



Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"

Programa Interunidades

unesp 

Mestrado

---

Engenharia Civil e Ambiental

**LEANDRO DE OLIVEIRA BETTONI**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA COLETA SELETIVA  
E DA COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO  
DE GUARATINGUETÁ (SP)**



Bauru  
2014

**LEANDRO DE OLIVEIRA BETTONI**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA COLETA SELETIVA  
E DA COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO  
DE GUARATINGUETÁ (SP)**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Área de Concentração Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. João Andrade de Carvalho Jr

Co-Orientadora: Profa. Isabel Cristina de Barros Trannin

Bauru  
2014



Bettoni, Leandro de Oliveira.

Estudo da viabilidade econômica da coleta seletiva e da compostagem dos resíduos sólidos do município de Guaratinguetá (SP)/Leandro de Oliveira Bettoni, 2014.

68 f. il.

Orientador: João Andrade de Carvalho Jr

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2014.

1. Resíduos Sólidos Urbanos 2. Reciclagem 3. Gestão Ambiental 4. Gestão de Resíduos. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LEANDRO DE OLIVEIRA BETTONI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.**

Aos 20 dias do mês de agosto do ano de 2014, às 09:00 horas, no(a) Câmpus de Guaratinguetá, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO ANDRADE DE CARVALHO JR do(a) Departamento de Energia / Faculdade de Engenharia de Guaratingueta, Prof. Dr. PEDRO MAGALHAES SOBRINHO do(a) Departamento de Energia / Faculdade de Engenharia de Guaratingueta, Prof. Dr. ANDRÉ LUIS DE PAULA MARQUES do(a) Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LEANDRO DE OLIVEIRA BETTONI, intitulado "PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ-SP". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO ----- . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. JOAO ANDRADE DE CARVALHO JR



Prof. Dr. PEDRO MAGALHAES SOBRINHO



Prof. Dr. ANDRÉ LUIS DE PAULA MARQUES



Dedico este trabalho aos meus pais, Elenice e Antônio Carlos,  
aos meus irmãos, aos amigos, a minha esposa Vanessa e a meu filho  
Enzo, pelo amor, pela paciência e pelo apoio verdadeiramente compartilhados em  
todos os momentos, me estimulando e fortalecendo diante dos desafios.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar a vida e por ser a referência maior em toda a minha jornada;

Ao Prof. Dr. João Andrade de Carvalho Jr., pela orientação, disponibilidade e pelos conhecimentos compartilhados;

À Profa. Dra. Isabel Cristina de Barros Trannin, pela co-orientação, pelos conhecimentos, disponibilidade e por me emprestar sua considerável experiência e talento;

Ao Prof. Dr. Silvio Jorge Coelho Simões pelo conhecimento transmitido e bons conselhos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UNESP;

Ao Departamento de Engenharia Civil da UNESP de Guaratinguetá;

Aos técnicos da SAEG, onde trabalhei e obtive acesso a todas as informações e experimentos necessários ao bom andamento dos estudos e deste trabalho;

À minha mãe Elenice e ao meu pai Antônio Carlos, pela dedicação incondicional à minha formação pessoal e profissional;

Aos meus irmãos Marcelo, Laércio, Angelo e Guilherme, pela amizade dos momentos em que vivemos juntos;

À Vanessa, namorada, esposa e companheira, pelo amor, compreensão e carinho;

Aos meus amigos Ramon, Samuel, Zé Mario, Carol, Camila, Suéllen, Amanda, Liliane e Patrícia.

***Muito Obrigado!***

*"Há homens que lutam um dia e são bons.  
Há outros que lutam um ano e são melhores.  
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.  
Porém, há os que lutam toda a vida.  
Esses são os imprescindíveis."*

Bertolt Brecht.

## RESUMO

BETTONI, L.O. **Estudo da viabilidade econômica da coleta seletiva e da compostagem dos resíduos sólidos do município de Guaratinguetá (SP)**. Guaratinguetá: UNESP, 2014. 68p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental).

Este estudo teve como objetivo propor melhorias para o manejo de resíduos sólidos no município de Guaratinguetá, seguindo as diretrizes da Lei Federal Nº 11.455/07, e da Lei Federal Nº 12.305/10, que estabelecem as normativas do saneamento brasileiro, bem como, avaliar a viabilidade econômica da coleta seletiva e da compostagem dos resíduos sólidos deste município. Os principais estudos e parâmetros utilizados para a elaboração deste trabalho foram os diagnósticos dos serviços prestados e a forma de sua execução, a tipificação dos resíduos recicláveis segundo o método da Curva ABC e o planejamento das atividades de melhoria da eficiência dos serviços de limpeza pública já existentes. Este trabalho foi desenvolvido em parceria com o Departamento de Engenharia Civil da FEG/UNESP e contou com a colaboração da Prefeitura Municipal de Guaratinguetá. Este estudo poderá ser utilizado pelo município para integração no plano de bacias hidrográficas, para subsídio a Leis, Decretos, Portarias e Normas relativas aos serviços de coleta, tratamento e disposição final de resíduos. Este estudo gerou conhecimentos sobre a situação atual da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Guaratinguetá, por meio do diagnóstico situacional e da avaliação das oportunidades de melhoria. A aplicação do método da curva ABC possibilitou verificar que a central de triagem deve priorizar a venda de papelão e alumínio, que são materiais que possuem classificação A. Verificou-se que para atender a política nacional de resíduos sólidos o município precisa adotar a prática da compostagem, que além da viabilidade econômica é vantajosa por agregar valor aos resíduos, gerar novos empregos e, principalmente, por aumentar a vida útil dos aterros e melhorar as condições ambientais. Outra medida necessária é a execução de um projeto de encerramento e remediação da área do antigo lixão municipal.

**PALAVRAS-CHAVE:** *resíduos sólidos urbanos, gestão de resíduos, reciclagem, gestão ambiental.*



## ABSTRACT

BETTONI, Leandro de Oliveira. **Study of the economic viability of selective collection and composting of municipal solid waste for the city of Guaratinguetá - SP.** Guaratinguetá: UNESP, 2014. 68p. (Dissertation – Master in Civil and Environmental Engineering).

This study aimed to propose improvements to the management of solid waste in the municipality of Guaratinguetá, following the guidelines of the Federal Law No. 11,455 / 07, and the Federal Law No. 12,305 / 10, which establish normative Brazilian sanitation, as well as to assess the economic feasibility of selective collection and composting of solid waste in this county. The main studies and parameters used in the preparation of this paper, the diagnoses of services and the manner of its execution, typing of recyclable waste according to the method of curve ABC and the planning of activities to improve the efficiency of public cleaning services existing. This work was developed in partnership with the Department of Civil Engineering FEG / UNESP and with the collaboration of the Municipality of Guaratinguetá. This study may be used by the municipality for integration into the watershed plan, to grant the Laws, Decrees, Ordinances and Rules for collection, treatment and disposal of waste. This study generated knowledge about the current situation of solid waste management in the municipality of Guaratinguetá through situational diagnosis and assessment of opportunities for improvement. The application of the ABC curve method enabled us to verify that the central screening should prioritize the sale of cardboard and aluminum, which are materials that have A.Verificou classification is that to meet the national solid waste policy the municipality needs to adopt the practice of composting, that beyond economic viability is advantageous for adding value to waste, generate new jobs and, especially, by extending the life of landfills and improve environmental conditions. A further step is the execution of a project closure and remediation of the former municipal landfill area.

**KEYWORDS:** *solid waste, waste management, recycling, environmental management.*

## Índice de figuras

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ NO ESTADO DE SÃO PAULO. FONTE: WIKIPEDIA (2014).....	28
FIGURA 2 – ANTIGO DEPÓSITO DE LIXO EM ÁREA DE VÁRZEA, ÀS MARGENS DO RIO PARAÍBA DO SUL, NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ. FONTE: NASCIMENTO ET AL. (2006).....	30
FIGURA 3 – LIXÃO DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ EM ÁREA DE VÁRZEA, OCUPADA COM RIZICULTURA IRRIGADA. FONTE: NASCIMENTO ET AL. (2006).....	31
FIGURA 4 – VISTA AÉREA DO PARQUE AMBIENTAL SANTA LUZIA NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP). FONTE: SAEG (2010).....	34
FIGURA 5 – CURVA ABC PARA OS RESÍDUOS RECICLÁVEIS DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP) .....	41

## Índice de tabelas

TABELA 1 – INVENTÁRIO CETESB PARA O MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ. FONTE CETESB (2013) .	33
TABELA 2 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E VOLUME DE REJEITOS A SEREM ENVIADOS PARA ATERRO NO PERÍODO DE 30 ANOS, PELO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP) .....	37
TABELA 3 – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DOMICILIARES DE GUARATINGUETÁ (SP). .....	38
TABELA 4 – CENÁRIO FUTURO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS NOS PRÓXIMOS 30 ANOS PELO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	39
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).. .....	40
TABELA 6 – RECEITA ANUAL OBTIDA NA CENTRAL DE TRIAGEM DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	40
TABELA 7 – CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS, CONSIDERANDO OS VALORES DE MERCADO PARA OS COOPERADOS DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	41
TABELA 8 – POTENCIAL DE GERAÇÃO DE COMPOSTO A PARTIR DOS RESÍDUOS DOMICILIARES COLETADOS NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP), NO PRIMEIRO ANO DE ESTUDO. ....	43
TABELA 9 – POTENCIAL DE COMPOSTAGEM DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ, COM PROJEÇÃO PARA O PERÍODO DE 30 ANOS (2014-2043). ....	44
TABELA 10 – POTENCIAL DE COMPOSTAGEM E DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DOMICILIARES COLETADOS NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP) NO PERÍODO DE 30 ANOS (2014-2043).....	45
TABELA 11 – METRAGEM DAS VIAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	47
TABELA 12 – DIMENSIONAMENTO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP) .	47
TABELA 13 – ÁREAS VERDES NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	48
TABELA 14 – NÚMERO MÍNIMO DE SERVIDORES NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA E MANUTENÇÃO NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	49
TABELA 15 – BALANÇO ECONÔMICO DO MANEJO DE RESÍDUOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	52
TABELA 16 – VIABILIDADE ECONÔMICA DA TERCEIRIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ (SP).....	53
TABELA 17 – VALOR DO INVESTIMENTO PARA A TERCEIRIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA EM GUARATINGUETÁ (SP).....	54

## Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....</b>	<b>16</b>
3.1. PANORAMA BRASILEIRO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	16
3.2. LEGISLAÇÃO FEDERAL .....	17
3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	20
3.4. ALTERNATIVAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	22
3.5. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
3.6. VIABILIDADE ECONÔMICA ESTIMADA PELO MÉTODO DA CURVA ABC .....	26
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	28
4.2. ASPECTO HISTÓRICO E AMBIENTAL DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO.....	32
4.3. PARQUE AMBIENTAL SANTA LUZIA .....	33
4.4. PARÂMETROS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES E LIMPEZA URBANA .....	35
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
5.1. RESÍDUOS DOMICILIARES ÚMIDOS .....	37
5.2. RESÍDUOS DOMICILIARES SECOS OU RECICLÁVEIS .....	38
5.3. RESÍDUOS COMPOSTÁVEIS .....	42
5.4. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES DE LIMPEZA PÚBLICA .....	46
5.5. PROJETO DE ENCERRAMENTO DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO MUNICIPAL DE GUARATINGUETÁ .....	50
5.6. VIABILIDADE ECONÔMICA DOS INVESTIMENTOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES .....	52
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão correta dos serviços de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos urbanos no Brasil ainda são problemas a serem equacionados com urgência pelo poder público e pela sociedade, pois mesmo em áreas mais abastadas e desenvolvidas do país, impera a falta de planejamento, de gestão integrada e ineficiência dos serviços prestados.

Para a obtenção de soluções eficazes para os problemas inerentes aos resíduos sólidos, que podem se tornar vetores de doenças e, conseqüentemente, ameaça à saúde pública, é necessário refletir sobre a complexidade dos aspectos que determinam a solução definitiva para o tratamento daquilo que se acostumou denominar de lixo. Esta solução passa por planejamento físico e financeiro das atividades legalmente fundamentadas, aliado a ações ambientalmente corretas, executadas por profissionais capacitados.

Com a implantação de novos marcos legais para a prestação dos serviços de saneamento, entre os quais os de manejo de resíduos sólidos, definidos pela Lei do Saneamento Básico nº 11.445, a Lei nº 11.107/2005 dos Consórcios Públicos, e o Decreto nº 6.017/07 que o regulamentava, e as novas Resoluções Conama, que tratam dos resíduos da construção civil, dos resíduos de serviços de saúde e sobre licenciamento simplificado para aterros de pequeno porte, dentre outras, deu-se início a um processo desafiador de reversão do quadro de gestão, tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbanos (LIMA, 2007).

Após mais de vinte anos tramitando pelo poder legislativo foi promulgada a Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, regulamentada em 23 de dezembro do mesmo ano pelo Decreto nº 7404, com o objetivo de nortear as ações relativas ao manejo, ou seja, ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e rurais. A Lei Federal nº 12.305 surgiu em um momento de consumo crescente em todo o país, com uma produção per capita de 1,1 kg dia<sup>-1</sup> de resíduos, quando somados todos os tipos de resíduos (IBGE, 2012b). Até o ano de 2013 cerca de 50,8% das 188.800 toneladas de resíduos geradas por dia não têm a destinação final adequada, pois apenas 27,7% das cidades brasileiras dispõem seus resíduos em aterros sanitários, ou aterros de rejeitos, como determina a Lei 12.305/10. Fonte: <http://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/limpeza-publica-brasil-tem-menos-de-um-ano-para-acabar-com-os-lixoes.htm>. (UOL, 2013).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica e os benefícios ambientais da correta destinação final e tratamento, bem como, o possível reaproveitamento de resíduos sólidos domiciliares no município de Guaratinguetá (SP). O panorama nacional dos resíduos sólidos domiciliares, contendo informações sobre as

legislações nacionais, estaduais e municipais a serem atendidas para o correto manejo de resíduos sólidos foi apresentado de forma resumida. Foram realizadas estimativas para a geração futura de resíduos domiciliares no município de Guaratinguetá e a avaliação das possibilidades de reaproveitamento em reciclagem e compostagem, de gestão para viabilizar o atendimento as leis de saneamento, bem como, propiciar o planejamento e execução de serviços de limpeza urbana municipal. O retorno financeiro obtido com as práticas de reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos domiciliares do município de Guaratinguetá foi considerado no estudo da viabilidade econômica dos investimentos necessários à adoção destas atividades, para realização dos serviços de limpeza urbana de vias públicas e áreas verdes municipais, bem como, para o encerramento e posterior remediação da área do antigo lixão municipal. Com base neste estudo foi proposto um planejamento de ações para a solicitação junto a CETESB, do encerramento ambientalmente correto da área do antigo lixão municipal e sua posterior remediação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Diagnosticar a situação atual e avaliar a viabilidade econômica da coleta seletiva e compostagem para propor um plano de gestão dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município de Guaratinguetá, visando a limpeza urbana e a destinação adequada e economicamente viável dos resíduos e a diminuição dos riscos ambientais e à saúde pública.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar a gestão atual de resíduos domiciliares do município de Guaratinguetá (SP);
- Propor medidas para que o atendimento à legislação de saneamento municipal seja eficaz, para que os rejeitos domiciliares sejam dispostos em aterro sanitário e que os resíduos sejam reciclados ou compostados;
- Verificar a viabilidade de implantação de pátio de compostagem municipal;
- Projetar as médias de geração dos diferentes tipos de resíduos domiciliares em Guaratinguetá;
- Incrementar a eficiência da coleta seletiva municipal, otimizando seus resultados;
- Propor um conjunto de ações que promovam o encerramento e a remediação ambientalmente corretos da área hoje desativada, utilizada como vazadouro (lixão) de resíduos do município de Guaratinguetá (SP).

