

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO PROF. JOSÉ DE SOUZA HERDY

UNIGRANRIO

**BIANCA SANTOS DE AGUIAR
NATÁLIA GONÇALVES DE SOUZA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO DE DUQUE DE CAXIAS: ESTUDO DE
VIABILIDADE DO MODELO DE COLETA DE BARCELONA.**

**DUQUE DE CAXIAS
2015**

**BIANCA SANTOS DE AGUIAR
NATÁLIA GONÇALVES DE SOUZA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO DE DUQUE DE CAXIAS: ESTUDO
DE VIABILIDADE DO MODELO DE COLETA DE BARCELONA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Grande
Rio “Prof. José de Souza Herdy” como
parte dos requisitos parciais para
obtenção do grau de Engenheiro de
Produção.

Orientador: Prof. Sheila Fabiana
Marcelino de Souza

**DUQUE DE CAXIAS
2015**

CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA - UNIGRANRIO

- A282r Aguiar, Bianca Santos de.
 Resíduos sólidos urbano de Duque de Caxias: estudo de viabilidade do
 modelo de coleta de Barcelona / Bianca Santos de Aguiar, Natália Gonçalves de
 Souza. – 2015.
 44 f. : il. ; 30 cm.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia de
 Produção) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”,
 Escola de Ciências e Tecnologia, 2015.
 “Orientadora: Profa. **Sheila Fabiana Marcelino de Souza**”.
 Bibliografia: f. 42-44.
1. Engenharia de produção. 2. Resíduos sólidos urbanos. 3. Sistema de
 coleta a vácuo. 4. Sucção a vácuo. 5. Sistema pneumático. I. Souza, Natália
 Gonçalves de. II. Souza, Sheila Fabiana Marcelino de. III. Universidade do
 Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. IV. Título.

CDD – 658.5

**BIANCA SANTOS DE AGUIAR
NATÁLIA GONÇALVES DE SOUZA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO DE DUQUE DE CAXIAS: ESTUDO DE
VIABILIDADE DO MODELO DE COLETA DE BARCELONA.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido a banca examinadora designada pelo Colegiado do Curso Superior em Engenharia de Produção da Universidade do Grande Rio - Prof. José de Souza Herdy, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Aprovado por:

Aparecida Cristina Mauro / M. Sc.

Maria Cristina Ravagnani Gonçalves / Esp.

Orientado por:

Sheila Fabiana Marcelino de Souza / D. Sc.

**Duque de Caxias
2015**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Professora Sheila Fabiana Marcelino de Souza, pela disposição em nos orientar e o apoio fornecido nesse trabalho de conclusão de curso.

A professora Aparecida Cristina Mauro, pela orientação e auxílio ao longo do desenvolvimento do projeto como mestre responsável pela disciplina Projeto de Engenharia.

A professora Maria Cristina Ravagnani Gonçalves, pela disponibilidade em participar da banca avaliadora.

A Subsecretaria de Limpeza Urbana da prefeitura de Duque de Caxias, especialmente ao senhor Reginaldo da Matta e Edelza Alves de Vasconcellos que auxiliou com informações para o trabalho.

Por fim, mas não menos importante, agradecemos aos nossos pais que nos apoiaram e suportaram nesse momento de realização pessoal.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) vem sendo um tema bastante divulgado no momento. Muito se fala de disposição e tratamento do lixo, porém não há uma coleta inovadora e um investimento no mesmo que apresente uma nova forma correta de destinação certa do lixo.

O sistema de coleta a vácuo ou pneumática surgiu na Europa com a necessidade de encontrar alternativas para coleta de lixo convencional e melhorar os aspectos de saúde e impacto ambiental. Os benefícios que o sistema traz são muitos comparados ao sistema tradicional de coleta, apesar de seu alto custo de investimento.

Frente a esse conteúdo, este trabalho irá mostrar um panorama geral sobre os resíduos sólidos, seu conceito, destinação final, funcionamento do sistema pneumático e seu surgimento na cidade de Barcelona.

Será feito nos resultados e análises uma pesquisa como área piloto mostrando se no município de Duque de Caxias, mais preciso na Avenida Chopin localizada no bairro de Jardim Gramacho, seria viável a implantação do sistema pneumático, levando em consideração sua formação geográfica e solo da região.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Sistema de coleta a vácuo ou pneumática; Sucção a vácuo

ABSTRACT

The Urban Solid Waste (USW) has been a topic widely publicized at the time. Much is made of disposal and waste treatment, but there is an innovative collection and an investment in it to submit a new properly in a garbage disposal.

The vacuum collection system or pneumatic emerged in Europe with the need to find alternatives to conventional waste disposal and improve aspects of health and environmental impact. The benefits that the system brings are many compared to traditional collection system, despite its high investment cost.

In view of this content, this work will show an overview of solid waste, its concept, final destination, the pneumatic system operation and its appearance in the city of Barcelona.

It will be on results and analyzes a survey as a pilot area showing in the municipality of Duque de Caxias, the more accurate the Chopin Avenue located in the Jardim Gramacho neighborhood, the implementation of the pneumatic system would be feasible, taking into account its geographical formation and soil of the region .

