



**Isabela da Rocha Santos Vieira Muniz**

**Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos  
urbanos no município de Paty do Alferes, RJ**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Celso Romanel

Co-orientador: Prof. Ernani de Souza Costa



**ISABELA DA ROCHA SANTOS VIEIRA MUNIZ**

**Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos  
urbanos no município de Paty do Alferes, RJ**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Celso Romanel**

Presidente / Orientador

Departamento de Engenharia Civil - PUC-Rio

**Prof. Ernani de Souza Costa**

Co-Orientador

Departamento de Engenharia Civil - PUC-Rio

**Prof. Paulo Luiz da Fonseca**

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

**Profa. Thais Cristina Campos de Abreu**

Departamento de Engenharia Civil - PUC-Rio

**Prof. Márcio da Silveira Carvalho**

Coordenador Setorial de Pós-Graduação  
do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 17 de maio de 2016.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Isabela da Rocha Santos Vieira Muniz**

Graduou-se em Engenharia Civil na UFF (Universidade Federal Fluminense) em 2011. Atualmente trabalha com Construção Civil na área de Infraestrutura.

#### Ficha Catalográfica

Muniz, Isabela da Rocha Santos Vieira

Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos no município de Paty do Alferes, RJ / Isabela da Rocha Santos Vieira Muniz; orientador: Celso Romanel; co-orientador: Ernani Costa. - 2016.

144 f. : il. Color.; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2016.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil – Teses. 2. Engenharia Urbana – Teses. 3. Resíduos Sólidos. 4. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. 5. Unidade de Triagem e Compostagem. 6. Paty do Alferes. .I. Romanel, Celso. II. Costa, Ernani Souza. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. IV. Título.

À minha mãe.

## Agradecimentos

A equipe da Prefeitura de Paty do Alferes pela atenção e apoio durante todo o processo de pesquisa e levantamento, em especial, ao Prefeito Rachid Elmor, Jorge José de Barros Santos - “Zezé da Floresta” que incansavelmente abraça as causas ambientais, André Dantas Martins, Vanderléa de Souza Simonis, Milton, Júlio César Duarte de Carvalho, Susimar Coimbra Bernardes, Raphael Moura, Gustavo e Anderson.

Ao Marcelo Basbus Mourão pelas lindas palavras.

Ao Engenheiro e Administrador Fernando Gonzalez, pelos esclarecimentos e incentivos que facilitaram muito planejamento deste estudo.

Aos professores Celso Romanel e Ernani Costa por todo conhecimento transmitidos ao decorrer do curso e pelo tempo dedicado para realização deste trabalho.

À Paula Enoy por todo carinho e eficiência durante todo curso.

Ao professor Paulo Fonseca por ter despertado em mim o interesse sobre o assunto Saneamento Básico.

À minha família pelo apoio e incentivo para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha mãe, meu carinho e dedicação sempre. Sua presença é fundamental neste trabalho.

## Resumo

Muniz, Isabela da Rocha Santos Vieira; Romanel, Celso (orientador); Costa, Ernani Souza (co-orientador). **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Paty do Alferes, RJ.** Rio de Janeiro, 2016. 144 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A preocupação com a gestão e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é uma questão de grande importância para a manutenção da qualidade de vida e de um meio ambiente saudável. É essencial que a conscientização em relação a este tema nasça da responsabilidade da população em parceria imprescindível e indispensável do Poder Público em todas as suas esferas e das empresas privadas. A partir de 2010, com a aprovação das leis federais nº 11.445 (Política Nacional de Saneamento Básico) e 12.305 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos), e com a definição de programas e metas visando à universalização dos serviços, o tema resíduos sólidos ganhou mais poder e visibilidade e vem sendo amplamente discutido. Entretanto, ainda é evidente que, na maioria dos municípios brasileiros, a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos estão muito aquém de atingir resultados desejados e satisfatórios. Este trabalho avalia especificamente o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos para o município de Paty do Alferes, localizado no estado do Rio de Janeiro, e analisa a operacionalidade da Unidade de Triagem e Compostagem instalada neste município. Para isso, foram realizadas revisões bibliográficas, visitas de campo, coletas de dados e entrevistas com pessoas envolvidas neste processo. Como resultados obtiveram-se matrizes de análise que poderão ser aplicadas a outros municípios possibilitando a identificação de pontos fracos e fortes no Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e nas estruturas e operação de uma UTC, bem como sua utilização como apoio para elaboração do Plano Municipal de Resíduos Sólidos. Conclui-se que ainda é enorme a deficiência dos municípios brasileiros na gestão e gerenciamento de seus resíduos, demonstrando a necessidade de conscientização da população e de grandes investimentos em capacitação e infraestrutura por parte dos poderes públicos e privados.

## Palavras-chave

Resíduos Sólidos; Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos; Unidade de Triagem e Compostagem; Paty do Alferes.

## Extended Abstract

Muniz, Isabela da Rocha Santos Vieira; Romanel, Celso (advisor); Costa, Ernani Souza (co-advisor). **Integrated Management of Urban Solid Waste in the City of Paty do Alferes, RJ.** Rio de Janeiro, 2016. 144 p. Msc Dissertation – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

### 1 Introduction

The integrated management of urban solid waste is of great importance to maintaining public health and the environment. The setting of policies suitable for the local reality ensures efficient performance of services, right choice of type of treatment and environmentally appropriate final disposal.

Since 2010, with the regulation of Federal Law nº 11.445 (National Policy for Basic Sanitation) and Federal Law nº 12.305 (National Policy for Solid Waste), the guidelines concerning solid waste management and the responsibilities of its generators and the government became clearly defined, providing extensive discussions and the implementation of classes and seminars all over the country.

The National Policy for Solid Waste provides for the goals, instruments and guidelines regarding solid waste management, both its generators and the government's responsibilities and the applicable economic instruments. Among the goals presented in the above-mentioned law, it's important to point out:

- Reduction of waste consumption and generation, encouragement towards recycling, reutilization, treatment and appropriate disposal of refuse;
- Support to the recycling industry, inciting the use of products made of recyclable raw materials;
- Perfecting of technical team for working with solid waste; and
- Promotion of the engagement of scavengers and associations in actions that involve shared responsibility for the products' life cycle.

This law also reaffirms that social participation is mandatory and essential in all steps of the elaboration process of solid waste plans (national, state and

municipal), thus intending for the programs and plans to represent the real local and the people's need, in addition to determining that these plans be publicized in all social spheres.

Specifically for the municipalities, the Federal Law nº 12.305 establishes that the elaboration of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management is mandatory and that it shall include, among other items, the following minimal content:

- Presentation of the municipality's solid waste status, such as its origin, volume, characterization, and implemented destination and disposal;
- Defined routines and operational specifications for services of urban cleaning and solid waste treatment and destination;
- Trainings and classes to qualify the technical personnel related to the services' implementation and operation;
- Promotion of people's awareness regarding environmental education aiming waste Reduction, reutilization and recycling;
- Reduction, reutilization, selective collection, recycling, and so forth, goals, with the purpose of reducing the amount of refuse sent to environmentally appropriate final disposal;
- Definition of measures for the control and inspection of services related to solid waste management; and
- Delimitation of related environmental liabilities and the measures to mitigate them.

Lastly, the National Policy for Solid Waste determines the prohibition of improper methods of final destination and disposal of solid waste or refuse, such as throwing and burning outdoors or disposal in bodies of water.

In the municipal sphere, it is common to find vague instructions without any definitions for actions and the proper planning regarding the theme, however, after the setting of the Municipal Plans for Integrated Solid Waste Management, a progress in that area was expected.

Due to this new scenery, a great expectation of improvement has been created, but Brazil's current panorama has a long way to go before reaching the universalization standards. Below are some numbers from year 2014:

- Generation of solid waste in Brazil was of approximately 78.6 million tons, representing an increase of 2,9 % relative to 2013 (ABRELPE, 2015);
- Evolution of the collection service coverage all over the nation was of only 0,2 % relative to 2013, reaching 90,6 % (ABRELPE, 2015); and
- Only 58,4 % of waste collected in the country had proper destination (ABRELPE, 2015).

And, also, for the state of Rio de Janeiro:

- Only 17,6 % of the municipalities had a Solid Waste Plan (BRASIL, 2014);
- 70,3 % of the municipalities showed themselves to have an improper control of collection services (BRASIL, 2014); and
- 66 % of the municipalities presented problems in the infrastructure of waste final destination locations (BRASIL, 2014).

In this context, an assessment was performed on the solid waste management in the municipality of Paty do Alferes through an analysis of the domiciliary solid waste collection, transportation, treatment and destination system.

Paty do Alferes, chosen as case study of the present paper, is located in the south of Rio de Janeiro state, has a predominantly urban population (79,5 %) of 26.359 residents (IBGE, 2010), a municipal human development index in the average range of development and a poverty index equal to 40,65 % (TCE-RJ, 2014).

Just like most of Brazilian municipalities, Paty do Alferes deals with several issues concerning basic sanitation and specially services related to urban solid waste management.

The place, however, stands out for its initiative to implement a Sorting and Composting Plant (SCP). The Barro Branco SCP had its operation shutdown early, which was also subjected to analysis in this paper.

From waste management analysis and the assessment of the SCP's operational routines, it was possible to understand the city's difficulties on the subject. This methodology can be equally applied to other municipalities with the same characteristics, so as to support in diagnosing the solid waste status and in creating the Municipal Plans for Integrated Solid Waste Management.

## **2 Methodology**

To enable the analyses and assessments of this paper, between July and October 2015, we performed bibliographical reviews, field visits and interviews with the president of the Scavengers Association and the city hall employees involved in the process.

Along with these interviews and visits, it was possible to collect existing documentation from tenders, projects and the SCP's operation.

The compilation of this information enabled the assessment of both the municipality and the SCP's solid waste management.

## **3 Paty do Alferes and its urban solid waste**

### **3.1 The municipality**

Paty do Alferes, emancipated in 1989, holds a great agricultural production of tomatoes, from where its title of largest producer in the state and third in the country comes (VALLENGE, 2014). Its total revenue was of R\$ 69 million (roughly 218 million dollars) in 2013, the 61st biggest revenue in the state of Rio de Janeiro (TCE-RJ, 2014). It is located 119 km (roughly 74 miles) from the city of Rio de Janeiro (VALLENGE, 2014).

In 2010, according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2010), it had 26.359 predominantly urban residents. Among the 8.002

permanent households, 3.337 of them had their garbage collection performed directly through the cleaning service, 3.780 had it through cleaning service dumpster, and 885 through burning or burying of its garbage or by throwing it in wastelands, among other unsuitable possibilities.

In 2012, the Court of Accounts of the State of Rio de Janeiro audited the state's municipalities with the purpose of assessing aspects related to planning and quality of urban solid waste collection and final destination services. Regarding the municipality in question, the following was found: improper planning for solid waste management, lack of solid waste management plan, and improper control and provision of solid waste collection services.

### **3.2 Analysis of integrated urban solid waste management**

During field inspections and technical visits, we observed that waste storing is performed by the population by using garbage bags and/or plastic shopping bags. We also noted that trashcans were set in several households, preventing materials from being dragged by the rain, or bags from being damaged by animals.

In addition, in the most populated and commercial districts, which generate a bigger amount of waste, such as downtown, the city hall has set small containers to facilitate storing, preventing the material from being abandoned in an inappropriate location and a large amount of waste from being exposed, causing negative visual impact.

Solid waste collection service is performed by the municipality itself by using 2 compactor trucks, 1 dump truck and 20 employees directly involved in this step. We did not find any evidence of complaints about this service; however, we observed that there isn't a defined collection routine and that there are no records of the urban solid waste collection schedule being followed.

Selective collection is performed only in Parque Barcellos district (door to door) and downtown with the use of volunteer delivery points. The Paty do Alferes' Association of Environmentally Friendly Scavengers is responsible for collecting, sorting and selling the recycled material. Selective collection began March 2014, when an agreement was sealed between the City Hall and the

Association to this end. Today, the Association is paid R\$ 8.000 (roughly 25.000 dollars)/month to perform this service.

According to measurement bulletins provided by the city hall, in January 2015, a total of 7.420 kg (16.358 lbs.) of material were recycled, with paper and cardboard being among the main ones. The city hall and the Association do not have a control of the amount of material collected by the Association.

The rest of the material collected by the city hall is transported to an area that works as a transshipment station. However, that area does not have a license to operate as such.

The place used by the Association for selective collection and for the transshipment of the material collected by the city hall is the same area where the Sorting and Composting Plant used to operate.

In this area, the waste is transferred to larger dumpsters and transported to the licensed landfill located in the municipality of Nova Iguaçu. Since 2013, this service is performed by Própria Ambiental and there is waste manifest record that proves its proper destination.

According to the measurement bulletins data relative to the period between 05/25/2015 and 06/23/2015, approximately 363 tons of garbage were collected, resulting in an average of 12.1 tons of garbage per day. The city hall paid around R\$ 100.000 (roughly 316.000 dollars)/month for this service.

In addition to recycling, which is performed in only two districts, since 2014, no other forms of treatment are carried out.

The city does not have a Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management, as well as no other document that includes information such as solid waste origin, volume, characterization, rules for transportation and other steps of its management.

In addition, there are no technical qualification programs or actions for implementation of this plan or for environmental education that promotes solid waste non-generation, reduction, reutilization and recycling.

Neither are no definitions concerning the reduction, reutilization, selective collection, recycling, and so forth, goals with the purpose of reducing the amount of refuse sent to environmentally appropriate final disposal.

### 3.3

#### Analysis of Barro Branco's Sorting and Composting Plant

During data gathering in the city hall's archives, Barro Branco Sorting Unit's Basic Project was provided. This project, elaborated by the Federal University of Viçosa - MG, was sized to receive up to 15 tons/day of urban solid waste, a future population of 30.000 residents and a 20 years lifespan.

The project presents the units' sizing, showing that they can withstand the estimated amount of waste generated in the municipality; however, we did not find any evidence of a proper characterization of this material being performed, which is one of the most important items for the study of the economic and financial viability of a SCP.

All the structures anticipated in the basic project were built, except for the refuse ditch.

Although there are records that show that the SCP began to working 2006, its Operating License was only issued in 2009, valid through 2014. However, several conditions in the license were not fulfilled, such as presenting an activity follow-up report that includes photographic account and a spreadsheet for the amount of waste received, sorted and composted, and not allowing that raw urban waste to remain in the plant area for more than 24 hours.

Between the beginning of its operation, in 2006, and the plant's closing, in 2013, three companies were hired to run the unit.

As soon as 2009, it was necessary, on an emergency basis, to hire the services of Central de Tratamento de Resíduos Nova Iguaçu S/A (Nova Iguaçu Waste Treatment Center S/A) to receive, treat and dispose the solid waste, since it was not being sorted, and a big amount of raw material built up in the SCP's courtyard.

Again in 2013, under the management of Paty do Alferes' Entrepreneurs, Environmental Agents and Recyclers Cooperative — a company comprised of old scavengers from the municipality — the situation repeated itself, and the city hall decided to shutdown the plant.

Since during the technical visits the SCP was no longer in operation, it was not possible to follow its routine, so all the information presented on Table 1 was obtained through the interviews performed.

Table 1 – Analysis of the Sorting and Composting Unit's operational routine

SCP's service	Frequency	Routine	C	NC	NI
Waste Receipt	Daily	To alternate the days of selective collection and common collection receipt.		x	
		To receive the selective collection material in the plant's receipt area for a pre-sorting.		x	
		To send, right after pre-sorting, the selective collection's dry waste to specific bays, and the wet waste to be sorted.		x	
		To weigh and write down, after their separation, the dry and wet waste, for monitoring.		x	
		To receive, in this area, domiciliary and commercial waste only.		x	
		To cover with a tarp the garbage that may not have been processed on the day of collection.		x	
Sorting	Daily	To promote strict separation of garbage components.		x	
		To prevent the separated components from dropping on the floor.			x
		To properly distribute the sorted material;	x		
		To weigh the full drums before sending its content to the final destination.		x	
Composting	Daily	To check windrow humidity.			x
		To identify the windrows with numbered signs.			x
		To read and write down the windrows' daily temperature during active degradation phase (90 days) and the maturation phase (30 days) until the completion of the 120-day composting cycle.			x
		To promote aeration at each plowing, every 3 days.			x
		To remove, during plowing, inert material present in the windrow.			x
		To check for nutrients essential to the process.			x
		To ensure that the size of the particles to be composted be no more than 5 cm (about 2 inches).			x
Composting	Monthly	To get rid of flies, by covering the new windrows with a layer of matured compost and by spraying insecticide in the chutes.			x
		To remove any vegetation produced on the windrows.			x
		To check the waterproofing conditions of the courtyard floor and the expansion joints.			x
		To test the functioning of the tap and hose that supply the composting courtyard, and replace them if necessary.			x
Matured compost	Weekly	To sift the matured compost obtained during the week and properly store it.	x		
		To stock this compost in places with waterproof floor and a ceiling, preferably isolated, preventing animals from getting in.	x		
		To send the materials retained on the sieve to be buried in the refuse ditches.			x
	Semiannually Annually	To collect and send 1 kg (2.2 lbs.) of matured compost to lab analysis.			x
Recycling	Daily	To organize and stack the bundles per type of material.			x
	Semiannually Annually	To check the floors' waterproofing conditions.			x

C – In Conformity; NC – Not in Conformity; NI – Not Informed

Table 1 (continued) – Analysis of the Sorting and Composting Unit's operational routine

Applicable to all steps.	Daily	To strictly wear PPEs.			X
		To prevent pets from entering the location.			X
		To sweep the area after the end of activities.			X
	Monthly	To wash, with detergent and disinfectant, the receipt area and the pit where the sorting table is.			X
		To clean the gutters and the draining chutes.			X
		To replace the damaged drums.			X
		To perform maintenance on the plant's mechanized components.			X

C – In Conformity; NC – Not in Conformity; NI – Not Informed

### 3.4 Results

Regarding the integrated management of urban solid waste, it was possible to conclude that:

- The waste storing is properly performed by the population;
- The selective collection needs to be gradually expanded to the rest of the municipality and, for that, it will be necessary to invest in qualification and publicity, as well as hard work to raise people's awareness;
- There are no collection routines established or records of the performance of this service, showing frailty of control and knowledge by the municipality when it comes to its waste; and
- It is crucial that the transfer station be licensed and, for that, it will be necessary that the area's drainage system be in conformity.

As for the Barro Branco SCP, the following critical points were observed:

- A proper waste characterization (gravimetric composition, specific weight, humidity content, etc.) supported by the verification of the plant's technical and financial viability was not performed;
- Due to the nonexistence of selective collection during the period the plant operated, the material was sorted in its raw condition, making the process very expensive and prone to flaws;
- The raw material came contaminated with refuse (diapers, tampons, needles, and so on), risking the health of everyone involved in the sorting and composting process and of possible receptors of the

matured compost and recycled material; and

- Non-qualified personnel were hired to manage the plant.

## 4 Conclusion

As a conclusion from the analysis of the integrated urban solid waste management in Paty do Alferes, we can say that many investments will be necessary for it to be totally in conformity with the current legislation, encompassing all issues, from waste classification to its final destination.

As an initial step, it is essential that the elaboration of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management be performed in coherence with the local reality and with definition of feasible goals and programs.

It is advisable for the selective collection to be gradually expanded and, for that, it will be necessary to create programs to properly raise people's awareness.

One of the aggravating circumstances for the plant's bankruptcy was the city hall's lack of preparation to define and encourage recycling programs for the people, a key factor to guarantee success in a sorting and composting plant, since the people's awareness and their relationship with the garbage is of main importance.

Another big impact in the plant's operation was the replacement of the people in charge of the unit's running and maintenance, pointing out that the city hall should plan an operation that keeps a service continuity, thus preventing management rotation that changes concepts and redefines standards.

In the agreement sealed between the Cooperative and the city hall, the former was completely responsible for the waste, exempting the latter from any control or action over the process. However, since the Cooperative is comprised of former scavengers — professionals not very qualified for proper waste management — a bigger control and participation from the city hall showed to be necessary.

Lastly, we can conclude that a planning, absent in most municipal administrations, is essential in any matter of public administration.

What would be really genuine would be a project that rose from the people's urges and that was handled by the people, even if indirectly. The administration is

the government's duty, but the existence of a co-management that began in each person's residence would prove to be efficient, from collection to environmentally appropriate final destination, which is the goal of the elaboration of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management.

### **Keywords**

Solid Waste; Integrated Management of Municipal Solid Waste; Waste Sorting and Composting Plant; Paty do Alferes.

## Sumário

1	Introdução	25
1.1	Relevância do Tema	25
1.2	Objetivos e Metodologia	28
2	Políticas Públicas	29
2.1	Arranjos Institucionais na Esfera Federal	29
2.2	Arranjos Institucionais na Esfera Estadual	38
2.3	Arranjos Institucionais na Esfera Municipal	40
3	O Cenário Brasileiro em Relação aos Resíduos Sólidos Urbanos	47
4	Resíduos Sólidos: Classificação e Características	59
4.1	Classificação dos Resíduos Sólidos	60
4.2	Características Físicas, Químicas e Biológicas	62
5	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU)	69
5.1	Acondicionamento	73
5.2	Serviço de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos	73
5.3	Coleta de Resíduos Públicos	75
5.4	Coleta Seletiva	76
5.5	Estações de Transferência de Resíduos Sólidos	77
5.6	Sistemas de Tratamento de Resíduos Sólidos	79
5.7	Usina de Triagem e Compostagem	84
5.8	Disposição Final dos Resíduos Sólidos: Aterro Sanitários	90
6	O Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Paty do Alferes e a Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco	93
6.1	Caracterização Municipal	93
6.2	Visitas de Campo	99
6.3	Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos	103
6.4	Análise do Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido Urbano	105
6.5	Análise da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco	116
6.6	Resultados Obtidos	133
7	Conclusão	137
8	Referências bibliográficas	141

## Lista de Figuras

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos	62
Figura 2 - Localização do município de Paty do Alferes	94
Figura 3 - Localização do município de Paty do Alferes em relação a Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul	95
Figura 4 - Placa que será utilizada na implantação da coleta seletiva	113
Figura 5 - Placa que será utilizada na implantação da coleta seletiva	114

## Lista de Fotografias

Fotografia 1 - Acondicionamento dos resíduos sólidos	106
Fotografia 2 - Acondicionamento dos resíduos sólidos	106
Fotografia 3 - Acondicionamento dos resíduos sólidos	107
Fotografia 4 - Acondicionamento dos resíduos sólidos	107
Fotografia 5 - Contêineres para acondicionamento dos resíduos sólidos	108
Fotografia 6 - Prensa utilizada para compactação do material reciclado	112
Fotografia 7 - Material enfardado preparado para venda	112
Fotografia 8 - Placa do Posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos	114
Fotografia 9 - Estoque de embalagens no posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos	115
Fotografia 10 - Prensa disponível no posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos	115
Fotografia 11 - Acúmulo de lixo na UTC com a presença de vetores de doenças evidenciado durante a inspeção do Controle Interno da PMPA	121
Fotografia 12 - Acúmulo de lixo na UTC evidenciado durante a inspeção do Controle Interno da PMPA	121
Fotografia 13 - Área de despejo do material coletado	124
Fotografia 14 - Área de despejo e esteira de triagem	124
Fotografia 15 - Área de despejo e esteira de triagem	125
Fotografia 16 - Triturador	127
Fotografia 17 - Área de triagem ao fundo	127
Fotografia 18 - Área de triagem e baias de compostagem	128
Fotografia 19 - Baias de compostagem ao fundo	130
Fotografia 20 - Equipamento para peneiramento	130

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Crescimento da geração per capita entre 2013 e 2014 - Brasil	50
Gráfico 2 - Geração per capita diária - Sudeste	51
Gráfico 3 - Geração diária de resíduos - Rio de Janeiro	51
Gráfico 4 - Coleta de resíduos sólidos - Brasil	52
Gráfico 5 - Geração e coleta de resíduos sólidos - Brasil	52
Gráfico 6 - Geração e coleta de resíduos sólidos - Sudeste	53
Gráfico 7 - Coleta de resíduos sólidos - Rio de Janeiro	54
Gráfico 8 - Destinação de resíduos sólidos - Brasil.	55
Gráfico 9 - Destinação de resíduos sólidos - Sudeste	55
Gráfico 10 - Destinação de resíduos sólidos - Rio de Janeiro	56
Gráfico 11 - Destinação dos resíduos sólidos - Brasil	57
Gráfico 12 - Destinação dos resíduos sólidos - Sudeste	57
Gráfico 13 - Índice de coleta seletiva	58

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resumo da Lei Orgânica Municipal	42/43
Tabela 2 - Resumo do Plano Diretor Municipal	44/45
Tabela 3 - Valor previsto no Plano Plurianual para o gerenciamento dos resíduos sólidos	46
Tabela 4 - Resumo das auditorias realizadas pelo TCE-RJ	48
Tabela 5 - Relação entre a renda per capita e a geração de resíduos sólidos urbanos	49
Tabela 6 - Quantidade de lixo disposto inadequadamente	56
Tabela 7 - Classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco potencial ao meio ambiente	61
Tabela 8 - Classificação dos resíduos sólidos quanto a sua origem	61
Tabela 9 - Exemplo de composição gravimétrica em alguns países	63
Tabela 10 - Fatores que influenciam nas características dos resíduos sólidos	63
Tabela 11 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos	66
Tabela 12 - Gerenciamento de resíduos sólidos	70
Tabela 13 - Aspectos relacionados à limpeza urbana	76
Tabela 14 - Recepção de resíduos - Rotina operacional	86
Tabela 15 - Triagem - Rotina operacional	87
Tabela 16 - Compostagem - Rotina operacional	89
Tabela 17 - Composto maturado – Rotina de operação	90
Tabela 18 - Lista de achado da inspeção do TCE-RJ para o município de Paty do Alferes	98
Tabela 19 - IDMH de Paty do Alferes	98
Tabela 20 - Quantidade estimada de resíduos sólidos urbanos por material	104
Tabela 21 - Quantidade média de material reciclado por mês	105
Tabela 22 - Análise da rotina operacional da recepção de resíduos	126
Tabela 23 - Análise da rotina operacional da triagem	129

Tabela 24 - Análise da rotina operacional da compostagem	131/132
Tabela 25 - Análise da rotina operacional do composto maturado	132

*“Estão dizendo que o progresso vem ai  
Vão acabar com o Barão de Javary  
No seu lugar vai nascer poluição  
Se for verdade chorará meu coração”*

*Walter Athayde*

# 1 Introdução

## 1.1 Relevância do Tema

O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos é de grande importância para a manutenção da saúde pública e do meio ambiente. Políticas adequadas garantem o correto tratamento e disposição dos resíduos evitando a contaminação do solo e da água, a proliferação de vetores e apoiando na manutenção da limpeza dos bairros e das ruas. Todo o lixo despejado de maneira inadequada, seja pelos municípios, por empresas privadas ou pela população, contribui para danos ambientais e à saúde.