### 3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

#### 3.1. Panorama brasileiro da gestão de resíduos sólidos

Rodrigues e Cavinatto (1997) citaram que de acordo com os dados da ABRELPE, no Brasil até 1996, a produção média per capita é de cerca de 500g de resíduos por dia, dos quais 50% correspondiam a sobras de alimentos, ou resíduos orgânicos.

A NBR 10.004/2004, define como Resíduos Sólidos:

*“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”.*

Segundo Bidone e Povinelli (1999) os resíduos domiciliares são aqueles dentre os resíduos sólidos urbanos, que são gerados dentro dos domicílios. Após a regulamentação da Lei Federal nº 12.305, ficou estabelecido que os resíduos domiciliares podem ser divididos em dois grandes grupos: os resíduos úmidos, e os resíduos secos.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como resíduos úmidos, define-se todo resíduo composto por matéria orgânica, não reciclável e que possa ser facilmente biodegradável. Já por resíduos secos define-se todo tipo de resíduo composto de materiais que são dificilmente biodegradáveis, entretanto podem ser reciclados e reutilizados.

É impossível imaginar o desenvolvimento da civilização sem a geração de resíduos. Com o aumento da população e dos bens de consumo, o problema tornou-se cada vez maior e mais evidente (FIRMINO, 2013).

O grande desafio da humanidade está na disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) para que estes não causem impactos negativos no meio ambiente, como por



exemplo, os materiais depositados nas beiras de rios, estradas e terrenos. Para evitar a disposição inadequada de resíduos e rejeitos é necessário um plano de gerenciamento de resíduos, que envolva desde a concepção do projeto até a obra de fato.

Na Resolução nº 307/2002 CONAMA, entende-se gerenciamento de resíduos como:

*“o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos”.*

A reutilização de um determinado resíduo corresponde a sua aplicação sem qualquer tipo de transformação. Por outro lado, a reciclagem é a aplicação do resíduo após este ser submetido a algum processo de transformação, com alteração de volume, da composição química ou qualquer outra propriedade.

Uma comparação entre os resíduos brasileiros e os gerados em diversos países indicou que o resíduo domiciliar brasileiro possui uma das taxas mais elevadas de detritos orgânicos em sua composição, enquanto que em países mais desenvolvidos, predominam os papéis, papelões e plásticos em geral (SINIR, 2011). Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos evidenciam o grande desperdício de alimentos no lixo da população brasileira e o seu menor poder aquisitivo em comparação com os demais países desenvolvidos, pois o lixo nacional possui ainda grande parcela de resíduos úmidos em comparação aos resíduos dos países desenvolvidos, onde a parcela de lixo seco é relativamente maior, evidenciando a maior aquisição de bens e produtos industrializados.

### **3.2. Legislação Federal**

O serviço público de saneamento básico é tratado expressamente na Constituição da República Federativa do Brasil, especificamente em seus artigos 21, XX e 23, IX, que determinam as competências da União, dos Estados-Membros, do Distrito Federal e dos Municípios; art. 225, que disciplina o direito ambiental ecologicamente equilibrado; e o art. 196, no que tange ao direito à saúde e sua relação com esta espécie de serviço (Art. 196º).

Entre as leis federais mais importantes aplicáveis ao setor de saneamento pode-se citar a Lei Nº 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico – regulamentada pelo Decreto Nº

7.217/2010, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Em termos de competência institucional e legal, a promulgação desta lei criou um marco divisório bem definido para o setor de saneamento no Estado brasileiro, pois possui regras mínimas de relacionamento entre titulares, prestadores de serviços e usuários dos serviços de saneamento básico, a partir das quais os municípios deverão estabelecer legislação, normas e entidades próprias de regulação para as atividades operacionais relacionadas a estes serviços.

A partir da promulgação da Lei Nº 11.445/2007, cabe ao município, como titular dos serviços públicos, formular a política de saneamento básico, elaborar o seu plano municipal de saneamento, definir o ente responsável pela regulação e fiscalização, adotar parâmetros de controle dos serviços executados pelo operador, fixar direitos e deveres dos usuários, estabelecer mecanismos de controle social, promover a universalização ao acesso dos serviços de saneamento básico, definir metas, entre outras ações.

Outra lei federal de grande importância para o saneamento básico é a Lei Nº 11.107/2005, regulamentada pelo Decreto Federal Nº 6.017/2007. Esta lei dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Importante destacar o estabelecido no seu art. 2º, §3º: “Os consórcios públicos poderão outorgar concessão, permissão ou autorização de obras ou serviços públicos mediante autorização prevista no contrato de consórcio público, que deverá indicar de forma específica o objeto da concessão, permissão ou autorização e as condições a que deverá atender, observada a legislação de normas gerais em vigor”.

O saneamento básico está presente em alguns dispositivos de leis ordinárias, que não dispõem especificamente sobre este serviço público, entre as quais podem ser citadas, como principais: Lei Nº 6.776/1979 – Lei de Parcelamento do Solo; Lei Nº 8.080/1990 – Lei Orgânica da Saúde e Lei Nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade. Apesar de o saneamento básico ser essencial à saúde pública, à qualidade ambiental e ao desenvolvimento urbano, estas leis o tratam superficialmente.

A Lei Nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, merece destaque, pois trata do uso racional e sustentável da água. Esta lei proporciona meios para organizar, reger e controlar as disponibilidades e os diversos usos da água, recurso essencial ao desenvolvimento social e econômico.

Outros dispositivos legais, em nível federal, que merecem destaque são:

- Resolução CONAMA Nº 357/2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”;

- Resolução CONAMA Nº 380/2006, que "retifica a Resolução CONAMA Nº 375/2006 e define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados”;
- Resolução CONAMA Nº 377/2006, que “dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário”.
- Portaria Nº 2914/2011, do Ministério da Saúde, que “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

Em 23 de dezembro de 2010, o Decreto Nº 7.404 regulamentou a Lei Nº 12.305, já sancionada em 2 de agosto de 2010, que por sua vez, instituiu a *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, criou o *Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos* e ainda o *Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa*. Em seus 57 artigos esta lei esclarece que a responsabilidade da correta disposição no ambiente e do tratamento final dos diferentes tipos de resíduos é dos geradores.

Esta lei foi também uma espécie de resposta aos anseios dos catadores de materiais recicláveis, ou agentes ambientais, como passaram a ser designados pela nova legislação.

O artigo primeiro da Lei Federal Nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, dispendo dos seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (FIRMINO, 2013)

Em seu capítulo II, esta lei trata da prevenção e precaução como princípios para a geração de resíduos e também dos conceitos de poluidor-pagador e protetor-recebedor, para nortear as responsabilidades inerentes aos custos com o tratamento de resíduos. Parametriza o desenvolvimento sustentável com o princípio da cooperação entre diferentes esferas do poder público e demais segmentos da sociedade privada, balizadas pela sociedade.

Segundo a Lei 12.305/2010, entende-se por disposição ambientalmente adequada a:

*“distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”*

A PNRS teve como base a Lei Federal 11.445/07, e estas duas leis estabelecem uma série de conceitos relacionados ao manejo de resíduos sólidos em nosso país.

Com a criação da PNRS, definiu-se que o termo “lixo” não seria mais utilizado, estabeleceu-se então o uso dos termos resíduos sólidos, para todo material sólido que, após ter sua primeira utilidade esgotada, poderia ainda ser reutilizado em uma segunda função por outrem, ou ainda ser reciclado; e rejeitos, para tudo aquilo que já esgotou todas as formas de utilização e que deve ser disposto em um aterro de rejeitos, que é como passam a ser denominados os aterros sanitários.

### 3.3. Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos são classificados de acordo com sua origem e periculosidade, pela NBR 10.004/2004 da ABNT, conforme descrito a seguir.

#### *Quanto à origem*

- Domiciliar: são aqueles que são produzidos diariamente nas residências, constituídos por restos de alimentos, jornais, revistas, fraldas descartáveis, papel higiênico, plástico, vidro etc.. é importante ressaltar que alguns materiais que descartamos em casa são considerados perigosos, como pilhas, baterias, solventes, tintas, água sanitária entre outros. Portanto devem ser separados corretamente para destinação como resíduos perigosos e não como domiciliar.
- Comercial: são aqueles produzidos em estabelecimentos comerciais como supermercados, lojas, bancos etc.. são constituídos em sua maioria de papelão, plásticos, embalagens; e também podem conter materiais orgânicos.
- Público: são os resíduos gerados através da manutenção da limpeza de locais públicos como vias, terrenos, rios, praias, feiras livres, vegetais, etc..
- Hospitalar ou serviços de saúde: são aqueles oriundos de hospitais, prontos socorros, enfermarias, farmácias, clínicas, laboratórios, etc.. geralmente constituídos de curativos, seringas, agulhas, algodão, remédios, luvas e materiais que podem ser agentes causadores de doenças; por isso devem ter um cuidado especial.
- Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: os resíduos coletados nesses locais são considerados “resíduos sépticos” pois podem conter agentes causadores de doenças trazidas de outros países, estados e cidades.
- Industrial: são aqueles oriundos de processos industriais. Este tipo de resíduo é bem relativo devido a grande variedade de indústrias (metalúrgica, químicas, papeleiras, petroquímicas, alimentícias etc..) e grande quantidade desses resíduos são considerados perigosos. São

constituídos de papel, plástico, madeira, cerâmicas, cinzas, borrachas, escórias, vidros, óleos, vidros, fibras, metal, lodos, ácidos e resíduos alcalinos etc..

- Agrícola: são aqueles gerados por atividades agrícolas e pecuária (cultivo de grãos, plantações, criação de animais, etc..). São constituídos de materiais orgânicos (palhas, estrume, cascas etc..), defensivos agrícolas, embalagens, restos de adubos, dentre outros.

- Entulho: são aqueles resultantes da construção civil, demolição, reformas, processos de escavações, dentre outros. São constituídos de tijolos, blocos, material cerâmico, gesso, restos de solo, cimento, metais, amianto etc.. este tipo de resíduo pode ser reaproveitado quase que ao todo, porém não é o que acontece na maioria dos casos.

### *Classificação quanto à periculosidade*

De acordo com a NBR 10.004/2004 da ABNT entende-se por periculosidade de um resíduo:

*“Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada”.*

A ABNT normatiza a classificação de resíduos na ABNT NBR 10.004/2004, quanto aos potenciais riscos ao meio ambiente e a saúde pública em duas classes: Classe I – Perigosos e Classe II – Não Perigosos, sendo a última subdividida em Classe II A (não inertes) e Classe II B (inertes).

**Resíduos Classe I – Perigosos:** são aqueles que por suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade ou mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica; podem apresentar riscos ao meio ambiente e a saúde pública. Este tipo de resíduo exige tipos de tratamentos para sua disposição final de acordo com os cinco itens listados acima.

### **Resíduos Classe II – Não perigosos**

- Resíduos Classe II A – Não inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade e

não são inertes. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos Classe II B – inertes: são aqueles resíduos que, quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura 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 (NBR 10.004/2004). Isto é, a água permanecerá potável quando em contato com este tipo de resíduo. Além disso, este resíduo quando disposto no solo se degrada muito lentamente e não se decompõe.

### **3.4. Alternativas de disposição final dos resíduos sólidos**

Entre as alternativas de disposição final de resíduos sólidos urbanos, a mais utilizada, anterior à Lei Nº 12.305/2010 da PNRS, era o lixão. Posteriormente ganharam destaque os aterros controlados e os aterros sanitários, descritos a seguir.

- Lixões: é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto (IPT, 1995).

- Aterro Controlado: Os aterros controlados são locais intermediários entre o lixão e o aterro sanitário. Trata-se geralmente de antigas células que foram remediadas e passaram a reduzir os impactos ambientais e a gerenciar o recebimento de novos resíduos. Esses locais recebem cobertura de argila e grama e fazem a captação dos gases e do chorume. O biogás é capturado e queimado e parte do chorume é recolhida para a superfície. Os aterros controlados são cobertos com terra ou saibro diariamente, fazendo com que o lixo não fique exposto e não atraia animais (D'ALMEIDA, 2000).

- Aterros Sanitários: são espaços preparados para a deposição final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana. Esses locais são planejados para captar e tratar os gases e líquidos resultantes do processo de decomposição, protegendo o solo, os lençóis freáticos e o ar (JARDIM, 1995). As células são impermeabilizadas com mantas de PVC e o chorume é drenado e depositado em um poço, para tratamento futuro. O biogás é drenado e pode ser queimado em *flaires* ou aproveitado para eletricidade. Por ser coberto por terra diariamente não há proliferação de pragas urbanas. É uma alternativa de disposição de resíduos sólidos no solo, que não causa danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos

ambientais (IPT, 1995). É, portanto, um método que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e para reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão da jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário (IPT, 1995).

- Compostagem: é um sistema de reciclagem dos nutrientes e uma forma de acelerar a decomposição da matéria orgânica em relação ao que ocorreria no meio ambiente, melhorando as condições de atividade dos microrganismos (ORRICO JÚNIOR et al., 2009). É um dos meios mais eficientes para o aproveitamento de resíduos orgânicos para fins agrícolas (SATISHA e DEVARAJAN, 2007) e na eliminação de elementos patogênicos, além do baixo custo do processo (COSTA et al., 2009). Segundo Torres et al., (2007) no processo de compostagem, ocorre a redução do volume inicial de resíduos, a degradação de substâncias tóxicas ou patogênicas, a estabilização da matéria orgânica biodegradável, podendo assim ser manejada, estocada e posteriormente aplicada como adubo orgânico. Esta aplicação ocorrerá sem riscos de causar efeitos nocivos ao meio ambiente, desde que utilizada em dosagens adequadas (ORRICO et al., 2007).

