte dos RSU para o aterro, não sendo necessário calcular os veículos de coleta interna nos domicílios, uma vez que estes irão apresentar o mesmo percurso, caso os RSU apresentem o destino final em outro local. Foi necessário a coleta de algumas informações referentes ao percurso utilizado durante o transporte dos RSU do transbordo de Caraguatatuba até o aterro sanitário em Santa Isabel, mostrados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 Dados referentes ao percurso utilizado durante o transporte dos RSU do transbordo de Caraguatatuba até o aterro sanitário em Santa Isabel – SP

Média de caminhões (dia)	Baixa temporada: 4 caminhões Alta temporada: 8 caminhões
Tipo de combustível utilizado	Diesel
Consumo médio de combustível por viagem	200 a 220 litros
Distância percorrida por viagem	280 km (ida e volta)
Fator de emissão de CO₂	2,671 kg/l

Fonte: Elaboração própria a partir da Secretaria de Serviços Públicos, 2010 e I Inventário Nacional de Emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários, 2011.

Baixa temporada

$$\text{Emissões}_i = \text{FNC}_a \times \text{FE}_i \times \text{kmMédia}_a \quad \text{Eq (1)}$$

$$\text{Emissões}_i = 4 \times 2,671 \text{ kg/l} \times 280 \text{ km}$$

$$\text{Emissões}_i = 2.991,52 \text{ kg/km} = 2,9 \text{ t/km}$$

Alta temporada

$$\text{Emissões}_i = \text{FNC}_a \times \text{FE}_i \times \text{kmMédia}_a \quad \text{Eq (2)}$$

$$\text{Emissões}_i = 8 \times 2,671 \text{ kg/l} \times 280 \text{ km}$$

$$\text{Emissões}_i = 5.983,04 \text{ kg/km} = 5,9 \text{ t/km}$$

De acordo com as equações 1 e 2, nota-se que na alta temporada a emissão de CO₂ chegou a duplicar se comparada com a baixa temporada. Conforme destaca a Secretaria de Serviços Públicos (2010⁷), alguns dias o número diário de caminhões aumentou para 10, entretanto foi considerada a média de 8 caminhões/dia.

Se essas emissões forem consideradas para um mês, são emitidas em média 24.360 t/CO₂ (2,9 t/km x 30 dias x 280 km) na baixa temporada e 49.560 t/CO₂ (5,9 t/km x 30 dias x 280 km) na

⁷ Entrevista concedida à autora, novembro de 2010.

alta temporada. É importante ressaltar que o diesel é o combustível que apresenta o maior fator de emissão de CO₂, pois o álcool apresenta um fator de emissão de 1,178 e a gasolina de 2,269 (I INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS, 2011).

Caso a implantação do aterro seja realizada no Litoral Norte ou no município de Jambuí, as emissões de CO₂ na atmosfera serão menores. Mesmo que o município de Jambuí não esteja localizado no Litoral Norte, a distância percorrida de Caraguatatuba até a cidade é menor do que a realizada atualmente para o aterro em Santa Isabel e portanto a quantidade de CO₂ diminuiria.

5.5 Potencial energético dos RSU de Caraguatatuba

Como mostrado anteriormente, no município de Caraguatatuba existem algumas propostas que estão sendo levantadas para a problemática do lixo na região, como a implantação de um Aterro Sanitário localizado no Litoral Norte (provavelmente no município de Caraguatatuba) ou no município de Jambuí.

É importante ressaltar que a implantação de um novo aterro sanitário pode representar uma oportunidade de redução das emissões de metano e além deste fato, representa também uma oportunidade de geração ou recuperação de energia.

Uma das formas de recuperação de energia é a partir do aproveitamento do biogás (ou GDL), oriundo da decomposição anaeróbica da fração orgânica de RSU dispostos no aterro, por ação de microorganismos que transformam os resíduos em substâncias mais estáveis. Essa forma de aproveitamento é o uso energético mais simples dos RSU e utilizada amplamente em todo o mundo.

Diante deste fato, procurou-se avaliar o potencial energético dos RSU de Caraguatatuba referente aos dados coletados (quantidade de lixo, entre outros) para o ano de 2010. Essa avaliação não teve como objetivo de ressaltar a questão econômica, pois na escala de

Caraguatatuba não há uma grande contribuição econômica, mas sim do ponto de vista ambiental. Entretanto, no caso da implantação do aterro sanitário, seja no próprio município ou em Jambeiro, os projetos visam atender outros municípios além de Caraguatatuba. Para o aterro localizado no Litoral Norte, o projeto pretende atender os quatro municípios do litoral; já para o aterro localizado em Jambeiro, pretende-se receber resíduos de oito municípios, o que geraria uma maior quantidade de biogás e conseqüentemente de energia.

Para o entendimento do potencial de RSU é importante conhecer sua composição, pois permite uma melhor decisão no que diz respeito ao seu aproveitamento energético. Segundo as entrevistas realizadas aos órgãos públicos de Caraguatatuba durante o trabalho de campo, o município ainda não possui informações referentes à composição do lixo, pois a coleta seletiva foi implantada recentemente e ainda não existem estudos para tal. Devido a este fato, de acordo com a EPE (2008), utilizou-se a composição gravimétrica dos RSU coletados em São Paulo, que segue na Figura 5.2.