A Lei Federal nº 6.938 de 1981, regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274 de 1990, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e que tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida é muito abrangente, não trazendo diretrizes específicas para as atividades de saneamento básico, razão pela qual há carência de um aprofundamento específico setorizado possibilitando a vetorização de uma ação em prol da questão local escolhida para aplicação dos conceitos e regras.

Apenas a partir de 2010, com a regulamentação da Lei Federal nº 11.445 (Política Nacional de Saneamento Básico - PNSB) e da Lei Federal nº 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS), as diretrizes em relação aos Resíduos Sólidos, sua gestão e gerenciamento e às responsabilidades dos geradores e do poder público ficaram claramente estabelecidas, proporcionando amplos debates e grandes discussões, realizações de cursos e seminários por todo o País e até mesmo orientações no sentido da criação e implantação de consórcios públicos para a gestão de resíduos sólidos e outros projetos já prevendo a viabilidade econômica e financeira dos mesmos tendo em vista que muitos municípios não dispõem de recursos próprios para tal fim. Assim, o esforço

conjunto de dois ou mais municípios na criação de consórcio público é uma ação factível de impulsionamento de projetos voltados ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

Uma grande expectativa foi criada após a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em função dos objetivos de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e atribuições de responsabilidades.

Entretanto, o panorama atual brasileiro está muito aquém de atingir essas expectativas e os padrões de universalização: a quantidade de resíduos gerados continua aumentando a cada ano mais que o crescimento populacional (o crescimento de geração de resíduos foi de 4,1 % entre 2012 e 2013 e 2,9 % entre 2014 e 2013) demonstrando, por exemplo, que as políticas de diminuição do consumo (redução), reutilização e reciclagem, os três R's, não estão sendo satisfatórias e eficazes e que a cobertura de coleta de resíduos, que já apresentava uma taxa de coleta de 90,4 % em 2013, também não apresentou crescimento entre 2012 e 2014.

Adicionalmente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos inicialmente determinava que todos os municípios brasileiros erradicassem completamente os lixões e aterros controlados e descartassem seus resíduos em aterros sanitários. Apesar disso, cerca de 38 % (mais de 100 mil toneladas) do lixo coletado em 2014 foi descartado inadequadamente, evidenciando que muito investimento ainda terá que ser realizado para que as metas sejam atingidas.

Outra exigência da PNRS era a elaboração dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos, entretanto em 2014, apenas 17,6 % dos municípios do Rio de Janeiro dispunham do plano.

O Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) realizou em 2012 auditorias nos municípios do Estado do Rio de Janeiro com a finalidade de avaliar aspectos relativos ao planejamento e à qualidade de serviços de coleta e destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos e a partir dos resultados observados, conclui-se que os municípios, em sua maioria, não estão preparados e capacitados para realizar uma gestão e gerenciamento eficientes e ambientalmente adequados de seus resíduos.

Além disso, principalmente em municípios de menor porte, as políticas de reutilização e reciclagem, não têm sido implantadas adequadamente contribuindo

para que o volume de rejeitos continue aumentando e, conseqüentemente, provoque a diminuição da vida útil dos aterros e abortando, lentamente, a ideia tão eficaz da aplicação do conceito dos três R's.

Diante desse cenário, este trabalho analisou a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos para um município de pequeno porte (menos que 30.000 habitantes) a fim de identificar os pontos fracos em relação ao acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos.

O município de Paty do Alferes, escolhido como estudo de caso do presente trabalho, está localizado na região sul fluminense do estado do Rio de Janeiro, conta com uma população predominantemente urbana (70,5 %) de 26.359 habitantes (IBGE, 2010), um índice de desenvolvimento humano municipal (IDMH) na faixa média de desenvolvimento e um índice de pobreza igual a 40,65 %.

Assim como na maioria dos municípios brasileiros, Paty do Alferes convive com diversos problemas no que se refere ao saneamento básico e em especial aos serviços ligados a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

O município, entretanto, destaca-se pela iniciativa de implementar uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC), que também será objeto de análise deste trabalho.

Portanto, neste contexto, será realizado um estudo de caso para avaliação do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos para o município de Paty do Alferes, através da análise do sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos domiciliares e em complementação, serão analisados a implantação e operação da usina de triagem e compostagem, e o motivo que levou ao encerramento precoce das atividades da UTC de Barro Branco.

A partir destas análises espera-se compreender mais profundamente as dificuldades em relação à gestão e gerenciamento dos resíduos no município em questão e criar matrizes e parâmetros de análises que poderão ser igualmente aplicadas em outros municípios semelhantes.

## 1.2 Objetivos e Metodologia

O objetivo principal do presente trabalho é analisar o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Paty do Alferes, através da avaliação do sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos, identificando os pontos fracos e fortes da atual gestão municipal.

Além disso, serão analisados os projetos, as estruturas, a operação e o gerenciamento da Usina de Triagem e Compostagem Barro Branco de modo a identificar as causas para o encerramento precoce da planta.

Com isso, espera-se determinar parâmetros de análise do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos que poderão ser aplicados a outros municípios de maneira a apoiar a gestão na definição de medidas e políticas que poderão ser implantadas para melhorias nos serviços municipais em relação aos resíduos sólidos e para apoiar a elaboração dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos.

Adicionalmente, com a análise da UTC, pretende-se identificar as causas do encerramento precoce e criar matrizes de análise das rotinas operacionais de uma usina de reciclagem e compostagem.

Para proporcionar tais avaliações e análises, além de revisões bibliográficas, serão realizadas pesquisas de campo através de visitas técnicas e entrevistas com pessoas envolvidas no sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos no município somado a pesquisas nos arquivos municipais.

## **2** **Políticas Públicas**

Nesse capítulo serão apresentados os principais marcos regulatórios para o setor de Saneamento Básico, no que tange à gestão de resíduos sólidos, nas três esferas públicas.

### **2.1** **Arranjos Institucionais na Esfera Federal**

No que se refere à prestação de serviços, devem ser consultadas: a Lei Federal nº 11.107 de 2005 (Lei dos Consórcios Públicos), a Lei Federal 8.666 de 1993 (Lei das Licitações), a Lei Federal 8.978 de 1995 (Lei das Concessões) e a Lei Federal 11.079 de 2004 (Lei das Parcerias Públicas Privadas PPPs), entretanto, essas Leis não serão abordadas nesse trabalho, pois não trataremos do tipo de prestação dos serviços de saneamento básico.

A Constituição Federal de 1988 e a Lei Federal nº 6.938 de 1981 (Política Nacional de Meio Ambiente) não abordam especificamente o tema resíduos sólidos, apenas estabelece diretrizes gerais em relação ao meio ambiente, com, por exemplo, nos artigos 23 e 225 da constituição. A peculiaridade e os detalhes ficam a cargo dos entes federativos.

No artigo 23 da referida Constituição, determina que “é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer uma das suas formas”. Neste sentido, por imposição constitucional os municípios foram obrigados à criação de suas Leis Orgânicas próprias, contendo as questões relativas ao meio ambiente.

Em adição, no artigo 225 da Constituição, afirma que “todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Em seu parágrafo 1º, indica as incumbências do Poder Público para assegurar o direito ao meio ambiente, como preservar o ecossistema, exigir estudos prévios de impacto

ambiental para atividades causadoras de degradação ambiental, promover educação ambiental e proteger a fauna e a flora.

A Lei Federal nº 6.938 de 1981, regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274 de 1990, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Segundo o artigo 2º da referida Lei, a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Como se pode perceber, a Constituição Federal e a Política Nacional do Meio Ambiente não trazem determinações específicas para as atividades de saneamento básico, ficando a cargo da Lei Federal nº 11.445 (Política Nacional de Saneamento Básico) e a Lei Federal nº 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos).

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217 de 2010, conhecida como “Lei do Saneamento” estabelece novas perspectivas para o Saneamento Básico. Nos próximos parágrafos serão apresentados os itens mais importantes no que tange a Gestão de Resíduos Sólidos.

No artigo 2º do capítulo I, estão definidos os princípios fundamentais para prestação dos serviços de saneamento básico.

Esses princípios garantem a universalização progressiva dos serviços de saneamento básico, a execução dos serviços adequados ambientalmente e a participação popular em todas as etapas dos processos (elaboração dos Planos de Saneamento Básico, escolha dos tipos de serviços, definição dos métodos de pagamento, etc.).

O capítulo II em seus artigos 8º e 9º especifica como titular dos serviços de Saneamento Básico o próprio município, portanto este é responsável pela elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, prestação ou delegação dos serviços, definição do ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços.

Na maioria dos municípios brasileiros os serviços de saneamento já eram de responsabilidade municipal, entretanto, a partir de 2010, eles passam a ser

obrigados a não só executar os serviços, como coleta de resíduos, por exemplo, mas como também ter um planejamento das ações referentes à universalização dos serviços de saneamento criando diagnósticos, metas e programas através dos Planos Municipais.

No capítulo IV estão definidas as diretrizes para garantir a universalização progressiva dos serviços de saneamento e para isso, deve ser elaborado pelos municípios o Plano de Saneamento Básico, cujo o conteúdo mínimo está estabelecido no artigo 19.

Desta forma, o primeiro passo deve ser a criação desses documentos a partir do cenário municipal e fixando objetivos e metas de curto, médio e longo prazo em busca da universalização dos serviços. Têm-se aqui o princípio da aplicação da regra no local a partir da situação fática o que, em tese, e mesmo, na prática alcança resultados positivos a médio prazo.

E ainda determina que o plano deva ser compatível com outros planos existentes, como por exemplo, Plano das Bacias Hidrográficas, Plano Estadual de Saneamento e planos específicos para cada disciplina (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais urbanas).

Acrescentando que, no caso de municípios que resolvam se unir a outros para execução de um ou mais serviços de saneamento, os planos desses municípios também deverão ser compatíveis.

O capítulo V define como deverá ser executada a regulação dos serviços de Saneamento Básico, quem será responsável e quais são as funções do ente regulador.

Os objetivos da regulação, segundo o artigo 22 são:

- Estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;
- Garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;
- Prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência.

Para isso, determina no artigo 21 que o ente regulador deverá ter independência decisória, com autonomia administrativa, orçamentária e financeira. Ou seja, não poderá depender de outros órgãos públicos para execução de seus serviços, e desta forma executá-lo sem influência de outros setores.

Além disso, essa entidade reguladora editará normas técnicas, econômicas e sociais para a prestação dos serviços de saneamento básico. Essas normas deverão abranger aspectos como: indicadores de qualidade dos serviços, metas de expansão e de qualidade dos serviços, medição, controle de custos, entre outros.

O artigo 29 do capítulo VI estabelece que os serviços de saneamento básico tenham sustentabilidade financeira assegurada pela cobrança dos serviços e descreve as formas de cobrança para cada tipo de serviço (abastecimento de água, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais).

Além disso, traz no parágrafo 1º, diretrizes para instituição de tarifas, preços públicos e taxas.

O artigo 30 aponta que fatores como categorias de usuários, quantidade de consumo e capacidade de pagamento dos consumidores, deverão ser considerados na estrutura de remuneração e cobrança pelos serviços de saneamento básico.

Adicionalmente, o artigo 35 estabelece fatores que devem ser considerados para definição da cobrança pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como, nível de renda da população, características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser nelas edificadas, peso e volume médio coletado por habitante ou domicílio.

Fica decretado ainda, no artigo 53, a instituição do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), criando assim, um banco de dados único para o país.

A Lei Federal nº 12.305 de 2010, regulamentada pelo Decreto Federal 7.404 de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dispõe sobre seus princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes sobre a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Esta Lei é muito similar a Política Nacional de Saneamento Básico, porém com orientações e diretrizes específicas para a gestão dos resíduos sólidos.

O capítulo II dispõe sobre dois pontos importantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os princípios e objetivos.

Artigo 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- 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.

Artigo 7º 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 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.

A Lei Federal especifica ainda, em seu artigo 9º e 10, que é responsabilidade dos municípios e distrito federal a gestão dos resíduos gerados em seus territórios e que deve ser observada a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reciclagem, tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Em seu artigo 14 assegura ampla publicidade ao conteúdo dos Planos de Resíduos Sólidos (nacional, estadual, municipal) e controle social na sua formulação, ou seja, reafirma que a participação social é obrigatória e essencial em todas as etapas do processo.

A seção II, III e IV da presente Lei, dispõe sobre o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Planos Estaduais de Resíduos Sólidos e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, respectivamente.

Como conteúdo mínimo, os Planos Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, deverão conter: diagnóstico da situação dos resíduos, proposição de cenários, metas de redução, reutilização e reciclagem, metas para aproveitamento energético, metas para a eliminação e recuperação de lixões, programas, projetos e ações que visem o atendimento das metas, normas e condicionantes técnicas para acesso aos recursos públicos, normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e resíduos, meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização e medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos (este último apenas na esfera federal).

A seção IV dispõe sobre os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e determina que a elaboração desse plano é condicionante para os municípios terem acesso aos recursos da União. E ainda estabelece que serão priorizados os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais e que implantarem a coleta seletiva com participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

O artigo 19 merece destaque apresentando o conteúdo mínimo para os planos municipais.

Artigo 19. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;
- II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do artigo 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;
- III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;
- IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico nos termos do artigo 20 ou a sistema de logística reversa na forma do artigo 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;
- VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o artigo 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;
- VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o artigo 20 a cargo do poder público;
- IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;
- X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;
- XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;
- XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;
- XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;
- XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no artigo 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o artigo 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no artigo 33;
- XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;
- XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;
- XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

A seção I do capítulo III contém disposições gerais sobre as responsabilidades dos geradores e do poder público e esclarece em seu artigo 25 que “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento”.

Indica ainda que “o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços” e que “o gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo artigo 33, com a devolução”, artigo 26 e 28 respectivamente.

A seção II dispõe sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto entre os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

E ainda decreta em seu artigo 31 que a responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes abrange:

- O investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos que possam ser reutilizados ou reciclados e que cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;
- Divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;
- Recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa;
- Compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o município, participar das ações previstas nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa.

O artigo 32 discorre especificamente sobre as embalagens, que devem ser fabricadas, preferencialmente, com materiais que propiciem a reutilização ou reciclagem, e desta forma apoiando na redução do volume de rejeitos.

No artigo 33, a Lei traz que os produtores de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletromecânicos são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa.

O tema coleta seletiva é tratado no artigo 35, que explicita como obrigação dos consumidores o acondicionamento adequado de forma diferenciada para cada tipo de material e a disponibilização adequada dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis. Ainda estipula que o poder público municipal poderá instituir incentivos econômicos aos consumidores que participarem do sistema de coleta seletiva.

Conforme o artigo 36 é responsabilidade do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos adotar procedimentos de reaproveitamento e reciclagem como o estabelecimento de coleta seletiva, implantar sistema de compostagem e dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos.

O capítulo VI aborda no artigo 47 que são proibidas as seguintes formas de destinação e disposição final dos resíduos sólidos ou rejeitos:

- Lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- Lançamento *in natura* a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;
- Queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- Outras formas vedadas pelo poder público.

E em seu artigo 48 precisa as atividades que são proibidas nas áreas de disposição final:

- Utilização dos rejeitos dispostos como alimentação;
- Catação, observado o disposto no inciso V do artigo 17;
- Criação de animais domésticos;
- Fixação de habitações temporárias ou permanentes;

- Outras atividades vedadas pelo poder público.

Como pode ser observado nas Leis Federais nº 11.445 e 12.305, ficam definidos: os princípios sob os quais os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos devem ser prestados, as obrigações do titular do serviço, da população, dos fabricantes, fornecedores e comerciantes, a obrigatoriedade de planejar e regular os serviços, a participação e o controle social.

As duas Leis, em sua estrutura macro são bem similares, entretanto a Política Nacional de Resíduos Sólidos traz determinações específicas e mais adequadas aos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

## **2.2**

### **Arranjos Institucionais na Esfera Estadual**

O principal arranjo institucional na esfera estadual, no que se refere aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, está contido na Lei Estadual nº 4.191 de 2003.

Essa Lei Estadual, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 41.084 de 2007, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos do Estado do Rio de Janeiro, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais.

A referida Lei, em seu artigo 3º, parágrafo 1º, determina a proibição do lançamento e disposição a céu aberto, em cursos d'água, em sistemas de drenagem, queima ao ar livre ou disposição em locais não adequados.

Em complemento, no artigo 10 define-se que “não serão permitidos depósitos de qualquer tipo de resíduos a céu aberto, ficando os responsáveis obrigados a encaminhar os referidos resíduos a atividades licenciadas pelo órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental, para efetivação da destinação final de seus resíduos sólidos urbanos industriais e/ou não industriais, no prazo de um ano, a contar da data de sua publicação”, ou seja, os resíduos sólidos não poderão mais ser lançados nos lixões como era realizado na maioria dos municípios e deverão passar a ser encaminhados para aterros licenciados e ainda aponta que os municípios “deverão incluir em seus diagnósticos ambientais e

planos diretores a previsão das áreas passíveis de licenciamento (...) para efetivação da destinação final de seus resíduos sólidos”.

Propõem ainda, como uma forma de incentivar e apoiar produtos sustentáveis, em seu artigo 6º, que “os organismos da Administração Pública optarão, preferencialmente, nas suas compras e contratações, pela aquisição de produtos de reduzido impacto ambiental, que sejam duráveis, não perigosos, recicláveis, reciclados e passíveis de reaproveitamento, devendo especificar essas características na descrição do objeto das licitações, observadas as formalidades legais”.

O artigo 13 estabelece os objetivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos. São eles:

- Preservar a saúde pública e proteger o meio ambiente, garantindo seu uso racional;
- Erradicar os lixões, evitando o agravamento dos problemas ambientais gerados pelos resíduos sólidos;
- Estabelecer políticas governamentais integradas para a gestão dos resíduos sólidos;
- Ampliar o nível de informação existente, de forma a integrar ao cotidiano dos cidadãos à questão de resíduos sólidos e à busca de soluções para a mesma;
- Estimular os Municípios a atingirem a auto-sustentabilidade econômica dos seus sistemas de limpeza pública e urbana, através da criação e implantação de mecanismos de cobrança e arrecadação compatíveis com a capacidade de pagamento da população;
- Estimular e valorizar as atividades de segregação na origem e coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis;
- Estimular a implantação de novas tecnologias e processos não poluentes para o tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos sólidos.

Os artigos 16 e 17 tratam do licenciamento e fiscalização dos serviços, respectivamente, estabelece que as obras de unidades de transferências, tratamento

e disposição final de resíduos sólidos estão sujeitas a licenciamento ambiental pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente.

A referida Lei discorre ainda sobre os princípios no tocante a atividades de geração, importação e exportação de resíduos sólidos, as infrações e penalidades e sobre a educação ambiental, questões que não serão abordadas nesse trabalho.

Sobre o tema “logística reversa”, a Lei traz em seus artigos 22-A, B, C, D e E, as obrigatoriedades por conta dos fabricantes, consumidores, comerciantes, importadores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Numa análise comparativa verificamos que à medida que a hierarquia das esferas de governo avança na aplicação da política de gestão de resíduos sólidos há um detalhamento de cima para baixo no sentido de que é a preocupação local que impera no estabelecimento das ações.

Há uma questão de grande importância detalhada acima quanto à análise da situação colocada em pirâmide empírica quando a definição de uma política de gestão de resíduos sólidos deve ser analisada e planejada de acordo com os setores da sociedade.

E isso é tão importante que ao definir a política estadual o administrador público, o gestor ou o profissional da gestão de resíduos sólidos se depara com um dos quesitos mais importantes para a definição de um projeto e aqui está o ponto nodal da comparação entre a política nacional e a estadual: a regionalização.

A regionalização, por exemplo, estabelece a situação financeira de determinada classe apontando para a concentração de renda na área urbana que gera mais lixo.

Desta maneira, pretende-se com a elaboração dos Planos de Gerenciamento Integrado, determinar ações efetivas na gestão dos resíduos sólidos, voltadas para as necessidades específicas de cada município.

### **2.3 Arranjos Institucionais na Esfera Municipal**

Na esfera municipal, destacam-se a Lei Orgânica, o Plano Diretor, o Plano Plurianual e o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos.

A Lei Orgânica Municipal de Paty do Alferes promulgada em 23 de abril de 1990, e atualizada em outubro de 2006, destaca nos itens apresentados na Tabela 1

as competências e deveres quanto ao saneamento básico. Esses itens são muito amplos e básicos não trazendo nenhuma orientação concreta sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A Lei Municipal Complementar nº 010 de 10 de outubro de 2006, institui o Plano Diretor Municipal e os principais pontos que se referem aos resíduos sólidos podem ser observados na Tabela 2.

Este, um pouco mais detalhado, em seu artigo 206, itens I e III, discorre especificamente sobre a instalação da usina de reciclagem e compostagem e implantação da coleta seletiva.

A Lei Municipal nº 2.014 de 31 de dezembro de 2013, dispõe sobre o Plano Plurianual (PPA) de Paty do Alferes para o período 2014 a 2017, estabelecendo os programas, com os respectivos objetivos, indicadores de avaliação, ações orçamentárias e custos da administração municipal, para as despesas de capital e outras delas decorrentes, bem como as relativas aos programas de duração continuada.

No Plano Plurianual do município, o único recurso previsto claramente para a gestão dos resíduos sólidos faz parte do programa “Gerenciamento de Resíduos Sólidos Ambiental” com o objetivo de “dar destinação final aos resíduos sólidos coletados de forma ambientalmente correta”. Para isso são previstos os seguintes recursos demonstrados na Tabela 3 para o quadriênio indicado:

Tabela 1 - Resumo da Lei Orgânica Municipal

Lei Orgânica Municipal				
Título	Capítulo	Seção	Artigo	Inciso
I - Do Município	II - Da Competência Municipal	III - Da Competência Comum	Artigo 8º - É da competência administrativa comum do Município, da União e do Estado, observada a lei complementar federal:	XI. promover programas de moradia e melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;
IV - Da administração Pública Municipal	VII - Da Ordem Econômica	-	Artigo 173 - O Município, nos limites de sua competência, com observância dos princípios insertos na Constituição Federal, deverá:	VII. sempre que possível, municipalizar os serviços de abastecimento d'água à população, os de iluminação e força para o consumo público e privado, como também os de saneamento e remoção de lixo;
VIII - Das Disposições Gerais	-	-	Artigo 243 - A Secretaria Municipal de Obras destinará anualmente nunca menos de dez por cento da sua dotação orçamentária exclusivamente ao saneamento básico.	-

Fonte: Lei Orgânica Municipal (2006)

Tabela 1 (continuação) - Resumo da Lei Orgânica Municipal

Lei Orgânica Municipal				
Título	Capítulo	Seção	Artigo	Inciso
I - Do Município	II - Da Competência Municipal	III - Da Competência Comum	Artigo 6º - Compete ao Município:	XXV. prover sobre a limpeza das vias e logradouros públicos, remoção e destino do lixo domiciliar e de outros resíduos de qualquer natureza;
VIII - Das Disposições Gerais	-	-	Artigo 245 - Para efeito do disposto no Artigo 232 o Município cuidará para que seja instalada em seu território usina de reciclagem de lixo.	-
VII - Da Atividade Social do Município	VI - Do Meio Ambiente	-	Artigo 232 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se a todos, e em especial ao Poder Público, o dever de defendê-lo, zelar por sua recuperação e proteção em benefício das gerações atuais e futuras.	Parágrafo único - A política de meio-ambiente será definida pelo Poder Público, com a participação da sociedade que se dará através das entidades civis envolvidas, participantes do Conselho Municipal do Meio Ambiente, que apresentará propostas e sugestões aos poderes constituídos gestores da política ambiental e de preservação.

Fonte: Lei Orgânica Municipal (2006)

Tabela 2 - Resumo do Plano Diretor Municipal

Plano Diretor Municipal				
Título	Capítulo	Seção	Artigo	Inciso
I - Da Política Urbana		III - Das Diretrizes, Normas e Objetivos do Plano Diretor	Artigo 5º - Constituem o Plano Diretor as diretrizes, normas e os instrumentos com vista:	III — à promoção das políticas setoriais para: h) drenagem e saneamento básico;
			Artigo 6º - São objetivos do Plano Diretor:	I — propiciar ao conjunto da população melhores condições de acesso a terra, à habitação, ao trabalho, ao saneamento básico, aos transportes e aos equipamentos e serviços urbanos;
				II — ordenar o crescimento das diversas áreas da Cidade, compatibilizando-o com o sistema de drenagem, o saneamento básico, o sistema viário e de transportes, os sistemas de infraestrutura e os demais equipamentos e serviços urbanos;
V - Da Ordenação do Território	I - Disposições Gerais		Artigo 47 - O território municipal será ordenado para atender às funções econômicas e sociais da Cidade, de modo a compatibilizar o desenvolvimento urbano com o uso e a ocupação do solo, suas condições ambientais e a oferta de transportes, de saneamento básico e dos demais serviços urbanos.	

Fonte: Plano Diretor Municipal (2006)

Tabela 2 (continuação) - Resumo do Plano Diretor Municipal

Plano Diretor Municipal				
Título	Capítulo	Seção	Artigo	Inciso
-	IV - Da Política de Serviços Públicos e Equipamentos Urbanos	SUBSEÇÃO III - Do Programa de Limpeza Urbana	Artigo 206 - O programa de limpeza urbana terá o seguinte conteúdo mínimo:	<p>I — tratamento de resíduos sólidos, mediante a instalação de usinas de reciclagem e compostagem, em complementação às operações de destinação final do lixo;</p> <p>II — implantação do programa nas comunidades de baixa renda, condicionada à manifestação do órgão de limpeza urbana quanto à estratégia, métodos e técnicas a serem adotados;</p> <p>III — implantação gradual do sistema de coleta seletiva do lixo, para separação do lixo orgânico daquele reciclável, precedida de campanha educativa que a viabilize;</p> <p>IV — garantia de manipulação adequada de lixo patogênico, tóxico ou perigoso em geral.</p>
				<p>Parágrafo único. O Poder Público poderá exigir de estabelecimentos produtores dos tipos de lixo referidos no inciso IV processamento que garanta a eliminação dos riscos para a saúde pública e o meio ambiente.</p>

Fonte: Plano Diretor Municipal (2006)

Tabela 3 - Valor previsto no Plano Plurianual para o gerenciamento dos resíduos sólidos

Ano	Valor
2014	R\$1.625.522,00
2015	R\$ 1.698.670,49
2016	R\$ 1.775.110,66
2017	R\$ 1.854.990,79

Fonte: Adaptado do Plano Plurianual (2013)

Outros marcos regulatórios municipais são o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos – PMGIRSU.

O PMSB de Paty do Alferes foi finalizado em 2014 e contempla apenas os serviços de abastecimento público, manejo de águas pluviais e esgotamento sanitário.