- Incineração: consiste na queima dos detritos em um incinerador ou usina de incineração, a temperaturas superiores a 900 graus Celsius com vantagens do método podem-se citar a redução significativa do volume dos dejetos municipais (principalmente cinzas de compostos orgânicos e aglomerados inorgânicos solidificados), a diminuição do potencial tóxico dos dejetos e a possibilidade de utilização da energia liberada com a queima. O uso desta técnica no Brasil é bastante incipiente em torno de 30 municípios optaram por incinerar seus resíduos sólidos (D'ALMEIDA, 2000).

A PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Esta lei integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela Lei Nº 11.445, de 2007, e com a Lei Nº 11.107, de 6 de abril de 2005.

### 3.5. Gestão de resíduos sólidos

Existe uma grande vantagem para os municípios que elaborarem seus planos de gestão de resíduos sólidos, no que se refere ao acesso a recursos financeiros federais. Segundo a Lei Nº 12.305/2010, a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, é condição para os municípios terem acesso a recursos da união, ou por ela controlados, destinados a obras e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. Em outras palavras, os municípios que, passados vinte e quatro meses da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, não tiverem elaborados seus planos municipais, estarão cerceados de contrair financiamento federal para as áreas de saneamento.

De acordo com a PNRS, terão prioridade ao acesso dos recursos da união, os municípios que implantarem a coleta seletiva, em seus domínios, preferencialmente utilizando-se de associações ou cooperativas de catadores, formadas por pessoal de baixa renda.

Os objetivos fundamentais da Lei Nº 12.305/2010 são:

- I - A prevenção e a precaução;
- II - O poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- III - A visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- IV - O desenvolvimento sustentável;
- V - A ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
- VI - A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII - A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII - O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- IX - O respeito às diversidades locais e regionais;
- X - O direito da sociedade à informação e ao controle social;
- XI - A razoabilidade e a proporcionalidade.



São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- I - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- V - Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI - Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- VII - Gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII - Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX - Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- X - Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;
- XI - Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:
  - a) Produtos reciclados e recicláveis;
  - b) Bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;
- XII - Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- XIII - Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
- XIV - Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;
- XV - Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Ainda segundo a Lei Nº 12.305/2010, são instrumentos da PNRS, entre outros, os planos de resíduos sólidos, que analogamente ao que se propõe neste trabalho, podem ser de esfera municipal, microrregional, intermunicipal, estadual e nacional, bem como o incentivo à

criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária; a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; a pesquisa científica e tecnológica e a educação ambiental. Todos estes instrumentos são anualmente relatados pelo poder público municipal, por meio do envio ao governo federal, de planilha de dados que informa a evolução das políticas públicas locais e sua aderência às exigências destas leis. Estes relatórios são enviados ao sistema nacional de informações sobre saneamento - SNIS. A PNRS também se refere aos resíduos como: doméstico, industrial, da construção civil e demolição, eletrônicos, lâmpadas de vapores mercuriais, agropastoril, de serviços de saúde, perigosos, verdes entre outros.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT por meio da Norma NBR 10.004 de 2004, dispõe sobre o conceito de resíduos sólidos industriais sólidos ou semi-sólidos, resultado de atividades industriais. Entre os resíduos sólidos industriais (RSI) também estão incluídos os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isto, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível (ZANELLA, 2011). Os resíduos são analisados por um grupo de normas técnicas nacionalmente padronizadas pela ABNT:

- NBR 10.007/2004 – Amostragem de resíduos – procedimento utilizado para a amostragem representativa dos resíduos que serão analisados.
- NBR 10.005/2004 – Lixiviação de resíduos – procedimento utilizado para obtenção de extrato lixiviado do resíduo em análise.
- NBR 10.006/2004 – Solubilização de resíduos – procedimento utilizado para a obtenção de extrato solubilizado do resíduo em análise.
- NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos – classificação proposta em listagens de resíduos por tipo de indústria e padrões de concentração de agentes poluidores.

### **3.6. Viabilidade econômica estimada pelo método da curva ABC**

A curva ABC, ou 80-20, é um método de classificação de materiais baseado em um teorema do economista italiano Vilfredo Pareto, que analisou na Itália, no século XIX, a

relação entre a renda e a riqueza da população italiana, e descobriu que 20% da população detinha 80% da riqueza, e a partir daí utilizou esta relação para equacionar problemas relativos à qualidade, gestão de estoques, perdas de produção, reclamações de clientes, custos de manutenção, entre outros.

Segundo Werkema (1995), a curva ABC estabelece que os problemas relacionados à qualidade podem ser classificados nas categorias pouco vitais ou muito triviais. Os classificados como pouco vitais apresentam uma pequena quantidade de problemas que, no entanto, são importantes, pois resultam em grandes perdas para administração do empreendimento em que se situa. Por outro lado, os muito triviais apresentam uma grande quantidade de problemas, que não geram grande impacto sobre o negócio a que pertencem, convertendo-se em problemas pouco significativos para a gestão.

A partir da metodologia da curva ABC é possível priorizar ações e abordar um menor número de itens (CARVALHO, 2002). A aplicação deste método pode reduzir o tempo de armazenagem dos materiais, propiciando maior giro dos bens acabados, acarretando em menor tempo para liquidar os estoques e movimentar a cadeia de produção.

A curva ABC é uma ferramenta útil para a verificação em um espaço de tempo determinado em meses ou anos, do consumo em quantidade ou em valor monetário, dos itens estocados que são classificados em ordem decrescente de importância. Para os itens de maior valor ou quantidade dá-se a denominação de “itens classe A”, os intermediários denominam-se de “itens de classe B”, e os menos importantes, “itens classe C”. O objetivo da divisão dos itens consumidos em classes é o de estabelecer critérios gerais para o dimensionamento dos estoques, ou para o estabelecimento de métodos de controle (MARTINS e ALT, 2006).

Carvalho (2012) utilizou o método da curva ABC para a reestruturação da gestão de estoques no almoxarifado de uma empresa de lubrificantes e relatou que este método, além de ser eficiente para a administração de estoques, também apresenta potencial para definir políticas de vendas, para o estabelecimento de prioridades gerenciais e para a programação da produção.

Loprete et al. (2009), comprovaram que o método ABC aplicado à análise de estoque, auxiliou os administradores de uma empresa de recursos patrimoniais a gerenciar com precisão as condições dos itens em estoque, atingindo níveis mais ágeis de estoques de reposição, valorizando os materiais armazenados e a posterior tomada de decisões sobre as vendas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Guaratinguetá integra a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, situando próximo à divisa entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresentando uma localização estratégica e privilegiada, entre as duas maiores regiões metropolitanas do país, distando somente de 176 km da capital do estado de São Paulo (Figura 1).



Figura 1 – Localização do município de Guaratinguetá no Estado de São Paulo.

Fonte: Wikipedia (2014).

O município de Guaratinguetá foi elevado à categoria de estância turística pelo projeto de Lei aprovado na Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo em 3 de julho de 2014, o que possibilitou a captação de recursos do Departamento de apoio ao desenvolvimento de estâncias, DADE, órgão ligado à secretaria de turismo estadual que investe em infraestrutura, no setor de turismo, que é forte na cidade, na religiosidade, por ser a cidade natal de frei Galvão, o primeiro santo brasileiro, na cultura e esportes de aventura (GUARATINGUETÁ, 2014).

Existe uma tendência ao aumento da geração de resíduos na cidade de Guaratinguetá, motivada pelo aumento do consumo da população flutuante e do desenvolvimento socioeconômico local, considerando que o município apresenta um Índice de

desenvolvimento humano (IDH) de 0,798, sendo o 47º maior valor de IDH do país (PNUD, 2010).

Os serviços de saneamento, conforme a Lei federal 11.445 de 5 de janeiro de 2007, compreendem o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a drenagem das águas pluviais e a limpeza urbana. Sendo que o abastecimento de água e o esgotamento sanitário são geridos no município pela Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), e a drenagem e a limpeza urbana ficam sob a responsabilidade da prefeitura municipal.

A população de Guaratinguetá, de acordo com o Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013), era de 114.057 habitantes em 2012, que ocupando uma área de 752,64 Km<sup>2</sup>, resulta em uma densidade demográfica de 151,5 habitantes km<sup>2</sup>.

A geração atual de resíduos sólidos urbanos no município, conforme dados da SAEG, é, em média, de 70,715 toneladas dia<sup>-1</sup>, considerando neste cálculo os resíduos úmidos e os secos, como são atualmente divididos os resíduos domiciliares, pela Lei Federal Nº 12.305/2010.

A média de geração per capita de resíduos sólidos é função da quantidade de resíduos coletados em uma cidade dividida pela população beneficiada por esses serviços e pode variar de acordo com fatores culturais, hábitos de consumo, padrão de vida e renda familiar, que define o poder de compra (BIDONE; POVINELLI, 1999).

Barros et al. (2009), registraram um aumento significativo da renda do brasileiro no período de 2000 a 2008, em especial da população mais pobre. As famílias de menor poder de compra, quando aumentam sua renda, apresentam maior Propensão Marginal ao Consumir (PMgC) (NEVES; CROCOMO, 2005). Portanto, o aumento da renda de consumidores de menor poder aquisitivo resulta em maior consumo e geração de resíduos do que resultaria para os consumidores de maior poder aquisitivo. Este comportamento pode ser explicado, pelo fato de não ser possível a obtenção, por exemplo, de todos os produtos elementares à alimentação de uma família pela população que se enquadra nas faixas de menor renda, sendo um fator relevante para a consequente geração de resíduos.

Até o ano de 1970 os resíduos sólidos urbanos de Guaratinguetá eram dispostos nas margens do rio Paraíba do Sul, em local próximo à Praça Cristóvão Colombo, no bairro Nova Guará (NASCIMENTO et al., 2006 apud SAEG, 2010). Este local transformou-se posteriormente em um bairro residencial, de classe média baixa, com alguns estabelecimentos comerciais, o que minimizou a disposição de resíduos. Entretanto, até o ano de 2006 esta área

ainda era utilizada por alguns moradores como depósito de materiais orgânicos, recicláveis ou entulhos (Figura 2).



Figura 2 – Antigo depósito de lixo em área de várzea, às margens do rio Paraíba do Sul, no município de Guaratinguetá. Fonte: NASCIMENTO et al. (2006).

Após 1970, devido à urbanização da área, a disposição dos resíduos urbanos passou a ser feita no lixão, em uma área de aproximadamente 4 ha, sem proteção, onde o lixo não era regularmente coberto com terra (Figura 3). O lixão localizava a cerca de 3 km do centro da cidade e, aproximadamente, a 1 km do rio Paraíba do Sul, entre os bairros Santa Luzia e Vila Municipal I e II, na estrada vicinal Dr. Rafael Américo Ranieri. Na área de várzea, entre o lixão e o rio Paraíba do Sul, era e continua sendo desenvolvida a rizicultura irrigada, cuja localização, sugere o recebimento direto do chorume produzido pelos resíduos em decomposição (WEHENPOHL; PFAFF-SIMONEIT, 1993 apud SAEG, 2011).

Como pode ser observado, neste local eram depositados todos os tipos de resíduos, inclusive de saúde e industriais, de pequenas indústrias. Os resíduos industriais das empresas de grande porte eram depositados em terrenos denominados de bota-foras, mas a partir de 1985, estas empresas passaram a destiná-los aos aterros industriais de classe I e II existentes na região (SAEG, 2010).

A partir de 04 de dezembro de 1991, por meio da lei municipal 2.335 e um convênio da Prefeitura com a empresa BASF S.A., os resíduos de saúde do município de Guaratinguetá passaram a ser incinerados por esta empresa (SAEG, 2010).



Figura 3 – Lixão do município de Guaratinguetá em área de várzea, ocupada com rizicultura irrigada. Fonte: Nascimento et al. (2006)

No ano de 1998, por intervenção da CETESB, a Prefeitura Municipal de Guaratinguetá assinou um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, que estabelecia as medidas necessárias para a recuperação sanitária da área do lixão (Figura 3) e a escolha de uma nova área para a disposição dos resíduos, o desenvolvimento do projeto para implantação de sistema adequado de disposição final dos resíduos, bem como, os prazos para a sua implantação. O TAC estabelecia, ainda, que os resíduos sólidos não poderiam ser depositados no lixão do bairro Santa Luzia e, a partir de 1 de janeiro de 2006, a área teria que ser recuperada (SAEG, 2010).

Segundo o Relatório Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares da CETESB, a área utilizada para a disposição final do lixo, era imprópria e estava com sua capacidade esgotada. Desta forma, deu-se início no ano 2000, a um processo de melhoramento do lixão, até a obtenção da qualificação de aterro controlado em 2004, com a retirada de catadores, a implantação de coleta seletiva solidária, cooperativa “Amigos do Lixo de Guaratinguetá”, a retirada de animais, o cercamento da área, a instalação de drenagem do chorume e do sistema de drenagem de gases, os quais até 2005 não funcionavam de maneira adequada. É importante ressaltar que, neste período, nem todos os catadores aderiram ao programa de coleta seletiva solidária e continuaram a invadir o lixão durante a noite. Contudo, mesmo que todas essas ações fossem concluídas, os problemas causados pela disposição inadequada dos resíduos durante 30 anos, como a poluição do solo, da água e do ar continuariam a existir. Mesmo com um controle rígido visando a disposição adequada dos resíduos sólidos, o lixo continuaria soterrado naquele espaço por tempo indeterminado (SAEG, 2010).

Somente em 2006, após aproximadamente 13 anos, do primeiro estudo para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, iniciou-se a sua implantação no município. A

gestão dos resíduos passou a ser de competência do SAAEG, que passou a ser denominado Serviço Autônomo de Águas, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá, estruturado para ser uma autarquia de saneamento ambiental, passando a ser o responsável pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos (SAEG, 2010).

Com a necessidade de destinar de forma adequada as 70 toneladas diárias de resíduos produzidas e com os prazos para adequação esgotando-se, a Prefeitura Municipal de Guaratinguetá optou pela terceirização parcial dos serviços (SAEG, 2010).

No mesmo ano de 2006, iniciaram-se os trabalhos de conscientização ambiental visando a diminuição da geração de resíduos. Estes trabalhos são desenvolvidos com as crianças do ensino básico da rede municipal, contando com visitas monitoradas ao Parque ambiental Santa Luzia, onde são transmitidos os conceitos de aterro sanitário, lixão, coleta seletiva, ciclo de vida dos materiais e sustentabilidade.

#### **4.2. Aspecto histórico e ambiental da área do antigo lixão**

No ano 2000 foram iniciadas as atividades da Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá, que é a central de triagem municipal, responsável por coletar, separar e dar a destinação final ambientalmente adequada para os materiais recicláveis oriundos da entrega voluntária de empresas locais e, principalmente, da coleta seletiva municipal, que teve início somente no ano de 2009.

A Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá possui desde o ano de 2001 uma concessão oriunda da prefeitura municipal de Guaratinguetá para coletar, separar e comercializar os materiais recicláveis gerados pelos munícipes. Esta foi a primeira vez que no Brasil uma cooperativa de catadores, agora denominados agentes ambientais, recebeu uma concessão pública de uma prefeitura municipal para exercer os serviços de coleta seletiva.

Os cooperados da Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá, hoje classificados como agentes ambientais, transformam os resíduos em fonte de renda para suas famílias, entretanto, até o ano 2000 viveram e tiraram seu sustento no local que desde 1970 era o vazadouro municipal, ou seja, um lixão a céu aberto. Esta situação somente foi alterada, com a delimitação da área no ano de 2004, fazendo com que o local obtivesse a classificação de aterro controlado pela CETESB.

Após o encerramento do lixão do município de Guaratinguetá, em 2006, ocorreu a transformação da área de descarte de resíduos a céu aberto de forma irregular em um parque ambiental, denominado Parque Ambiental Santa Luzia, com o encerramento da disposição dos resíduos no lixão. Atualmente, os resíduos sólidos domiciliares coletados têm sido



encaminhados para o aterro sanitário da cidade de Cachoeira Paulista, a mais próxima, distando somente de 36 km de Guaratinguetá.

O local do antigo lixão corresponde a uma área de 4 ha (SAEG, 2010), situado na Estrada Vicinal Professor Américo Ranieri, 900, distando apenas 3 quilômetros do centro urbano da cidade de Guaratinguetá - SP. Neste parque, com facilidade de acesso para todas as pessoas, existem rampas para acessibilidade de portadores de necessidades especiais, quadras de vôlei e futebol, parquinho para crianças, pista para caminhada com 250 metros de comprimento, além de uma brinquedoteca, e uma sala de educação ambiental. O local é ainda a sede da diretoria de manejo de resíduos sólidos do município.

A partir do encerramento da disposição ilegal de resíduos em Guaratinguetá, e da disposição no aterro sanitário de Cachoeira Paulista, a qualidade dos serviços de coleta e tratamento final passou a ser avaliada pela CETESB anualmente, através da publicação do inventário de resíduos sólidos domiciliares (Tabela 1).

Tabela 1 - Inventário CETESB para o município de Guaratinguetá. Fonte: CETESB (2013).

Ano	Nota
2004	4,5
2005	4,7
2006	10,0
2007	10,0
2008	10,0
2009	10,0
2010	10,0
2011	8,4
2012	9,4

### 4.3. Parque Ambiental Santa Luzia

Após a execução dos sistemas de drenagem de gases e de chorume, bem como a impermeabilização do solo com argila, a área foi coberta com grama, iniciando-se as edificações. Procurou-se fazer as edificações nos locais que não haviam sido utilizados para a disposição dos resíduos, como é o caso do Portal de Acesso e do setor administrativo. Já para a construção da Casa Tronco, sala de educação ambiental e brinquedoteca, abaixo

especificados, foi necessário escavar aproximadamente 1,5m, retirar o lixo existente no local e compactar a área.

No dia 16 de dezembro de 2006, foi inaugurado o Parque Ambiental Santa Luzia, que funciona nos dias atuais como área de lazer, principalmente para a população do entorno, a qual convivia diretamente com a problemática do lixão e, para atender atividades de educação ambiental do município e da região (Figura 4).



Figura 4 – Vista aérea do parque ambiental Santa Luzia no município de Guaratinguetá (SP).

Fonte: SAEG (2010).

A infraestrutura do parque ambiental compreende:

- Portal de acesso para administração do parque com sanitários públicos, praça de acesso, sala de apoio para conservação do parque e atendimento ao público;
- Uma casa de tronco como núcleo de educação ambiental, brinquedoteca e área para eventos;
- Quatro quiosques de bambu;
- Jardim dos sentidos;
- Parque infantil, campo de futebol, quadra de areia para vôlei;
- Caminho educacional do lixo, contendo 26 painéis auto-explicativos, sobre geração, tratamento e disposição final dos resíduos, em tinta e em braile;
- Galeria do lixo em rampa e escada, com um visor em vidro para visualizar as camadas de lixo soterradas;
- Anfiteatro ao ar livre, para desenvolver atividades lúdicas e teatrais;

- Canteiro de mudas para manutenção do jardim do parque e para as atividades de educação ambiental;
- Estacionamento para a frota de veículos da administração pública e visitantes.

#### **4.4. Parâmetros utilizados na avaliação dos resíduos domiciliares e limpeza urbana**

Para a realização deste estudo foram realizados levantamentos bibliográficos para a obtenção de dados, informações e indicadores da geração e coleta de resíduos recicláveis desenvolvidos pelos órgãos responsáveis pelo saneamento municipal de Guaratinguetá, como a Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá e a Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG). Estes dados foram empregados na avaliação e na comparação com os indicadores nacionais, baseados em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os parâmetros avaliados foram classificados pelo método desenvolvido por Vilfredo Pareto na Itália, conhecido como classificação ABC, ou curva ABC, que identifica entre os diversos resíduos, aqueles que devem ser classificados como classe A, B ou C, sendo os mais relevantes para a administração da central de triagem, os que são intermediários, e aqueles que podem ter menor cuidado administrativo, respectivamente. Para a aplicação do método ABC foi considerado um período de trinta anos, tendo como base, o ano de 2014.

A infraestrutura atual do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de Guaratinguetá foi diagnosticada por meio de visitas técnicas ao Parque Ambiental Santa Luzia, a Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá, a Central de Triagem de Resíduos de Construção Civil e ao Ecoponto municipal, inaugurado no bairro do Pedregulho, obtendo dados da coleta, transbordo, transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município de Guaratinguetá.

Para a avaliação da situação atual da gestão de resíduos sólidos do município de Guaratinguetá foram consultadas a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal nº 12.305/2010 e a Lei Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007. A geração média atual, de 70,715 t dia<sup>-1</sup> de resíduos sólidos urbanos no município de Guaratinguetá e as estimativas de crescimento populacional foram aplicadas para a previsão de um cenário futuro de trinta anos. Para a criação desse cenário futuro foi considerada a taxa de crescimento populacional geométrica de 0,61% (SEADE, 2013) e a geração de resíduos *per capita* de 0,620 kg dia<sup>-1</sup> (SAEG, 2010) como a média para o período de 30 anos. E, para efeito de

cálculo foi utilizada a porcentagem dos resíduos úmidos, que é a sobra da separação do material reciclado e corresponde a 56% do total em massa (HAMADA, 2010). A partir da estimativa do volume total acumulado dos resíduos dispostos em aterro foi possível propor a disposição ambientalmente correta, bem como, o volume de rejeitos e as camadas de solo necessárias para a formação das células de aterro.

De acordo com Boscov (2008), no Brasil existem normas para a correta disposição final de resíduos perigosos, não perigosos, inertes e de construção civil. No entanto, não existe uma norma específica para critérios de projeto, construção e operação de aterros sanitários.

No Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) exige para resíduos Classe II, uma camada de solo argiloso compactado com 0,6 m de espessura e coeficiente de permeabilidade inferior a  $1 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$  sobreposta por uma geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) de 2 mm de espessura e coeficiente de permeabilidade de cerca de  $10^{-14} \text{ m s}^{-1}$ .

Adotou-se para cálculo do volume acumulado em aterro, uma densidade de  $600 \text{ kg m}^{-3}$  para os resíduos úmidos em bem compactados em disposição final e considerou-se ainda que a relação de cobertura de terra no aterro sanitário será de 25% em relação ao volume total de resíduos destinados ao mesmo (HAMADA, 2009).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resíduos domiciliares úmidos

A Tabela 2 apresenta a estimativa de geração de RSU e do volume de rejeitos a serem enviados para aterro pelo município de Guaratinguetá, para os próximos 30 anos.

Tabela 2 – Geração de resíduos sólidos urbanos e volume de rejeitos a serem enviados para aterro no período de 30 anos, pelo município de Guaratinguetá (SP).

Ano	População estimada	Quantidade de resíduos para disposição final em aterro				Volume total (lixo+solo) acumulado (m <sup>3</sup> )
	Total	Volume (t dia <sup>-1</sup> )	Volume (t ano <sup>-1</sup> )	Acumulado anual (t)	Volume acumulado no aterro (m <sup>3</sup> )	
2014	114.057	39,601	14.454	14.454	24.090	30.112
2015	114.753	39,842	14.542	28.996	48.327	60.409
2016	115.453	40,085	14.631	43.627	72.712	90.891
2017	116.157	40,330	14.720	58.348	97.246	121.558
2018	116.866	40,576	14.810	73.158	121.930	152.412
2019	117.578	40,823	14.900	88.058	146.764	183.455
2020	118.296	41,072	14.991	103.050	171.750	214.687
2021	119.017	41,323	15.082	118.132	196.888	246.110
2022	119.743	41,575	15.174	133.307	222.179	277.724
2023	120.474	41,828	15.267	148.575	247.625	309.531
2024	121.209	42,084	15.360	163.935	273.225	341.532
2025	121.948	42,340	15.454	179.389	298.983	373.728
2026	122.692	42,599	15.548	194.938	324.897	406.121
2027	123.440	42,858	15.643	210.581	350.969	438.711
2028	124.193	43,120	15.738	226.320	377.200	471.500
2029	124.951	43,383	15.834	242.155	403.591	504.489
2030	125.713	43,648	15.931	258.086	430.144	537.680
2031	126.480	43,914	16.028	274.115	456.858	571.073
2032	127.251	44,182	16.126	290.241	483.735	604.669
2033	128.028	44,451	16.224	306.466	510.776	638.471
2034	128.809	44,722	16.323	322.789	537.982	672.478
2035	129.594	44,995	16.423	339.212	565.354	706.693
2036	130.385	45,270	16.523	355.736	592.894	741.117
2037	131.180	45,546	16.624	372.360	620.601	775.751
2038	131.980	45,824	16.725	389.086	648.477	810.596
2039	132.786	46,103	16.827	405.913	676.523	845.653
2040	133.595	46,384	16.930	422.844	704.740	880.925
2041	134.410	46,667	17.033	439.877	733.129	916.411
2042	135.230	46,952	17.137	457.015	761.691	952.114
2043	136.055	47,238	17.242	474.257	790.428	988.035

Com base nestes dados foi possível verificar que a geração de resíduos sólidos domiciliares pelo município de Guaratinguetá ao longo de trinta anos poderá resultar em um volume acumulado total de 790.428 m<sup>3</sup> de resíduos úmidos. Caso este montante não seja reduzido, pela diminuição de geração ou por práticas como a compostagem e a reciclagem,

como estabelece a Lei 12.305/2010, o volume de aterro necessário será de 988.035 m<sup>3</sup>, o que diminuirá sua vida útil.

Na avaliação do gerenciamento de resíduos úmidos adotado no município de Guaratinguetá, verificou-se que um grande passo foi dado com o encerramento da disposição ilegal de resíduos em lixão e envio para o aterro municipal de Cachoeira Paulista. Entretanto, ainda há necessidade de um plano de encerramento do uso desta área para a regularização da situação junto à CETESB e, principalmente, de mitigação dos efeitos da possível contaminação da área.

A geração de resíduos domiciliares e sua disposição em aterro devem ser minimizadas para aumentar a vida útil do aterro regional, e para atender a PNRS que estabelece que somente os rejeitos devem ser dispostos em aterros, o que ainda não é prática do município por ainda não ter adotado a prática de compostagem dos resíduos úmidos.

## 5.2. Resíduos domiciliares secos ou recicláveis

De acordo com os dados fornecidos pela SAEG, atualmente são separados em triagem, pelos 37 cooperados em atividade, 2 t dia<sup>-1</sup> em média de diversos tipos de materiais recicláveis, oriundos de grandes geradores parceiros, como comerciantes e indústrias locais e, principalmente, da coleta seletiva municipal.

A composição gravimétrica dos resíduos que passam pela central de triagem municipal apresentam, em média, 56,7% de resíduos úmidos, que podem ser compostados e dos 43,3% restantes somente 21,67% são recicláveis e os rejeitos que sobram desta separação devem ser enviados ao aterro sanitário, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição gravimétrica dos resíduos domiciliares de Guaratinguetá (SP).

Porcentagem						
Resíduos gerados	100%					
<i>Gravimetria</i>						
Componente	Porcentagem em peso (base úmida)			% Relativa	% efetivamente	
				Viável	Viável	
Resíduos úmidos	56,70%		Compostável	80%	45,36%	
Papel	11,30%	43,30%	Reciclável	46%	5,20%	
Papelão	8,40%		Reciclável	80%	6,72%	
Alumínio	2,30%		Reciclável	98%	2,25%	
Vidro	1,40%		Reciclável	47%	0,66%	
PET	5,00%		Reciclável	56%	2,80%	
Plásticos	10,40%		Reciclável	21%	2,18%	
Aços	3,20%		Reciclável	49%	1,57%	
Longa vida	1,30%		Reciclável	22%	0,29%	
<b>Soma</b>	<b>100,00%</b>					<b>21,67%</b>

A geração de resíduos domiciliares tende a aumentar devido a vários fatores, como o aumento da renda dos munícipes, que traz consigo um maior consumo e, por consequência, maior descarte de resíduos úmidos e secos, embalagens e materiais diversos. A Tabela 4 mostra os cálculos do cenário futuro para os próximos 30 anos.

Tabela 4 – Cenário futuro da geração de resíduos recicláveis nos próximos 30 anos pelo município de Guaratinguetá (SP).

Ano	População estimada	Resíduos gerados em Guaratinguetá (SP)			
		Volume (t dia <sup>-1</sup> )	Volume (t ano <sup>-1</sup> )	Acumulado anual (t)	Acumulado efetivamente reciclável* (t)
2014	114.057	70,715	25.811	25.811	5.593
2015	114.753	71,147	25.968	51.779	11.220
2016	115.453	71,777	26.198	77.978	16.897
2017	116.157	72,017	26.286	104.264	22.594
2018	116.866	72,457	26.446	130.711	28.325
2019	117.578	72,899	26.608	157.319	34.091
2020	118.296	73,544	26.843	184.162	39.908
2021	119.017	73,791	26.933	211.096	45.744
2022	119.743	74,241	27.097	238.194	51.616
2023	120.474	74,694	27.263	265.457	57.524
2024	121.209	75,355	27.504	292.962	63.484
2025	121.948	75,608	27.596	320.559	69.465
2026	122.692	76,069	27.765	348.324	75.481
2027	123.440	76,533	27.934	376.258	81.535
2028	124.193	77,211	28.181	404.440	87.642
2029	124.951	77,470	28.276	432.717	93.769
2030	125.713	77,942	28.448	461.165	99.934
2031	126.480	78,418	28.622	489.788	106.137
2032	127.251	79,112	28.875	518.664	112.394
2033	128.028	79,377	28.972	547.636	118.672
2034	128.809	79,861	29.149	576.786	124.989
2035	129.594	80,348	29.327	606.113	131.344
2036	130.385	81,060	29.586	635.700	137.756
2037	131.180	81,332	29.686	665.386	144.189
2038	131.980	81,828	29.867	695.253	150.661
2039	132.786	82,327	30.049	725.303	157.173
2040	133.595	83,056	30.315	755.618	163.742
2041	134.410	83,334	30.417	786.035	170.333
2042	135.230	83,843	30.602	816.638	176.965
2043	136.055	84,354	30.789	847.427	183.637

\* A Porcentagem efetivamente reciclável é de 21,67%, conforme Hamada (2010).