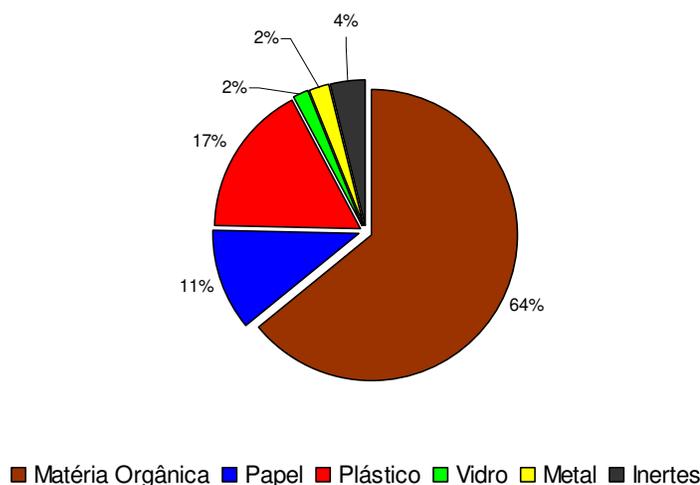


Figura 5.2 Composição gravimétrica do lixo em São Paulo (%)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE, 2008.

5.5.1 Aproveitamento energético dos RSU de Caraguatatuba a partir do gás de lixo

A partir dos valores da composição gravimétrica do lixo em São Paulo (Figura 5.2), a porcentagem de matéria orgânica e papel somam 75% de todo lixo gerado. Considerando que em Caraguatatuba foram geradas 116 toneladas de RSU diariamente no ano de 2010, obtêm-se a quantidade de energia gerada por dia através do aproveitamento do gás de lixo do município, por meio das equações 1,2 e 3:

$$R.P.G_{\text{dia}} = 116 \times 0,75 = 87 \text{ t/dia} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde,

$$R.P.G_{\text{dia}} = \text{Resíduos sólidos urbanos com potencial de geração de biogás (t/dia)}$$

Segundo Silva (2009) o volume específico de biogás é de $110 \text{ m}^3 \text{ gás/t}$. Para calcular o rendimento de gás total produzido, utilizou-se a equação (2).

$$R.G_{\text{dia}} = 87 \text{ t} \times 110 \text{ m}^3 \text{ gás/t} = 9.570 \text{ m}^3 \text{ gás/dia} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde,

$$R.G_{\text{dia}} = \text{Rendimento de gás por dia}$$

Ainda de acordo com Silva (2009), o poder calorífico do biogás é de aproximadamente 21.000 kJ/m^3 . Para calcular o valor total de energia gerada por dia utilizou-se a equação (3).

$$\begin{aligned} E.G_{\text{dia}} &= R.G_{\text{dia}} \times 21.000 \text{ kJ/m}^3 \Rightarrow E.G_{\text{dia}} = 9.570 \text{ m}^3 \text{ gás/dia} \times 21.000 \text{ kJ/m}^3 \\ &= 200.970.000 \text{ kJ/dia, ou seja, aproximadamente } 56 \text{ MWh/dia} \end{aligned} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde,

$$E.G_{\text{dia}} = \text{Energia gerada por dia}$$

Essa energia não leva em consideração as perdas provenientes do sistema, ou seja, a eficiência total. Apenas calculou-se o potencial energético da obtenção de biogás a partir do lixo produzido no município de Caraguatatuba.

A potência do sistema obtido, sem perdas, é de aproximadamente 2,4 MW (56 MWh/dia / 24h). Para Silva (2009), a eficiência dos motores a gás é de aproximadamente 30%, sendo assim, o potencial do sistema fica em torno de 0,72 MW.

Para definir a energia calculada com a eficiência de 30%, utilizou-se a equação (4).

$$E.G_{30\%} = E.G_{\text{dia}} \times 0,3 \Rightarrow E.G_{30\%} = 200.970.000\text{kJ/dia} \times 0,3 \Rightarrow E.G_{30\%} = 60.291.000\text{kJ/dia}$$

ou seja aproximadamente 16,8 MWh/dia. Eq. (4)

Onde,

$E.G_{30\%}$ = Energia gerada com fator de disponibilidade de 30%.

Diante deste cálculo, nota-se que o lixo de Caraguatatuba é capaz de gerar em média 16,8 MWh/dia ou 60.480 MJ/dia.

Para se ter uma idéia de quanto essa energia gerada é capaz de abastecer, estimou-se a quantidade de residências que poderiam ser atendidas com essa energia. Para isso, levou-se em consideração o consumo mensal médio de uma residência, que de acordo com a EDP Bandeirante (2011), distribuidora de energia elétrica no município de Caraguatatuba, é de 0,2 MWh/mês ou 0,0066 MWh/dia (0,2 MWh/mês / 30 dias), equivalente a 23,8 MJ/dia.

Para determinar o número de residências que seriam atendidas com essa energia utilizou-se a equação (5).

$$N.R = E.G_{30\%} / 0,0066\text{MWh/dia} \Rightarrow N.R = 16,8\text{MWh/dia} / 0,0066\text{MWh/dia} \Rightarrow$$
$$N.R = \sim 2.546 \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde,

N.R = Número de residências atendidas

Sendo assim, nota-se que com a quantidade de lixo gerada em Caraguatatuba, ou seja, 116 t/dia podem gerar energia elétrica suficiente para abastecer 2.546 residências na região, em um total de 31.934 residências no município (IBGE, 2010), ou seja, aproximadamente 8% do total.