A licitação para execução do PMGIRS foi realizada em 2015 e a elaboração do plano encontra-se em andamento, sob a responsabilidade do município de Paty do Alferes através da empresa Eco X Consultoria Ambiental e Empresarial.

Observa-se atualmente, a falta de diretrizes específicas para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, tendo em vista que as Leis citadas acima são muito abrangentes, voltando aqui à análise inicial de que as diretrizes nacionais deixam um trabalho árduo para a base territorial do Brasil – os municípios – promoverem um desenvolvimento de importante gestão.

### 3

## O Cenário Brasileiro em Relação aos Resíduos Sólidos Urbanos

Como já foi introduzido, a gestão dos resíduos sólidos no Brasil ainda é extremamente deficiente e precisa de estruturação, gerenciamento adequado e, o mais importante, de recursos para que sejam atingidas as metas de universalização.

Após a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, esperava-se um avanço significativo no cenário brasileiro, mas, como será apresentado no presente capítulo, o Brasil continua estagnado em diversos pontos do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, e muitos investimentos demonstram-se necessários.

Em 2012, a partir do Tema de Maior Significância (TMS) Resíduos Sólidos, o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ), realizou auditorias em todos os municípios do estado com objetivo de avaliar aspectos relativos ao planejamento e à qualidade de serviços de coleta e destinação final de resíduos sólidos urbanos (RSU) e de resíduos de serviços de saúde (RSS).

Entre 2012 e 2014 novas auditorias foram realizadas afim de monitorar os achados da auditoria inicial e a evolução dos municípios nos aspectos citados acima.

Os resultados gerais dessas auditorias são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo das auditorias realizadas pelo TCE-RJ

<b>Tema de Maior Significância - Resíduos Sólidos</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>
Municípios que dispunham de Plano de Resíduos Sólidos	0 %	17,6 %
Município que dispunham de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde para as unidades de saúde sob sua administração	6,6 %	8,8 %
Municípios que apresentaram problemas na prestação dos serviços de coleta de resíduos	93,4 %	72,5 %
Município que revelaram ter um controle inadequado dos serviços prestados de coleta de resíduos sólidos	90,1 %	70,3 %
Municípios cujo planejamento da gestão dos resíduos sólidos foi considerado inadequado	74,7 %	63,7 %
Municípios com disposição de resíduos sólidos (urbanos e/ou saúde) em seu próprio território	62	42
Municípios que declaram trabalhar de forma consorciada	37	44
Problemas quanto à infraestrutura dos locais de destinação final dos resíduos	69,4 %	66,7 %
Locais de destinação final dos resíduos apresentaram condições operacionais inadequadas	56,5 %	26,2 %
Municípios que não sabem a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados	10	16
Municípios que não sabem a quantidade de resíduos sólidos de saúde coletados em unidades de saúde administradas por eles	14	29
Municípios que não sabem quanto gastam com resíduos sólidos urbanos	32	21

Fonte: Adaptado de BRASIL (2014)

Portanto, como pode ser observado, apesar ter ocorrido um crescimento na quantidade de municípios que dispunham de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e uma diminuição em relação aos municípios que apresentavam problemas na prestação dos serviços de coleta dos resíduos, dos municípios que tinham um controle inadequado dos serviços prestados de coleta, dos municípios cujo planejamento da gestão dos resíduos foi considerado inadequado, dos municípios onde havia problema de infraestrutura dos locais de destinação final e dos locais de destinação que apresentaram condições operacionais inadequadas e dos municípios que não sabem quanto gastam com resíduos sólidos urbanos, entre 2012 e 2014, já em função das novas Leis regulamentadas, percebe-se ainda um grande déficit, o que, em uma primeira análise pode ser justificado pela ausência de recursos, por exemplo.

Logo, é perceptível que os municípios em sua maioria não estão capacitados e estruturados para gerir adequadamente seus resíduos.

Em relação à destinação dos resíduos, apesar das metas estipuladas através da Política Estadual de Resíduos Sólidos, não houve mudança significativa no cenário brasileiro nos últimos anos.

Como ponto positivo no contexto atual, os números em relação à reciclagem de materiais de especial interesse econômico, como alumínio e papel, são bem satisfatórios.

A Tabela 5 demonstra a influência do poder aquisitivo na geração de resíduos sólidos, evidenciando que quanto maior a renda *per capita da população*, maior a geração de resíduos, ou seja, quanto maior o poder aquisitivo da população, maior será a geração *per capita* de resíduos sólidos.

Tabela 5 - Relação entre a renda *per capita* e a geração de resíduos sólidos urbanos

País	Renda " <i>per capita</i> " (US\$)	Geração de resíduos sólidos domiciliares (kg/hab/dia)
EUA	30.587,00	421,2
Brasil	3.945,00	270,4

Fonte: Adaptado de CABRAL (2010)

Tais dados estão de acordo com OJEDA-BENITEZ *et al.* (2003) *apud* CABRAL (2010), que afirma que o processo de urbanização também causa um aumento na geração de resíduos, logo, é preciso defender também a evolução do pensamento dos governantes aliada à evolução de que a sociedade precisa aderir à questão do lixo iniciando o projeto em casa.

Segundo Monteiro *et al.*(2001), nos países desenvolvidos a geração *per capita* de lixo apresenta média maior que no Brasil, a qual gira em torno de 0,7 kg/hab/dia. Em geral, quanto maior o produto interno bruto (PIB) de um país, maior é a quantidade gerada de resíduos sólidos e maior é a fração de materiais como o plástico, papel, alumínio, vidro etc., sendo, portanto, menor a fração dos materiais orgânicos (FRÉSCA, 2007).

Nos próximos parágrafos, serão apresentados os números atuais para o Brasil, para a região Sudeste e para o Estado do Rio de Janeiro em relação à geração, coleta, coleta seletiva e destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Os dados apresentados foram extraídos em sua maioria do Panorama dos Resíduos

Sólidos no Brasil 2014 e 2013, trabalho realizado pela ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

A geração de RSU no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9 % de um ano para outro, índice superior a taxa de crescimento populacional no país no período que foi de 0,9 % (ABRELPE, 2015). Desta maneira, fica evidente que houve um aumento do consumo no país. O Gráfico 1 apresenta a evolução da geração *per capita* diária no período.

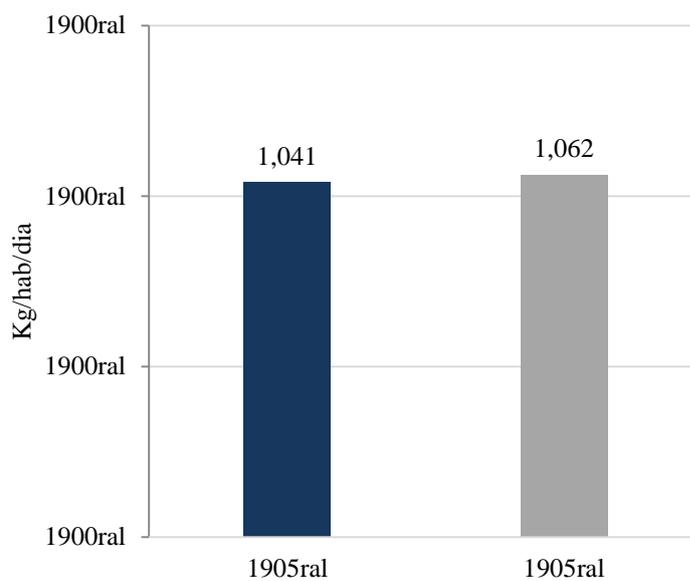


Gráfico 1 - Crescimento da geração *per capita* entre 2013 e 2014 - Brasil

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2015)

Na região Sudeste foi gerado 38.482.315 toneladas de resíduos no ano de 2014, representando um aumento de 3,3 % em relação a 2013.

O Gráfico 2 demonstra a geração *per capita* diária no Sudeste entre os anos de 2013 e 2014.

Já no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2014 houve um aumento de 3,3 % em relação ao ano anterior, gerando um total de 7.969.410 toneladas de resíduos no ano. No Gráfico 3 pode-se observar o aumento da geração de resíduos por dia entre 2013 e 2014.

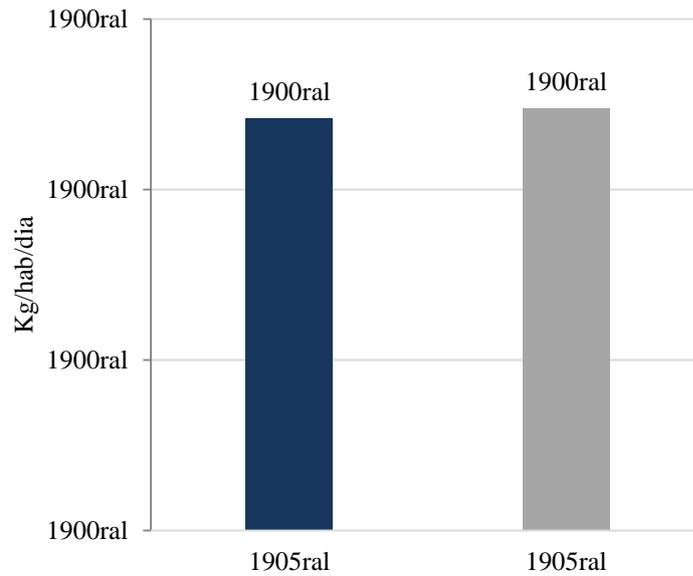


Gráfico 2 - Geração *per capita* diária - Sudeste  
Fonte: ABRELPE (2015)

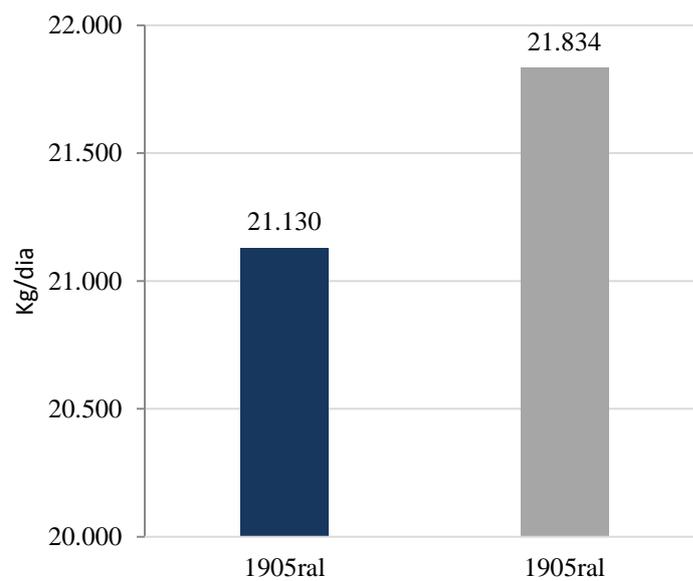


Gráfico 3 - Geração diária de resíduos - Rio de Janeiro  
Fonte: ABRELPE (2015)

Como foi observado anteriormente, a concentração de renda influencia diretamente na geração *per capita*, isso explica porque a região sudeste, que tem uma grande concentração de riqueza, apresenta uma geração *per capita* maior do que o Brasil.

Em relação à coleta de resíduos sólidos, que já demonstrava uma alta taxa de cobertura, ainda não foi possível atingir a universalização. A evolução entre 2013 e 2014 foi de apenas 0,2 %, passando de 90,4 % para 90,6 %, ou seja,

71.260.045 toneladas de resíduos foram coletadas no ano de 2014 no Brasil. Isso significa que no período de 2012 a 2014, cerca 7 milhões de resíduos se quer foram coletados por ano, como pode ser ilustrado no Gráfico 4, que corresponde a praticamente o resíduo gerado no ano de 2014 no Rio de Janeiro.

Em comparação com os anos de 2013 e 2014, temos que foram coletados 2.195.110 toneladas a mais em 2014. O Gráfico 5 mostra a quantidade de resíduos gerados e coletados para os anos de 2012, 2013 e 2014.

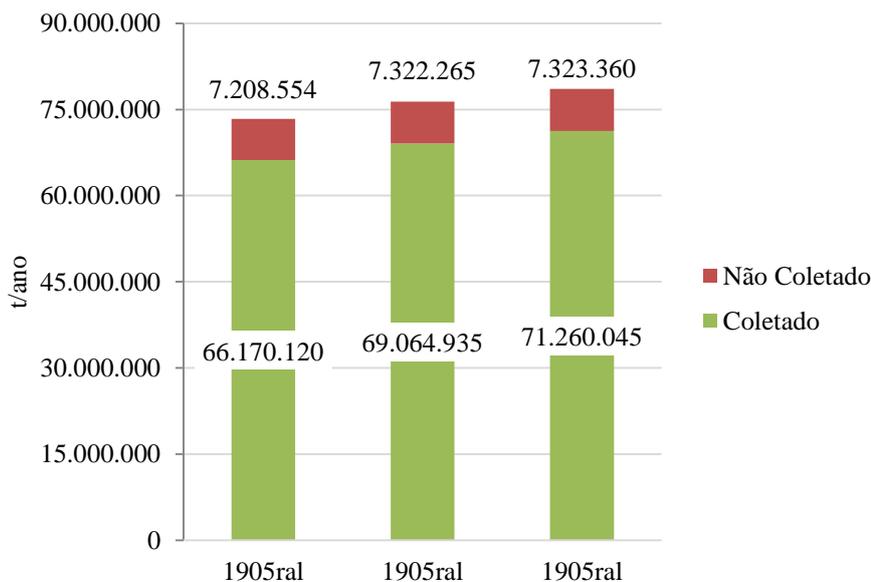


Gráfico 4 - Coleta de resíduos sólidos - Brasil

Fonte: ABRELPE (2015)

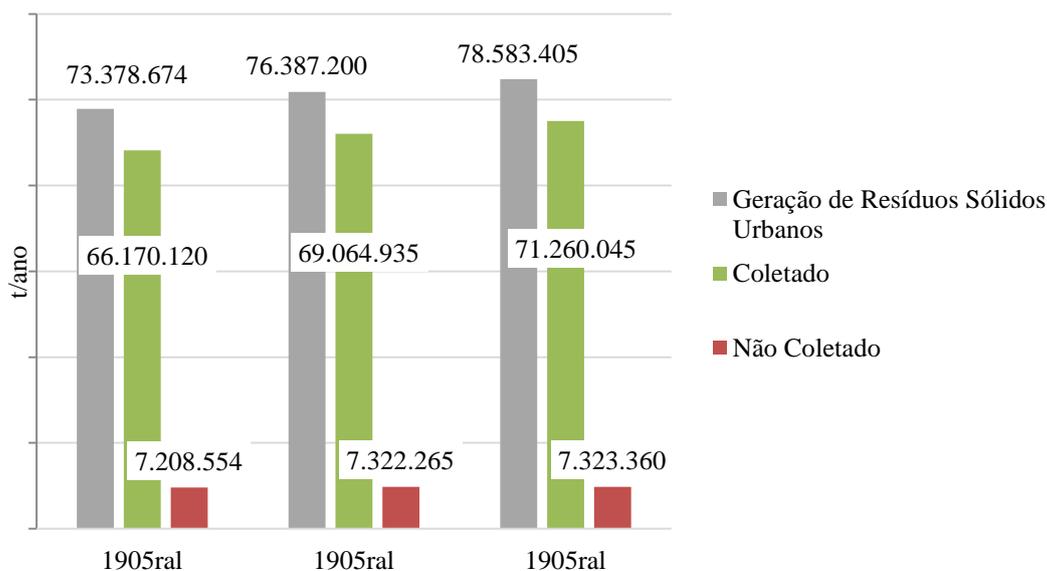


Gráfico 5 - Geração e coleta de resíduos sólidos - Brasil

Fonte: ABRELPE (2015)

Já no Sudeste, que já apresentava em 2012 uma porcentagem maior de coleta (96,8 %), passou a coletar 97,1 % em 2013 e 97,29 % em 2014 dos resíduos produzidos, caracterizando um aumento de quase 4.000 toneladas/dia entre 2013 e 2014 (ABRELPE, 2015), como pode ser observado no Gráfico 6.

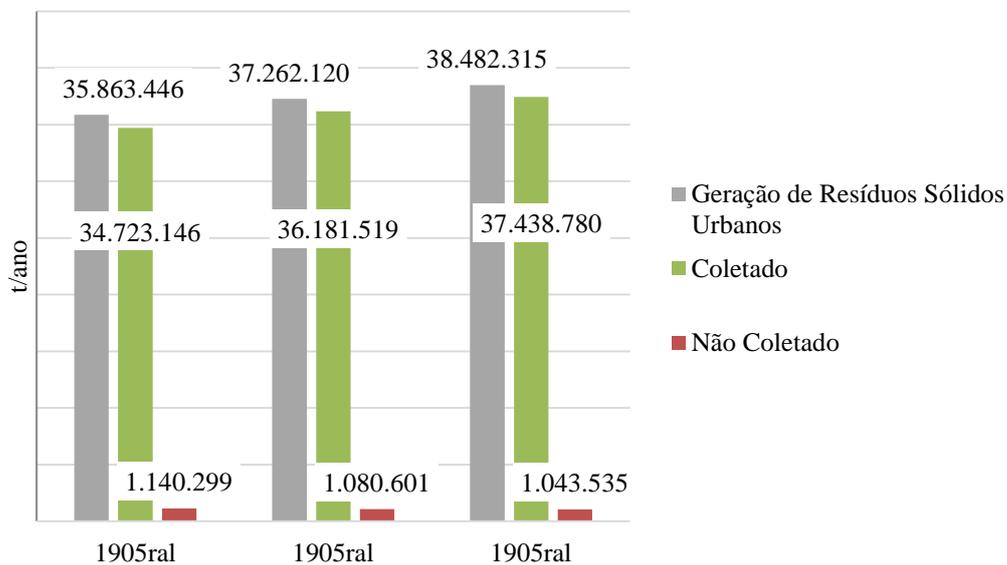


Gráfico 6 - Geração e coleta de resíduos sólidos - Sudeste

Fonte: ABRELPE (2015)

Se continuar nessa taxa de crescimento do serviço de coleta e de geração de resíduos, serão necessárias décadas até atingir a universalização dos serviços de coleta. Por isso, se faz necessário as políticas de redução, reutilização e reciclagem mais eficazes.

Para o estado do Rio de Janeiro, o crescimento foi de 0,2 % passando para uma taxa de cobertura de 97,29 % em 2014. Cerca de cem mil toneladas de resíduos não foram coletados no estado em 2104. O Gráfico 7 indica a quantidade de material coletado no Rio de Janeiro.

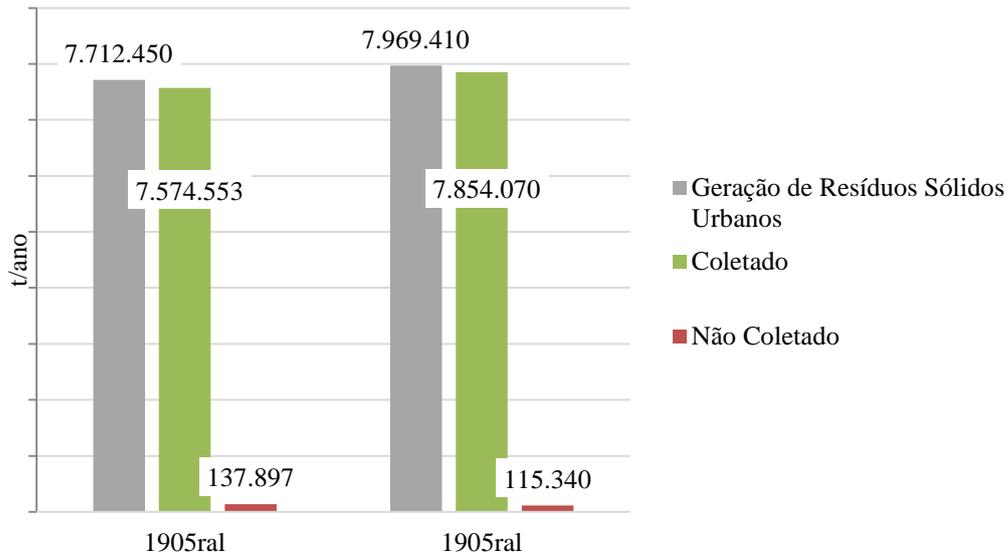


Gráfico 7 - Coleta de resíduos sólidos - Rio de Janeiro  
Fonte: ABRELPE (2015)

O cenário em relação ao serviço de coleta para o Brasil, Sudeste e Rio de Janeiro, apresenta-se bem mais estruturados em comparação com outros serviços.

Isso se deve em parte a visibilidade deste serviço. É comum que a população exerça uma cobrança muito maior em relação à coleta do que aos outros serviços que ela não tem acesso e controle, como a disposição e tratamento.

Em relação à destinação dos resíduos coletados, ao contrário do cenário apresentado para o serviço de coleta, o país continua demonstrando uma grande fragilidade. Em 2014, apenas 58,4 % do lixo coletado no Brasil tiveram uma destinação ambientalmente adequada e o restante foi descartado em lixões e aterros controlados. Isso representa um crescimento de apenas 1 % em relação ao ano de 2012, como aponta o Gráfico 8.

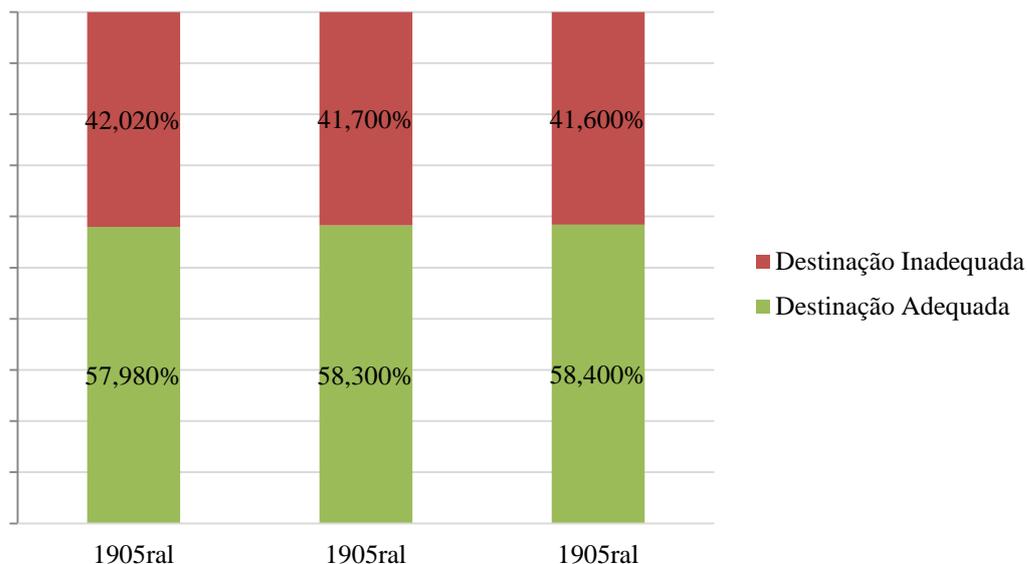


Gráfico 8 - Destinação de resíduos sólidos - Brasil.

Fonte: ABRELPE (2015)

Como ilustrado no Gráfico 9, na região Sudeste, o cenário é um pouco melhor, mais ainda muito deficitário, onde apenas 72,6 % do resíduo coletado foram destinados adequadamente, significando que 28.086 toneladas de resíduos foram descartadas incorretamente em 2014.

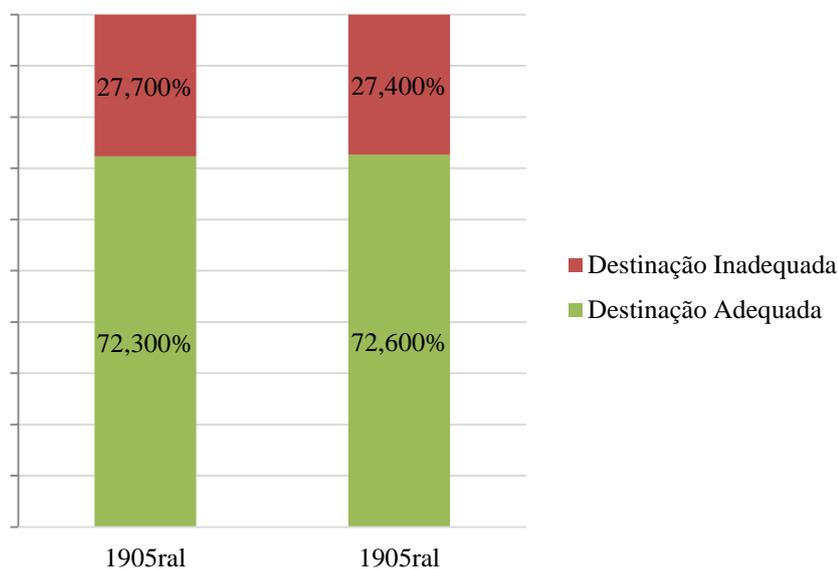


Gráfico 9 - Destinação de resíduos sólidos - Sudeste

Fonte: ABRELPE (2015)

No Estado do Rio de Janeiro, das 21.518 toneladas coletadas por dia, pouco mais de 14 mil toneladas são descartadas em aterros sanitários. O Gráfico 10 apresenta a destinação dos re síduos sólidos para o estado.

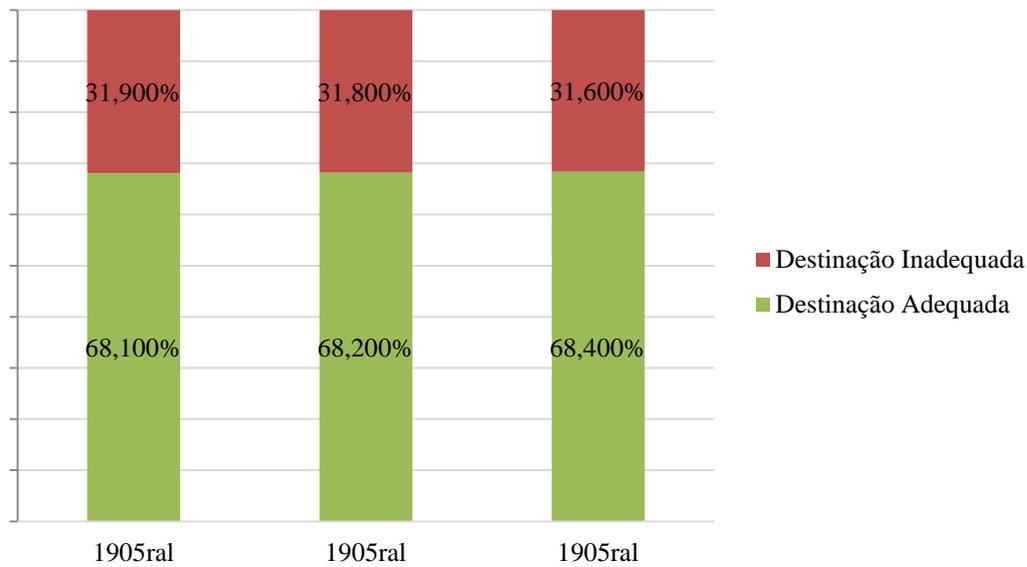


Gráfico 10 - Destinação de resíduos sólidos - Rio de Janeiro

Fonte: ABRELPE (2015)

Em resumo, das 78.583.405 toneladas geradas no ano de 2014 no Brasil, 47 % (36.967.538,72 toneladas) tiveram destinação inadequada. Isso significa que por dia mais de 100 mil toneladas são descartadas em lixões, aterros controlados ou se quer são coletadas.