A Tabela 5 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos recicláveis, de acordo com o balancete anual do ano de 2013 da Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá.

Tabela 5 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis do município de Guaratinguetá (SP).

Material	Quantidade (t mês <sup>-1</sup> )	Preço de venda (R\$ t <sup>-1</sup> )
Papelão	22	490,00
Papel	6	530,00
Aços	4	500,00
Alumínio	5	2.800,00
Vidros	6	180,00
Plástico rígido	5	1.700,00
Plástico filme	3	1.800,00
PET	5	1.850,00
Longa Vida	4	250,00
Total	60	

A partir desta tipificação, teríamos o preço médio de R\$ 916,89 para uma tonelada de material na Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá, e a partir do cálculo do volume de materiais que efetivamente passaram por triagem e foram reaproveitados para venda, também pode-se aplicar a teoria da curva ABC. A aplicação da curva ABC possibilitou identificar dentre os materiais trabalhados pelos cooperados, os que resultam em maior retorno financeiro, os que têm menor rentabilidade e os que apresentam significância financeira intermediária.

Com o cálculo das classes ABC é possível melhorar a gestão da cooperativa municipal, enquanto negócio, que se traduz em renda para 37 famílias no município. A curva ABC foi obtida pela classificação dos tipos de materiais coletados e que efetivamente são separados na central de triagem ao final da linha de separação manual, multiplicados pelos seus respectivos preços de venda (CEMPRE, 2014), como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Receita anual obtida na central de triagem do município de Guaratinguetá (SP).

Material	Quantidade (t mês <sup>-1</sup> )	Preço de venda (R\$ t <sup>-1</sup> )	Receita (R\$)
Papelão	22	490,00	10.780,00
Papel	6	530,00	3.180,00
Aços	4	500,00	2.000,00
Alumínio	5	2.800,00	14.000,00
Vidros	6	180,00	1.080,00
Plástico rígido	5	1.700,00	8.500,00
Plástico filme	3	1.800,00	5.400,00
PET	5	1.850,00	9.250,00
Longa Vida	4	250,00	1.000,00
Total	60		55.190,00



Após o cálculo da receita obtida com a venda de cada tipo de material, considerando os preços de mercado, os materiais foram reclassificados em ordem decrescente, começando pelo material que gera maior valor de receita, até o de menor valor e, posteriormente, foi calculado o valor acumulado, que representa em porcentagem a totalidade da receita mensal, e de onde finalmente pode-se conhecer em porcentagem, a representatividade de cada um dos materiais, considerando seus valores acumulados (Tabela 7).

Tabela 7 – Classificação dos materiais, considerando os valores de mercado para os cooperados do município de Guaratinguetá (SP).

Material	Classificação (R\$)	Valor acumulado (R\$)	ABC (%)
Alumínio	14.000,00	14.000,00	25,37
Papelão	10.780,00	24.780,00	44,90
PET	9.250,00	34.030,00	61,66
Plástico rígido	8.500,00	42.530,00	77,06
Plástico filme	5.400,00	47.930,00	86,85
Papel	3.180,00	51.110,00	92,61
Aços	2.000,00	53.110,00	96,23
Vidros	1.080,00	54.190,00	98,19
Longa Vida	1.000,00	55.190,00	100,00
	55.190,00		

Com base nestes dados, verificou-se que a separação e a venda mensal de alumínio, representam 25,37% da renda total da cooperativa que, somada ao segundo material mais separado e vendido, o papelão, chega a 44,9% de toda a geração de renda dos cooperados. Em seguida, em ordem de importância administrativa para a cooperativa, aparecem os materiais, PET, plástico rígido, plástico filme, papel, aços, vidros e as embalagens longa vida.

A curva ABC para os materiais recicláveis em triagem no município de Guaratinguetá foi obtida por meio da correlação entre os tipos de materiais recicláveis coletados e sua porcentagem final acumulada (Figura 5).

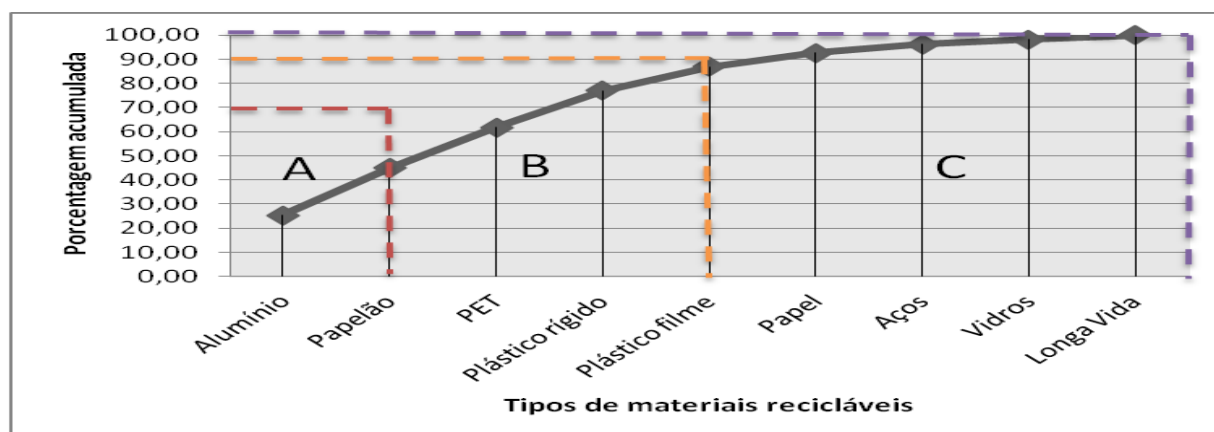


Figura 5 – Curva ABC para os resíduos recicláveis do município de Guaratinguetá (SP).

Considerando que somente 21,67% dos resíduos domiciliares coletados podem ser efetivamente reciclados, o município de Guaratinguetá pode reciclar 15,32 t dia<sup>-1</sup> com retorno financeiro médio de R\$ 14.050,37 dia<sup>-1</sup> considerando o valor médio de R\$916,89 para a tonelada comercializada em Guaratinguetá. Quanto aos possíveis ganhos do município, seria interessante a instalação de uma usina de reciclagem com maior capacidade, visando atender também as cidades vizinhas no aproveitamento de materiais.

Os 114.057 habitantes do município de Guaratinguetá (SEADE, 2013) somados aos habitantes das cidades do entorno, resultam em uma população que não justifica e torna inviável o aproveitamento de energia por meio de incineração em decorrência da queima do volume de lixo. Por outro lado, este fator justifica o investimento na melhoria da gestão da central de triagem de materiais recicláveis.

O método da curva ABC foi eficiente para indicar que o valor atualmente arrecadado com a venda de materiais recicláveis no município tem grande potencial para aumentar, pois o valor médio diário de venda é da ordem de R\$ 1.833,78 nos dias atuais, ou seja, a eficiência da coleta e triagem deve e pode ser incrementada em 766% com a totalidade da reciclagem possível de ser executada diariamente. Dentro dos próximos trinta anos serão gerados 847.427 toneladas de resíduos no município de Guaratinguetá, das quais 183.637 toneladas podem ser recicladas. Para que a triagem de materiais recicláveis do município tenha melhor aproveitamento e traga maiores dividendos aos cooperados, é necessário dar maior atenção administrativa para que a venda dos materiais classificados como A, seja melhor negociada, mais frequente e em maior volume de fardos, como é o caso do alumínio e do papelão, que são os materiais de maior retorno financeiro para a central de triagem. Apesar disso, não se deve preterir os demais materiais coletados.

### **5.3. Resíduos Compostáveis**

Devido à existência da Cooperativa Amigos do Lixo, foi desconsiderada a utilização dos materiais, papel e papelão, no cálculo da compostagem, pois ainda que exista uma parte destes materiais inservíveis para reaproveitamento na central de triagem, esta porcentagem será considerada nos cálculos da entrada de materiais para reciclagem, em razão do maior rendimento financeiro aos cooperados, sendo priorizada a função social deste resíduo.

Considerando todo o volume diário de resíduos domiciliares do município, temos que 56% em média, são compostos por resíduos úmidos, que não serão reciclados pela central de triagem e que pode ser compostado. Segundo Gomes, (2001), o material compostável foi

outrora um tecido vivo com origem em plantas ou animais, e durante o processo da compostagem, ele acaba por servir de nutriente para microrganismos, uma vez que 80% dos resíduos úmidos iniciais são, efetivamente, compostos por celulose e desta maneira totalmente compostáveis.

De acordo com os levantamentos realizados pela empresa Vale Soluções Ambientais, que executa os serviços de coleta nos domicílios de Guaratinguetá e a disposição final dos resíduos domiciliares, até o ano de 2011 a porcentagem de rejeitos nos resíduos coletados era de 14% (VSA, 2011). Se aparece aqui precisa estar no item referencias bibliográficas também! Os rejeitos considerados por esta empresa são constituídos por pedaços de madeira, couros, borrachas, isopores, cerâmicas, trapos, fraldas e papel higiênico e guardanapos usados. A Tabela 8 apresenta a quantidade de resíduos compostáveis e do potencial de geração de composto, a partir do volume de resíduos domiciliares coletados no município.

Tabela 8 – Potencial de geração de composto a partir dos resíduos domiciliares coletados no município de Guaratinguetá (SP), no primeiro ano de estudo.

Efetivamente Compostável	48,16%	34,06	t dia <sup>-1</sup>	Para conversão em composto
Perda de massa na compostagem	50%	Perda de massa = Evaporação + Conversão		
Composto final	24,08%	17,03	t dia <sup>-1</sup>	Pronto para venda

Fonte: HAMADA (2010).

Os resultados obtidos no primeiro ano de implantação da compostagem foram utilizados para a projeção do cenário futuro da adoção da compostagem pelo município de Guaratinguetá por um período de 30 anos (Tabela 9).

Tabela 9 – Potencial de compostagem do município de Guaratinguetá, com projeção para o período de 30 anos (2014-2043).

Ano	População estimada	Quantidade de resíduos compostáveis				
	Total	Volume (t dia <sup>-1</sup> )	Volume sem rejeitos* (t dia <sup>-1</sup> )	Volume anual (t ano <sup>-1</sup> )	Volume para venda (t ano <sup>-1</sup> )	Volume acumulado para venda (t ano <sup>-1</sup> )
2014	114.057	39,601	34,057	12.430	6.215	6.215
2015	114.753	39,842	34,264	12.506	6.253	12.468
2016	115.453	40,085	34,473	12.617	6.308	18.777
2017	116.157	40,330	34,684	12.659	6.329	25.106
2018	116.866	40,576	34,895	12.736	6.368	31.475
2019	117.578	40,823	35,108	12.814	6.407	37.882
2020	118.296	41,072	35,322	12.927	6.463	44.346
2021	119.017	41,323	35,538	12.971	6.485	50.832
2022	119.743	41,575	35,754	13.050	6.525	57.357
2023	120.474	41,828	35,972	13.129	6.564	63.922
2024	121.209	42,084	36,192	13.246	6.623	70.545
2025	121.948	42,340	36,413	13.290	6.645	77.190
2026	122.692	42,599	36,635	13.371	6.685	83.876
2027	123.440	42,858	36,858	13.453	6.726	90.603
2028	124.193	43,120	37,083	13.572	6.786	97.389
2029	124.951	43,383	37,309	13.617	6.808	104.198
2030	125.713	43,648	37,537	13.700	6.850	111.048
2031	126.480	43,914	37,766	13.784	6.892	117.941
2032	127.251	44,182	37,996	13.906	6.953	124.894
2033	128.028	44,451	38,228	13.953	6.976	131.870
2034	128.809	44,722	38,461	14.038	7.019	138.890
2035	129.594	44,995	38,696	14.123	7.061	145.952
2036	130.385	45,270	38,932	14.249	7.124	153.076
2037	131.180	45,546	39,169	14.296	7.148	160.225
2038	131.980	45,824	39,408	14.384	7.192	167.417
2039	132.786	46,103	39,649	14.471	7.235	174.652
2040	133.595	46,384	39,891	14.599	7.299	181.952
2041	134.410	46,667	40,134	14.648	7.324	189.277
2042	135.230	46,952	40,379	14.738	7.369	196.646
2043	136.055	47,238	40,625	14.828	7.414	204.060

\*Os rejeitos compreendem 14% do volume de resíduos domiciliares coletados (VSA, 2011).

A Tabela 10 apresenta o potencial de compostagem e de reciclagem dos resíduos domiciliares coletados no município de Guaratinguetá (SP) no período de 30 anos (2014-2043).

Tabela 10 – Potencial de compostagem e de reciclagem dos resíduos domiciliares coletados no município de Guaratinguetá (SP) no período de 30 anos (2014-2043).