Considerando a implantação de um aterro sanitário, seja no Litoral Norte ou no município de Jambuí, os projetos visam receber além do lixo de Caraguatatuba, resíduos de outros municípios. Sendo assim, a energia gerada através dos resíduos aterrados seria maior do que apenas a considerada para Caraguatatuba.

De um modo geral, o processo de aproveitamento energético de RSU deve ser encarado como uma alternativa de aproveitamento de energia, que pode ser utilizado com a implantação do futuro aterro sanitário para a região. Além disso, atualmente regulamentações governamentais existentes em países industrializados exigem que os aterros sanitários colem suas emissões de GDL. A tendência é de que esta e novas restrições sejam implantadas futuramente no Brasil. Uma vez que o GDL seja coletado, o proprietário (ou operador) possui duas opções de escolha: queimar o gás em *flares* ou produzir energia para uso próprio (ou para venda).

É importante destacar que, quando se trata de RSU, o que se deve fazer primeiramente, antes de jogar o lixo em aterros sanitários é reciclar. Apesar de estudos abordarem que a reciclagem não é incompatível com outros usos ou destinos de RSU, ela minimiza a quantidade de resíduos que necessitariam de tratamento final, como o aterramento, diminuindo o potencial de biogás. Quando há geração de energia a partir do gás de lixo, normalmente exclui-se a recuperação do papel por meio da reciclagem, pois reduz a quantidade de gás produzido no aterro sanitário.

Embora exista esse impasse, a alternativa de aproveitamento do gás do lixo apresenta um impacto ambiental positivo ao reduzir a emissão de metano nos aterros, já que o CH₄ é um potente gás de efeito estufa. Soma-se ainda o benefício das emissões de dióxido de carbono evitadas, oriundas da queima de combustíveis fósseis, já que esses são substituídos parcialmente pelo lixo na geração de energia.

Apesar da tecnologia de GDL apresentar um impacto ambiental positivo, contém compostos orgânicos voláteis e poluentes tóxicos. Quando sua emissão é descontrolada estes compostos são lentamente e continuamente lançados à atmosfera como produto de decomposição do lixo, o qual possa

se tornar uma ameaça ao ambiente local, causando danos à vegetação, gerando odores desagradáveis, além de ocasionar riscos de explosão (ENSINAS, 2001; HENRIQUES, 2004). Portanto, o gás metano gerado nos aterros, quando não possui um controle adequado, contribui para o agravamento do efeito estufa, representando uma preocupação não somente com a integridade da região onde é gerado, como também está ligado às questões ambientais globais.

Quando o GDL é coletado e queimado em um sistema de geração de energia, estes compostos são destruídos, evitando assim, o consequente dano ambiental. A geração de biogás, quando adequada, possui um significativo potencial de reduzir o risco de mudança global do clima. Reduzir as emissões antropogênicas de metano é uma luta contra a mudança do clima, pois como visto anteriormente (EPA, 2010) cada tonelada de metano emitida na atmosfera tem um impacto de aquecimento equivalente a 21 toneladas de dióxido de carbono, sobre um período de tempo de 100 anos.

Entretanto a combustão do GDL também produz seus impactos negativos, pois são emitidos materiais particulados, óxidos de nitrogênio e de enxofre, além de hidrocarbonetos e monóxido de carbono. A instalação de filtros adequados minimizam essas emissões, mas oneram o custo de geração da eletricidade.

Além de causar um impacto ambiental positivo, a tecnologia de aproveitamento do biogás pode apresentar um impacto social positivo, uma vez que a utilização da tecnologia somada a reciclagem, necessita de uma coleta seletiva, o que pode incentivar na valorização de cooperativas para catadores, acarretando em condições mais dignas de trabalho.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

Nessa dissertação foi estudada a questão dos resíduos sólidos urbanos no município de Caraguatatuba, onde se priorizou uma análise na perspectiva da questão socioambiental e energética.

Assim como o Brasil, que apresenta uma expressiva produção de RSU – 184 mil t/dia – em que a maior parte ainda apresenta destino inadequado, sendo vetores de doenças e de poluição no meio ambiente o município de Caraguatatuba também destinou os seus resíduos de maneira inadequada até o ano de 2007, em um lixão, localizado no próprio município na Fazenda Serra Mar. Devido à interdição do lixão, o município passou a depositar os resíduos de maneira adequada em um aterro privado no município de Santa Isabel – SP.

Ihabela, Ubatuba e São Sebastião, municípios do Litoral Norte, também tiveram seus lixões interditados, passando a depositar os seus resíduos em um aterro sanitário privado localizado em Tremembé –SP. Porém os aterros de Santa Isabel e Tremembé tiveram início de operação no ano de 2002 e 1998, respectivamente. Considerando que os aterros possuem vida útil, os municípios do Litoral Norte precisam encontrar uma solução para que os resíduos tenham uma destinação adequada futuramente, após o fechamento dos aterros atuais.

Além desse impasse, o que corrobora a necessidade de que uma nova alternativa de destinação do lixo seja encontrada na região é o alto preço que as prefeituras gastam com a coleta dos resíduos atualmente. Caraguatatuba teve um gasto anual de R\$ 8.430.834 no ano de 2010. Esse valor pode ser representado também pelo gasto equivalente de habitante/mês referente aos serviços de coleta de RSU no município, que é de aproximadamente R\$ 7,3. Esse valor é bem acima da média das cidades com a mesma faixa populacional, ou seja, de 50 mil a 99.999 habitantes, que possuem um valor equivalente a R\$ 2,57.