A prática de disposição dos resíduos sólidos a céu aberto, sem nenhum controle, é realizada principalmente em países em desenvolvimento, tais como Quênia, Índia, Brasil, México e Botsuana (CABRAL, 2010). A Tabela 6 expõe a quantidade de lixo destinado inadequadamente nesses países.

Tabela 6 - Quantidade de lixo disposto inadequadamente

País	Disposição inadequada de lixo (%)
Quênia	100,0
Índia	90,0
Brasil	41,6
México	44,1
Botsuana	38,0

Fonte: Adaptado de CABRAL (2010) e ABRELPE (2015)

Tal prática pode acarretar na contaminação do ar, do solo e da água superficial e subterrânea por agentes patológicos e por outros elementos contaminantes, propiciando ainda o crescimento de vetores transmissores de

doenças, além de depreciar a paisagem natural (ESIN & COSGUN, 2007 *apud* CABRAL, 2010).

Os Gráficos 11 e 12 demonstram como está dividido por município a destinação dos resíduos coletados no Brasil e no Sudeste para os anos de 2013 e 2014.

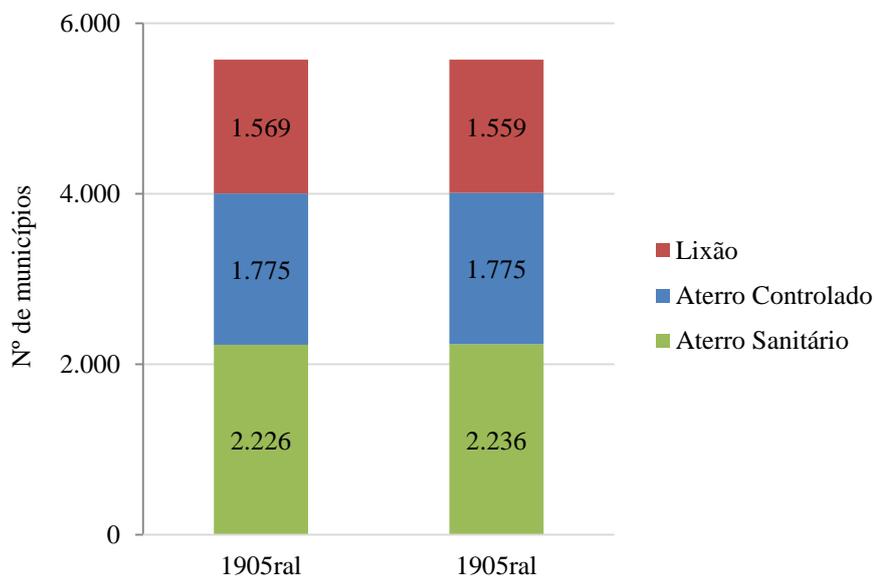


Gráfico 11 - Destinação dos resíduos sólidos - Brasil  
Fonte: ABRELPE (2015)

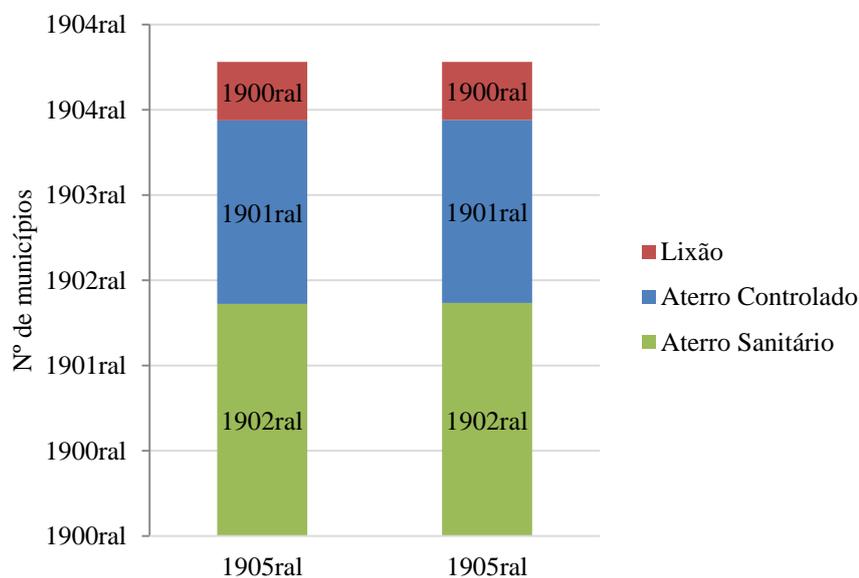


Gráfico 12 - Destinação dos resíduos sólidos - Sudeste  
Fonte: ABRELPE (2015)

No tocante à coleta seletiva, em 2014, cerca de 65 % dos municípios registraram alguma iniciativa nesse sentido. Embora seja expressiva a quantidade

de municípios com iniciativa de coleta seletiva, convém salientar que muitas das vezes essas atividades resumem-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária (PEV) ou convênio com cooperativas de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município (ABRELPE, 2015).

A região Sudeste se destaca nesse sentido, pois 85 % dos seus municípios apresentam iniciativa de coleta seletiva como pode ser visto no Gráfico 13.

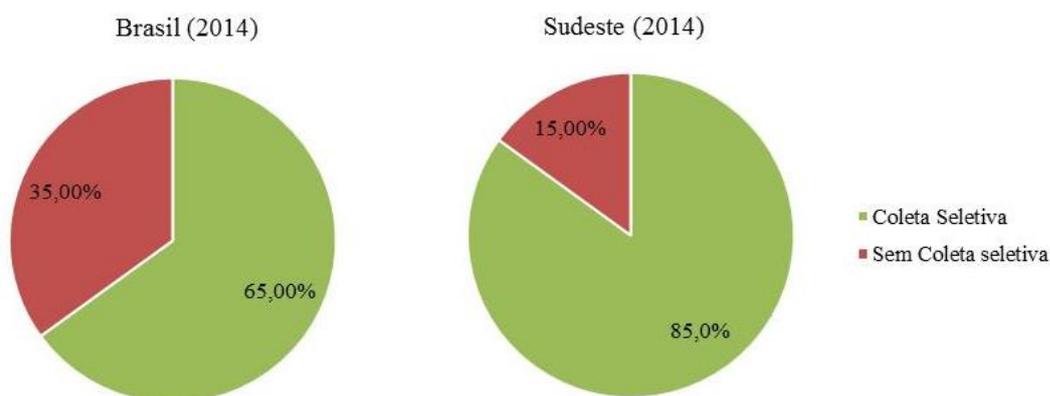


Gráfico 13 - Índice de coleta seletiva  
Fonte: ABRELPE (2015)

Como pode ser observado através dos dados apresentados, o cenário brasileiro, no que se refere ao gerenciamento dos resíduos sólidos, encontra-se estagnado e muito aquém da realidade ideal.

Esses resultados deixam claro que as expectativas em relação à Política Nacional e Estadual de resíduos sólidos não chegaram perto de serem atingidas, tendo em vista que os números em relação ao ano de 2013 ficaram, praticamente, inalterados e demonstra claramente o enorme desafio que o país como um todo ainda tem pela frente.

## 4 Resíduos Sólidos: Classificação e Características

A ABNT NBR 10.004 de 2004 - Resíduos Sólidos: Classificação - define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrições”.

Dentre todos os tipos de resíduos, os resíduos sólidos (RS) merecem destaque, uma vez que representam uma substancial parcela dentre todos os resíduos gerados, e quando mal gerenciados, tornam-se um problema sanitário, ambiental e social. O conhecimento das fontes e dos tipos de resíduos sólidos, através de dados da sua composição e da sua taxa de geração, é o instrumento básico para o gerenciamento dos mesmos (KGATHI e BOLAANE, 2001 *apud* CABRAL, 2010).

Entretanto, a composição e a taxa de geração dos resíduos sólidos são função de uma série de variáveis, dentre elas, a condição socioeconômica da população, o grau de industrialização da região, a sua localização geográfica, as fontes de energia e o clima. Geralmente, quanto maior o poder econômico e maior a porcentagem urbana da população, maior a quantidade de resíduos sólidos produzidos e quanto menor a renda da população, maior o percentual de matéria orgânica na composição dos resíduos (HOORNWEG, 2000 *apud* CABRAL, 2010).

Exemplificando, CABRAL (2010) cita que países considerados emergentes, como o Brasil, Turquia e Botsuana, que possuem uma renda *per capita* da ordem de US\$4.630, US\$3.160 e US\$3.260 (WORLD BANK, 2000 *apud* CABRAL, 2010), respectivamente, produzem 57,4 % (ABRELPE, 2006), 69 % (METIN *et al.*, 2003) e 93 % (KGATHI e BALAANE, 2001 *apud* CABRAL, 2010) de matéria orgânica em seus resíduos sólidos, respectivamente, enquanto que países tidos como desenvolvidos, como Estados Unidos e Japão, possuindo uma renda *per capitada* ordem de US\$29.240 e US\$32.350 (WORLD BANK, 2000 *apud* CABRAL, 2010), respectivamente, produzem 23,8 % (EPA, 2003 *apud*

CABRAL, 2010) e 42,3 % (SAKAI *et al.*, 1996 *apud* CABRAL, 2010) de matéria orgânica em seus resíduos, respectivamente.

Portanto, uma gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos inclui sua classificação e caracterização. Para isso, neste capítulo, será abordado a classificação e as principais características dos resíduos sólidos.

#### **4.1 Classificação dos Resíduos Sólidos**

Segundo a ABNT NBR 10.004 de 2004 - Resíduos Sólidos: Classificação - a classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto a saúde e meio ambiente é conhecido.

É importante classificar o resíduo a ser trabalhado porque em função dessa classificação será feito o equacionamento das decisões que devem ser desenvolvidas e executadas (CABRAL, 2010).

Em resumo, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto ao risco potencial ao meio ambiente e quanto a sua origem.

No que se refere ao risco à saúde pública e ao meio ambiente, estes podem ser classificados como resíduos perigosos, resíduos não perigosos e inertes e resíduos não perigosos e não inertes.

A mesma norma ainda apresenta Tabelas e fluxogramas para apoiar na classificação dos resíduos de acordo com o risco para o meio ambiente e para a saúde. A Tabela 7 resume essa classificação.

Quanto a sua origem, os resíduos podem ser classificados como domiciliar, público, domiciliar especial e de fontes especiais. A Tabela 8 esclarece a divisão dessa classificação.

A figura 1 esquematiza a classificação dos resíduos sólidos segundo a fonte geradora.

Tabela 7 - Classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco potencial ao meio ambiente

Classificação quanto ao risco potencial do meio ambiente	
Classe I (perigosos)	São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
Classe II (não-inertes)	São os resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I - perigosos - ou Classe III (inertes). Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe III (inertes)	São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a NBR 10.006, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (NBR 10.0004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Fonte: NBR 10.004 (2004) e MONTEIRO *et al.* (2001)

Tabela 8 - Classificação dos resíduos sólidos quanto a sua origem

Classificação quanto à origem	
Domiciliar	São os lixos gerados nas residências e nos comércios.
Público	São os resíduos presentes nos logradouros públicos, em geral resultante da natureza, tais como folhas, galhadas, poeira, terra e areia, e também aqueles descartados irregular e indevidamente pela população, como entulho, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens e alimentos.
Domiciliar especial	Entulhos de obra, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus.
Fontes especiais	Lixo industrial, lixo de fontes radioativas, lixo de portos, aeroportos e rododferroviários, lixo agrícola e resíduo de serviços de saúde.

Fonte: MONTEIRO *et al.* (2001)

Este trabalho irá tratar especificamente dos resíduos domiciliares e públicos, não entrando em detalhes quanto à gestão dos resíduos especiais e industriais.

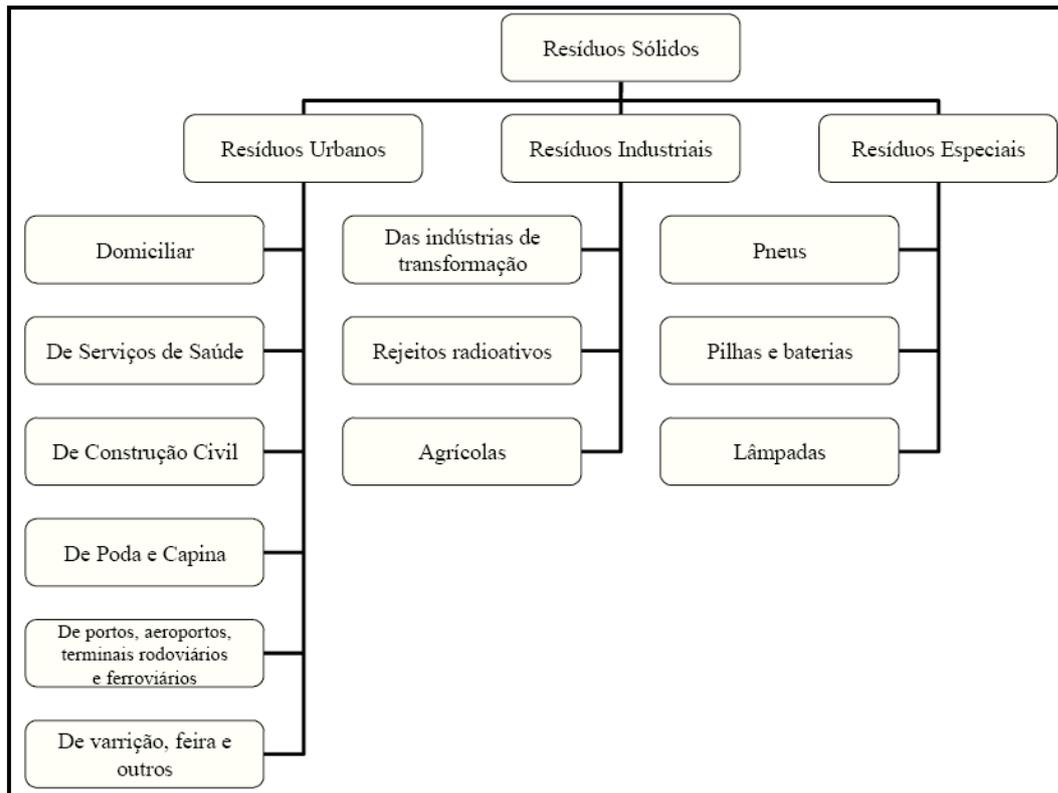


Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos  
Fonte: CABRAL (2010)

## 4.2 Características Físicas, Químicas e Biológicas

Para realizar um correto gerenciamento dos resíduos sólidos se faz necessário dispor de dados sobre a sua composição, a quantidade e as fontes geradoras dos mesmos, juntamente com as variáveis socioeconômicas, ou seja, caracterizar os resíduos (BUENROSTRO e BOCCO, 2003 *apud* CABRAL, 2010).

As características dos resíduos sólidos sofrem influência do desenvolvimento do país, estado ou município, tamanho da população, PIB e aspectos como nível social, cultura, geografia e clima.

A Tabela 9 exemplifica a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em alguns países.

Observa-se a variação da quantidade de matéria orgânica entre o Brasil (65 %) e o Estados Unidos (35,6 %). Isso se deve ao fato dos países desenvolvidos consumirem mais produtos industrializados do que os países subdesenvolvidos, por exemplo. E, por consequência, geram mais produtos recicláveis como vidro, plástico e metal.

Tabela 9 - Exemplo de composição gravimétrica em alguns países

Composição gravimétrica em alguns países (%)				
Composto	Brasil	Alemanha	Holanda	EUA
Mat. orgânica	65,0	61,2	50,3	35,6
Vidro	3,0	10,4	14,5	8,2
Metal	4,0	3,8	6,7	8,7
Plástico	3,0	5,8	6,0	6,5
Papel	25,0	18,8	22,5	41,0

Fonte: MONTEIRO *et al.* (2001)

Outros fatores como clima e períodos de festas como carnaval e natal, também alteram a composição gravimétrica dos resíduos sólidos como esta exemplificado na Tabela 10.

Tabela 10 - Fatores que influenciam nas características dos resíduos sólidos

Fatores que influenciam nas características dos resíduos		
Fatores climáticos	Chuvas	Aumento do teor de umidade
	Outono	Aumento do teor de folhas
	Verão	Aumento do teor de embalagens de bebidas
Épocas especiais	Carnaval	Aumento do teor de embalagens de bebidas
	Ano Novo/Páscoa/Natal	Aumento de embalagens (pape/papelão/plástico) Aumento da matéria orgânica
	Dia dos pais/mães	Aumento de embalagens (pape/papelão/plástico)
	Férias escolares	Esvaziamento de áreas da cidade em locais não turísticos Aumento populacional em locais turísticos

Fonte: MONTEIRO *et al.* (2001)

Os resíduos sólidos podem ser caracterizados de acordo com sua propriedade física, química ou biológica.

De acordo com o MONTEIRO *et al.* (2001), as características químicas podem ser divididas em:

- Poder calorífico: influencia no dimensionamento dos sistemas de tratamento térmicos (incineração);
- Potencial hidrogeniônico: ajuda a determinar o tratamento anticorrosão dos caminhões de coleta e dos equipamentos de tratamento;
- Composição química: influencia na forma adequada de tratamento;

- Relação carbono/nitrogênio: influencia na qualidade dos produtos produzidos no sistema de compostagem.

As características biológicas, que determinam a população microbiana e os agentes patológicos presentes no resíduo, são fundamentais na fabricação de inibidores de cheiro e de aceleradores e retardadores da decomposição da matéria orgânica presente no lixo (MONTEIRO *et al.*, 2001).

As características químicas e biológicas devem ser utilizadas para definir sistemas de tratamento e disposição mais adequados. Entretanto, como não é comum a determinação dessas características na maioria dos municípios brasileiros, este trabalho não entrará em maiores detalhes sobre a influência dessas características nos sistemas de coleta, tratamento e disposição dos resíduos sólidos.

Portanto, serão abordadas apenas as características físicas, pela sua facilidade de determinação e pela sua maior influência na escolha e dimensionamento do sistema de coleta, transporte e disposição dos resíduos.

- **Características Físicas dos Resíduos Sólidos**

As características físicas dos resíduos sólidos podem ser divididas em 5 categorias: geração *per capita*, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressibilidade (MONTEIRO *et al.*, 2001).

A geração *per capita*, que determina a quantidade de resíduo gerado por habitante por dia (kg/hab/dia), é uma das características mais fáceis de determinar, portanto é a mais utilizada para apoiar na definição do sistema de coleta, transporte e disposição.

Com a determinação dessa característica, pode-se: definir a quantidade de resíduos que será coletado e disposto, dimensionar adequadamente a taxa de coleta, os veículos de coleta e sua rotina e todas as outras unidades do sistema de tratamento e disposição.

Há variação da geração de RSU *per capita* de acordo com o tamanho da cidade e sua população. Dessa forma, para o tamanho de cidade pequena é considerada uma população urbana de até 30 mil habitantes, com uma geração *per capita* de 0,5 kg/hab./dia; tamanho médio de 30 mil a 500 mil habitantes com geração de lixo em torno de 0,5 a 0,8 kg/hab./dia; tamanho grande de 500 mil a 5

milhões de habitantes estimando-se uma geração de lixo de 0,8 a 1,0 kg/hab./dia; e, por fim, para uma megalópole, população acima de 5 milhões, uma geração *per capita* acima de 1,0 kg/hab./dia (ALCANTARA, 2010). A cidade de Paty do Alferes tem, de acordo com o Censo de 2010, uma população de 26.359 habitantes, sendo considerada então uma cidade pequena.

A composição gravimétrica refere-se ao percentual dos componentes como, matéria orgânica, papel, plástico, por exemplo, em relação ao peso total do resíduo produzido. A determinação dessa propriedade pode indicar a porcentagem de resíduo que poderá ser reciclado (papeis, papelão, vidro, entre outros) e a porcentagem de material que poderá ser levado para compostagem.

O conhecimento da composição gravimétrica é relevante, pois ela é uma das premissas básicas para se iniciar os estudos de viabilidade de implantação de qualquer sistema de tratamento de resíduos assim como a proposição da forma de disposição final dos resíduos gerados (MASSUKADO, 2004).

A partir da composição gravimétrica do lixo, pode-se elaborar projetos de redução, de segregação na origem e de aproveitamento dos materiais potencialmente recicláveis (ANDRADE, 1997; MAGRINHO *et al.*, 2006 *apud* CABRAL, 2010).

As diferenças na composição dos resíduos sólidos urbanos podem, por sua vez, acarretar um grande impacto no sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos em diferentes localidades.

O conhecimento da composição gravimétrica dos RSU é uma ferramenta essencial para a definição das providências a serem tomadas com os resíduos, desde sua coleta, até seu destino final, de uma forma sanitária correta, economicamente viável, considerando que cada localidade gera resíduos diversos e sempre tendo em vista a sustentabilidade ambiental, ou seja, é preciso uma gestão integral (ALCANTARA, 2010).

A Tabela 11 apresenta a composição gravimétrica média detalhada para o Brasil.

Devido à gestão e controle deficitários em relação aos resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros não é comum existirem informações sobre a composição gravimétrica.

Tabela 11 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos

Material/Amostra	%
Mat. orgânica	64,0
Papelão	5,0
Papel	8,5
Plástico rígido	2,0
Plástico maleável	2,7
Metais	1,5
Vidro	1,5
Outros	14,8

Fonte: Pereira Neto (2007) *apud* ALCANTARA (2010)

Outra característica importante para o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos é o peso específico aparente, que influenciará no dimensionamento dos caminhões de coleta, caçambas e contêineres e nas instalações de disposição/triagem.

Peso específico aparente ou massa específica aparente é a razão entre a massa do resíduo e seu volume ocupado, geralmente expressa em  $\text{kg/m}^3$ . Sua determinação é importante para o dimensionamento dos equipamentos e das instalações, podendo ser medida no estado solto ou no estado compactado (ANDRADE, 1997 *apud* CABRAL, 2010).

Na ausência de dados, podem-se utilizar para a massa específica no estado solto, os valores de  $230 \text{ kg/m}^3$  para o lixo domiciliar (MONTEIRO *et al.*, 2001).

O teor de umidade representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso. Este parâmetro se altera em função das estações do ano e da incidência de chuvas, podendo-se estimar um teor de umidade variando em torno de 40 a 60 % (MONTEIRO *et al.*, 2001). Essa característica influencia diretamente no peso dos resíduos sólidos e, conseqüentemente, no dimensionamento correto das unidades de tratamento.

Além disso, o teor de umidade influencia na velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem e na produção de chorume.

Por último, a compressividade, ou grau de compactação determina quanto será a redução do resíduo quando submetido a uma carga de  $4 \text{ kg/cm}^2$ . Como referência, pode-se utilizar que quando submetido a uma pressão de  $4 \text{ kg/cm}^2$ , o

volume de lixo domiciliar pode ser reduzido de 1/3 a 1/4 do seu volume original (MONTEIRO *et al.*, 2001). Essa característica também influencia no dimensionamento do sistema de coleta e disposição do resíduo quando este possui sistema de compactação, seja nos caminhões ou nas estações de transbordo.

Todas essas características podem e devem ser utilizadas na hora da definição do número de caminhões de coleta e suas rotinas, do dimensionamento das estações de transbordo, equipamento de compactação, aterro sanitário e usinas de reciclagem e compostagem e na definição dos melhores tipos de tratamento.



## 5 Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos

Segundo LEITE (1997) *apud* CABRAL (2010), o conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios; já o termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos.

De uma maneira geral, se faz necessário um melhor entendimento sobre o tema, buscando maneiras de gerenciamento desses resíduos que propiciem um maior alcance populacional, dando acesso à população mais carente aos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequado aos resíduos sólidos gerados, promovendo assim uma melhor qualidade de vida (CABRAL, 2010).

É antiga a preocupação do homem com a gestão e o gerenciamento dos seus resíduos sólidos, uma vez que já no ano 500 a.c. os gregos organizaram e publicaram o primeiro texto criando um local específico para disposição desses resíduos e proibindo que os mesmos fossem jogados nas ruas e, em 1898, a cidade de Nova York já tinha um centro municipal de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos (LOUIS, 2004 *apud* CABRAL, 2010).

Para alguns, gerenciar resíduos diz respeito apenas à aplicação de tecnologias para o tratamento dos mesmos, entretanto, o acondicionamento dos resíduos, os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição e a implantação de programas de educação ambiental são igualmente importantes no gerenciamento.

Essa filosofia é amplamente difundida e utilizada nos sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos em vários países do mundo (CABRAL, 2010).

No caso dos municípios brasileiros, é muito difícil a existência de programas que incentivem a redução na fonte, ou seja, a diminuição do consumo ou consumo consciente. Além disso, existem poucos programas municipais com foco em influenciar estudos para redução de consumo em fábricas e para a fabricação de embalagens mais ecológicas, por exemplo.

A Tabela 12 demonstra como está o gerenciamento dos resíduos sólidos em alguns países.

Tabela 12 - Gerenciamento de resíduos sólidos

País	Incineração	Reciclagem	Compostagem	Recuperação	Aterro
Reino Unido	2,0 %	21,0 %	7,0 %		70,0 %
Alemanha	25,0 %	-	-	30,0 %	45,0 %
Holanda	8,7 %	83,4 %	2,3 %	-	5,3 %
Canadá	14,2 %		1,9 %	-	83,9 %
Japão	74,3 %	10,7 %		-	14,9 %
Suécia	53,0 %	18,0 %	-	-	27,0 %
Dinamarca	58,0 %	22,0 %	-	-	20,0 %
EUA	14,0 %	23,5 %	7,1 %	-	55,4 %
China	2,0 %	10,0 %	9,0 %	-	79,0 %
Portugal	20,9 %	3,4 %	8,4 %	-	67,3 %

Fonte: CABRAL (2010)

Para os países em desenvolvimento, segundo BUENROSTRO e BOCCO (2003) *apud* CABRAL (2010), uma séria limitação para o bom funcionamento do sistema integrado de resíduos é a falta de organização administrativa no sistema público sanitário, por consequência de uma ausência de planejamento e de uma má gestão por parte de funcionários, que geralmente possuem um baixo nível educacional e pouco treinamento em gerenciamento de resíduos. Esse último ponto resulta nos baixos salários pagos pelo setor e, conseqüentemente, atraem pessoas que não têm as qualificações apropriadas.