Ano	População estimada	Resíduos domiciliares compostáveis e recicláveis do município de Guaratinguetá (SP) no período de 30 anos (2014-2043)						
	Total	Total gerado (t dia <sup>-1</sup> )	Úmidos (t dia <sup>-1</sup> )	Úmidos (t ano <sup>-1</sup> )	Compostagem (t dia <sup>-1</sup> )	Compostagem (t ano <sup>-1</sup> )	Reciclagem (t dia <sup>-1</sup> )	Reciclagem (t ano <sup>-1</sup> )
2014	114.057	70,715	39,601	14.454	34,057	12.431	15,324	5.593
2015	114.753	71,147	39,842	14.542	34,264	12.506	15,417	5.627
2016	115.453	71,581	40,085	14.671	34,473	12.617	15,512	5.677
2017	116.157	72,017	40,330	14.720	34,684	12.659	15,606	5.696
2018	116.866	72,457	40,576	14.810	34,895	12.737	15,701	5.731
2019	117.578	72,899	40,823	14.900	35,108	12.814	15,797	5.766
2020	118.296	73,343	41,072	15.032	35,322	12.928	15,893	5.817
2021	119.017	73,791	41,323	15.082	35,538	12.971	15,990	5.837
2022	119.743	74,241	41,575	15.174	35,754	13.050	16,088	5.872
2023	120.474	74,694	41,828	15.267	35,972	13.130	16,186	5.908
2024	121.209	75,149	42,084	15.402	36,192	13.246	16,285	5.960
2025	121.948	75,608	42,340	15.454	36,413	13.291	16,384	5.980
2026	122.692	76,069	42,599	15.548	36,635	13.372	16,484	6.017
2027	123.440	76,533	42,858	15.643	36,858	13.453	16,585	6.053
2028	124.193	77,000	43,120	15.781	37,083	13.572	16,686	6.107
2029	124.951	77,470	43,383	15.834	37,309	13.618	16,788	6.127
2030	125.713	77,942	43,648	15.931	37,537	13.701	16,890	6.165
2031	126.480	78,418	43,914	16.028	37,766	13.785	16,993	6.202
2032	127.251	78,896	44,182	16.170	37,996	13.907	17,097	6.257
2033	128.028	79,377	44,451	16.224	38,228	13.953	17,201	6.278
2034	128.809	79,861	44,722	16.323	38,461	14.038	17,306	6.317
2035	129.594	80,348	44,995	16.423	38,696	14.124	17,412	6.355
2036	130.385	80,839	45,270	16.568	38,932	14.249	17,518	6.411
2037	131.180	81,332	45,546	16.624	39,169	14.297	17,625	6.433
2038	131.980	81,828	45,824	16.725	39,408	14.384	17,732	6.472
2039	132.786	82,327	46,103	16.827	39,649	14.472	17,840	6.512
2040	133.595	82,829	46,384	16.976	39,891	14.600	17,949	6.569
2041	134.410	83,334	46,667	17.033	40,134	14.649	18,059	6.591
2042	135.230	83,843	46,952	17.137	40,379	14.738	18,169	6.632
2043	136.055	84,354	47,238	17.242	40,625	14.828	18,280	6.672
TOTAL				474.559		408.121		183.638

Considerando o valor médio de venda de R\$ 100,00 por tonelada de composto e a perda média de 50% do volume inicial, adotados pelo CEMPRE (2014b), seria possível a obtenção de uma renda bruta de R\$ 613.080,00 com a venda do composto produzido no

município de Guaratinguetá no ano de 2014. Com a compostagem de todo o volume de resíduos úmidos coletados em domicílios e oriundos da coleta seletiva, excluindo somente os rejeitos, seria possível a retirada de cerca de 84% do volume de resíduos, que atualmente são destinados ao aterro sanitário do município de Cachoeira Paulista.

Com base nestas previsões, verificou-se que a otimização da central de triagem, priorizando administrativamente os materiais denominados de classe A pela curva ABC possibilitará o atendimento da Lei Federal 12.305/2010 da PNRS e o retorno financeiro aos cooperados da central de triagem municipal. Além disso, a diminuição do volume de resíduos úmidos destinados ao aterro sanitário de Cachoeira Paulista, para apenas 16% do que atualmente é aterrado, poderá reduzir drasticamente os custos do município com essa disposição.

#### **5.4. Planejamento das atividades de limpeza pública**

De acordo com relatos da prefeitura municipal de Guaratinguetá, atualmente existe um número suficiente de servidores ativos capacitados para bem executar as tarefas referentes a limpeza pública de vias, logradouros e áreas verdes, estando estes, lotados na secretária municipal de serviços urbanos e na SAEG. Estes serviços são parcialmente executados, entretanto, sem apresentar ordem de prioridades, efetivo controle de periodicidade, e sem cronograma de atendimento, sendo apenas realizados mediante planejamento semanal motivado pela demanda reprimida que gera reclamações de munícipes. O que não foi elaborado até o momento é um planejamento que envolva todos os tipos de serviços a serem executados, material a ser utilizado na execução dos serviços, número de servidores necessários para a boa execução dos serviços e as formas de medição de produtividade funcional. Os tipos de serviços a serem contemplados por esse planejamento são:

- Varrição de ruas e logradouros públicos;
- Capina manual de ruas e logradouros públicos;
- Pintura de postes e meio-fios de ruas e logradouros públicos;
- Roçada mecanizada de logradouros públicos;
- Roçada manual de margens de rios, ribeirões, córregos e áreas verdes públicas;
- Podas de árvores e arbustos;
- Raspagem manual de sarjetas.

## Dimensionamento dos serviços

Para o dimensionamento dos serviços de varrição, pintura de guias e meios-fios, raspagem e capina, foi utilizado o levantamento realizado pela prefeitura municipal de Guaratinguetá, onde consta a metragem linear das vias públicas (Tabela 11).

Tabela 11 – Metragem das vias públicas do município de Guaratinguetá (SP).

Metragem das vias públicas de Guaratinguetá (SP)				
Tipo de pavimento	Asfalto	Paralelepípedo	Bloquete sextavado	Sem pavimento
Metragem (m)	223.600	21.237	18.205	132.675
Metragem total (m)	395.717			

Fonte: Prefeitura Municipal de Guaratinguetá (2014b).

Como pode ser observado na Tabela 11, o município de Guaratinguetá apresenta um total de 395.717 metros lineares de vias públicas, dos quais 132.675 metros lineares ainda não possuem pavimentação. Analisando este cenário e considerando a metragem linear em dobro para execução dos serviços das duas sarjetas referentes a cada lado das vias foi realizado o dimensionamento dos serviços apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Dimensionamento dos serviços de limpeza pública no município de Guaratinguetá (SP).

Dimensionamento dos serviços de limpeza pública				
Tipo de pavimento	Asfalto	Paralelepípedo	Bloquete sextavado	Sem pavimento
Metragem (m)	223.600	21.237	18.205	132.675
Metragem total (m)	395.717			
Subtotal-capina e raspagem (metro linear em dobro)	791.434			
Subtotal-varrição (metro linear em dobro)	526.084			
Subtotal-pintura de guias (metro linear em dobro)	526.084			

Os serviços de capina e raspagem devem ser executados em toda a extensão das vias públicas municipais e a varrição e pintura de guias, somente nas vias pavimentadas.

Para o dimensionamento dos serviços de manutenção de áreas verdes com roçada e podas de árvores e arbustos, utilizou-se o levantamento de dados referentes às áreas verdes municipais, realizado pela prefeitura municipal de Guaratinguetá (Tabela 13).

Tabela 13 – Áreas verdes do município de Guaratinguetá (SP).

Áreas verdes do município de Guaratinguetá							
Área por tipo de grama						Área Subtotal (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
Esmeralda		Batatais		Brachiaria			
(m <sup>2</sup> )	%	(m <sup>2</sup> )	%	(m <sup>2</sup> )	%		
69.220	17,18	190.665	47,32	143.025	35,5	402.910	402.910
Margens e taludes de rios, ribeirões e córregos						300.000	702.910

Fonte: Prefeitura Municipal de Guaratinguetá (2014b).

Analisando a Tabela 13, pode-se verificar que o total de áreas verdes a serem mantidas pelo poder público municipal somam 402.910 m<sup>2</sup>, divididos em três diferentes tipos de gramíneas. Em adição a esta área, existem ainda as margens e taludes de rios, ribeirões e córregos no município que, segundo informações da prefeitura municipal, representam cerca de 300.000 m<sup>2</sup> adicionais a serem aqui também considerados, ou seja, o total passa a ser de 702.910 m<sup>2</sup> de áreas verdes a serem mantidos pela prefeitura municipal.

### **Materiais, equipamentos e servidores necessários – Produtividade dos servidores**

Os dados referentes à produtividade dos trabalhadores nos serviços de limpeza urbana foram retirados das médias dos servidores municipais locais e no caso da varrição manual, oriundos da cartilha de limpeza urbana IBAM (1982).

Na produtividade de varrição manual de vias e logradouros públicos (km sarjeta<sup>-1</sup>) foi considerada a velocidade média de 180 m h<sup>-1</sup> para um gari. Assim, durante uma jornada de oito horas, a produção é de 1.440 m lineares por gari.

Para a produtividade de capina manual de vias e logradouros públicos com ou sem pavimento (km sarjeta<sup>-1</sup>), foi considerado que a largura de limpeza ao longo do meio-fio é, em média, de 0,60 m e o rendimento estimado de um trabalhador de capinação é de 100 metros lineares por hora. Portanto, durante uma jornada de oito horas a produção é de 800 metros lineares.

Para a produtividade de pintura de meio-fio e postes de vias e logradouros públicos (km sarjeta<sup>-1</sup>) o rendimento estimado de um trabalhador de pintura de meio fio é de 20 m<sup>2</sup> por hora e, considerando a superfície da pintura do meio-fio em 0,25 m, com jornada de 8 horas, tem-se uma produção diária de 640 metros lineares.



Na produtividade de roçada mecanizada com utilização de roçadeira costal ou lateral ( $m^2$ ) foi considerado que a roçadeira costal ou lateral possui um rendimento aproximado de  $800 m^2 máquina^{-1} dia^{-1}$ .

Para a produtividade de poda manual ou mecanizada de árvores e arbustos existentes em praças, em canteiros centrais de vias, rotatórias e demais áreas públicas de circulação e lazer (unidade) foi considerado o rendimento aproximado de 30 unidades  $homem^{-1} dia^{-1}$ .

Para estimar a produtividade de limpeza e roçada das vegetações existentes na calha e encosta, até o talude, de rios, ribeirões, córregos e valas ( $m^2$ ) foi considerado que esta atividade possui um rendimento aproximado de  $200 m^2 homem^{-1} dia^{-1}$ .

De acordo com os parâmetros estabelecidos e para o bom desempenho na execução dos serviços de limpeza urbana é necessário um número mínimo de servidores como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Número mínimo de servidores necessários para a execução de serviços de limpeza e manutenção no município de Guaratinguetá (SP).

Tipo de serviço a ser executado	Número mínimo de servidores
Varrição manual de vias e logradouros	22
Capina e raspa de vias e logradouros com ou sem pavimento	30
Pintura de meio-fio e postes de vias e logradouros	25
Roçada mecanizada com utilização de roçadeira	15
Poda manual ou mecanizada de árvores e arbustos	2
Limpeza e roçada das vegetações da calha e encosta, até o talude, de Rio, dos ribeirões, córregos e valas.	14
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>

Para a execução dos serviços de limpeza de vias e logradouros públicos sem atrasos a prefeitura municipal de Guaratinguetá deverá fornecer e disponibilizar os seguintes materiais e equipamentos mínimos aos trabalhadores para a execução dos serviços: vassouras tipo gari, vassoura para gramas, picaretas, rastelos, ancinhos, foices, enxadas, cavadeiras, pás, roçadeiras tipo costal ou lateral, roçadeira hidráulica tipo piranha, podador, motosserra, balde para pintura, brochas, cal hidratada para pintura e carrinhos de mão. Além destes, são necessários também os equipamentos de proteção individual (EPIs), de caminhões com

carroceria basculante e de madeira de propriedade da prefeitura, para o recolhimento das raspas, podas e limpezas em geral e transporte até o local de disposição final ambientalmente adequada. Os serviços de limpeza urbana do município de Guaratinguetá são executados pelos departamentos da prefeitura, precisando de um melhor planejamento para que a população seja atendida com periodicidade conhecida e por equipe designada para a execução contínua dos serviços. Para que o município de Guaratinguetá seja atendido em toda a sua extensão pelos serviços de limpeza urbana são necessários 108 servidores para a execução das diversas frentes de trabalho.

### **5.5. Projeto de encerramento da área do antigo lixão municipal de Guaratinguetá**

Embora o município de Guaratinguetá já não utilize a área do lixão desde o ano de 2000 para a disposição de resíduos (NASCIMENTO et al., 2006) até o momento não foi elaborado o plano de encerramento da área do antigo vazadouro para sua regularização junto aos órgãos ambientais. Isso ocorre devido à falta de pessoal qualificado nos cargos técnicos contratados pela prefeitura do município de Guaratinguetá, sendo necessário para esta empreita, um engenheiro coordenador do projeto, com experiência em aterros de cidades de mesmo porte, de engenheiro ambiental, desenhista cadista e geólogo.

Para a elaboração de um plano de encerramento da área do lixão, é necessário um estudo do meio físico para diagnosticar as condições atuais da área, sua possível classificação como área contaminada, identificação e delimitação da pluma de contaminação e seu possível deslocamento. Com base neste diagnóstico seria possível a proposição de medidas mitigatórias para a remediação dos impactos negativos causados pela disposição incorreta dos resíduos durante muitos anos pela prefeitura de Guaratinguetá.

O projeto de encerramento e remediação da área do antigo vazadouro municipal de Guaratinguetá deverá apresentar o conteúdo descrito a seguir, para posterior avaliação e aprovação dos órgãos ambientais responsáveis.

#### **Termo de referência para o projeto de encerramento e remediação de aterro**

O projeto de encerramento deve iniciar com o diagnóstico do meio físico para a obtenção de dados, do histórico da disposição de resíduos nesta área, bem como, da documentação existente referente aos projetos e licenciamentos ambientais, e processos administrativos da CETESB e suas implicações.

Posteriormente deverá ser executado um levantamento planialtimétrico e cadastral da área que serviu para disposição de resíduos, sendo georreferenciado, com curvas de nível de metro em metro para cadastrar as obras já existentes no local, que se referem ao sistema de destinação final, tais como os sistemas de drenagem de águas pluviais, gases e líquidos percolados, inclusive com a descrição das singularidades do sistema. Concluído o levantamento topográfico devem ser estabelecidos os limites de resíduos existentes para que sejam executadas as sondagens geofísicas para que, com os dados referentes aos limites do aterro, bem como indicativos da direção de fluxo do aquífero freático e a provável pluma de contaminação que venha a extrapolar os limites do aterro de lixo, possam ser recomendados os locais ideais para a localização dos poços de monitoramento para verificação da qualidade das águas subterrâneas.

Em seguida deverão ser abertos poços de monitoramento, em número a ser também estabelecido, à montante da direção de fluxo do aquífero, bem como, à jusante deste. Estes poços deverão ser construídos conforme estabelece a norma da ABNT NBR 15.495, incluindo o perfil geológico de cada poço, bem como os sistemas de proteção externa.

Após a construção dos poços de monitoramento, deverão ser realizadas amostragens das águas subterrâneas para verificar o atendimento a legislação ambiental, CONAMA 396/2008 e dos artigos 18 e/ou 19-A do Decreto Nº 54.487 de 26 de junho de 2009 que regulamenta a Lei Estadual 997 de 31 de maio de 1976, para a prevenção e controle da poluição no meio ambiente. Durante a abertura dos poços de monitoramento deverão ser efetuadas amostragens de solo para análise de possível contaminação. Nesta etapa deve-se elaborar relatório enfatizando a necessidade da continuidade do estudo para verificação da movimentação da pluma de contaminação ou não, e recomendando os cuidados a serem tomados no projeto de encerramento do aterro e a sua remediação.

Finalmente, de posse de todos os dados necessários, deverá ser efetuada uma análise de risco humano, conforme estabelece a norma da CETESB denominada Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas (Decisão de Diretoria 103/2007 de 22 de junho de 2007). Nesta fase final deverá ser elaborado o projeto de encerramento do aterro, de acordo com a NBR 8419/92 da ABNT, bem como todos os cuidados de monitoramento futuro de todas as unidades que compõem o sistema de destinação de resíduos.