Verificou-se também no trabalho que, além do alto custo investido no transporte do lixo, há um alto custo ambiental associado ao impacto do transporte com o consumo de combustível. Como Caraguatatuba destina o seu lixo em um aterro sanitário localizado a 140 km, durante esse

percurso são emitidas para um mês em média 24.360 t/CO₂ na baixa temporada e 49.560 t/CO₂ na alta temporada, contribuindo assim para o efeito estufa. Caso a implantação do aterro seja realizada no Litoral Norte ou no município de Jambuí, as emissões de CO₂ na atmosfera serão menores. Mesmo que o município de Jambuí não esteja localizado no Litoral Norte, a distância percorrida de Caraguatatuba até a cidade é menor do que a realizada atualmente para o aterro em Santa Isabel.

Durante a realização do trabalho, principalmente após as pesquisas de campo realizadas em Caraguatatuba, percebeu-se que a questão do lixo sempre é debatida como sendo um grande problema para a região do Litoral Norte. Apesar dos órgãos públicos do município terem esse conhecimento, até o presente trabalho nenhuma solução havia sido realmente decidida para a questão do lixo no município.

Como forma de tentar solucionar a problemática do lixo na região, alguns projetos estão em análise, dentre eles a implantação de um aterro sanitário na região de Caraguatatuba ou no município de Jambuí. O projeto do aterro localizado no Litoral Norte visa receber os resíduos dos quatro municípios, entretanto ainda não foi encontrada uma área adequada para tal. Já o projeto da UTGR em Jambuí visa receber em média 2.000 t/dia de RSU, referente a oito municípios, dentre eles os quatro municípios do Litoral Norte, São José dos Campos, Paraíba do Sul, Jacareí e Jambuí.

Ambos os projetos necessitam considerar as projeções futuras de crescimento populacional que provavelmente o Litoral Norte irá apresentar, principalmente com os projetos de infraestrutura que serão implantados na região. No caso a UTGR em Jambuí, também terá de ser considerado o aumento populacional que deverá ser ocasionado com a implantação do Trem de Alta Velocidade (TAV), que terá uma estação em São José dos Campos.

Considerando que a operação de um aterro sanitário deve ser precedida do processo de seleção de áreas, licenciamento, projeto executivo e implantação foi constatado durante a pesquisa realizada em campo no município de Caraguatatuba, que o projeto do aterro sanitário na região do Litoral Norte encontra-se na primeira fase (seleção de área a ser implantado o aterro), e ainda não passou pelo processo de licenciamento.

Já a UTGR em Jambuí encontra-se em processo de licenciamento junto a CETESB, portanto acredita-se que a UTGR esteja mais perto de ser implantada, se comparada ao aterro sanitário no Litoral Norte, que está com problema em encontrar uma área adequada para sediar o aterro. É necessário ressaltar que o processo de implantação de aterros sanitários geralmente é lento, pois requer a contratação de um projeto específico de engenharia sanitária e ambiental, e exige um investimento inicial relativamente elevado, além de apresentar uma rejeição natural por parte da população, ao saber que irá morar próxima a um aterro. Portanto, é importante que a solução para a destinação adequada do lixo de Caraguatatuba seja através de um processo transparente e que vise causar o menor impacto socioambiental possível.

Durante a pesquisa observou-se que a realidade em Caraguatatuba sobre a questão dos RSU começou a mudar. Foi iniciado um convênio com o governo municipal e a ONG Maranata Ecologia, para que a coleta seletiva seja implantada oficialmente no município. A coleta seletiva teve início em janeiro de 2011, e é realizada semanalmente em todos os bairros do município. Após a coleta, o material segue para o centro de triagem, onde os vinte funcionários realizam a separação adequada desses materiais.

Além da coleta seletiva, Caraguatatuba procurou realizar também outras iniciativas em relação ao lixo, como a coleta diferenciada de cascas de cocos, que são encaminhados para uma usina de beneficiamento, utilizados na produção de fibras e de pós. Outra iniciativa foi a coleta diferenciada de óleo comestível, que é encaminhado para uma empresa para a produção de barras de sabão.

Portanto, acredita-se que o município, com a ajuda principalmente de ONGs da região, tem procurado promover soluções ambientalmente corretas para o lixo, como a reciclagem e reutilização do lixo, importante para a mudança de hábitos de consumo da população.

Como forma de contribuir com a diminuição dos gases de efeito estufa, a busca por tecnologias alternativas para o aproveitamento dos RSU se mostra como uma ação de extrema importância, devido principalmente à falta de áreas para disposição final do lixo e ao potencial de aproveitamento energético apresentado pelo lixo urbano. Esses motivos apresentados levaram à busca por novas tecnologias que buscam causar o menor impacto possível ao ambiente. Dessa forma, o futuro aterro a ser implantado para a região pode representar uma oportunidade de

redução das emissões de metano e uma oportunidade de geração ou recuperação de energia.

Com a proposta de não solucionar a problemática da questão dos RSU no município de Caraguatatuba, pois o aproveitamento energético dos RSU não contribuirá na resolução do problema atual de localização do aterro sanitário, mas sim de mostrar uma alternativa a ser utilizada no futuro aterro sanitário na região do Litoral Norte Paulista; foi verificada a geração de energia por meio do lixo coletado no município.