No gerenciamento integrado, devem ser propagados programas de educação ambiental, enfocando a redução da geração de lixo, a redução de desperdício, o reaproveitamento e a reciclagem de materiais e ainda um correto acondicionamento dos resíduos gerados. Tais programas devem sensibilizar os

cidadãos a ter uma responsabilidade ambiental, não como uma tarefa imposta por razões burocráticas, mas como um exercício de cidadania (CABRAL, 2010).

A coleta seletiva é uma das ferramentas primárias de fomento às políticas de reutilização dos RSU. No entanto, para que um município estabeleça um programa de coleta seletiva é necessário ter uma estimativa da composição gravimétrica do RSU gerado. Apenas a partir desse conhecimento é que se pode planejar uma estratégia adequada para o seu gerenciamento, incluindo quando for viável social e economicamente a criação de usinas de reciclagem e de compostagem (ALCANTARA, 2010). Entretanto, é necessário que a composição gravimétrica dos resíduos seja verificada diversas vezes, construindo um histórico ao longo do tempo que seja representativo. Não devem ser utilizados os valores de apenas uma verificação, pois esse pode ser falho e não demonstrar a composição real para o município ou região.

Para Pereira Neto (1993), uma usina de reciclagem e compostagem do lixo só cumprirão seus objetivos quando estiver associada a um único sistema, buscando os seguintes objetivos básicos: a) conservação dos recursos naturais, definida pela recuperação dos materiais passíveis de serem reutilizados, incluindo-se aí a reciclagem da matéria orgânica pela compostagem para utilização agrícola; b) conservação de energia, pautada na recuperação de produtos de uso imediato (reutilizáveis) e de produtos que demandem pouca energia para seu reaproveitamento; e c) redução do volume do lixo, ou seja, recuperação do material reciclável volumoso, presente no lixo urbano através de transformações de matéria prima reutilizável. Todavia, essas ações devem ser implantadas em conjunto com atividades de educação ambiental e sensibilização que visem à redução do consumo e, como consequência, a produção de lixo.

A educação ambiental deve sempre ser inserida em um Plano de Gerenciamento Integrado, sendo de fundamental importância para se alcançar esse objetivo, pois os programas de coleta seletiva em que são implantadas campanhas educacionais são os que têm menores custos. Isto porque a comunidade tem recebido constantes informações dirigidas e criativas sobre o assunto, passando a cooperar com essas ações (CAMPOS, 2000).

Nessa perspectiva, o gerenciamento dos resíduos sólidos passa, indiscutivelmente, pela sensibilização da população em relação aos padrões de consumo, da importância da reutilização de diversos materiais e da prática da

coleta seletiva. A educação ambiental deve estar presente e em consonância com as políticas públicas de redução e destinação do lixo (ALCANTARA, 2010).

Os municípios brasileiros têm avançado nas discussões e implantação de projetos que envolvem os RSU, todavia ainda é incipiente, pois em sua maioria ainda é comum a ausência de ações integradas que contemplem desde trabalhos de educação ambiental junto à população até a destinação adequada desses resíduos, que acabam sendo dispostos em lixões (ALCANTARA, 2010).

Além de integrar programas de educação ambiental e políticas de redução, reutilização e reciclagem, o gerenciamento de resíduos sólidos deverá abranger o planejamento das etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição. Esse capítulo irá abordar cada uma dessas etapas e a sua importância para um planejamento adequado do sistema.

Vale lembrar, que no Brasil é responsabilidade dos municípios a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Apenas em casos especiais (grandes geradores, hospitais, indústrias, entre outros) o setor privado deverá se responsabilizar pela coleta, transporte, tratamento e disposição adequada dos resíduos.

Adicionalmente, também é de responsabilidade da Prefeitura a elaboração do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos.

O PMGIRSU é um documento que deve apontar e descrever as ações relativas ao tratamento a ser dado aos resíduos sólidos urbanos, contemplando a geração, segregação, acondicionamento, coleta (convencional e/ou seletiva), transporte, tratamento, disposição final e a proteção da saúde pública (FEAM, 2005).

Ao se elaborar o PMGIRSU, deve-se conceber o modelo de gerenciamento apropriado para o município, levando-se em conta que a quantidade e a qualidade do lixo gerada em uma dada localidade decorre do tamanho da população e de suas características socioeconômicas e culturais, bem como do grau de urbanização e dos hábitos de consumo. A participação das autoridades municipais é a peça fundamental no gerenciamento integrado de lixo, na implementação e articulação das ações definidas no PMGIRSU (FEAM, 2005).

## 5.1 Acondicionamento

Segundo a ABNT NBR 12.980/1993 - Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos - acondicionamento é o ato ou efeito de embalar os resíduos sólidos para o seu transporte, ou seja, a forma como os resíduos serão armazenados e dispostos pela população até a chegada da coleta.

Essa etapa depende principalmente da participação popular, pois são esses os responsáveis pelo acondicionamento dos seus resíduos, desta forma é imprescindível que os geradores se sintam responsáveis pelo seu resíduo.

Em relação à coleta seletiva é necessário que a população seja educada para separação correta dos materiais.

Um acondicionamento adequado evita a proliferação de vetores, diminui o impacto visual e olfativo e facilita os serviços de coleta.

Ressalta-se ainda a necessidade de um acondicionamento especial quando se trata de coleta seletiva, resíduos de serviços de saúde ou resíduos especiais (pilhas, baterias, etc.). Esse ponto ainda está pouco disseminado no Brasil, acarretando problemas nas etapas de tratamento e disposição posteriores.

Os resíduos especiais e os resíduos de serviços de saúde devem ter acondicionamento e descarte diferenciado, não podendo ser misturado aos demais resíduos.

## 5.2 Serviço de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos

Coletar o lixo significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Nos municípios brasileiros, o serviço de coleta dos resíduos sólidos é de responsabilidade das prefeituras e podem ser executados por seus funcionários, por empresas terceirizadas ou de forma mista. É normal que os estabelecimentos comerciais e grandes condomínios que geram mais de 120l/dia, chamados “grandes geradores”, sejam responsáveis pela coleta de seus resíduos até a área de

descarte/tratamento, assim como estabelecimentos privados de saúde (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Por sofrer grande pressão popular, os sistemas de coletas têm maior cobertura e eficiência do que se comparado aos sistemas de tratamento e disposição. Em diversos municípios brasileiros, os resíduos ainda são coletados e depois descartados longe dos olhos da população de forma inadequada, como pode ser visto no Gráfico 12.

Para facilitar a gestão e a conscientização popular sobre o acondicionamento adequado, é recomendável que a coleta tenha uma regularidade, ou seja, passe nos mesmos dias da semana e nos mesmos horários, evitando que a população coloque o lixo em dias em que não haverá coleta e que o lixo não fique exposto por muito tempo atraindo catadores e animais que rompem os sacos plásticos expondo os resíduos ou que estes sejam descartados em local inadequado.

Devido ao clima das cidades brasileiras, é recomendável que os resíduos sejam recolhidos pelo menos três vezes na semana, evitando odores e decomposição do lixo (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Em áreas mais pobres, com casas menores, onde os domicílios não têm área para armazenagem dos resíduos por tanto tempo, deve ser estudada a periodicidade da coleta, evitando que a população faça o descarte em lugares inadequados.

Em cidades com estações de transferência, é necessário verificar o dimensionamento dos equipamentos e pátios para verificar qual deverá ser a periodicidade da coleta a fim de evitar que os resíduos fiquem mais de seis dias estocados antes de chegar ao local de tratamento ou disposição final (MONTEIRO *et al.*, 2001).

O município deve manter uma verificação em relação ao aumento ou diminuição da quantidade de resíduos gerados, para verificar se o dimensionamento das guarnições de coleta, roteiros e trajetos está bem estruturado, desta forma sempre manterá as rotinas de coleta adequada às necessidades da população (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Outra situação onde deve ser estudado o redimensionado dos itinerários são os períodos de festas (caso de Paty do Alferes durante o maior evento da cidade, a Festa do Tomate). Verifica-se se serão necessárias alterações na coleta. No

período do carnaval, por exemplo, aumenta-se a quantidade de lixo nas ruas, e deverá ser redimensionado a varrições e coletas.

Em geral, são utilizados dois tipos de caminhões para o serviço de coleta: compactadores e sem compactação.

O ideal para municípios de pequeno porte que não tenham estações de transferências com área de compactação é a utilização de caminhões compactadores, desta forma diminui-se o volume de resíduos e conseqüentemente a quantidade de viagens necessárias até a área de tratamento ou disposição final do produto. Entretanto, quando trata-se de um sistema que contemple a coleta seletiva, onde são separados apenas os resíduos úmidos dos secos, o ideal é que não seja utilizado os caminhões compactadores, pois, no momento da triagem a separação dos recicláveis ficará dificultada.

Os resíduos de serviços de saúde deverão ser separados da coleta dos demais resíduos, evitando que haja contaminação entre eles. O ideal é que sejam utilizadas viaturas especiais para esse tipo de coleta, que evitem a possível contaminação do meio.

Outra peculiaridade em relação a esse tipo de resíduos é que sua coleta deve ser realizada diariamente.

### **5.3 Coleta de Resíduos Públicos**

Assim como a coleta dos resíduos domiciliares, os resíduos públicos também devem ter um planejamento de coleta.

Entretanto, apenas municípios de grande porte ou turísticos mantem serviços regulares e planejados de varrição e limpeza de logradouros públicos. Nos demais municípios, em geral, são realizadas varrições nas ruas principais e programadas capinas e roçada dos demais bairros de acordo com a solicitação da população ou após ocorrência de tragédias climáticas (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Porém, a limpeza pública é de extrema importância. A Tabela 13 apresenta os principais motivos para a realização da limpeza de resíduos públicos.

Tabela 13 - Aspectos relacionados à limpeza urbana

Aspectos relacionados à limpeza urbana	
Aspectos sanitários	Prevenir doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de lixo nas ruas ou em terrenos baldios. Evitar danos à saúde resultantes de poeira em contato com os olhos, ouvidos, nariz e garganta.
Aspectos estéticos	Instalar orgulho em seus habitantes, melhorando a aparência da comunidade. Ajudar a atrair novos residentes e turistas. Valorizar os imóveis e movimentar negócios.
Aspectos de segurança	Promover segurança do tráfego, pois a poeira e a terra podem causar derrapagem dos veículos. Retirar folhas e galhos que podem provocar incêndios. Evitar entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais.

Fonte: MONTEIRO *et al.* (2001)

## 5.4 Coleta Seletiva

A Coleta Seletiva é o processo pelo qual os resíduos sólidos são recolhidos separadamente, a princípio em dois tipos: o orgânico úmido/compostável – compreende restos de alimento, casacas e caroços de frutas, ramos e folhas de poda de árvores e resíduos de jardinagem, basicamente; e o inorgânico (resíduos seco/reciclável) – aqueles que podem ser encaminhados a reuso ou reciclagem para retorno ao processo produtivo (FEAM, 2005).

Segundo FEAM (2005), o resíduo não-reciclável (rejeitos) ou misturado, ou contaminado não passível de separação, papel higiênico, fraldas descartáveis, absorvente, algodão, almofada de carimbo, barbante, borracha, capa de agenda camurça e emborrachada, carbono, CD, chiclete, toco de cigarro, corretivo, durex, fio dental, gominha, isopor, papel metalizado, trapos, espelhos e similares, não podem ser misturados ao material de coleta seletiva e devem ser encaminhados às valas de aterramento de rejeitos.

Com a mistura dos rejeitos aos demais resíduos, a qualidade dos materiais orgânicos e inorgânicos ficará comprometida em relação ao preço de mercado, apesar de demandar um tempo maior, e os funcionários ficarem expostos a riscos de acidentes e doenças do trabalho (FEAM, 2005).

Segundo Weinberg (2008) *apud* ALCANTARA (2010), os cinco municípios brasileiros onde a prefeitura faz chegar o serviço de coleta seletiva a 100 % das residências são: Curitiba (PR), Itabira (MG), Londrina (PR), Santo André (SP) e

Santos (SP). Em Curitiba, por exemplo, a fórmula que deu certo inclui o uso de caminhões que recolhem apenas o lixo seco, sem nenhum resto orgânico. Com isso o lixo fica mais limpo e acaba vendido por um preço mais alto às indústrias de reciclagem. Isso ajuda a tornar o sistema de coleta seletiva em Curitiba mais barato e viável, que o da maioria das cidades brasileiras.

É extremamente importante que os resíduos sejam separados no local onde é gerado: residências, escritórios, escolas, etc. Desta forma a triagem do material será mais eficiente.

A coleta seletiva poderá ser realizada porta-a-porta ou através de pontos de entrega voluntária (PEV's).

A coleta seletiva porta-a-porta é realizada em casa residencial ou estabelecimento comercial que realize a separação dos resíduos e nesse tipo de coleta, é importante que a população esteja adequadamente orientada para que a separação dos resíduos seja executada corretamente.

Os PEV's são recipientes alocados em locais públicos onde a população pode realizar o descarte do material que foi separada em sua residência ou estabelecimento comercial. Uma vantagem, é que os PEV's podem ser instalados em parceria com a iniciativa privada, diminuindo o custo dos recipientes para o poder público.

Apesar do grande apelo ambiental, esse tipo de coleta pode onerar o sistema tendo em vista o aumento do custo com o transporte dos resíduos, já que serão necessários mais caminhões e mais coletas.

## **5.5 Estações de Transferência de Resíduos Sólidos**

As estações de transferência de resíduos sólidos são utilizadas quando a distância das plantas de tratamento ou disposição final são grandes em relação aos pontos de coleta.

Segundo o MONTEIRO *et al.* (2001), o aumento na distância entre o ponto de coleta dos resíduos e o aterro sanitário causa os seguintes problemas:

- Atraso nos roteiros de coleta, alongando a exposição do lixo nas ruas;
- Aumento do tempo improdutivo da guarnição de trabalhadores parados à espera do retorno do veículo que foi vazar sua carga no aterro;

- Aumento do custo de transporte;
- Redução da produtividade dos caminhões de coleta, que são veículos especiais e caros.

Além disso, municípios de pequeno porte e com orçamento mensal reduzido, apresentam dificuldades de conseguir recursos para implantação de um aterro e depois para operá-lo adequadamente, então, a opção tem sido pelas estações de transferência, onde os caminhões de coleta despejam o seu material e outro caminhão de transporte, de porte maior e capaz de carregar um volume maior de produto, é carregado e transporta os resíduos até as plantas de tratamento e/ou disposição final localizado em outros municípios.

As estações de transferência podem ser de três tipos: estações com transbordo direto, estações com armazenamento sem compactação e estações com armazenamento com compactação (MONTEIRO *et al.*, 2001). A seguir serão apresentadas as vantagens e desvantagens de cada uma.

### **5.5.1 Estações com Transbordo Direto**

São estações mais simples e necessitam de pouca área. Ideal para municípios com uma produção de lixo pequena e com pouco recurso. Na maioria das plantas, existe um desnível entre pavimentos e o caminhão de coleta que descarrega o material diretamente no caminhão que fará o transporte final.

Para a utilização de transbordo direto, o ideal é que a coleta seja realizada por caminhões compactadores, dessa forma, aumenta-se a massa específica do resíduo e há uma diminuição do volume a ser transferido, diminuindo os custos com o processo.

### **5.5.2 Estações com armazenamento e sem compactação**

Em municípios com um volume de coleta maior, é necessário que haja uma área para armazenamento do resíduo para absorver os "picos" de vazamento e tornar possível a execução da coleta e transferência com um menor número de veículos (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Os resíduos podem ser armazenados em pátios ou silos, mas não são indicados para estações que recebam mais de 1.000 t/dia (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Da mesma forma que o transbordo direto, é ideal que a coleta seja realizada por caminhões compactadores, pois, como as usinas não dispõem de equipamentos compactadores, o ideal é que o resíduo já chegue a estação compactado.

### **5.5.3 Estações com armazenamento e com compactação**

Nessas estações com compactação o principal objetivo é obter o aumento da massa específica dos resíduos de forma mais eficaz visando à redução das despesas com transporte.

Em todos os tipos de estação, é importante ressaltar a necessidade de sistema de coleta de chorume e um plano de tratamento ou descarte do mesmo.

## **5.6 Sistemas de Tratamento de Resíduos Sólidos**

Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de lixo em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (MONTEIRO *et al.*, 2001).

RUSSO (2003) escreve:

A minimização da produção de resíduos é uma tarefa gigantesca que pressupõe a consciencialização dos agentes políticos e econômicos e das populações em geral para que todos se sintam responsáveis pela implementação de medidas tendentes à redução dos resíduos. Ao nível da Administração Central é indispensável que se tomem as medidas legislativas necessárias a este objetivo, complementadas com incentivos fiscais para que as empresas se sintam encorajadas a mudar de atitude face a este problema.

Na indústria, onde se gera uma produção de resíduos equiparáveis a urbanos que deságuam, quase sempre, nos sistemas municipais, a minimização pode ser conseguida através de alterações tecnológicas e de formação do pessoal da produção e da manutenção, redução que poderá ser conseguida com um programa

de minimização da produção de resíduos sólidos, baseados em dois aspectos estratégicos: redução e separação na fonte e reciclagem.

E complementa “A redução das embalagens é outra das soluções de minimização da produção de resíduos que deve ser posta em prática, com a responsabilização dos seus produtores em dar uma solução adequada às mesmas” (RUSSO, 2003).

Para uma política de redução eficaz, é necessário também a conscientização da população sobre o consumo excessivo, portanto, a não geração e a redução de resíduos sólidos, é uma tarefa mais complexa e dependem de medidas maiores do que os municípios de pequeno porte conseguem influenciar e gerir.

No terceiro nível da hierarquia, entra o conceito de reuso e reciclagem. Em geral, boa parte dos resíduos sólidos gerado por indústrias, estabelecimentos comerciais e das residências, podem ser reutilizadas ou recicladas.

A reutilização dos resíduos trata-se de prolongar seu ciclo de vida sem mudar o design, como por exemplo, pneus recauchutados e garrafas de vidro retornáveis e a reciclagem é refar o produto

A reciclagem é de fato uma das melhores e mais acessíveis formas de redução da quantidade de lixo encaminhado para tratamento e disposição, por isso é necessário grande divulgação e programa de conscientização popular de forma a sensibilizar a população ao apoio a essa iniciativa.

Segundo RUSSO (2003), em média 80 % do lixo doméstico é passível de ser reciclado, porém já seria muito bom para o nosso país recolherem-se seletivamente 25 % (em peso) dos lixos para reciclagem: papel e cartão, incluindo cartão complexo, vidro, metais diversos e plásticos. A deposição em aterro seria diminuída, sendo fundamentalmente constituída por matéria orgânica (não havendo compostagem), inertes, e outros não mencionados.

Os dois processos, reutilização e reciclagem, possuem uma série de vantagens das quais podemos citar:

- Minimização de resíduos para deposição final;
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Redução dos impactos ambientais;
- Economia de energia e de recursos naturais.

- Geração de emprego e renda;
- Conscientização da população para as questões ambientais.

No Brasil, o mercado de reciclagem ainda está engatinhando e para o melhoramento do mercado da reciclagem ou o seu aparecimento como forma econômica auto sustentada depende também de medidas governamentais, especialmente na fase de arranque, de que se salientam: incentivos fiscais às indústrias que utilizam material reciclado numa percentagem mínima a fixar para cada indústria; incentivos para a recolha seletiva; incentivos para a criação de bolsas de resíduos; incentivos a parcerias (indústria/ comércio/consumidores); taxaço de produtos de baixa vida útil; taxaço extra na deposição de recicláveis em aterros sanitários, onerando os seus detentores (privados ou públicos) (RUSSO, 2003).

Como já observado anteriormente, a reciclagem ideal é aquela proporcionada pela população que separa os resíduos recicláveis em casa, jogando no lixo apenas o material orgânico.

Como técnicas de tratamento efetivo dos resíduos sólidos, nos próximos itens serão apresentados a compostagem e incineração.

### **5.6.1 Compostagem**

Segunda a ABNT NBR 13.591 de 1996 – Compostagem - compostagem é o processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

Esse processo tem como resultado final a transformação do material orgânico encontrado no lixo em um composto orgânico que poderá ser utilizado para adubagem do solo destinado à agricultura, contenção de encostas e combate a erosão.

A porcentagem de resíduos orgânicos presente nos resíduos representa cerca de 50 % do volume total gerado e “a compostagem pode transformar esses resíduos em composto orgânico, rico em húmus e de grande aplicabilidade no

melhoramento do solo e das culturas” (RUSSO, 2003). Outras fontes apresentam a porcentagem de matéria orgânica em cerca de 65 %.

Mesmo sendo observada que na grande maioria dos municípios brasileiros, a parcela orgânica dos RSU representa mais de 50 % de sua composição, a compostagem, como método de tratamento dos resíduos orgânicos, não é empregada como poderia, pois, somente 1,5 % dos RSU no país são compostados (LAMANNA, 2008).

A compostagem pode constituir um processo de tratamento dos resíduos sólidos integrado num sistema de reciclagem de materiais ou como único sistema de tratamento da fração orgânica dos resíduos (RUSSO, 2003).

Russo (2003) cita que as principais vantagens dos sistemas de compostagem são:

1. Rápida decomposição microbiana e oxidação da matéria orgânica tornando-a estável com mínima produção de odores;
2. Higienização do material devido às reações exotérmicas de decomposição;
3. Produção de fertilizantes naturais não contaminantes das águas subterrâneas ou superficiais, como acontece com os fertilizantes minerais (químicos, que lixiviam);
4. Grande flexibilidade em escala de operação;
5. Tratamento menos caro que os outros tipos de tratamento, quando se entra em consideração com os ganhos ambientais resultantes.

Vale ressaltar que só são possíveis todas estas vantagens quando os processos escolhidos forem os adequados e, para os itens 1 e 4 em especial, é necessário que o material seja de boa qualidade.

Como limitações ou desvantagens, RUSSO (2003) cita a necessidade de maior área de terreno disponível que outros processos de tratamento e maior utilização de mão de obra (em certas circunstâncias poderá ser uma vantagem por absorver mão-de-obra, por exemplo, dos antigos catadores).

Segundo FEAM (2005), fatores como o arejamento, a temperatura, o teor de umidade, a concentração de nutrientes e a granulometria do material influenciam

na qualidade do composto gerado, além de intervir no tempo de estabilização do composto maturado.

Para garantia das condições físicas e químicas adequadas a FEAM (2005) afirma que é necessário o controle do local, disposição e composição da matéria orgânica destinada a compostagem e da umidade, temperatura, aeração, nutrientes, tamanho das partículas e pH.

Portanto, pode-se pensar como alternativa de tratamento a implantação de usinas de triagem e/ou compostagem. Entretanto, apesar de parecer simples, segundo RUSSO (2003) antes da escolha por esse tipo de tratamento são necessárias algumas verificações:

- Existência de mercado consumidor de recicláveis e do composto orgânico na região;
- Existência de um serviço de coleta com razoável eficiência e regularidade;
- Existência de coleta diferenciada para lixo domiciliar, público e hospitalar;
- Disponibilidade de área suficiente para instalar a usina de reciclagem e o pátio de compostagem;
- Disponibilidade de recursos para fazer frente aos investimentos iniciais, ou então de grupos privados interessados em arcar com os investimentos e operação da usina em regime de concessão;
- Disponibilidade de pessoal com nível técnico suficiente para selecionar a tecnologia a ser adotada, fiscalizar a implantação da unidade e, finalmente, operar, manter e controlar a operação dos equipamentos;
- A economia do processo, que deve ser avaliada por meio de um cuidadoso estudo de viabilidade econômica, tendo em vista, de um lado, as vantagens que uma usina pode trazer: redução do lixo a ser transportado e aterrado, possível venda de composto e recicláveis, geração de emprego e renda, benefícios ambientais; e, de outro, os custos de implantação, operação e manutenção do sistema (MONTEIRO *et al.*, 2001).

### **5.6.2 Incineração**

A incineração do lixo também é um tratamento para redução do volume de lixo. Sua desvantagem é ter instalações e funcionamento que geralmente são bastante caros.

A incineração tem vantagens na redução dos volumes a depositar em aterros, que pode chegar a 90 %, na eliminação de resíduos patogênicos e tóxicos e na produção de energia sob a forma de eletricidade ou de vapor de água (RUSSO, 2003).

As incineradoras como meio de tratamento de toda a massa de resíduos sólidos produzidos, têm vindo a ser objeto de reavaliação em alguns destes países e mesmo algumas unidades têm vindo a ser encerradas devido aos seus elevados custos financeiros e ambientais. Este tipo de tratamento tem sido limitado ao estritamente necessário, devido aos seus múltiplos inconvenientes, de que se destacam: os elevados custos de investimento e de manutenção e elevado teor em metais pesados nas cinzas produzidas pela combustão do processo. Os efeitos perniciosos para o ambiente e para as pessoas em particular, ao longo do tempo, não são ainda bem conhecidos (RUSSO, 2003).

Países como Holanda, Japão e Cingapura utilizam a incineração como método preferencial de tratamento de seus resíduos, dispondo nos aterros somente as cinzas originadas no processo. Essa opção de tratamento custa de 6 a 7 vezes mais que o uso dos aterros sanitários, em função da complexidade do sistema e do custo de tratamento dos gases gerados, entretanto reduz o volume de lixo em até 90 %, prolongando assim a utilização dos aterros por mais tempo (BAI E SATANTO, 2002 *apud* CABRAL, 2010).

### **5.7 Usina de Triagem e Compostagem**

Neste tópico, será abordado mais profundamente as estruturas componentes e as rotinas operacionais das usinas de triagem e compostagem.

### 5.7.1 Estruturas Componentes e rotina operacional

Em geral, as Usinas de Triagem e Compostagem são compostas de galpão de recepção e triagem de lixo, pátio de compostagem, galpão para armazenamento de recicláveis, unidades de apoio (escritório, almoxarifado, instalações sanitárias, vestiários, copa, cozinha, etc), valas de aterramento de rejeitos e de resíduos de saúde, unidades para tratamento dos efluentes gerados, tanto na operação como na higienização, que pode ser nas modalidades de fossa/filtro/sumidouro ou lagoa de tratamento (FEAM, 2005).

O dimensionamento de cada unidade dependerá da quantidade de resíduos que será triado/compostado, da origem dos mesmos e da sua caracterização.

Nos próximos itens serão detalhadas as estruturas componentes e a as rotinas operacionais para uma Usina de Triagem e Compostagem no que se referem as etapas de recepção de resíduos, triagem e compostagem.

- **Recepção de Resíduos**

A área de recepção do lixo deve ter piso concretado, cobertura, sistemas de drenagem pluvial e dos efluentes gerados no local (no momento da descarga, da limpeza e da higienização). A altura da cobertura deve possibilitar a descarga do lixo, inclusive o de caminhão-basculante (FEAM, 2005).