Para a proposta de remediação deverão ser apresentadas todas as plantas necessárias e cálculos de dimensionamento do sistema de remediação, bem como, os respectivos custos.

Este projeto final deverá ser apresentado na Agência Ambiental da CETESB que fará sua análise para posterior aprovação da licença prévia, que é o objetivo final do estudo.

De acordo com o método proposto para encerramento e remediação da área do antigo lixão de Guaratinguetá, deve ser discutido com a população o investimento necessário para execução do projeto técnico que se apresenta, e que irá dar conhecimento público ao nível de comprometimento da área atual do parque ambiental e de suas áreas limítrofes, propiciando mitigação da contaminação possivelmente presente.

### 5.6. Viabilidade econômica dos investimentos em resíduos sólidos domiciliares

A gestão adequada dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município de Guaratinguetá atenderá a PNRS e possibilitará a geração de novos empregos para os munícipes, em adição ao aumento da vida útil do aterro sanitário regional.

Sob um ponto de vista mais amplo, pode-se afirmar que o simples fato de gerar renda com a comercialização de algo que estava disposto no lixo das residências, já significa grande vantagem econômica, ambiental e social. Entretanto, a coleta seletiva, somada à geração de composto orgânico dos resíduos úmidos pode trazer uma diminuição de custos do município com o aterramento em valores muito superiores aos arrecadados com a venda destes produtos. Portanto, embora o valor comercial dos materiais recicláveis e do composto gerado seja baixo, essa renda, quando somada ao valor economizado mensalmente pelo erário municipal, devido à diminuição do volume de resíduos úmidos, que serão dispostos em aterro sanitário pela prática da compostagem, pode resultar em uma economia consideravelmente grande para o município de Guaratinguetá. Essa diminuição de custos com o aterramento de resíduos coletados e o retorno financeiro obtido com as práticas de reciclagem e compostagem, dentre outras vantagens, tornaria viável a contratação de uma empresa terceirizada para executar todos os serviços de limpeza pública dimensionados neste estudo, como pode ser observado nas Tabelas 15 a 17.

Tabela 15 – Balanço econômico do manejo de resíduos domiciliares no município de Guaratinguetá (SP).

Balanço econômico do manejo de resíduos domiciliares em Guaratinguetá			
Média de geração de resíduos (t dia <sup>-1</sup> )	Média de geração de resíduos (t mês <sup>-1</sup> )	Valor pago pela coleta e disposição final dos resíduos em aterro sanitário (R\$ t <sup>-1</sup> )	Valor pago pela coleta e disposição final dos resíduos em aterro sanitário (R\$ mês <sup>-1</sup> )
70,715	2.121,45	266,58	565.536,14

Devido à inexistência, até o momento, de um pátio de compostagem adequado, o valor médio pago pela prefeitura de Guaratinguetá é de R\$ 266,58 t<sup>-1</sup> para a execução dos serviços de coleta, transbordo, transporte e disposição final dos resíduos úmidos e rejeitos, oriundos da coleta domiciliar no aterro sanitário de Cachoeira Paulista, o que corresponde a um custo mensal de R\$ 565.536,14.

Entretanto, se respeitada a PNRS, que estabelece que somente os rejeitos devem ser dispostos em aterro sanitário, o volume de rejeitos seria reduzido para apenas 16% do total gerado, que correspondem a taxa média de rejeitos de 14% do que é coletado no lixo úmido domiciliar, adicionado de 2% de rejeitos que sobram após a triagem dos materiais recicláveis na Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá. Portanto, com a compostagem dos resíduos úmidos, pode-se economizar o montante mensal de R\$ 475.050,36, atualmente gastos com a disposição em aterro sanitário, que tornaria viável a contratação de empresa terceirizada para a execução dos serviços de limpeza do município de Guaratinguetá (Tabela 16).

Tabela 16 – Viabilidade econômica da terceirização dos serviços de limpeza do município de Guaratinguetá (SP).

Viabilidade Econômica da terceirização dos serviços de limpeza pública de Guaratinguetá			
Média de geração de resíduos (t dia <sup>-1</sup> )	Média de geração de rejeitos* (t mês <sup>-1</sup> )	Valor pago pela coleta e disposição final de resíduos (R\$ t <sup>-1</sup> )	Valor pago pela coleta e disposição final dos resíduos (R\$ mês <sup>-1</sup> )
70,715	339,43	266,58	90.485,78
Economia aos cofres públicos municipais (R\$ mês <sup>-1</sup> )			475.050,36

\*14% do lixo úmido coletado.

Para o cálculo dos investimentos necessários à terceirização dos serviços de limpeza pública do município de Guaratinguetá foi considerado o salário mensal médio de R\$ 800,00 acrescido de 80% adicionais referentes a impostos e benefícios para a categoria de funcionários a serem contratados (CAMPESI, 2014), conforme apresenta a Tabela 17.

Tabela 17 – Valor do investimento para a terceirização dos serviços de limpeza pública em Guaratinguetá (SP).

Valor de Investimento para Terceirização dos Serviços de Limpeza Pública em Guaratinguetá			
Número mínimo de funcionários	Salário mensal líquido (R\$ mês <sup>-1</sup> )	Salário mensal bruto com impostos (R\$ mês <sup>-1</sup> )	Valor total mensal pago para contratação dos funcionários (R\$ mês <sup>-1</sup> )
108	800	1440	155.520

Este valor tornaria viável a contratação da equipe de 108 funcionários necessários para o adequado atendimento dos serviços de limpeza pública das vias e áreas verdes municipais, hoje executados parcialmente, devido à falta de contingente nos quadros da prefeitura municipal.

Apesar das evidentes vantagens sociais, econômicas e ambientais da adoção das práticas de reciclagem e compostagem, até o momento, o município de Guaratinguetá não adotou a prática da compostagem dos resíduos úmidos coletados.

## 6. CONCLUSÕES

- A compostagem e a reciclagem de resíduos sólidos domiciliares coletados no município de Guaratinguetá são economicamente viáveis.

- A renda bruta máxima anual obtida com a compostagem, de R\$ 613.080,00, somada à obtida com a reciclagem, de R\$ 5.128.165,77, no primeiro ano de estudo, corresponde ao retorno financeiro de R\$ 5.741.245,77 em dividendos para o município e para a cooperados, montante este que poderia ser investido na infraestrutura do complexo de manejo de resíduos sólidos do município de Guaratinguetá e investido na remediação da área do antigo lixão de Guaratinguetá

- A economia adicional de R\$ 5.700.604,32 anuais obtida somente com a adoção da prática de compostagem dos resíduos úmidos coletados no município de Guaratinguetá poderia viabilizar a contratação de até 108 funcionários para o desenvolvimento das atividades de limpeza das vias públicas e áreas verdes do município.

- O método da curva ABC foi eficiente para classificar os diferentes materiais coletados e separados na central de triagem, resultando na classificação A para os materiais papelão e alumínio, evidenciando que dentre todos os demais materiais, estes são os que resultam em maior retorno econômico para a Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá.

- O projeto proposto para a elaboração do Plano de Encerramento da área do antigo lixão municipal corresponde à forma mais rápida e eficiente para sua correta remediação, pois a implantação de um parque ambiental sobre a área não foi capaz de mitigar os impactos negativos à qualidade do solo e das águas subterrâneas, causados pela disposição inadequada de resíduos por mais de 30 anos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento, Rio de Janeiro, 1992.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 10007: Resíduos Sólidos – Amostragem, Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Sólidos. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2010.

BARROS, R.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. (2000) *Sobre a evolução recente da pobreza e da desigualdade*. Rio de Janeiro: Ipea.

BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. (1999) *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESC; USP.

BOSCOV, M.E.; (2008) *Geotecnia Ambiental*. Editora Oficina dos Textos. São Paulo. SP.

BRASIL. “Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002”. 2002. *Dispõe sobre as diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.

BRASIL. “Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005”. 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.

BRASIL. “Resolução CONAMA nº 377, de 09 de outubro de 2006”. 2006. *Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.

BRASIL. “Resolução CONAMA nº 380, de 31 de outubro de 2006”. 2006. *Retifica a Resolução CONAMA nº 375/06 – define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.



BRASIL - Portaria do Ministério da Saúde, n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 6.776, de 19 de dezembro de 1979 – Dispõe sobre o parcelamento do solo e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 8.080, de 19 de setembro de 1990 – Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL - Lei Federal, n. 9.795, de 27 de abril de 1999 – Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências..

BRASIL - Lei Federal, n. 10.257, de 10 de julho de 2001 – Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 11.107, de 06 de abril de 2005 – Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007 – estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL - Lei Federal, n. 12.305, de 02 de agosto de 2010 – institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, alterando a Lei nº 9.605 de 1998 e dando outras providências.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010) *Censo 2010*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censao2010/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censao2010/default_sinopse.shtm). Acesso em 20 abr. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2012a) *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - IDS 2012*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default\\_2012.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2012.shtm). Acesso em 20 abr. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2012b) *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2012*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default\\_sintese.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default_sintese.shtm). Acesso em 22 abr. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS 2012. (2012c) *Diagnostico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2012*. Brasília.

Disponível em: [www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTEr=104](http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTEr=104). Acesso em 19 mai. 2014.

CAMPESI (2014). *Custo de um funcionário em regime da CLT*. Disponível em: <http://www.campesi.com.br/custofunc.htm> Acesso em 15 ago. 2014.

CARVALHO, J. M. C. de. *Logística*. 3 ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.

CARVALHO, L de. *Reestruturação da gestão de estoques*. Faculdades Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo, 2012.

COMPANHIA DE SERVIÇO DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ (SAEG) (2008). *Plano de desativação do antigo depósito de lixo municipal*. Guaratinguetá: Companhia de Saneamento da Prefeitura de Guaratinguetá.

COMPANHIA DE SERVIÇO DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ (SAEG) (2010). *Plano de saneamento de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana*. Guaratinguetá: Companhia de Saneamento da Prefeitura de Guaratinguetá.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB) (2007) Decisão de Diretoria 103/2007 de 22 de junho de 2007. *Dispõe sobre o procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. SP.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). (2014) Pesquisa CEMPRE Ciclossoft. Preço do Material Reciclável. 2014. Disponível em: [http://www.cempre.org.br/servicos\\_mercado.php](http://www.cempre.org.br/servicos_mercado.php). Acesso em 17 de jun. 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). (2014b) Pesquisa CEMPRE compostagem. Preço do Composto Urbano. 2014. Disponível em: [http://www.cempre.org.br/ft\\_composto.php](http://www.cempre.org.br/ft_composto.php). Acesso em 17 de jun. 2014.

COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. (2009) *Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.13, n.1, p.100-107, 2009.

D'ALMEIDA, M.L.; VILHENA, A. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. 2ª .ed. São Paulo: IPT/CEMPRE , 2000. 370 p.

FIRMINO, L.J.N. *Aproveitamento de Resíduos de Demolição e da Construção Civil*. Guaratinguetá, S. P., 2013.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. (SEADE) (2013) *Condições de vida – 2012*. São Paulo, 2013. Disponível em [http://www.seade.gov.br/index.php?option=com\\_jce&Itemid=39&tema=8](http://www.seade.gov.br/index.php?option=com_jce&Itemid=39&tema=8). Acesso em 01 jun. 2013.

GOMES, A.P.D.; *Fundamentos da compostagem de resíduos sólidos*. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Dissertações de Doutorado em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. 2001. Disponível em <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/4216/1/84.pdf>. Acesso em 30 jun. 2014.

GUARATINGUETÁ (cidade). (2013) Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá. *Balancete Anual 2013*. Guaratinguetá: Central de Triagem de Materiais Recicláveis da Prefeitura de Guaratinguetá.

GUARATINGUETÁ (cidade). (2014) Prefeitura Municipal de Guaratinguetá. Redação de imprensa. Disponível em: [http://www.guaratingueta.sp.gov.br/?&ref\\_noticia=734](http://www.guaratingueta.sp.gov.br/?&ref_noticia=734). Acesso em 4 jul. 2014.

GUARATINGUETÁ (cidade). (2014b) Prefeitura Municipal de Guaratinguetá. *Dimensionamento de vias públicas e áreas verdes municipais*. Guaratinguetá: Secretaria de Serviços Urbanos da Prefeitura de Guaratinguetá. 2014.

HAMADA, J.; *Caracterização de resíduos sólidos*. 2009. Disponível em: [http://www.feb.unesp.br/joha/Carac\\_Res\\_Sol\\_Fol.pdf](http://www.feb.unesp.br/joha/Carac_Res_Sol_Fol.pdf). Acesso em 09 abr. 2010.

HAMADA, J.; *Planilha de gravimetria*. 2010. Disponível em: <http://jhamada.weebly.com/manejo-de-resiacuteduos-soacutelidos.html>. Acesso em 15 abr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – Brasília. Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas. *Cartilha de Limpeza Urbana*. 1982.

LIMA, R.S., *Resíduos Sólidos Domiciliares*. Ministério das Cidades. Brasília. DF. 2007.

LOPRETE, D.; PARINOS, L.; PACHECO, L.F.; PEREIRA, L.H.B.; VENDRAME, F. *Gestão de estoque a importância da curva ABC*. Lins, S.P., 2009.

MARQUES, A.L.P., *Proposta de um processo inovativo de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, por fermentação anaeróbica, para a cidade de Guaratinguetá*, Guaratinguetá, S.P., 2001.

MARTINS, P.G. e ALT, P.R.C. *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. São Paulo: Saraiva, 2006.

NASCIMENTO, M.L.S.; MARQUES, A. L. P.; NASCIMENTO, N. *Impactos Ambientais: A importância de seus estudos*. Estudos Geográficos, Rio Claro. 97-114p. Dezembro 2006.

NEVES, E.F.; CROCOMO, F.C. (2005) *A relação entre a pobreza e o crescimento econômico do Brasil: uma análise via a propensão marginal a consumir*. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/4mostra/pdfs/546.pdf>. Acesso em 14 mai. 2014.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. *Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.3, p.483-491, 2009.

PINTO, C.V. (2002) – *Organização e Gestão da Manutenção*. 2. Ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. (PNUD) (2010) *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013*. Disponível em: [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/guaratingueta\\_sp](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/guaratingueta_sp). Acesso em 4 jul. 2014.

RODRIGUES, F.L.; CAVINATTO, V. M. Lixo: *De onde vem? Para onde vai?* 2ª.ed. São Paulo: Moderna, 1997.

SATISHA, G.C.; DEVARAJAN, L. *Effect of amendments on windrow composting of sugar industry pressmud*. *Waste Management*, Amsterdam, v.27, p.1.083-1.091, 2007.