Segundo cálculos realizados a partir da quantidade de resíduos que são coletados atualmente em Caraguatatuba, seria possível uma geração de energia equivalente a 60.480 MJ/dia, a qual pode gerar energia elétrica suficiente para abastecer 2.546 residências no município.

Sugestão para novos trabalhos:

Dar continuidade ao trabalho até agora realizado, fazendo uma coleta de dados mais ampla para os outros municípios do Litoral Norte Paulista, ou seja, São Sebastião, Ubatuba e Ilhabela.

Verificar a possibilidade de implantação para captação de biogás e geração de energia no futuro aterro sanitário, seja este, localizado no Litoral Norte ou no município de Jambuí.

Trabalhar a questão social, desde a produção do lixo até destinação final, junto à população de Caraguatatuba, realizando trabalho de educação ambiental para uma melhor gestão dos resíduos no município.

Referências

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007**, 2007, 129p.

AGENDA 21. **Plano Regional de Desenvolvimento Sustentável** – Agenda 21 do Litoral Norte – SP, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Resíduos sólidos: classificação. 2 Edição, Rio de Janeiro, 2004. 71p.

BARBOSA, S. R. da C. S. **Ambiente, subjetividade e complexidade: um estudo sobre depressão no litoral norte paulista**. Projeto FAPESP (processo n. 04/10685-1), 2004.

BARBOSA, S. R. da C. S. **Ambiente, subjetividade e complexidade: um estudo sobre depressão no litoral norte paulista**. Relatório Científico FAPESP (processo n. 04/10685-1), 2008.

BIODINÂMICA, Engenharia e meio ambiente. **Relatório de impacto ambiental – RIMA**. Unidade de tratamento de gás de Caraguatatuba, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 de maio de 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> . Acesso em: 30 de março de 2010.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 03 de dezembro de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças. Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. Gerência de Qualidade do Ar. **Primeiro Inventário Nacional de Emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Relatório Final, 2011, p.114.

CAMPOS, J.F. O Povoamento. *In*: CAMPOS, J.F. (Org. e Dir.). **Santo Antônio de Caraguatatuba: Memórias e Tradições de um Povo**. Caraguatatuba: FUNDACC, 2000. cap.2, pp.60-86.

CAMPOS, S.V. de. **Mudanças Sociais e Conservação Ambiental na Estação Ecológica da Juréia- Itatins: o caso do Despraiado**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Unicamp. Campinas: Brasil, 2001.

CASTRO, L.M.F.B.; SOUZA, C.O.; PENNA, L.G. **Mudança climática, riscos e vulnerabilidade: um estudo dos eventos ocorridos em 1967 e 1996 na planície litorânea de Caraguatatuba – SP**. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambú-MG, 2010.

COSTA, D.F. **Geração de energia elétrica a partir do biogás do tratamento de esgoto**. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia – USP, 2006.

CUNHA, M.E.G. **Análise do setor de saneamento ambiental no aproveitamento energético de resíduos : “o caso do município de Campinas-SP”**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica -UNICAMP, 2002.

ENGEP. Engenharia e Pavimentação Ltda. Unidade de tratamento e gestão de resíduos sólidos domiciliares em regime de codisposição com resíduos industriais classe IIA e IIB. **UTGR – Jambiero Estudo de impacto ambiental**, 2010.

ENSINAS, A.V. **Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas – SP**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP, 2003.

EPA, Environmental Protection Agency. **Solid Waste Management and greenhouse gases: a life cycle assessment of emissions and sinks**, US.EPA, 2002.

EPA, Environmental Protection Agency. Disponível em <http://www.epa.gov/methane>. Acesso

em: 10 de dezembro de 2010.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação preliminar do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS.** Série Recursos Energéticos. Nota técnica DEN 06/08, 2008.

FARIA, F.S. **Índice de qualidade de aterros de resíduos urbanos.** Dissertação de mestrado da Faculdade de Engenharia Civil. UFRJ, 2002.

FELIPETTO, A.V.M. **Conceito, planejamento e oportunidades** - Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos. IBAM, Rio de Janeiro, 2007.

FERREIRA, L da C. **Dimensões Humanas da Biodiversidade:** mudanças sociais e conflitos em torno de áreas protegidas no Vale do Ribeiro, SP, Brasil. Ambiente & Sociedade, v. VII, n. 1, pp. 47-66, janeiro-junho, 2004.

GOOGLE, MAPS. Disponível em: <http://maps.google.com.br/maps?q=23%2C3829282s%2046.220507w&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a&um=1&ie=UTF-8&sa=N&hl=ptbr&tab=wl>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2011.

HENRIQUES, R.M. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica.** Dissertação de Mestrado. Planejamento Energético. COPPE – UFRJ, 2004.

HENRIQUES, R.M.; OLIVEIRA, L.B.; COSTA, O.B. **Geração de energia com resíduos sólidos urbanos: análise custo benefício.** IVIG – COPPE, UFRJ, 2010.

HOGAN, D.J.; et al. **Um breve perfil ambiental do estado de São Paulo** In: HOGAN D; CUNHA, J M P; BAENINGER, R e CARMO, R. L. do (orgs.). Migração e Ambiente em São Paulo. Aspectos relevantes da dinâmica recente. Campinas: NEPO/Unicamp, 2000, pp. 275 - 381.