Os resíduos de capina e poda deverão ser encaminhados ao pátio de compostagem para serem agregados ao processo de compostagem diretamente, preferencialmente, após a trituração (FEAM, 2005).

O fosso de descarga do lixo, construído preferencialmente em nível superior ao da triagem, deve ser metálico ou de concreto, com paredes lisas e inclinadas, que permitam o escoamento dos resíduos até a mesa de triagem (FEAM, 2005).

Após a descarga do lixo, os funcionários devem realizar uma pré-triagem, que é a retirada dos volumes considerados de médio e grande porte como móveis, papelões, sucatas, plásticos, vidros, etc. Nos municípios onde há coleta seletiva, a pré-triagem é praticamente inexistente, uma vez que a seleção é feita pelo próprio gerador (FEAM, 2005).

A Tabela 14 resume a rotina operacional da etapa de recepção dos resíduos.

Tabela 14 - Recepção de resíduos - Rotina operacional

Recepção de resíduos - Rotina de operação	
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.
	Receber nesta área exclusivamente o lixo doméstico e comercial.
	Retirar os materiais volumosos e promover o seu acondicionamento adequado.
	Cobrir com lona o lixo que eventualmente não tenha sido processado no dia da coleta.
	Impedir a entrada de animais domésticos no local.
	Varrer a área após o encerramento das atividades.
	Lavar com detergente e desinfetante a área de recepção, o fosso de ambientação da mesa de triagem.
Procedimento Mensal	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.
Procedimentos semestrais ou anuais	Repor, quando necessários, os EPI's e uniformes.
	Pintar a unidade de triagem.
	Desinsetizar o local.

Fonte: Adaptado de FEAM (2005)

- **Triagem**

Segundo o MONTEIRO *et al.* (2001), define-se triagem como a separação dos diversos componentes do lixo, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos sólidos específicos.

Nos municípios onde não há coleta seletiva com a separação correta dos materiais, a triagem torna-se complexa e demorada.

Nos municípios onde há coleta seletiva, que diferencia o lixo seco do lixo úmido, o processo de triagem é mais simples, pois consiste em separar no lixo seco os resíduos recicláveis e inertes de natureza diferente – para posterior comercialização – e extrair do lixo úmido a matéria orgânica destinada à compostagem (FEAM, 2005).

A eficiência da triagem vai refletir nos demais processos da usina (FEAM, 2005).

A Tabela 15 resume a rotina operacional da etapa de triagem dos resíduos.

Tabela 15 - Triagem - Rotina operacional

Triagem - Rotina de operação	
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.
	Promover rigorosa separação dos componentes do lixo.
	Evitar que os componentes separados caiam no chão.
	Distribuir corretamente o material triado.
	Impedir a entrada de animais domésticos no local.
	Varrer a área após o encerramento das atividades.
	Lavar com detergente e desinfetante a área de triagem e os tambores utilizados no transporte da matéria orgânica e dos rejeitos.
	Pesar os tambores cheios antes de encaminhar o seu conteúdo para o destino final.
Procedimento Mensal	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.
	Substituir os tambores ou bombonas danificado.
	Realizar manutenção dos componentes mecanizados da mesa de triagem.
Procedimentos semestrais ou anuais	Repor, quando necessários, os EPI's e uniformes.
	Pintar a área.
	Desinsetizar o local.

Fonte: Adaptado de FEAM (2005)

## • Compostagem

O local onde se executa o processo de compostagem é denominado pátio de compostagem, e deve ter o piso pavimentado (concreto ou massa asfáltica), preferencialmente impermeabilizado, possuir sistema de drenagem pluvial e permitir a incidência solar em toda área. As juntas de dilatação desse pátio necessitam de rejunte em tempo integral (FEAM, 2005).

A umidade garante a atividade microbiológica necessária à decomposição da matéria orgânica. O valor ideal é de 55 %, pois o excesso de umidade ocupa os vazios e provoca anaerobiose, odores desagradáveis, atração de vetores e chorume – líquido resultante da decomposição natural de resíduos orgânicos, enquanto a baixa umidade diminui a taxa de estabilização (FEAM, 2005).

A temperatura é o principal parâmetro de acompanhamento da compostagem e devem ser verificadas pelo menos no meio da Leira e, quando a temperatura estiver acima de 65°C, é necessário o reviramento ou mesmo a modificação da configuração geométrica. A temperatura começa a reduzir-se após

os primeiros 90 dias, tendo início a fase de maturação, quando a massa da compostagem permanecerá em repouso resultado em composto maturado (FEAM, 2005).

A aeração – fornecimento de oxigênio – garante a respiração dos microrganismos e a oxidação de várias substâncias orgânicas presentes na massa de compostagem. A aeração é obtida com o ciclo de reviramento, em média a cada 3 dias durante os primeiros 30 dias, e a cada 6 dias até o terminar a fase de degradação ativa. Esse procedimento contribui para a remoção do excesso de calor, de gases produzidos e do vapor de água (FEAM, 2005).

A diversificação dos nutrientes e sua concentração aumentam a eficiência do processo de compostagem. Os materiais carbonáceos – folhas, capim e resíduos de poda – fornecem energia; já os nitrogenados – legumes e grama – auxiliam a reprodução dos microrganismos. Não há crescimento microbiano sem haver fonte de nitrogênio na massa orgânica (FEAM, 2005).

O tamanho das partículas da massa de compostagem deve situar-se entre 1 e 5 cm. O tamanho favorece a homogeneização da massa, melhora a porosidade e aumenta a capacidade de aeração (FEAM, 2005).

A Tabela 16 resume a rotina operacional da etapa de compostagem.

Tabela 16 -Compostagem - Rotina operacional

Compostagem - Rotina de operação	
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.
	Verificar a umidade das leiras. Havendo excesso de umidade, adicionar palha ou materiais fibrosos, cobri-las com uma camada fina de composto maturado e, em período chuvoso, com lona. Se o material estiver muito seco, adicionar água.
	Identificar a leiras com placas numeradas.
	Ler e anotar a temperatura diária das leiras durante a fase de degradação ativa (90 dias) e durante a fase de maturação (30 dias) até completar o ciclo de 120 dias de compostagem.
	Promover aeração a cada reviramento, na frequência de 3 em 3 dias.
	Retirar durante os reviramento o material inerte presente na leira.
	Atentar para a presença dos nutrientes essenciais ao processo.
	Garantir o tamanho de até 5 cm das partículas a compostar.
Procedimento Mensal	Eliminar as moscas, cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas.
	Impedir o armazenamento de resíduos e sucatas no pátio.
	Retirar qualquer vegetação produzida nas leiras.
	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.
	Verificar as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação.
Testar o funcionamento e substituir, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem.	
Procedimentos semestrais ou anuais	Promover a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem a fim de evitar qualquer sombreamento.

Fonte: Adaptado de FEAM (2005)

- **Composto maturado**

Definição: é o produto resultante da decomposição da matéria orgânica após a compostagem (FEAM, 2005).

Na compostagem, após a fase de degradação ativa, é iniciada a fase de maturação. O início do período de maturação é determinado pela redução da temperatura – observada pela rotina operacional de controle das Leiras no pátio – e, nessa etapa o material deverá ficar “descansando” (sem as práticas de reviramento e correção da umidade). A temperatura do composto tende a igualar-se à temperatura ambiente, e a sua coloração assumirá tons escuros (marrom escuro a preto) (FEAM, 2005).

Os procedimentos em relação ao composto maturado são o peneiramento, a estocagem, coleta, a análise e a utilização (FEAM, 2005).

A Tabela 17 resume a rotina operacional da etapa de tratamento do composto maturado.

Tabela 17 -Composto maturado – Rotina de operação

Composto maturado - Rotina de operação	
Procedimentos Semanais	Peneirar o composto maturado obtido na semana e armazená-lo adequadamente.
	Estocar esse composto em locais com piso impermeabilizado e com cobertura, preferencialmente, com isolamento, evitando a entrada de animais.
	Encaminhar os materiais retidos na peneira para o aterramento nas valas de rejeitos.
	Promover o escoamento sistemático do composto evitando o acúmulo excessivo.
	Impedir a permanência de animais domésticos no local, evitando a contaminação do composto por meio de seus excretos.
Procedimentos semestrais ou anuais	Coletar e encaminhar 1 kg do composto maturado para análise laboratorial.
	Utilizar o composto maturado.

Fonte: Adaptado de FEAM (2005)

## 5.8

### Disposição Final dos Resíduos Sólidos: Aterros Sanitários

A ABNT NBR 8.419 de 1992 - Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos - define aterro sanitário (AS) como “técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário”.

Os processos ou métodos de tratamento anteriormente descritos não são concorrentes com o AS, mas complementares a este. Efetivamente, o aterro sanitário é imprescindível porque é comum em toda a estrutura de equacionamento dos resíduos sólidos. A incógnita é a quantidade de resíduos a serem ali depositados para tratamento e destino final. Quanto maior for a taxa de valorização conseguidas nas fases anteriores, menores serão as quantidades a aterrar, prolongando-se a vida útil do AS e diminuindo-se o custo de exploração. Se a escala do aterro for adequada, deposição de uma quantidade mínima de cerca de 200 toneladas por dia, pode haver o aproveitamento do biogás produzido no

aterro, designando-se então de aterro energético. Sem esta deposição mínima não é rentável o aproveitamento energético, e o biogás terá que ser queimado em tocha com tempo de residência mínima de 0,3 segundos na câmara de combustão, a uma temperatura de pelo menos 850 °C, para destruir e minimizar o efeito dos gases nocivos (RUSSO, 2003).

Quando o AS recebe os restos apenas das outras formas de valorização de resíduos sem a presença de matéria orgânica é um aterro de rejeitos, sem produção de biogás e sem emissão de lixiviados poluentes (RUSSO, 2003).

Entre outras, as principais vantagens dos aterros sanitários são as seguintes:

- Grande flexibilidade para receber uma gama muito grande de resíduos;
- Fácil operacionalidade;
- Relativo baixo custo, comparativamente a outras soluções;
- Disponibilidade de conhecimento;
- Devolução a utilização do espaço imobilizado durante a fase de exploração;
- Potencia a recuperação de áreas degradadas.



## 6

# O Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Paty do Alferes e a Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco

O presente capítulo é composto por uma breve caracterização do município de Paty do Alferes, pelos resumos das visitas de campo realizadas entre os dias 11 de julho e 05 de outubro de 2015 e pela análise da documentação e dados relativos à implantação e operação da Unidade de Triagem de Barro Branco e do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos no município.

### 6.1

#### Caracterização Municipal

- **Histórico**

Paty do Alferes, um dos berços da ocupação do interior do Estado, é citada em antigos e importantes relatos dos grandes estudiosos de história do Brasil como Antonil, Pizarro, Charles, Ribeyrolles, Saint-Hilaire, Taunay, Jospe Matoso Maia Forte e Alberto Lamego, demonstrando a relevância da história do município na colonização da Região do Vale do Ciclo do Café (IBGE, s.d.). Portanto, a evolução histórica de Paty do Alferes, município originário de Vassouras, acha-se ligada à expansão da cultura cafeeira no vale fluminense do rio Paraíba do Sul (TCE-RJ, 2014).

Segundo TCE-RJ (2014), durante um século e meio, Paty do Alferes permaneceu como distrito de Vassouras, até 1º de janeiro de 1989, quando o município foi instalado, em função da edição da Lei nº 1.254, de 15 de dezembro de 1987.

Paty do Alferes mantém uma grande produção agrícola com o tomate, de onde vem seu título de maior produtor do Estado e 3º do Brasil. A consagração desta produção rural ocorre, anualmente no feriado de Corpus Christi, com a realização da Festa do Tomate onde ocorre ao distrito de Avelar, um fluxo médio de 40 mil pessoas/dia (VALLENGE, 2014).

Em terras patyenses, no ano de 1870, nasceu o imortal Joaquim Osório Duque-Estrada, autor da letra do nosso Hino Nacional (VALLENGE, 2014).

A receita total do município foi de R\$ 69 milhões em 2013, na 61ª posição do estado (excluindo a capital). Sua autonomia financeira é de 6,8 % e seu esforço tributário alcançou 7,4 %. A carga tributária *per capita* de R\$ 194,52 é a 60ª posição do estado, sendo R\$ 56,82 em IPTU (32ª posição) e R\$ 32,06 em ISS (86º lugar) (TCE-RJ, 2014).

- **Aspectos Demográficos**

Os municípios limítrofes, como pode ser observado na Figura 2 são: Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Petrópolis e Vassouras. Em relação à distância entre os grandes centros, encontra-se a 119 km da cidade do Rio de Janeiro (VALLENGE, 2014).



Figura 2 - Localização do município de Paty do Alferes

Fonte: VALLENGE, 2014

O município está inserido na bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul que compõe aquela global do Rio Paraíba do Sul. A Bacia é de grande importância econômica por drenar uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo o Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, a Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais e cerca da metade da área do Estado do Rio de Janeiro (VALLENGE, 2014). Em destaque na Figura 3 a localização do município em relação à bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

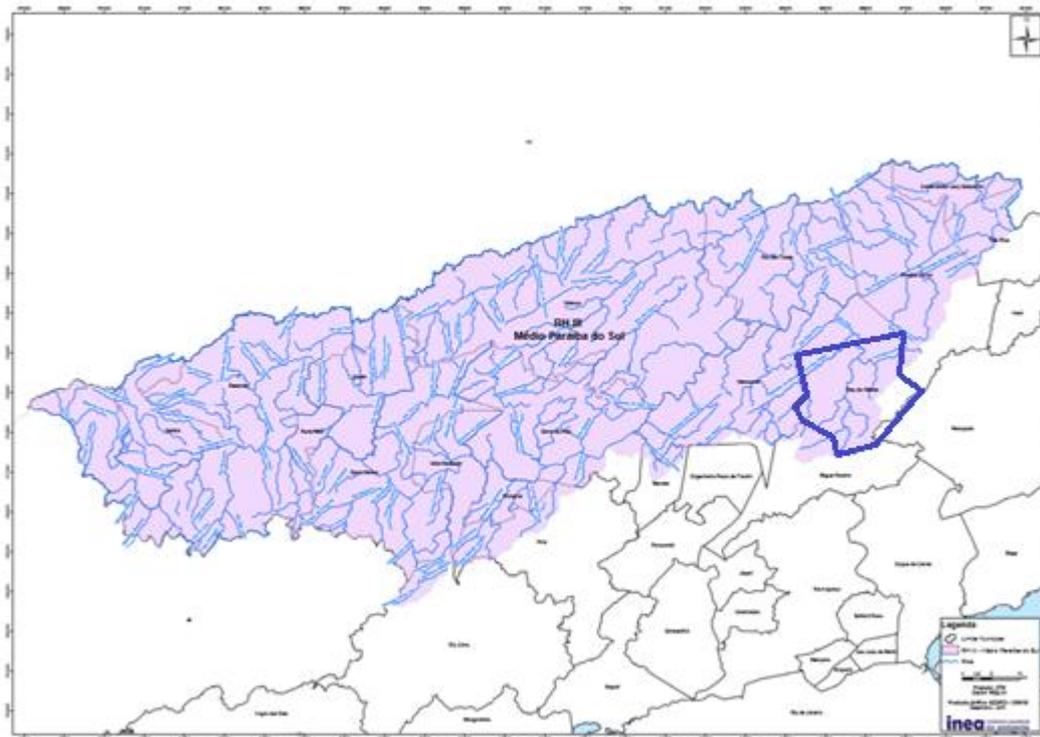


Figura 3 – Localização do município de Paty do Alferes em relação da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

Fonte: VALLENGE, 2014

O território de Paty do Alferes encontra-se subdividido entre as sub-bacias dos rios Ubá ou do Saco (86 %), Fagundes (13 %), e Rio Alegre (1 %) (ANA, 2002 *apud* VALLENGE, 2014). Verifica-se que a significativa parcela relaciona-se à sub-bacia do Rio Ubá. Com nascentes localizadas no município de Miguel Pereira, apresenta padrões de qualidade da água bastante comprometidos. De seus 12 % ocupados por área urbana (CIDE, 2002 *apud* VALLENGE, 2014) se observa forte concentração urbana nas áreas de preservação permanente, especialmente nos fundos de vale, desde a nascente nas proximidades do lago de Javary em Miguel Pereira até Avelar – Paty do Alferes, resultando em impactos localizados, aporte de efluente *in natura* e lixo no leito dos rios (VALLENGE, 2014).

Segundo VALLENGE (2014), o município possui 3 áreas de proteção ambiental:

- APA Palmares: Instituída em 2003, grande produtora de água com 44 nascentes e diversos rios e córregos. Possui 1.485,50 hectares.
- APA Lameirão/Goiabal: Instituída em 2012;

- APA Maravilha: Instituída em 2012. Estabelece divisa com o município de Petrópolis.

Os setores econômicos que ocorrem no município estão atualmente mais relacionados aos serviços e menos a produção primária como agropecuária. De acordo com dados publicados pelo IBGE o município tem 5,19 % de seu valor adicionado proveniente de agropecuária, 11,01 % proveniente de indústria, 77,12 % proveniente de serviços e 6,68 % proveniente de impostos (VALLENGE, 2014).

Em 2010, de acordo com o censo, Paty do Alferes tinha uma população de 26.359 habitantes, correspondente a 9,7 % do contingente da Região Centro-Sul Fluminense, com uma proporção de 94,7 homens para cada 100 mulheres. A densidade demográfica era de 82,6 habitantes por km<sup>2</sup> de sua região. A taxa de urbanização correspondia a 70,5 % da população. Em comparação com a década anterior, a população do município aumentou 5,7 %, sendo o 64º maior crescimento do estado (TCE-RJ, 2014).

Pode-se observar que a população é predominante urbana, tendo em vista que 18.585 habitantes residem na área urbana e apenas 7.774 habitantes residem na área rural e ainda, de acordo com IBGE (2010), 6.953 pessoas residiam no distrito de Avelar e 19.406 residiam no distrito de Paty do Alferes.

Segundo o levantamento, o município possuía 10.509 domicílios, dos quais aproximadamente 24 % eram de uso ocasional (IBGE, 2010).

- **Saneamento Básico**

A edição dos Estudos Socioeconômicos de 2012 compara dados dos censos 2000 e 2010, concluindo que houve redução geral do saneamento inadequado no estado. No entanto, quando se trata de regiões rurais, diminui o percentual de domicílios com saneamento adequado. A dificuldade e o alto custo da coleta de lixo fazem com o que a opção de queimá-lo seja a mais adotada pelos moradores, sendo essa variável a principal responsável pela inadequação do saneamento em domicílios rurais do país (TCE-RJ, 2014).

Vale ressaltar que, o IBGE considera adequado o saneamento de domicílios com ligação à rede geral de esgoto, rede pluvial ou fossa séptica, abastecimento de água da rede geral e coleta regular de lixo (TCE-RJ, 2014).

Em 2010, conforme o Censo, Paty do Alferes contava com 8.002 domicílios permanentes. Em 3.337 domicílios a coleta de lixo era feita diretamente por serviço de limpeza, e em 3.780 domicílios através de caçamba de serviço de limpeza. Em 885 domicílios, o lixo era queimado, enterrado ou jogado em terreno baldio, entre outras possibilidades inadequadas.

O abastecimento de água era feito adequadamente, através da rede geral de distribuição, em 4.616 domicílios. Formas inadequadas, como a utilização de poço ou nascente dentro ou fora da propriedade, ou o armazenamento de água da chuva, eram utilizadas em 3.386 domicílios. O esgotamento sanitário adequado distribuía-se entre a rede geral de esgoto ou pluvial (em 3.052 domicílios) e fossa séptica (em 1.567 domicílios). Outros 3.362 utilizavam formas inadequadas como fossa rudimentar, rio, lago ou mar e valas e 21 domicílios não dispunham de banheiro ou sanitário (TCE-RJ, 2014).

- **Resíduos sólidos**

No ano de 2012, foram auditados 3 tópicos principais pelo TCE-RJ, sendo eles:

- Planejamento e organização da gestão de resíduos sólidos no município: A organização e o planejamento da gestão dos resíduos sólidos do município obedecem às orientações das políticas nacional e estadual de resíduos sólidos?
- Coleta de resíduos sólidos: A coleta de RSU e RSS estão de acordo com as exigências técnicas, legais e ambientais?
- Destinação final de resíduos sólidos: A destinação de RSU e RSS estão de acordo com as exigências técnicas, legais e ambientais?

O resultado desta auditoria para o município de Paty do Alferes é apresentado na Tabela 18.

Após os resultados das auditorias, era solicitado o encaminhamento do Plano de Ação contendo informações do que seria feito e de como seria executado as propostas do município para saneamento dos problemas encontrados.

Em 2013, o TCE-RJ, realizou nova auditoria a fim de monitorar as ações do Plano de Ação.

Os resultados desse monitoramento mostram que não houve nenhuma alteração para o cenário no município em relação aos achados do TCE-RJ.

Tabela 18 - Lista de achado da inspeção do TCE-RJ para o município de Paty do Alferes

<b>Lista de achados da inspeção de 2012</b>
Planejamento inadequado da gestão de resíduos sólidos
Ausência de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de serviços de saúde para unidades administradas pelo município.
Controle inadequado dos serviços prestados (coleta de resíduos sólidos).
Prestação inadequada de serviços (coleta de resíduos sólidos).

Fonte: TCE-RJ (2013)

Como continuidade do processo, em 2015, o município recebeu nova intimação para atualização do Plano de Ação para saneamento dos achados de 2012. Esse processo encontra-se em andamento.

- **Indicadores sociais**

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), de Paty do Alferes em 2010 era de 0,671 de acordo com o censo de 2010. Portanto, o município encontra-se na faixa média de desenvolvimento (0,6 a 0,699).

Como observa-se na Tabela 19, Paty do Alferes teve um incremento no IDMH de 55,68 % nas últimas duas décadas, acima da média de crescimento nacional (47,46 %) e acima da média de crescimento estadual (32,81 %) (TCE-RJ, 2014).

Tabela 19 - IDMH de Paty do Alferes

<b>Ano</b>	<b>IDMH</b>
2010	0,671
2000	0,541
1991	0,431

Fonte: Adaptado de TCE-RJ (2014)

Entre 2000 e 2010, a dimensão que mais cresceu em termos absolutos foi a educação (com crescimento de 0,188), seguida por longevidade e por renda (TCE-RJ, 2014).

Em relação aos 91 outros municípios do Rio de Janeiro, Paty do Alferes ocupa a 76ª posição no que se refere ao IDMH (TCE-RJ, 2014).

A incidência de pobreza é igual a 40,65 % da população (VALLENGE, 2014).

- **Educação**

O número total de matrículas nos ensinos infantil, fundamental e médio regulares de Paty do Alferes, em 2012, foi de 6.070 alunos, tendo evoluído para 5853 em 2013, apresentando variação de -3,6 % no número de estudantes (TCE-RJ, 2014).

- **Saúde**

De acordo com VALLENGE (2014), é possível verificar que 2,5 % das doenças infecciosas e parasitárias registradas estão relacionadas à falta de infraestrutura de saneamento, no entanto não houve mortalidade causada por doenças desse tipo.

No ano de 2008, a mortalidade infantil por 1.000 nascidos-vivos é igual a 26,2 %, número superior a 10, limite acima do qual a falta de saneamento influencia no índice, enquanto o número de óbitos por 1.000 habitantes é igual a 7,3. Para esse mesmo ano, a Taxa Bruta de Natalidade é igual a 13,2 (VALLENGE, 2014).

Pelo exposto, não há incidência de endemias e mesmo de doenças emergentes, apesar da falta de infraestrutura de saneamento, notadamente de coleta, afastamento e tratamento de esgotos sanitários (VALLENGE, 2014).

## **6.2**

### **Visitas de Campo**

No dia 11 de julho de 2015 foi concretizada a primeira visita à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia a fim de conhecer mais sobre o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do município de Paty do Alferes e sobre o histórico da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco. Neste dia foi realizada uma entrevista informal com o Jorge José de Barros Santos, “Zezé da Floresta” então diretor da divisão de educação ambiental da Secretaria.

O Zezé é servidor da Prefeitura de Paty do Alferes desde sua emancipação em cargo de comissão e acompanhou de perto os projetos, licitações, construção e funcionamento da Usina, chegando a ocupar até o cargo de Secretário de Meio Ambiente do município. Portanto, durante a entrevista concedida possibilitou uma visão panorâmica do histórico da UTC, desde seu projeto até seu encerramento.

Vale aqui ressaltar que, em municípios maiores, é difícil existirem pessoas que estão a tempo suficiente envolvidas com projetos e trabalhando na prefeitura a ponto de conhecer desde o início um determinado projeto.

Adicionalmente, foram fornecidas informações sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos no município como:

- A falta de definição em relação às rotinas de coleta de resíduos sólidos (dias e horários que as coletas serão realizadas em cada bairro);
- O projeto de disposição de contêineres em bairros mais populosos e movimentados da cidade;
- De que maneira e com quais equipamentos as coletas são executadas;
- Qual o destino do lixo após a coleta;
- O funcionamento a coleta seletiva no município.
- O projeto para ampliação do programa de coleta seletiva porta-a-porta.

Essa visita foi importante para direcionar as pesquisas bibliográficas e as visitas que ocorreram posteriormente, além de “trazer vontade para continuar neste estudo de caso”.

O ponto mais importante desta primeira visita foi a obtenção de um histórico dos acontecimentos no município, antes da UTC, durante o funcionamento da Usina e atual. Foi possível também coletar dados sobre os controles e rotinas operacionais da UTC.

Foi realizada também uma entrevista com o servidor público, Marcelo Basbus Mourão, Advogado do Quadro Efetivo. A importância cultural da conversa levou a alguns caminhos que puderam enriquecer o trabalho de modo a perceber determinados segmentos de tradições culturais culminando na moderna ação de necessidade de tratamento de resíduos sólidos – o lixo.

Por outro lado, a vertente jurídica do servidor demonstrou experiência na administração pública relatando, inclusive a persistência á época na luta pelo espaço com inúmeros agravos de instrumento e com imissão de posse provisória até, finalmente chegar à sentença definitiva de titularidade da área escolhida no Bairro do Barro Branco para instalação da UTC. Assim, a participação do Marcelo foi fundamental no contexto do trabalho auxiliando a união das ideias e sua consolidação de modo a traduzir no texto acadêmico uma realidade que é retratada desde a origem para permitir o desenvolvimento deste trabalho.

Como continuidade, objetivando levantar informações mais precisas e mensuráveis sobre o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos e sobre a UTC, foi realizada uma nova visita no dia 28 de agosto de 2015.