SINIR (2011). SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Caderno de diagnósticos – Resíduos Sólidos Urbanos*, Brasília, 2011. Disponível em <http://www.sinir.gov.br/web/guest/documentos>. Acesso em 20 abr. 2014.

TORRES, P.; PEREZ, A.; ESCOBAR, J.C.; URIBE, I.E.; IMERY, R. *Compostaje de biosólidos de planta de tratamiento de águas residuais*. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.267-275, 2007.

UOL (2013). UOL Vestibular. *Sustentabilidade: Brasil tem menos de uma noa para acabar com os lixões*. Disponível em <http://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/limpeza-publica-brasil-tem-menos-de-um-ano-para-acabar-com-os-lixoes.htm>. Acesso em 20 maio. 2014.

VALE SOLUÇÕES AMBIENTAIS (VSA) (2011) Relatório anual de coleta, transbordo, transporte e disposição final de resíduos de Guaratinguetá 2011. Cachoeira Paulista, SP 2011.

WEHENPOHL, G. & PFAFF-SIMONEIT, W. *Conceito integrado de resíduos sólidos para a Região de Guaratinguetá - Brasil: análise e conceito*, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Guaratinguetá, SP. 1993.

WIKIPEDIA(2014). Informações sobre a cidade de *Guaratinguetá*. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Guaratinguetá>. Acesso em 20 jun. 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. Ferramentas estatísticas básicas para gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, v. 2, 1995.

ZANELLA, B.P. *Aproveitamento de Resíduos da Indústria de Celulose e Papel em Argamassa Mista de Revestimento Interno*; Bauru, SP. 2011.

## 8. ANEXOS

### ANEXO I

# CONTRATO DE CONCESSÃO DE SERVIÇOS DE COLETA, TRIAGEM E RECICLAGEM DE MATERIAIS

## I-DAS PARTES

Pelo presente instrumento particular de contrato, as partes, de um lado, como **CONCEDENTE**, doravante assim denominado **PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARATINGUETÁ**, com sede à praça Dr. Homero Ottoni, nº 75, nesta Cidade e Comarca, inscrita no CNPJ sob o nº 46.680.500/0001-12, neste ato representado pelo Chefe de Executivo Municipal- **ANTONIO GILBERTO FILIPPO FERNANDES JUNIOR**, portador da cédula de Identidade nº 19.210.683- SSP/SP, regularmente inscrito no CPF/MF nº 138.336.608-5, e de outro lado como **CONCESSIONÁRIO**, doravante assim denominado **COOPERATIVA AMIGOS DO LIXO DE GUARATINGUETÁ**, reconhecida como Utilidade Pública, de acordo com a Lei nº 3.921 de 03 de abril de 2007, entidade com sede e foro neste Município, com sede de sua Administração à Rua Afonso Giannico, nº700, bairro do Pedregulho, inscrita no CNPJ sob nº 04.695.762/0001-00 e Inscrição Estadual nº 332.139.814.117, neste ato representado por sua Presidente- Senhora **ROZANA APARECIDA DOS SANTOS GONÇALVES**, portadora da cédula de Identidade nº 37.169.551- SSP-SP, e regularmente inscrita no CPF/MF nº 159.459.028-10, e com anuência Do **SERVIÇO AUTONOMO DE ÁGUA, ESGOTO e RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ**, através do seu Diretor Presidente, o Senhor **ANDRÉ LUIS DE PAULA MARQUES**, contratam o seguinte objeto.

## II- DO OBJETO, ÁREA E AO PRAZO DE CONCESSÃO

O objetivo deste contrato é a prestação de serviços de coleta, triagem e reciclagem de materiais recicláveis no município pelo **CONCESSIONÁRIO** pelo prazo de 10 (dez) anos ficando como bens vinculados à prestação destes serviços, os imóveis pertencentes ao **CONCEDENTE**, localizados na Rua Afonso Giannico, nº700- Bairro do Pedregulho, na Estrada Dr. Rafael Américo Ranieri, s/n- Bairro Santa Luzia, conforme memoriais descritivos anexos e um caminhão de carroceria, placa EAX 2696, com motorista, combustível e manutenção, uma Kombi, placa EAX 2681, com combustível e manutenção e 60 cestas básicas a serem fornecidas até o mês de dezembro do ano de 2012.

Parágrafo único- O prazo de que trata o caput deste artigo poderá vir a ser prorrogado por igual período.

### **III- DO MODO, FORMA E CONDIÇÕES DE PRESTAÇÃO DO SERVIÇO**

A **CONCESSIONÁRIA** fará a coleta, triagem e reciclagem diária, de materiais recicláveis, conforme programação, a ser definida pela **CONCEDENTE**.

A coleta dos materiais recicláveis para posterior manuseio será feita porta a porta nos bairros através de carrinhos coletores ou de caminhão de carroceria.

A **CONCESSIONÁRIA** deverá prestar um serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários.

O serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade e cortesia na sua prestação.

A atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria da expansão do serviço.

Não se caracteriza como descontinuidade do serviço a sua interrupção em situação de emergência ou após prévio aviso, quando motivado por razões de ordem técnica ou de segurança das instalações.

### **IV- DOS CRITÉRIOS, INDICADORES, FÓRMULAS E PARÂMETROS DEFINIDORES DA QUALIDADE DO SERVIÇO**

A **CONCEDENTE** medirá a qualidade dos serviços prestados pelo **CONCESSIONÁRIO** através do percentual e coleta seletiva implantada no município e o seu acréscimo, assim como pesquisa de satisfação dos usuários destes.

### **V- DO PREÇO DOS SERVIÇOS E CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA O REAJUSTE E REVISÃO DE TARIFAS**

Não haverá remuneração da **CONCEDENTE** à **CONCESSIONÁRIA** e conseqüentemente não haverá cobrança de tarifa pelo serviço prestado.

A **CONCESSIONÁRIA** será remunerada com a venda dos materiais recicláveis coletados, triados e reciclados.

### **VI- DOS DIREITOS, GARANTIAS E OBRIGAÇÕES DO PODER CONCEDENTE E DA CONCESSIONÁRIA**

Incube ao poder **CONCEDENTE**.

I- Regulamentar o serviço concedido e fiscalizar permanentemente a sua prestação;

- II- Aplicar as penalidades regulamentares e contratuais;
- III- Intervir na prestação do serviço, nos casos e condições previstos em lei;
- IV- Extinguir a concessão, nos casos previstos na Lei 8.987/95 e na forma prevista no contrato;
- V- Cumprir e fazer cumprir as disposições regulamentares do serviço as cláusulas contratuais de concessão;
- VI- Zelar pela boa qualidade do serviço, receber, apurar e solucionar queixas e reclamações dos usuários, que serão cientificados em até trinta dias, das providências tomadas;
- VII- Estimular o aumento da qualidade, produtividade, preservação do meio ambiente e conservação;
- VIII- A **CONCEDENTE** deverá fornecer combustível ao veículo pertencente à **CONCESSIONÁRIA** para a prestação do serviço estipulado em contrato.

Incube à **CONCESSIONÁRIA**:

- I- Prestar serviço adequado, na forma prevista na Lei 8.987/95, nas normas técnicas aplicáveis e no contrato;
- II- Manter em dia o inventário e o registro de bens vinculados a concessão;
- III- Prestar contas da gestão do serviços à **CONCEDENTE** e aos usuários, nos termos definidos no contrato;
- IV- Cumprir e fazer cumprir as normas do serviço e as cláusulas contratuais de concessão
- V- Permitir aos encarregados de fiscalização livre acesso, em qualquer época, às obras, aos equipamentos e às instalações integrantes do serviço, bem como a seus registros contábeis;
- VI- Zelar pela integridade dos bens vinculados à prestação do serviço, bem como segura-lo adequadamente e;
- VII- Captar, aplicar e gerir os recursos financeiros necessários a prestação do serviço. As contratações, inclusive mão-de-obra, feitas pela **CONCESSIONÁRIA** serão regidas pela legislação trabalhista, não se estabelecendo qualquer relação entre os terceiros contratados pela **CONCESSIONÁRIA** e a **CONCEDENTE**.

A **CONCESSIONÁRIA** poderá construir dentro das áreas vinculadas todas as instalações necessárias para a montagem da central de triagem e reciclagem de materiais recicláveis, sendo que todos os projetos deverão ser previamente aprovados pela **CONCEDENTE**.

## **VII- DOS DIRETORES E DEVERES DOS USUÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO SERVIÇO**

- I- Receber serviço adequado;
- II- Receber do **CONCEDENTE** e da **CONCESSIONÁRIA**, informações para a defesa de interesses individuais ou coletivos;
- III- Levar ao conhecimento do **CONCEDENTE** e da **CONCESSIONÁRIA**, irregularidades de que tenham conhecimento, referente ao serviço prestado;
- IV- Comunicar as autoridades competentes os atos ilícitos praticados pela **CONCESSIONÁRIA** na prestação do serviço;
- V- Contribuir para permanência das boas condições dos bens públicos através dos quais lhe são prestados os serviços.

## **VIII- DA FORMA DE FISCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS, DOS MÉTODOS E PRÁTICAS DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO**

A fiscalização das condições das instalações e equipamentos será feita pelo Setor de Fiscalização da Secretária Municipal de Planejamento e em relação a prestação dos serviços será feita pelo Serviço Autônomo de Águas, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá responsável pelo manejo de resíduos sólidos domiciliares no município.

## **IX-DAS PENALIDADES CONTRATUAIS E ADMINISTRATIVAS A QUE SE SUJEITA A CONCESSIONÁRIA E SUA FORMA DE APLICAÇÃO**

Pela inexecução total ou parcial do contrato a Administração poderá, garantida a prévia defesa, aplicar ao contrato as seguintes sanções:

- I- Advertência
- II- Multa de 20% (vinte por cento) do valor do faturamento mensal da **CONCESSIONÁRIA**;
- III- Suspensão temporária de participação em licitação e impedimento de contratar com a Administração, por prazo não superior a 02 (dois) anos;
- IV- Declaração de inidoneidade para licitar ou contratar com a Administração Pública enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição ou até que seja promovida a reabilitação perante a própria autoridade que aplicou a penalidade, que será concedida sempre que o contratado ressarcir a Administração pelos prejuízos resultantes e após decorrido o prazo da sanção aplicada com base no inciso anterior.



As sanções previstas nos incisos I, III e IV deste artigo poderão ser aplicadas juntamente com a do inciso II, facultada a defesa prévia do interessado, respectivo processo, no prazo de 05 (cinco) dias úteis.

A sanção estabelecida no inciso IV deste artigo é de competência exclusiva do Prefeito Municipal, conforme o caso, facultada a defesa do interessado no respectivo processo, no prazo de 10 (dez) dias da abertura de vista, podendo a reabilitação ser requerida após 02 (dois) anos de sua aplicação.

#### **X- DOS CASOS DE EXTINÇÃO DA CONCESSÃO**

Extingue-se a concessão por:

- I- Advento do termo contratual;
- II- Encampação;
- III- Caducidade;
- IV- Rescisão;
- V- Anulação e;
- VI- Falência ou extinção da **CONCESSIONÁRIA**.

#### **XI- DOS BENS REVERSÍVEIS**

Os bens imóveis e móveis de **CONCEDENTE** vinculados ao presente contrato à **CONCESSIONÁRIA**, deverão ser devolvidos na mesmas condições que foram recebidos.

#### **XII- DA OBRIGATORIEDADE, FORMA E PERIODICIDADE DA PRESTAÇÃO DE CONTAS DA CONCESSIONÁRIA AO PODER CONCEDENTE**

A **CONCESSIONÁRIA** deverá obrigatoriamente, prestar contas anualmente a **CONCEDENTE** através da apresentação de seu balanço financeiro e relatório analítico de suas atividades.

#### **XIII- DA EXIGÊNCIA DA PUBLICAÇÃO DE DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS PERÓDICAS DA CONCESSIONÁRIA**

A **CONCESSIONÁRIA** deverá, obrigatoriamente publicar, em jornal de grande circulação no município, suas demonstrações financeiras anualmente.

#### **XIV- DO FORO E MODO AMIGÁVEL DE SOLUÇÃO DAS DIVERGÊNCIAS CONTRATUAIS**

Fica eleito o Foro de Guaratinguetá, para dirimir questões resultantes das divergências contratuais, não resolvidos na esfera administrativa entre a **CONCEDENTE** e a **CONCESSIONÁRIA**.

#### **XV- DISPOSIÇÕES FINAIS**

O presente contrato é celebrado de forma irrevogável e irretratável.

E por estarem justas e concordes, as partes assinam o presente instrumento em 03 (três) vias, de igual teor, na presença das testemunhas.

Guaratinguetá, 10 de setembro de 2007.

CONCEDENTE:

---

**PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARATINGUETÁ**

---

**SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ**

CONCESSIONÁRIA:

---

**COOPERATIVA AMIGOS DO LIXO DE GUARATINGUETÁ**

TESTEMUNHAS:

---

## ANEXO II

COMPANHIA DE SERVIÇOS DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ - SAEG					
CONCORRÊNCIA PÚBLICA Nº 001/2010					
ANEXO II - PLANILHA BASE DE PREÇOS (GERAL)					
ANEXO IV					
PLANILHA DE QUANTIDADES E PREÇOS					
Item	Serviço	Unidade	Quantidade (toneladas) x 24 meses	Preço Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
1.	COLETA E TRANSPORTE dos resíduos urbanos até a unidade de transferência, incluindo coletores	tonelada	1.872,72	113,38	212.331,14
2.	OPERAÇÃO DA UNIDADE DE TRANSFERÊNCIA dos resíduos urbanos	tonelada	1.872,72	30,54	57.186,40
3.	TRANSPORTE dos resíduos urbanos da unidade de transferência até o aterro sanitário. Tonelada/km	tonelada	1.872,72	39,17	73.355,61
4.	DESTINAÇÃO final dos resíduos urbanos no aterro sanitário	tonelada	1.872,72	83,49	156.344,45
<b>TOTAL do Contrato - 24 MESES (ESTIMADO)</b>					<b>11.981.270,40</b>

\*Observação: Cálculo do valor do transporte será feito através da multiplicação do preço unitário pela distância de ida e volta, considerando como ponto de partida a unidade de transferêcia do Parque Ambiental Santa Luzia - Guaratinguetá e ponto final o aterro sanitário.

Total do contrato por extenso: Onze milhões, novecentos e oitenta e um mil, duzentos e setenta reais e quarenta centavos

Validade da proposta (dias): 60 dias

Empresa Licitante: HELENO & FONSECA CONSTRUTÉCNICA S/A

Representante Legal: ADELMO ERNESTO DI GREGÓRIO

SÃO PAULO, 28 DE DEZEMBRO DE 2010

ENGR ADELMO ERNESTO DI GREGÓRIO  
CREA Nº 0601111903  
DIRETOR VICE-PRESIDENTE