HOGAN, D.J. e MARANDOLA, E. **Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade.** In: CUNHA, J.M.P da. Novas metrópoles paulistas. População, vulnerabilidade e segregação. NEPO-UNICAMP, Campinas, 2006, pp. 23-50.

HOGAN, D.J. et al. **Urban growth, vulnerability and adaptation**: social and ecological dimensions of climate change on the coast of São Paulo. Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Globais – PPFMCG (processo n. 2008/58159-7). Campinas, 2008. 44p.

GIL, S. **Custo de gestão triplica e prefeitura gastará mais de R\$ 4 milhões com lixo na temporada**. Imprensa Livre, Litoral Norte – SP, 2010.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007**: The physical Science Basis, Sumary for policymakers. Cambridge University Press, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS. IPT/ CEMPRE. In: **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**, São Paulo, 2000, p. 370.

JUNIOR, A.B.C.; et al. **Resíduos sólidos urbanos**: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. PROSAB. Florianópolis, 2003, p. 279.

MATTOS, L. B. R. **A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa - O Caso do Município do Rio de Janeiro**. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 2001, p.92.

MEDEIROS, L.F.R; MACEDO, K.B. **Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?** Psicologia e Sociedade, 2006, pp.62-71.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S.F.; NETO, O.C.; GOMES, R. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. Editora Vozes. Petrópolis, Rio de Janeiro, 1994.

MONTEIRO, J.H.P.; et al. Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM. Gestão Integrada de resíduos sólidos. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001.

MUYLAERT, M.S.; et al. **Consumo de energia e aquecimento do planeta**: análise do mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), do protocolo de quioto, estudos de caso. Editora COPPE, Rio de Janeiro, 2000.

NACARATTI, M.A. **Os cenários de mudanças climáticas como novo condicionante para a**

gestão urbana: as perspectivas para a população da cidade do Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Estudos Populacionais. XVI Encontro Nacional, Minas Gerais, 20 p., setembro a outubro de 2008.

OLIVEIRA, L.B.; ROSA, L.P. **Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits.** Energy Policy 31, 2003.

PADGURSCHI, V. **O desenvolvimento urbano.** IN: CAMPOS, J.F. (org.). Santo Antônio de Caraguatatuba. Memória e tradições de um povo. Caraguatatuba. Prefeitura Municipal de Caraguatatuba. Fundação Educacional e Cultural de Caraguatatuba- FUNDACC, 2000, pp. 241-266.

RENK, M. **Percepção de riscos no setor energético: um estudo de caso envolvendo o Gasoduto de Mexilhão/Petrobras em Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista.** Dissertação de Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, São Paulo, 2010, p. 96.

SANTOS, A. B.; CAMPOS, J. F.; PRADO, L.R.T.; SILVA, V.L.F.M. **A Catástrofe de 1967.** In: CAMPOS, J.F. (org.). Santo Antônio de Caraguatatuba: Memórias e Tradições de um Povo. Caraguatatuba. Prefeitura Municipal de Caraguatatuba. Fundação Educacional e Cultural de Caraguatatuba - FUNDACC, 2000, pp. 373-386.

SILVA, V.L.F. M. da. **Introdução: Geografia e Meio Ambiente.** In: CAMPOS, J.F. (org.). Santo Antônio de Caraguatatuba. Memória e tradições de um povo. Caraguatatuba. Prefeitura Municipal de Caraguatatuba. Fundação Educacional e Cultural de Caraguatatuba-FUNDACC, 2000, pp.16-24.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2003.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2004.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de**

Resíduos Domiciliares 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2006.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2007.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2008.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2009.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 03 de maio de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares 2010.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 01 de maio de 2011.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade de praias.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Qualidade-da-Praia>. Acesso em: 12 de maio de 2011.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Memória das Estatísticas Demográficas.** Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/500anos/index.php?tip=esta>. Acesso em: 17 de março de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado de São Paulo. **Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba.** Disponível em: <http://www.ubatuba.com.br/pesm/index.htm>. Acesso em: 22 de agosto de 2010

SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado de São Paulo. **Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba.** Disponível em: http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/turismo_turismo-ecologico_nucleo-caraguatatuba. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Prefeitura Municipal da Estância Balneária de Caraguatatuba. **Dados Gerais.** Disponível em: <http://www.caraguatatuba.sp.gov.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Câmara municipal de Caraguatatuba. **Dados Gerais.** Disponível em: <http://www.camaracaragua.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2010.

SÃO PAULO (Estado). EDP Bandeirante **Dúvidas mais frequentes.** Disponível em <http://www.bandeirante.com.br/energia/index.asp>. Acesso em 10 de fevereiro de 2011.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo. **Sua Região.** Disponível em <http://site.sabesp.com.br/site/a-sabesp/sua-regiao>. Acesso em 30 de março de 2010.

SILVA, E.P. **Fontes Renováveis de Energia - Biomassa.** Apontamentos em sala de aula, 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica:** Período 2005-2008. Relatório Parcial. São Paulo, 2009. 156 p.

SOUZA, S.C. **Elites políticas em Caraguatatuba.** Revista Sociologia e Política. UFPR, 2009.

TOLMASQUIM, M.T.; et al. **Fontes renováveis de energia no Brasil.** Cenergia. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2003.

WILLUMSEN, H.C. **Energy recovery from land fill gas in Denmark and worldwide.** LFG Consultant. Denmark, 2001.