Desta vez, a visita aconteceu inicialmente na sede da Prefeitura de Paty do Alferes, onde fomos recebidos pela Susimar Coimbra Bernardes, responsável pela Tesouraria do município. Com o apoio dela, chegamos à Divisão de Licitações e Contratos, quando a Diretora da Divisão Vanderléia de Souza Simonis forneceu um resumo de todas as licitações envolvidas com a UTC Barro Branco desde 2006 até o presente momento. Como essas informações criou-se uma linha do tempo da Usina e para compreender algumas datas e licitações foi necessário aprofundar o histórico da UTC. Então, chegamos ao Controle Interno do município, que através do Julio César Duarte de Carvalho, atual Controlador Geral do Município, nos forneceu detalhes das licitações, informações sobre as empresas que operaram a UTC, o projeto básico, detalhes do licenciamento da planta e registros de inspeções internas que acarretaram em interrupções no funcionamento da Usina. Neste setor obtivemos também acesso as auditorias realizadas pelo TCE-RJ com a finalidade de avaliar aspectos relativos ao planejamento e à qualidade de serviços de coleta e destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos.

Neste mesmo dia, na Secretaria de Fazenda foram colhidos dados sobre a quantidade de resíduos coletados e reciclados no município através da análise dos processos de pagamentos dos contratos em vigência.

Em uma rápida conversa com o Secretário de Obras, Sr. Milton coletou-se mais informações referente ao sistema de coleta de resíduos sólidos do município, como quantidade de veículo e funcionários.

Para conseguir mais informações sobre o licenciamento da planta, foi necessário contatar mais uma vez a Secretaria Municipal de Meio Ambiente,

Ciência e Tecnologia através dos servidores Gustavo David de Paula e Anderson Abreu que forneceram uma cópia da Licença de Operação e informações sobre o licenciamento da atual estação de transferência.

Por último, foi possível conhecer a área da antiga UTC onde hoje estão em funcionamento o galpão de reciclagem e a estação de transferência. Na UTC fomos recebidos pela Presidente da Associação de Catadores Srta. Jaqueline dos Santos Fraga Carvalho.

Nesta entrevista a Srta. Jaqueline nos apresentou toda área, mostrando cada estrutura da UTC, como era seu funcionamento, como é utilizada hoje, além de dados sobre os controles e rotinas operacionais da UTC durante o seu funcionamento. Além disso, dúvidas como a rotina atual da coleta seletiva, quantidade de funcionários e volume de material reciclado foram esclarecidas.

Para finalizar as etapas de entrevistas, visitas e inspeções, no dia 05 de outubro de 2015 uma nova entrevista informal com o Zezé da Floresta foi necessária para esclarecer pontos que haviam ficado sem confirmação.

A entrevista realizada com o servidor público da Prefeitura de Paty do Alferes, o biólogo André Dantas Martins, autor do capítulo “O Município de Paty do Alferes e a Unidade de Conservação APA Palmares” no livro “Interferência Antrópica na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul” foi muito importante sob o ponto de vista do reflexo e do impacto do tratamento do lixo na questão ambiental.

O autor do capítulo ponderou a necessidade de cuidado de preservação da APA PALMARES – Área de Preservação Ambiental, pois a coleta de lixo é muito precária e é realizada por intermédio de coletores/latões que são recolhidos pela Prefeitura Municipal de Paty do Alferes em dias alternados.

Sendo assim, no recolhimento sempre há permanência de algum resíduo que, fatalmente, por ação da natureza podem resultar em contaminação da bacia hidrográfica do município num local onde estão localizados importantes mananciais de água que abastecem o município. Daí a importância de sua análise no capítulo dedicado à Unidade de Conservação da Área de Preservação Ambiental de Palmares.

Demonstrou também o biólogo André Dantas Martins sua preocupação com as “queimadas”, hábito dos moradores que promove degradação do ambiente sendo necessária a mudança dessa atitude em campanhas de preservação.

Para dar consistência as análises das características físicas dos resíduos sólidos do município, em junho de 2016 foi solicitado à Prefeitura mais dados sobre as quantidades de resíduos coletados e reciclados.

A análise dos documentos, dados e informações coletadas através das visitas e entrevistas estão discriminadas nos tópicos a seguir.

### 6.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

- **Características físicas**

Como já explicitado anteriormente, é importante a caracterização dos resíduos sólidos urbanos, em especial as características físicas que são mais simples de serem determinadas, para a definição de políticas e recursos adequados a sua gestão e gerenciamento. Portanto, nesse item serão definidas apenas as características físicas para os RSU do município de Paty do Alferes.

Somente o dado de geração *per capita* será determinado com valores reais, as demais características serão estimadas de acordo com referências bibliográficas tendo em vista que o município não possui informações necessárias à sua determinação.

Para a determinação da geração *per capita*, serão utilizados dados informados pela empresa Própria Engenharia, atual responsável pela destinação dos resíduos sólidos urbanos. Para o período de 25/05/2015 a 23/06/2015 e 24/12/2015 a 23/04/2016 foram coletados uma média de aproximadamente 400 toneladas de lixo por mês, levando a uma média de 13.6 toneladas de lixo por dia.

Como o município tem 26.359 habitantes (IBGE, 2010), chegamos ao valor para a geração *per capita* de 0,52 kg/hab/dia. Valor este bem próximo do valor estimado em 0,5 kg/hab/dia por MONTEIRO *et al.* (2001) para municípios de pequeno porte.

Em relação ao peso específico do lixo domiciliar, de acordo com o MONTEIRO *et al.* (2001), pode-se usar o valor de 230kg/m<sup>3</sup>.

Considerando o total de resíduos gerados por dia no município, chegamos a um volume de 59,2 m<sup>3</sup> de RSU por dia. Isto demonstra que, simplificada, seriam necessárias apenas 9 viagens de 1 caminhão basculante de 7 m<sup>3</sup> de capacidade por dia.

Já o teor de umidade pode ser estimado variando em torno de 40 a 60 % (MONTEIRO *et al.*, 2001), dependendo das condições climáticas.

Para determinação da composição gravimétrica, seria necessário ter acesso aos dados do início de operação da Usina de Compostagem e Reciclagem, entretanto, esses arquivos não estavam disponíveis. Tendo em vista esse fator, usaremos os dados da Tabela 11 (Composição gravimétrica dos resíduos sólidos) e valores de coleta mensais obtidos junto a Prefeitura para estimativa.

Portanto, é possível estimar que se a coleta seletiva fosse realizada em todo território do município, e houvesse uma usina de triagem e compostagem em funcionamento, poderiam ser alcançadas as quantidades máximas de amostras por material apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Quantidade estimada de resíduos sólidos urbanos por material

<b>Composição Gravimétrica</b>	<b>%</b>	<b>kg/mês</b>	<b>kg/dia</b>
Matéria Orgânica	64,0	255.871	8.694
Papelão	5,0	19.990	679
Papelão	8,5	33.983	1.155
Plástico Rígido	2,0	7.996	272
Plástico Maleável	2,7	10.795	367
Metais	1,5	5.997	204
Vidros	1,5	5.997	204
Outros	14,8	59.170	2.010

Com base nesta estimativa, o município poderia chegar a reciclar até 84.757 kg de material por mês e dispor para compostagem 255.871 kg/mês de matéria orgânica.

Atualmente, através das informações disponibilizadas pela Associação de Catadores, observa-se que entre o período de setembro de 2015 e abril de 2016 foram reciclados por mês a quantidade apresentada na Tabela 21.

Comparando a estimativa da Tabela 20 e os valores da Tabela 21, temos que hoje o município hoje recicla apenas 9 % do material com potência de reciclagem.

Tabela 21 - Quantidade média de material reciclado por mês

Material	kg/mês
Papelão	6.560
PET verde	48
PET branco	72
Plástico grosso	160
PAD branco	49
PAD colorido	77
Óleo	54
Manteiga	10
Ferro velho	214
Alumínio	0
Papel	324
Vidro	23
<b>Total</b>	<b>7.592</b>

Por último, para determinação da compressividade será utilizado como referência, que os resíduos quando submetido a uma pressão de 4 kg/cm<sup>2</sup>, o volume de lixo domiciliar pode ser reduzido de 1/3 a 1/4 do seu volume original (MONTEIRO *et al.*, 2001). Com isso chega-se a um valor entre 19,7 e 14,8 m<sup>3</sup>/dia após a compressão.

Em resumo temos as seguintes características físicas para os resíduos sólidos de Paty do Alferes:

- Geração *per capita*: 0,52 kg/hab/dia;
- Peso específico aparente: 230 kg/m<sup>3</sup> → 59,2 m<sup>3</sup>/dia;
- Teor de umidade: em torno de 40 % a 60 %;
- Composição gravimétrica: Conforme Tabela 21;
- Compressividade: 19,7 e 14,8 m<sup>3</sup>/dia.

#### 6.4

#### **Análise do Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido Urbano**

Neste tópico será analisado a como é executado atualmente o acondicionamento e os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos no município de Paty do Alferes.

Essa análise só foi possível devido a quantidade de material coletado durante as inspeções entre o período de 11 de julho a 05 de outubro de 2015.

- **Acondicionamento**

Após as visitas de campo foi possível verificar que na maioria dos bairros de Paty do Alferes, o acondicionamento dos resíduos sólidos é realizado de maneira correta com a utilização, principalmente, de sacos plásticos, como pode ser observado nas Fotografias 1, 2, 3 e 4.



Fotografia 1 - Acondicionamento dos resíduos sólidos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 2 - Acondicionamento dos resíduos sólidos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 3 - Acondicionamento dos resíduos sólidos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 4 - Acondicionamento dos resíduos sólidos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

Apesar de algumas residências pendurarem os sacos em cercas, o que poderia danificar os sacos plásticos, foi averiguado que no momento da coleta os garis se preocupam em mantê-los íntegros evitando o espalhamento dos resíduos pelas ruas e calçadas.

Em bairros mais populosos e comerciais, a prefeitura instalou contêineres (Fotografia 5) para facilitar o acondicionamento dos resíduos, evitando que estes fossem descartados de forma inadequada ou ficassem expostos causando principalmente impacto visual negativo.



Fotografia 5 - Contêineres para acondicionamento dos resíduos sólidos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

Em alguns casos, apesar de muitos desses contêineres estarem localizados juntos aos pontos de entrega voluntária (PEV's), a população ainda confunde o descarte correto dos materiais, jogando material seco nos contêineres de material úmido e vice e versa.

Foi informado pelo Zezé da Floresta, funcionário da Secretaria de Meio Ambiente (SMA), que inicialmente foi pensado a diferenciação de cores para os contêineres e os PEV's, onde os contêineres (verdes) receberiam o material úmido e os PEV's (laranja) o material seco e reciclável. Mas, com o tempo, os contêineres foram realocados para áreas onde não haviam os PEV's e perderam suas identificações, então o material seco passou a ser descartado junto com o material úmido nos contêineres.

Ainda observa-se, em bairros rurais, mais distantes, de difícil acesso e pouco populosos, a disposição de resíduos em lugares inadequados, como terrenos baldios e beiras de córregos.

Apenas no bairro Parque Barcellos é realizada a coleta seletiva porta a porta. Por informação da Presidente da Associação de Catadores Jackeline, neste bairro a separação é adequada.

De uma maneira geral, como não está implantada a coleta seletiva em todos os bairros do município, o acondicionamento torna-se simples e, portanto, pode-se considerar adequado o acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos no município, sem prejuízo de um aprimoramento progressivo.

- **Serviço de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos**

A coleta de resíduos sólidos no município de Paty do Alferes é realizada pelo próprio município com a utilização de 2 caminhões compactadores e 1 caminhão tipo “caçamba”.

Atualmente 20 funcionários estão envolvidos diretamente no serviço de coleta.

Em entrevista com o Secretário de Obras, foi informado que existe uma rotina de coleta definida para todos os bairros do município. Porém, tais informações não estão disponíveis.

Entretanto, em entrevista com moradores do município, foi citado que os caminhões passam diversas vezes pelas mesmas ruas e deixam para trás outras, e muitas vezes é necessário ligar para solicitar a coleta em algumas áreas.

Além disso, como não está definido adequadamente em quais horários e bairros a coleta será realizada, os caminhões acabam tendo que passar todos os dias em quase todos os bairros, onerando o serviço de coleta, e, muitas das vezes promovendo o acúmulo de lixo nos locais destinados à coleta. Outro fator importante a ser levado em consideração é o climático. Em dia de chuva, por exemplo, com a dificuldade da coleta pelos caminhões nas ruas não asfaltadas, o acúmulo é inevitável.

O material dos serviços de poda e jardinagem é coletado pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e é realizado de acordo com a demanda do município, havendo 1 caminhão destinado para tal operação. Pode-se considerar que este tipo de serviço prestado foi aprimorado, pois, antigamente, sem uma mínima política de atendimento, os moradores queimavam as podas e os restos de árvores e não havia sequer o acondicionamento em sacos, como ocorre hoje.

Da mesma forma, não está definido uma rotina, sendo possível observar restos de material em diversos pontos da cidade, o que é preciso, sem dúvida alguma, promover um aprimoramento.

Como já havia sido observado pelo TCE-RJ em suas auditorias não são mantidos registros do cumprimento da programação estabelecida para coleta de RSU nas diversas localidades e de transbordo de RSU em unidade de transferência, como quantidade e horário.

Portanto, apesar do serviço estar sendo executado, o controle é inadequado, devendo, ao longo do tempo, ser aprimorado.

Outros problemas também podem ser observados como, existência de trabalhadores com roupas em tecido de baixa resistência, de veículos sem jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca, de veículos sem extintor de incêndio extra e de veículos com botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, em apenas um lado, ao invés dos dois lados.

Todo o material coletado é transportado até o local onde funcionava a Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco, que hoje trabalha apenas como uma estação de transbordo e de reciclagem. Ao chegar à área, o material é despejado em um pátio de concreto sem cobertura e sem rede de drenagem de chorume. Esta área, que funciona hoje como estação de transbordo sem compactação não é licenciada.

Não é demais ressaltar que o serviço de transbordo hoje executado foi oriundo da necessidade da limpeza radical da UTC quando do acúmulo de lixo encontrado em determinado período inviabilizando, inclusive, sua operacionalidade.

Em seguida, o lixo é transferido para caçambas maiores que são transportadas para o aterro sanitário licenciado localizado no município de Nova Iguaçu. Atualmente, este serviço é realizado pela empresa Própria Ambiental LTDA. Há registro de manifesto de resíduos que comprovam sua destinação adequada.

São realizadas em média duas viagens por dia para a destinação de todo o resíduo (RSU) gerado diariamente em Paty do Alferes.

Em relação à coleta seletiva com a utilização dos PEV's, o serviço é realizado diariamente pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Amigos da Natureza, que conta com um caminhão e 4 funcionários para o serviço de coleta.

Da mesma forma, por conta da má distribuição dos PEV's (poucos PEV's para uma grande área) e da inexistência de uma rotina de coleta, o roteiro diário é longo não justificando muitas vezes a quantidade coletada por dia.

Além dos PEV's, também é coletado material reciclável do Arcozelo Palace Hotel, no bairro Parque Barcellos, nas escolas, na sede dos Laticínios Manoel Borges e na fábrica têxtil RGTX em Avelar.

A própria Associação é responsável pela coleta e separação do material na Usina de Reciclagem e para isso conta no total com 10 associados. Ainda é executado pela Associação o serviço de manutenção e operação do horto municipal.

Foi realizado uma entrevista com a atual presidente da associação de catadores, Srta. Jaqueline dos Santos Fraga Carvalho, onde ela afirma que a quantidade de material coletado hoje é muito pequena por conta dos poucos pontos de coleta e espera que a Prefeitura apoie o aumento de áreas de abrangência da coleta seletiva no município. Segundo a Srta. Jaqueline, *“A Secretaria de Meio Ambiente está produzindo alguns cartazes de divulgação e assim que estiverem prontos nós mesmo iremos colocar eles nos bairros e divulgar a coleta seletiva”*, complementa ela.

Na mesma área onde funciona a atual estação de transferência, antiga Usina de Triagem e Reciclagem de Barro Branco, são separados os materiais nas seguintes classes: papelão, pet verde, pet branco, plástico grosso, P.A.D. branco, P.A.D. colorido, óleo, manteiga, ferro velho, alumínio, papel e vidro. Entre o período de setembro de 2015 e abril de 2016, por exemplo, foi separado uma média de 7,592 kg de material reciclado por mês, conforme apresentado na Tabela 21.

A Prefeitura paga em torno de R\$ 8.000,00/mês para a Associação de Catadores pelo serviço de coleta seletiva do município.

O material reciclado é vendido no próprio município para diversas empresas que funcionam como intermediadores.

No período da inspeção de campo, a usina de reciclagem não estava em operação. Contudo, equipamentos como a balança e a prensa estão sendo utilizadas para o preparo e pesagem dos fardos para posterior revenda.

As Fotografias 6 e 7 apresentam a prensa utilizada, o material reciclado preparado para a venda.



Fotografia 6 - Prensa utilizada para compactação do material reciclado  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 7 - Material enfardado preparado para venda  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

- **Sistemas de Tratamento de Resíduos Sólidos**

Além da coleta seletiva, atualmente, não é realizado nenhum outro tratamento dos resíduos sólidos domiciliares no município.

Também não são realizados programas de incentivo a redução e reutilização de resíduos sólidos urbanos.

Está em andamento a elaboração de um programa para aumentar a abrangência das áreas com coleta seletiva. Para isso, estão sendo produzidos cartazes e panfletos que informarão aos dias e locais de coleta e como deve ser a separação. Entretanto, não foi observado continuidade desse programa pela Prefeitura, imprescindível ao sucesso da coleta.

As Figuras 4 e 5 apresentam as placas que estão sendo fabricadas para utilização no programa de coleta seletiva.



Figura 4 - Placa que será utilizada na implantação da coleta seletiva

Em relação às embalagens de agrotóxicos, ao lado da Usina de Compostagem e Reciclagem, foi inaugurada em 2002 a Central de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos. A obra foi realizada pelo INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias com apoio da prefeitura e de estabelecimentos comerciais vendedores de produtos agrícolas da região.



Figura 5 - Placa que será utilizada na implantação da coleta seletiva

A central, que já funcionou como uma unidade central responsável por parte da triagem e processamento das embalagens, hoje funciona apenas como um posto de recebimento. No galpão, são recebidas as embalagens utilizadas na região e uma vez por ano estas são distribuídas para uma central de reciclagem.

As Fotografias 8, 9 e 10 foram tiradas na Central de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos.



Fotografia 8 - Placa do Posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos

Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 9 - Estoque de embalagens no posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 10 - Prensa disponível no posto de recebimento de embalagens de agrotóxicos  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

- **Disposição Final dos Resíduos Sólidos**

Até o ano de 2006, a disposição dos resíduos sólidos domiciliares era feita no lixão localizado perto do atual terreno da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco.

Não foram identificados registros referente a remediação do antigo lixão, entretanto, foi informado que como condicionante para obtenção da licença de

operação da UTC, foi necessário a retirada do material do lixão, mas não se tem cadastro da quantidade de lixo retirado.

A partir de 2013, os resíduos sólidos passaram a ser transportados para aterros sanitários licenciados.

A Usina de Triagem e Reciclagem de Barro Branco funcionou de 2006 a 2013. O próximo capítulo irá analisar o funcionamento e operação da planta.

Em relação ao lixo eletrônico e aos pneus, foram apresentados manifestos de resíduos que mostram que ambos estão tendo destinação adequada.

## 6.5

### **Análise da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco**

Neste tópico será analisado o projeto, estruturas e operação da Usina de Triagem e Compostagem.

A Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco foi sonhada pelo município durante muitos anos. Contando com o apoio da Universidade de Viçosa, foi possível a elaboração dos projetos para em 2006 a Usina iniciar sua operação.

Infelizmente, devido a motivos que serão analisados posteriormente, a operação da planta durou apenas 8 anos, sendo encerrada em 2013. Nesse período 3 empresas foram responsáveis pela operação e manutenção da planta.

- **Projetos**

Sabe-se que o projeto da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco foi executado pela Universidade Federal de Viçosa com base em estudos já realizados pela universidade sobre o assunto.

Em busca aos arquivos da Prefeitura, só foi possível ter acesso a dois documentos elaborados pela universidade, o Projeto Básico da Unidade de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos para o município de Paty do Alferes, datado de 1999 e o Relatório Ambiental Simplificado (RAS), datado de 2008.

Neste item serão apresentados os conteúdos resumidos desses dois trabalhos.

Observa-se que, entre a elaboração do Projeto Básico e o início da Operação da Usina, decorreram-se 8 anos e não foram encontradas evidências de atualização do projeto em função da provável alteração do cenário geral. Pode-se explicar, a título de esclarecimento do lapso temporal entre o desenvolvimento do Projeto Básico e a operação da Usina, que o município enfrentou diversos processos de obtenção dos licenciamentos afins junto aos órgãos de fiscalização bem como alguns enfrentamentos jurídicos para obtenção da imissão de posse já que a área da UTC foi desapropriada. Alguns Agravos de Instrumento foram interpostos, porém o município, por fim, obteve a imissão de posse que permitiu então a construção.

- **A Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco: Projeto Básico**

Em junho de 1999 a Universidade Federal de Viçosa apresentou o projeto básico da Unidade de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos para o município de Paty do Alferes.

O projeto, denominado URC LESA B1 foi dimensionado para receber até 15 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, uma população futura de 30.000 habitantes e uma vida útil de 20 anos. Com uma concepção modular, tornava possível a construção da URC em etapas de acordo com o orçamento do município, além de deixar maneiras para futuras alterações como aumento de galpões, etc.

O projeto discrimina os módulos básicos da URC: módulo administrativo e de apoio de pessoal, galpão para recepção e triagem, galpão para prensagem/enfardamento de recicláveis, galpão para armazenamento de papeis e papelão, baias para plásticos, metais e reciclados a granel, pátio de compostagem, galpão para estocagem/beneficiamento do composto maturado e aterro de rejeitos.

O trabalho define também os equipamentos eletromecânicos, o quantitativo e qualificação da mão de obra empregada necessários à operação da URC.

Algumas ações para desenvolvimento do projeto na comunidade são apresentadas no trabalho como, mobilização comunitária, desenvolvimento de programas de conscientização popular e de reciclagem, treinamento e capacitação de pessoal, etc.

Mais detalhadamente é apresentado um Memorial Descritivo com definições sobre localização, serviços preliminares, fundações, superestrutura, alvenaria, cobertura, esquadrias, revestimentos, pisos, instalações elétricas e hidrossanitárias, acabamento, fechamento das baias, pátio de compostagem, aterro de rejeitos, paisagismo, drenagem, fechamento da área, limpeza geral e algumas recomendações.

- **Laudo Ambiental – Relatório Ambiental Simplificado (RAS)**

O RAS, elaborado pela Universidade Federal de Viçosa em 11 de novembro de 2008, tem como objetivo “definir os critérios mínimos para execução e manutenção das valas de aterro de rejeitos da usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos” do município de Paty do Alferes.

Em divergência do apresentado no Projeto Básico da URC, o RAS indica que o processamento máximo de resíduos diários seria igual a 25,0 toneladas/dia para uma população futura de 35.000 habitantes. Não foram encontradas revisões do projeto básico que determine esse volume de resíduos e população futura apresentada pelo RAS.

Adicionalmente, o relatório informa que foi necessário a utilização de aeração forçada no galpão de compostagem, tendo em vista a diferença entre o índice pluviométrico de Viçosa (projeto piloto) e o município de Paty do Alferes. Também não foram encontrados maiores detalhes sobre essa alteração no projeto, porém, chama-se a atenção neste ponto de que a situação fática e local é muito importante para o projeto. Muito embora a Universidade de Viçosa tenha desenvolvido um projeto piloto muito reconhecido, uma condição climática obrigou a alteração da citada aeração forçada no galpão de compostagem.

Como sugestões/obrigações, o laudo indica a instalação de poços de monitoramento para verificação de possíveis vazamentos de chorume das valas de aterro, adequação da estrutura viária (asfaltamento e sinalização) e cultivo de vegetação de compensação.

Segundo o RAS, a população atendida pelo sistema de coleta de resíduos sólidos do município é a população que se encontra nas manchas urbanas dos dois distritos do município, chegando em torno de 32 % da população total e informa

que não existe nenhum controle sobre o lixo do restante da população residente na zona rural.

A descrição do projeto das valas de aterro no RAS consiste em 3 valas de aterro para uma vida útil de 5 anos, com construção em 3 fases. O sistema conta com 3 caminhões basculantes com capacidade de 7 m<sup>3</sup>. O laudo detalha as etapas de construção das valas e também a operação do aterro, mas não cabe a esse trabalho a análise desse projeto, tendo em vista que o mesmo não foi finalizado.

A principal divergência encontrada nesses projetos é em relação a produção diária de RSU, o RAS, em seu balanço de massa trabalha com o valor de 2.800 kg/dia e considera apenas o atendimento pelo serviço de coleta a população urbana (cerca de 30 %, ou seja, 8.886 habitantes). Com isso, chegamos a uma geração *per capita* de 0,32 kg/hab/dia, valor baixo em comparação à referência bibliográfica.

O projeto apresentado referente à construção de valas de aterro foi iniciado, mas não foi finalizado e licenciado pela Prefeitura.

- **Linha do Tempo**

Neste tópico será apresentado a linha do tempo da Usina de Triagem e Compostagem de Barro Branco, tendo como principal referência as licitações e contratos fornecidos pela Prefeitura.

A UTC de Barro Branco foi inaugurada em 2006. Nos anos de 2006 e 2007 a planta foi operada pela empresa Inspector Engenharia LTDA, que era responsável pela execução, administração e responsabilidade técnica dos serviços de operação da usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos domésticos com gerenciamento da operação e destinação final dos rejeitos da usina por aterramento.

Em 2008 as responsabilidades de operação e manutenção da usina passou para empresa Machado e Raposo Construções LTDA.

No período de 2009 a 2013, os serviços passaram para a Cooperativa de Trabalho de Empreendedores, Agente Ambientais e Recicladores de Paty do Alferes, empresa formada por antigos catadores do lixão do município.

Durante esse período, observa-se o início do declínio nas operações da usina.

Uma das evidências para esse processo de degradação é que, já em 2009, foi necessário, em caráter emergencial, a contratação dos serviços da Central de Tratamento de Resíduos Nova Iguaçu S/A para o recebimento, tratamento e destinação dos resíduos sólidos.

O último contrato (nº 140/2012) com a Cooperativa, previsto para ser encerrado em 14/11/2013 foi rescindido antes do período, pois diversos problemas foram encontrados na usina como, por exemplo, operação inadequada da triagem e da compostagem, acúmulo de resíduos sem triagem e destinação inadequada nos pátios e nas valas de rejeitos em construção e sem licenciamento.