ANEXO A



SÚMULA DO PARECER TÉCNICO 050/11/TACR

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic.: nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

PROCESSO: SMA nº 9806/2006
INTERESSADO: ENGEP - Engenharia e Pavimentação Ltda.
MUNICÍPIO: Jambuí
ASSUNTO: Análise do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA das Obras de Implantação da Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos – UTGR Jambuí
DATA: 13.04.2011

1. INTRODUÇÃO

Trata-se da súmula do Parecer Técnico nº 050/11/TACR, elaborado pelo Setor de Avaliação de Sistemas de Tratamento de Resíduos – TACR, do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental – TA, com a colaboração de outras equipes técnicas desta Companhia, para subsidiar a análise da viabilidade do empreendimento acima referenciado.

Segundo o EIA, o projeto apresentado visa as obras de implantação da Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos – UTGR Jambuí, destinadas a receber resíduos domiciliares com co-disposição de resíduos Industriais Classes IIA e IIB, de acordo com a Norma Brasileira NBR 10004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Os municípios que a UTGR pretende atender municípios do Vale do Paraíba e Litoral Norte são: São José dos Campos, Ilhabela, Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião, Jambuí, Paraíba e Jacaré.

2. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A gleba destinada à implantação do empreendimento, com 1.389.926,04 m², situa-se na zona rural do município de Jambuí, na estrada do Varadouro s/n, Remanescente da Fazenda São João, Bairro Capivari e Viradouro, município de Jambuí. Está localizada na zona rural do município de Jambuí, com acesso pela Rodovia dos Tamoios e pela antiga estrada de Jambuí, cujo entorno predomina o cultivo de eucaliptos, e afastada de núcleos habitacionais.

O aterro ocupará uma área de 329,77 m² e receberá 2.000 t/dia de resíduos, com desenvolvimento previsto em 04 fases. A altura total do maciço será de aproximadamente 70 m, a partir da cota 715 m. Sua capacidade volumétrica é de 9.656.025 m³ e a vida útil estimada em 27,5 anos. A sua concepção prevê todos os sistemas de proteção e controles ambientais para este tipo de atividade, tais como: drenagens de águas pluviais, sistemas de impermeabilização de base, sistema de drenagem de líquidos percolados (na base e entre as camadas) com adequado tratamento e destinação final destes líquidos, drenagem de gases e cobertura diária dos resíduos com solo argiloso compactado.

Para o empreendimento foram previstos: sistema de isolamento com cerca e barreira vegetal, vigilância permanente, instalações de apoio e vias internas de acesso. Conforme descrito no EIA são, ainda, previstos: Programa de Comunicação e Participação Social; Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas; Programa de Monitoramento da Emissão dos Gases; Programa de Monitoramento da Fauna; Programa de Recomposição Vegetal; Programa de Controle Ambiental das Obras; Programa de Monitoramento Geotécnico do Maciço de Resíduos; Plano de Controle e Prevenção de Acidentes, e Plano de Gerenciamento da Disposição de Resíduos no Aterro; Plano de Gestão de Resíduos Sólidos.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS

Os principais potenciais impactos negativos ao meio ambiente, decorrentes das fases de planejamento, instalação, operação e encerramento do empreendimento, bem como, as principais



SÚMULA DO PARECER TÉCNICO 050/11/TACR

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic.: nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

medidas mitigadoras e/ou compensatórias propostas pelo empreendedor e as sugeridas no Parecer Técnico 050/11/TACR são apresentados a seguir:

3.1 Fase de planejamento

Atendimento aos Aspectos Legais - foram apresentados os documentos relativos ao exame técnico e Certidão de Uso do Solo do Município, conforme artigos 5º e 10º da resolução CONAMA nº 237/97, indicando que a Prefeitura delega ao Estado o licenciamento e não se opõe à implantação do empreendimento na área proposta.

Expectativas da população - a divulgação das informações sobre a implantação do empreendimento pode causar dúvidas e inseguranças sobre eventuais incômodos decorrentes das atividades a serem desenvolvidas. Ainda podem surgir expectativas sobre a geração de empregos. Para mitigação desse impacto deverão ser implementados um Plano de Comunicação e Participação Social proposto pelo empreendedor e o Programa de Capacitação da Mão de Obra solicitado por este Departamento.

3.2 Fase de instalação

Supressão de vegetação e Intervenção em Áreas de Preservação Permanente - APPs - de acordo com o EIA, a ADA e a maior parte da Área de Influência Direta - AID encontram-se atualmente antropizadas e recobertas por reflorestamento com eucaliptos (*Eucalyptus sp.*). Para a implantação do empreendimento está prevista intervenção total de 82,1928 ha, com supressão de eucaliptos, frutíferas e vegetação secundária em estágio inicial, além de intervenção de 15,3912 ha em Área de Preservação Permanente – APP (de curso d'água e de topo de morro). Salienta-se que está prevista a implementação de Programa de Recomposição Vegetal, proposto pelo empreendedor, que deverá ser detalhado e apreciado na fase de LI, ocasião em que deverá ser solicitada a Autorização de Supressão de Vegetação e Intervenção em APPs.

Titularidade da área - a área de implantação da UTGR é atualmente objeto de um Instrumento Particular de Carta de Opção para Compra. Assim sendo, por ocasião da LI, o empreendedor deverá apresentar documento que comprove a titularidade da área.

Interferências em Patrimônio Arqueológico - O diagnóstico arqueológico da área de implantação do empreendimento aponta que não foram identificados vestígios arqueológicos, mas recomenda um programa de prospecção arqueológica intensiva na área. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN emitiu o Parecer Técnico nº 397/10 9ºSE/IPHAN/SP favorável à emissão da Licença Ambiental Prévia, condicionando a emissão da Licença de Instalação à realização do programa de prospecções intensivas em conjunto com um subprograma de educação patrimonial.

3.3 Fase de instalação/operação

Intensificação dos Processos de Dinâmica Superficial - o volume de solo necessário para as diversas obras do empreendimento foi estimado em 951.722 m³, sendo prevista a obtenção de 780.000 m³ na própria área de escavação para a implantação do aterro e 171.722 m³ em jazida existente na propriedade. Para mitigar os possíveis processos de dinâmica superficial, o empreendedor deverá implementar um Plano de Controle Ambiental das Obras, além de um Plano de Controle de Erosão e Assoreamento, solicitados por este Departamento.

Impactos sobre a fauna – a supressão de vegetação prevista assim como a mudança de uso da gleba poderá acarretar eventuais impactos sobre a fauna. Para mitigação desses impactos foi solicitado a implementação de um Programa de Supressão de Vegetação na fase de instalação, bem como, de um Programa de Monitoramento e de Minimização de Incômodos à Fauna para as fases de instalação e operação do empreendimento, contemplando, inclusive monitoramento de espécies ameaçadas encontradas na região.



SÚMULA DO PARECER TÉCNICO 050/11/TACR

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic. nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

Risco de acidentes e incômodos à população - devido à presença e movimentação de veículos pesados e coletores, durante a instalação e operação de empreendimentos, poderão ocorrer incômodos à população, tais como tráfego intenso, geração de poeira e espalhamento de lama, além de alterações no nível de ruído, na área de influência. Para mitigação desses incômodos deverão ser realizadas melhorias na via de acesso do empreendimento e a implementação dos Programas de Minimização de Incômodos e Controle de Tráfego.

3.4 Fase de operação

Potencial contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas- trata-se do impacto potencial de maior significância de um aterro sanitário, que é mitigável com a implantação de um bom projeto de engenharia. Portanto, visando mitigar esse potencial impacto, o empreendedor deverá apresentar para a fase de LI o detalhamento dos sistemas de impermeabilização inferior, drenagem das águas pluviais, drenagem dos gases, drenagem de líquidos percolados, bem como seu armazenamento, tratamento e destinação final. Deverá ainda implementar um Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas.

Instabilização do Maciço de Resíduos- Para monitorar as condições de estabilidade do maciço sanitário foram propostos a instalação de instrumentos, para acompanhamento do comportamento geotécnico do maciço, e a implementação de um Programa de Monitoramento Geotécnico do Aterro.

Geração e emissão de substâncias odoríferas - não são esperados episódios de geração e exalação de odores, uma vez que a direção predominante dos ventos é contrária aos possíveis receptores e está previsto um Programa de Controle e Minimização de Odores, solicitado por este Departamento.

Atração de Reservatórios e Vetores - o recebimento de resíduos em aterros sanitários, principalmente nas frentes de trabalho antes do aterramento dos mesmos, poderá atrair reservatórios e vetores de doenças. No entanto, esse potencial impacto será mitigado com a adequada operação do empreendimento e a adoção de medidas mitigadoras já propostas, e a implementação do Programa de Controle de Reservatórios e Vetores de Doenças, solicitado por este Departamento.

Interferências na segurança aeroportuária - não são esperadas tais interferências, uma vez que o Quarto Comando Aéreo Regional do Comando da Aeronáutica do Ministério da Defesa deferiu o pedido de implantação do empreendimento na área proposta e será implementado um Programa de Controle de Reservatórios e Vetores de Doenças e um Programa de Monitoramento e Controle da Avifauna, solicitados por este Departamento.

3.5 Fase de encerramento

Impactos da fase de Encerramento - quando do encerramento das atividades do Aterro, poderão ocorrer alguns impactos ambientais negativos, tais como: processos erosivos, instabilidades no maciço, odores, alteração da paisagem, dentre outros. O empreendedor apresentou uma proposta de encerramento, a qual deverá ser detalhada em um Plano de Encerramento detalhado, bem como, proposta de uso futuro da área, antes do término das atividades no local.

4. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Foi apresentado no EIA um Programa de Compensação Ambiental, no qual o empreendedor propõe a aplicação de recursos financeiros Área de Proteção Ambiental - APA Federal da Bacia do Rio Paraíba do Sul. No entanto, tal proposta será submetida à apreciação da Câmara de Compensação Ambiental - CCA para a definição da aplicação dos recursos.



CETESB

SÚMULA DO PARECER TÉCNICO 050/11/TACR

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic.: nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

5. CONCLUSÃO

Face ao exposto, entende-se que o empreendimento é ambientalmente viável, desde que sejam implementadas as medidas propostas no EIA e atendidas as exigências técnicas definidas no Parecer Técnico 050/11/TACR. Nestes termos, o TA submete ao CONSEMA, a presente súmula, para verificação do interesse em apreciar a viabilidade ambiental das Obras de Implantação da Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos – UTGR Jambeiro, no município de Jambeiro, de responsabilidade da empresa ENGEP - Engenharia e Pavimentação Ltda.

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

Eng. Civ/Amb. Maria Silvia Romitelli

Gerente do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental
Reg. 4755; CREA 62.252/D