A partir de 28/05/2013, após rigorosa vistoria e inspeção da Prefeitura de Paty do Alferes, através da área de Controle Interno a Usina de Triagem e Compostagem foi fechada e imediatamente foi iniciado o contrato com a empresa Própria Ambiental LTDA para execução dos serviços de recebimento por transbordo e transporte dos resíduos sólidos urbanos, na forma bruta e todos os rejeitos acumulados na usina de lixo com destinação a um aterro sanitário licenciado. É importante destacar que, antes da entrada em operação deste serviço de transbordo houve um trabalho de limpeza radical do local que acumulava muitas toneladas de lixo.

As Fotografias 11 e 12 ilustram o acúmulo de material na UTC no ano de 2013.

Em março de 2014 foi selado um contrato com a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Amigos da Natureza de Paty do Alferes para expansão da coleta seletiva dos perímetros urbanos e rural do 1º distrito do município de Paty do Alferes.



Fotografia 11 - Acúmulo de lixo na UTC com a presença de vetores de doenças evidenciado durante a inspeção do Controle Interno da PMPA

Fonte: PMPA (2013)



Fotografia 12 - Acúmulo de lixo na UTC evidenciado durante a inspeção do Controle Interno da PMPA

Fonte: PMPA (2013)

- **Licenças Ambientais**

Nos arquivos da Prefeitura, foi encontrada apenas a Licença de Operação LO N° IN000345 concedida pelo INEA para usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos localizada na Estrada Barro Branco – Capivara.

A licença foi emitida em 29 de junho de 2009 com validade até 29 junho de 2014.

Como condições de validades específicas foram determinados, entre outros, os pontos abaixo:

- Apresentar semestralmente ao INEA, relatório de acompanhamento da atividade incluindo relato fotográfico de acompanhamento das atividades e balanço da quantidade de resíduos recebidos, triados e compostados;
- Não receber, na área da usina, resíduos de serviço de saúde e resíduos industriais;
- Não permitir a permanência dos resíduos urbanos sob a forma bruta na área da usina, por período superior a 24 horas.

Não foram encontradas evidencias de atendimento a esses itens e, em adicional, em relação ao item “b”, foi identificado, que um dos problemas em relação ao composto foi a existência de resíduos de serviço de saúde, como agulhas, junto ao material, o que, na destinação, não é permitido sendo o acondicionamento próprio e a destinação com o mesmo fim.

E, no que se refere ao item “c”, durante inspeções do TCE-RJ e da própria prefeitura, foram identificadas pilhas de resíduos *in natura* estocados por mais de 24 horas, causando o aparecimento de vetores.

### **6.5.1 Estruturas Componentes e Rotinas Operacionais**

Neste item serão analisadas as estruturas componentes e as rotinas operacionais da UTC, entretanto, como a Usina de Triagem e Compostagem não estava mais em operação quando este trabalho foi iniciado, e, tendo em vista que não foi fornecido pela Prefeitura dados operacionais específicos, não será possível analisar com precisão as rotinas operacionais da Usina e serão utilizadas como base as informações coletadas através das entrevistas realizadas.

Pode-se observar que no Projeto Básico elaborado pela Universidade de Viçosa estava previsto as seguintes áreas:

- Módulo administrativo e de apoio de pessoal;
- Galpão para recepção e triagem;
- Galpão para prensagem e enfardamento dos recicláveis;
- Galpão para armazenamento de papel e papelão;
- Baias para plástico, metais e reciclados a granel;
- Pátio de compostagem;
- Galpão para estocagem e beneficiamento do composto maturado;
- Aterro de rejeitos.

As unidades acima relacionadas estão de acordo com o mínimo necessário para operação adequada de uma UTC.

Todas estas áreas foram construídas com exceção do aterro de rejeitos

Na área prevista para recepção dos resíduos havia cobertura com altura suficiente para entrada de caminhão de descarga de lixo, porém não foi executado piso impermeabilizado e não foi identificado sistema de drenagem pluvial e dos efluentes gerados no local.

Na Fotografia 13 pode ser observado a área de despejo do material bruto.

Como pode ser visto nas Fotografias 14 e 15, o fosso metálico de descarga do lixo, foi construído corretamente em nível superior ao da triagem facilitando o escoamento dos resíduos na esteira de triagem.



Fotografia 13 - Área de despejo do material coletado  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 14 - Área de despejo e esteira de triagem  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 15 - Área de despejo e esteira de triagem

Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

A Tabela 22 apresenta a análise da rotina de operação de recepção de resíduos.

A etapa de triagem era realizada na esteira onde eram retirados os materiais recicláveis seguindo o restante para o processo de compostagem.

Após a triagem o material que seguia para a compostagem era triturado e em seguida encaminhado para as baias de compostagem.

Nas Fotografias 16 e 17 estão o triturador (já em estágio avançado de degradação) e a área de triagem.

Tabela 22 - Análise da rotina operacional da recepção de resíduos

Recepção de resíduos - Rotina de operação		Análise da UTC Barro Branco	Observações e comentários
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.	NA*	
	Receber nesta área exclusivamente o lixo doméstico e comercial.	Não executado	Eram recebidos também lixo domiciliar especial (pilhas, lâmpadas,...)
	Retirar os materiais volumosos e promover o seu acondicionamento adequado.	Executado	
	Cobrir com lona o lixo que eventualmente não tenha sido processado no dia da coleta.	Não executado	
	Impedir a entrada de animais domésticos no local.	Não executado	
	Varrer a área após o encerramento das atividades.	NA*	
	Lavar com detergente e desinfetante a área de recepção, o fosso de ambientação da mesa de triagem.	NA*	
Procedimento Mensal	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.	NA*	
Procedimentos semestrais ou anuais	Repor, quando necessários, os EPI's e uniformes.	NA*	
	Pintar a unidade de triagem.	NA*	
	Desinsetizar o local.	NA*	

\* NA: Item não aplicável ou que não pode ser avaliado devido a falta de informações.



Fotografia 16 - Triturador  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)



Fotografia 17 - Área de triagem ao fundo  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

A Fotografia 18 apresenta uma vista da área de triagem e das baias de compostagem.



Fotografia 18 - Área de triagem e baias de compostagem

Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

O grande problema na etapa de triagem foi que, devido a inexistência da coleta seletiva, o trabalho tornava-se muito difícil e dispendioso, pois os materiais vinham muito misturados e muitas vezes contaminados com resíduos de serviço de saúde, resíduos especiais e rejeitos. Devido a ineficiência desse processo, o material que seguia para compostagem muitas vezes estava contaminado, influenciando na qualidade do futuro composto.

A Tabela 23 apresenta a análise da rotina de operação da triagem.

As baias de compostagem, Fotografia 19, tinham piso pavimentado e sistema de drenagem e aeração. O chorume drenado era recirculado para as baias.

As informações referentes à umidade, temperatura, aeração, tamanho das partículas e outras informações do tratamento do composto não foi obtida, portanto não será analisada.

A Tabela 24 apresenta a análise da rotina de operação da compostagem.

Tabela 23 - Análise da rotina operacional da triagem

Triagem - Rotina de operação		Análise da UTC Barro Branco	Observações e comentários
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.	NA*	
	Promover rigorosa separação dos componentes do lixo.	Executado parcialmente	
	Evitar que os componentes separados caiam no chão.	NA*	
	Distribuir corretamente o material triado.	Executado	
	Impedir a entrada de animais domésticos no local.	Não executado	
	Varrer a área após o encerramento das atividades.	NA*	
	Lavar com detergente e desinfetante a área de triagem e os tambores utilizados no transporte da matéria orgânica e dos rejeitos.	NA*	
	Pesar os tambores cheios antes de encaminhar o seu conteúdo para o destino final.	Não executado	
Procedimento Mensal	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.	NA*	
	Substituir os tambores ou bombonas danificado.	NA*	
	Realizar manutenção dos componentes mecanizados da mesa de triagem.	NA*	
Procedimentos semestrais ou anuais	Repor, quando necessários, os EPI's e uniformes.	NA*	
	Pintar a área.	NA*	
	Desinsetizar o local.	NA*	

\* NA: Item não aplicável ou que não pode ser avaliado devido a falta de informações.



Fotografia 19 - Baias de compostagem ao fundo  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

Em relação ao composto maturado eram realizados o peneiramento e a estocagem, porém, não se tem informação em relação à qualidade desse material. A Fotografia 20 abaixo ilustra o equipamento de peneiramento.



Fotografia 20 - Equipamento para peneiramento  
Autor: Isabela Muniz (28/08/2015)

A Tabela 25 apresenta a análise da rotina de operação da preparação do composto maturado.

Tabela 24 - Análise da rotina operacional da compostagem

Compostagem - Rotina de operação		Análise da UTC Barro Branco	Observações e comentários
Procedimento Diário	Fazer uso rigoroso de EPI's.	NA*	
	Verificar a umidade das leiras. Havendo excesso de umidade, adicionar palha ou materiais fibrosos, cobri-las com uma camada fina de composto maturado e, em período chuvoso, com lona. Se o material estiver muito seco, adicionar água.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Identificar a leiras com placas numeradas.	NA*	
	Ler e anotar a temperatura diária das leiras durante a fase de degradação ativa (90 dias) e durante a fase de maturação (30 dias) até completar o ciclo de 120 dias de compostagem.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Promover aeração a cada reviramento, na frequência de 3 em 3 dias.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Retirar durante os reviramento o material inerte presente na leira.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Atentar para a presença dos nutrientes essenciais ao processo.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Garantir o tamanho de até 5 cm das partículas a compostar.	NA*	Não foram fornecidas evidências
Procedimento Mensal	Eliminar as moscas, cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas.	NA*	
	Impedir o armazenamento de resíduos e sucatas no pátio.	NA*	
	Retirar qualquer vegetação produzida nas leiras.	NA*	
	Limpar os ralos e as canaletas de drenagem.	NA*	
	Verificar as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação.	NA*	
	Testar o funcionamento e substituir, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem.	NA*	

Tabela 24 - Análise da rotina operacional da compostagem (continuação)

Compostagem - Rotina de operação		Análise da UTC Barro Branco	Observações e comentários
Procedimentos semestrais ou anuais	Promover a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem a fim de evitar qualquer sombreamento.	NA*	

\* NA: Item não aplicável ou que não pode ser avaliado devido a falta de informações.

Tabela 25 - Análise da rotina operacional do composto maturado

Composto maturado - Rotina de operação		Análise da UTC Barro Branco	Observações e comentários
Procedimentos Semanais	Peneirar o composto maturado obtido na semana e armazená-lo adequadamente.	Executado	
	Estocar esse composto em locais com piso impermeabilizado e com cobertura, preferencialmente, com isolamento, evitando a entrada de animais.	Executado	
	Encaminhar os materiais retidos na peneira para o aterramento nas valas de rejeitos.	NA*	Por diversas vezes foi identificado pela Prefeitura e órgãos reguladores a destinação inadequada dos rejeitos.
	Promover o escoamento sistemático do composto evitando o acúmulo excessivo.	NA*	
	Impedir a permanência de animais domésticos no local, evitando a contaminação do composto por meio de seus excretos.	Não executado	
Procedimentos semestrais ou anuais	Coletar e encaminhar 1 kg do composto maturado para análise laboratorial.	NA*	Não foram fornecidas evidências
	Utilizar o composto maturado.	Executado	

\* NA: Item não aplicável ou que não pode ser avaliado devido a falta de informações.

Não foi obtido informação do que era feito com os rejeitos do processo, mas, sabe-se que houve tentativa de licenciamento de vala de rejeito (RAS) e que, por um período onde não estava sendo possível realizar a triagem e compostagem, essa vala em construção foi utilizada para disposição dos resíduos brutos.

## **6.6 Resultados Obtidos**

Como conclusão da análise do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos no município de Paty do Alferes pode-se afirmar que ainda faltam muitos investimentos a serem realizados para que este seja totalmente adequado à situação local conjugando todas as questões desde a caracterização dos resíduos até sua destinação final.

Como passo inicial é necessário e imprescindível à elaboração de um Plano de Gerenciamento Integrado adequado à realidade municipal com metas e programas a serem cumpridos.

Pode-se considerar que o acondicionamento dos resíduos é realizado adequadamente pela população e que, o problema em relação à utilização inadequada dos contêineres, não é agravante atualmente tendo em vista que não é realizada a coleta seletiva. Quando houver uma mudança desta cultura da coleta seletiva, por via de consequência o Poder Público deverá modificar também o conceito e a condição dos equipamentos de coleta.

Entretanto, para ampliação da coleta seletiva em todo o município é necessário a elaboração de programas para conscientização adequada da população.

Atualmente, são pagos aproximadamente R\$ 100.000,00/mês a empresa Própria Engenharia LTDA para destinação dos resíduos sólidos urbanos ao aterro sanitário localizado em Nova Iguaçu. Portanto, subtraindo o valor gasto com a contratação desta empresa por ano, cerca de R\$ 1.200.000,00, do valor previsto para o ano de 2015, R\$ 1.698.670,49, restam apenas R\$ 498.670,49 previstos no PPA que poderiam ser utilizados para implantação gradual da coleta seletiva precedida de educação ambiental, para implantação da usina de reciclagem e compostagem prevista no Plano Diretor, o que seria, progressivamente, o começo de uma gestão dos resíduos sólidos eficiente.

No que se refere ao sistema de coleta de resíduos tem-se os seguintes agravantes: inexistência de uma rotina de coleta adequada, falta de registros do cumprimento da programação estabelecida para coleta e de registros de quantidade e horário, existência de trabalhadores com roupas em tecido de baixa resistência, de veículos sem jogo de cones para sinalização, bandeirolas e piscapisca, de veículos sem extintor de incêndio extra e de veículos com botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, em apenas um lado, ao invés dos dois lados.

Em relação à estação de transferência temos a necessidade de licenciamento da área, a inexistência de rede de drenagem de chorume e de uma estrutura de cobertura para proteção da chuva.

A coleta seletiva é realizada adequadamente, apesar de pouco difundida e, atualmente, a disposição dos resíduos é realizada em local adequado (aterro sanitário).

No que diz respeito aos projetos a que se teve acesso, não foram identificados problemas no dimensionamento e projeto das estruturas que poderiam acarretar no encerramento precoce da UTC.

Entretanto, a inexistência de sistema de drenagem nas áreas de despejo e triagem do resíduo bruto são considerados pontos preocupantes.

Em adicional, nas informações que foram obtidas em relação às rotinas de operação observa-se:

- O material era triado a partir da sua condição bruta, tornando o processo muito dispendioso e sujeito a falhas;
- O material bruto vinha contaminado com fraldas, absorventes, agulhas, entre outros, colocando em risco a saúde dos envolvidos no processo de triagem, compostagem e nos possíveis receptores do composto maturado;
- O material encaminhado para reciclagem muitas vezes estava contaminado e não apresentava uma qualidade satisfatória diminuindo o preço da venda do produto;

Além disso, pode-se observar que o principal agravante para a falência da tão sonhada usina de lixo, foi a falta de preparação da Prefeitura para definir e incentivar programas de reciclagem na população, ponto chave para garantia de sucesso de uma usina de triagem e compostagem, que, como dito no início deste trabalho é fator preponderante a consciência da população e sua relação com o lixo.

Outro impacto grande na operação da Usina foi a mudança dos responsáveis pela operação e manutenção da planta, ressaltando aqui, para ações futuras que a Prefeitura deve planejar uma operação que respeite e mantenha a continuidade dos serviços evitando assim rodízios administrativos que mudam conceitos e redefinem normas, sem “aventurar” em matéria de tão grande importância e técnica.

Inicialmente, a operação da usina era de responsabilidade da empresa Inspector Engenharia, empresa com “*know how*” em operação de usinas de compostagem.

Como a compostagem é um processo que necessita de controle adequado (temperatura, umidade, ph, etc) é necessário que a equipe seja treinada, sabendo realizar os ensaios e, principalmente, o que fazer com esses resultados, ou seja, se será necessário umidificar o composto ou recircular o chorume, por exemplo.

Quando, em 2008, foi alterada a empresa responsável, todo esse controle foi reduzido, iniciando então a decadência da usina.

Observa-se que em 2009, foi necessário a contratação emergencial da Central de Tratamentos de Resíduos de Nova Iguaçu, para retirada e disposição adequada de uma grande quantidade de lixo que acumulou-se na usina devido à falta de triagem e conseqüente impossibilidade de compostagem.

No contrato selado entre a Associação e a Prefeitura, a primeira, era totalmente responsável pelos resíduos, eximindo a Prefeitura de qualquer controle e ação sobre o processo. Entretanto, por se tratar de antigos catadores, profissionais pouco qualificados para um gerenciamento adequado dos resíduos, uma maior participação e controle por parte da Prefeitura se demonstrava necessário.

Verificou-se, que foram realizadas algumas visitas pela Prefeitura na Usina, onde foram identificados diversos problemas de operação e gestão. Mas, se as inspeções fossem realizadas com mais frequência e houvesse um controle mais

rígido sobre a gestão da planta, é provável que diversos problemas poderiam ter sido evitados, como por exemplo, o acúmulo de grandes quantidades de resíduos sem tratamento distribuídos pelos pátios, lançamento de resíduos em áreas não preparadas, entre outros.

Então, em 2013, após diversas advertências de órgãos reguladores estaduais e federais, a prefeitura resolveu encerrar de vez a operação da Usina de Reciclagem e Compostagem e passou a destinar seus resíduos para aterros sanitários licenciados.

Por se tratar de um tópico tão complicado como o Gerenciamento de Resíduos Sólidos, era necessário uma participação e controle maior por conta da Prefeitura e da própria população, aqui novamente, presente o controle social presente a partir da carta constitucional.

## 7 Conclusão

Em uma visão geral, a regulamentação da Política Nacional de Saneamento Básico e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ocorrida em 2010, apesar de tardia e muito recente, coloca o Brasil no patamar dos principais países desenvolvidos, destacando-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos pela inclusão de catadores e materiais recicláveis, tanto na logística reversa quanto na coleta seletiva.

Ambas estabelecem novas perspectivas para os serviços de saneamento básico e em especial para os resíduos sólidos e vieram para modernizar os serviços, implantar e definir formas de controle, criar diagnósticos, garantir participação popular e a universalização progressiva dos serviços, criar metas de eliminação dos lixões e instituir instrumentos de planejamento em todas as esferas.

Ainda que na esfera federal e estadual, as leis sejam bem estruturadas, percebe-se que na esfera municipal as regulamentações são fracas e frágeis, não trazendo diretrizes específicas para os resíduos sólidos. No município de Paty do Alferes, não é possível encontrar em nenhuma lei ou projeto o planejamento do município em relação aos seus resíduos para os próximos anos.

Desta forma, o primeiro passo para os municípios, previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, deveria ser a criação dos Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos a partir do diagnóstico municipal e definindo objetivos e metas de curto, médio e longo prazo em busca da universalização dos serviços, coerente com as verbas existentes e com a necessidade da população.

Entretanto, observa-se que no estado do Rio de Janeiro apenas 17,6 % dos municípios haviam concluídos seus Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos até o ano de 2014.

Foi possível contatar que para os gestores de Paty do Alferes é sabido a importância da remediação do lixão, implantação de coleta seletiva, entre outros

projetos, entretanto a falta de recursos dificulta o planejamento dessas atividades. Nessa situação seria possível dividir um pouco da responsabilidade entre as esferas de governo. Da mesma forma é visível às dificuldades do município para elaborar seus planos e a falta de apoio tanto em pessoal técnico qualificado como em garantia de verbas para colocá-los em prática.

As visitas de campo, entrevistas e dados coletados evidenciaram que Paty do Alferes vem enfrentando dificuldades no gerenciamento de seus resíduos sólidos. A falta de conhecimento do município em relação a sua infraestrutura de saneamento e prestações de serviços, as frágeis informações sobre os resíduos (caracterização, quantitativos, entre outros), somadas a fraca capacitação de pessoal envolvido nos processos agrava o problema.

Dentre as causas para isso destacam-se a complexidade típica das atividades associadas ao saneamento e a operação por concessionárias que afastam o serviço do cotidiano e do conhecimento do município.

Em relação à caracterização dos resíduos sólidos urbanos ainda é precária a qualidade das informações e dados que se consegue obter. Muitos municípios não sabem se quer a quantidade real de resíduos gerados em seu território. Essa falta de dados é prejudicial para um diagnóstico correto e um planejamento adequado dos serviços de coleta, tratamento e destinação. No caso de Paty do Alferes, mesmo o município tendo uma estimativa da quantidade total de resíduos encaminhados para o aterro sanitário, não é possível definir as demais características, apenas estimá-las.

Portanto, a caracterização dos resíduos também fica prejudicada pela falta de recurso e de pessoal capacitado.

Por fim é preciso concluir que fundamental em qualquer questão de administração pública e, neste caso, no tratamento dos resíduos sólidos, é o planejamento, ausente na maioria das administrações municipais, às vezes por ambição política em aplicar um imediatismo nas obras que aparecem aos olhos da opinião pública.

Porém, verifica-se nas pesquisas que além da necessidade de recursos é preciso estar presente uma equação que consolida a viabilidade de um projeto voltado à sustentabilidade: resultado positivo no desenvolvimento sustentável = esforço conjunto da vontade política somando a consciência da população.

O lixo não é uma obra nem um problema, é uma consequência. Mais do que uma consequência é uma responsabilidade. E é uma responsabilidade cultural e educacional que deve estar defendida por toda a população.

Portanto, genuíno mesmo seria um projeto que nascesse dos anseios da população e por ela fosse cuidado, ainda que não diretamente, pois é dever do Poder Público a administração, mas, a existência de uma cogestão iniciada na residência de cada morador numa eficiente gestão de coleta seletiva a um destino adequado e correto dos resíduos sólidos, objetivo esperado com a elaboração do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

A análise do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos no município de Paty do Alferes demonstrou que muitos investimentos deverão ser realizados para que este seja totalmente adequado às legislações vigentes e à situação local conjugando todas as questões desde a classificação e caracterização dos resíduos até sua destinação final ambientalmente adequada.

A falência da UTC ou sua paralisação pode ser recuperada e isto só será possível com vontade política, investimentos em coleta seletiva e conscientização da população em um programa planejado.

É imprescindível a elaboração de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos, contemplando o diagnóstico do município adequado à realidade municipal com metas e programas a serem idealizados e conquistados por seus munícipes e gestores.

A elaboração do Plano somado a uma efetiva participação popular e uma atuação e controle eficaz por conta da Prefeitura, são os pilares para atingir uma gestão eficiente no que se refere aos resíduos sólidos.

Este trabalho viabilizou a elaboração de matrizes de análise que poderão ser aplicadas a outros municípios possibilitando a identificação de pontos fracos e fortes no Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e nas estruturas e operação de uma UTC, bem como sua utilização como apoio para elaboração do Plano Municipal de Resíduos Sólidos e na definição de programas e metas a médio, curto e longo prazo.



## 8

### Referências bibliográficas

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**: 2006. Brasil, 2007. Disponível em: <[www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)>. Acesso em: 26 de outubro de 2015.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**: 2014. Brasil, 2015. Disponível em: <[www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)>. Acesso em: 26 de outubro de 201

ALCANTARA, A. J. O. Composição gravimétrica dos resíduos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cárceres: Mato Grosso. Cárcere, MT: UEMT, 2010. Disponível em: <[www.unemat.br](http://www.unemat.br)>. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004: Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 12.980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.591: Compostagem**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BRASIL, M. C. **A experiência do TCE-RJ no plano de auditorias em resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, RJ: TCE-RJ, [2014]. Disponível em: <[www.tce.rj.gov.br](http://www.tce.rj.gov.br)>. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

BRASIL. Constituição Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal 7.217, 2010.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal 7.404, 2010.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal 99.724, 1990.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 6.938**: Política nacional de meio ambiente, 1981.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 8.666**: Lei das licitações, 1993.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 8.978**: Lei das concessões, 1995.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 11.079**: Lei das parcerias públicas privadas, 2004.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 11.107**: Lei dos consórcios públicos, 2005.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 11.445**: Política nacional de saneamento básico, 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.305**: Política nacional de resíduos sólidos, 2010.

CABRAL, E. **Considerações sobre resíduos sólidos**. Fortaleza, CE: Instituto Federal do Ceará, 2010. Disponível em: <[www.deecc.ufc.br](http://www.deecc.ufc.br)>. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

CAMPOS, H. K. T. Curso: **Modelo de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos**: A Geração de resíduos no Brasil e os problemas associados. Brasília, DF: ABES, 2000.

FRÉSCA, F. R. C.. Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física. São Paulo, SP: USP, 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Orientações técnicas para a operação de usina de triagem e compostagem do lixo**. Belo Horizonte, MG: FEAM, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [2010?]. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de julho de 2015.

\_\_\_\_\_. **Histórico Municipal**: Paty do Alferes. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [s.d.]. Disponível em: <www.biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de julho de 2015.

INEA. Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Licença de operação nº IN000345**. Rio de Janeiro, RJ: INEA, 2009.

LAMANNA, S.R. **Compostagem caseira como instrumento de educação ambiental e de minimização de resíduos sólidos**. São Paulo, SP: USP, 2008.

MASSUKADO, L. M. **Sistema de apoio a decisão: avaliação de cenário de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares**. São Carlos, SP: UFSCAR, 2004. Disponível em: <www.btd.ufscar.br>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, RJ: IBAM, 2001.

PATY DO ALFERES. **Lei Orgânica Municipal**, 2006.

\_\_\_\_\_. **Lei Municipal nº 010**: Plano Diretor Municipal, 2006.

\_\_\_\_\_. **Lei Municipal nº 2.014**: Plano Plurianual, 2013.

PEREIRA NETO J. T.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; OLIVEIRAS, M. L. **Resíduos sólidos domiciliares: um paradoxo da sociedade moderna**. Natal, RN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1993.

PEREIRA NETO, J. T.; **Gerenciamento do lixo urbano**: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa, MG: UFV, 2007.

PMPA. Prefeitura Municipal de Paty do Alferes. **Relatório ambiental simplificado**. Paty do Alferes, RJ: [s.n.], 2008.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Inspeção da UTC Barro Branco**: Controle Interno. Paty do Alferes, RJ: PMPA, 2013.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto Estadual nº 41.084**, 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei Estadual nº 4.191**: Política estadual de resíduos sólidos, 2003.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003.

TCE-RJ. Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. **Estudos socioeconômicos dos municípios do estado do Rio de Janeiro 2014**: Paty do Alferes. Rio de Janeiro, RJ: TCE-RJ, 2014. Disponível em: <[www.tce.rj.gov.br](http://www.tce.rj.gov.br)>. Acesso em: 06 de julho de 2015.

\_\_\_\_\_. **Relatório de auditoria governamental**: Tema de maior significância resíduos sólidos. Rio de Janeiro, RJ: TCE-RJ, 2013.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. **Unidade de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Paty do Alferes - RJ**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. **Relatório Ambiental Simplificado**: Paty do Alferes - RJ. Viçosa, MG: UFV, 2008.

VALLENGE, ENGENHARIA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**: Paty do Alferes, RJ: [s.n.], 2014.