Keywords: Urban solid waste; Vacuum collection system or pneumatic; Vacuum suction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordem de Prioridade na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos	22
Figura 2 - Lixão	25
Figura 3 - Aterro Controlado	26
Figura 4- Aterro Sanitário	27
Figura 5 - Sistema de Drenagem de Aterro Sanitários	27
Figura 6 - Mapa de Duque de Caxias	30
Figura 7 - Aterro Sanitário BOB Ambiental	34
Figura 8 - Estrutura de Tubulação Pneumática em Barcelona	35
Figura 9 - Vista da rua em Satélite	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma de Coleta	31
Quadro 2 - Coleta e Geração de RSU em Duque de Caxias	32
Quadro 3 - Recursos Aplicados na Coleta de RSU.....	33
Quadro 4 - Investimento para Implantação do Modelo Pneumático.....	40
Quadro 5 - Análise de Custos.....	40

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABRELPE	-	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CO2	-	Dióxido de Carbono
COOPAMA	-	Cooperativa Popular Amigos do Meio Ambiente Ltda
FAQ	-	Frequently Asked Questions (Perguntas Mais Frequentes)
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	-	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPT	-	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
PERS	-	Planos Estaduais de Resíduos Sólidos
PMDC	-	Prefeitura Municipal de Duque de Caxias
PRS	-	Portal Resíduos Sólidos
RSU	-	Resíduos Sólidos Urbanos
Sisnama	-	Sistema Nacional do Meio Ambiente
Suasa	-	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Metodologia	18
1.5 Estrutura do Trabalho	19
2 - REVISÃO BIBLIOGRAFIA	20
2.1 - Lei 12.305	20
2.1.1-Coleta seletiva	20
2.1.2-Logística reversa	21
2.1.3-Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis	22
2.2 - Modelos de destinação final do RSU	23
2.2.1 - Lixão	24
2.2.2 - Aterro Controlado	25
2.2.3 - Aterro Sanitário	26
3 - ESTUDO DE CASO	29
3.1 - Histórico de Duque de Caxias	29
3.1.1 - Gerenciamento dos Resíduos sólidos Urbanos	30
3.1.2 - Orçamento do Lixo	32
3.2 - Sistema de Coleta Pneumático	34
3.2.1 - Funcionamento do Sistema de Coleta Pneumático	34

3.2.2 - Características do Modelo de coleta Pneumático em Barcelona	35
3.3.3 - Implantação do Modelo Pneumático em Barcelona	36
3.3.3.1 - Vantagens do Sistema	36
3.3.3.2 - Desvantagens	36
3.2.4 - Especificações técnicas	37
3.2.5 - Dimensões usuais	37
4 - RESULTADOS E ANÁLISE	39
5 – CONCLUSÃO	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42

1 – INTRODUÇÃO

Um grande problema vem sendo discutido e alertado pelos meios de comunicação a crescente geração de lixo no mundo. Isto se deve a produção exagerada de Resíduos Sólidos Urbanos que compreendem todos os restos domésticos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo e os entulhos de construção (AGENDA, 2003).

O lixo existe desde o início da humanidade, ele é um fenômeno exclusivamente produzido pelo ser humano. Segundo o dicionário Aurélio (1975) o lixo é qualquer matéria ou coisa que repugna por está suja ou que deixa se fora por não ter utilidade e resíduo resultante de atividades domésticas, comerciais indústrias, entre outras.

Inicialmente o lixo não trazia tanta preocupação, pois sua composição era predominantemente de materiais orgânicos, como restos de alimentos. Mas com o passar do tempo e com a evolução humana o lixo adotou formas inorgânicas e tóxicas. Sua origem passou de exclusivamente doméstica para também hospitalar, industrial, agrícola entre outras.

O crescimento desordenado da população, o êxodo rural, que atraiu para as cidades muitas pessoas causando o povoamento descontrolado e o surgimento de bairros marginalizados pela pobreza. Nesse período ganhou força o sistema capitalista com o controle da classe burguesa sobre a produção, o trabalho assalariado e o surgimento de uma nova classe social, o proletariado formado pelos operários.

O aumento populacional descontrolado do passado e o consumismo exagerado dos dias de hoje está deixando o planeta em um estado de alerta. Levando a conclusão que o lixo e urbanização possuem uma ligação direta. Quanto mais uma cidade consome, maior será sua produção de lixo. Acarretando diversas doenças, contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

Um dos problemas que o país vem enfrentando é a destinação final dos resíduos sólidos, derivados de atividades domésticas, urbanas e industrial. O volume do lixo gerado vem aumentando continuamente nos centros urbanos, causando graves dados ao meio ambiente.

Portando como não pode acabar com a geração de lixo, deve se procurar com soluções ecológicas e financeiras viáveis para que assim os vários problemas causados pelo acúmulo de lixo sejam amenizados.

O lixo tem um ciclo de vida que vai desde a sua compra em algum estabelecimento comercial até a destinação final que pode ser feita de maneira adequada em Aterros sanitários ou em locais não apropriados a essa destinação como os lixões e outros.

Uma boa gestão para a destinação final seria primeiramente as pessoas adotarem uma postura diferenciada fazendo a divisão de seu lixo quanto ao que pode ser reciclado ou não. Posteriormente os governantes junto a cooperativas ou outras entidades responsáveis pelo lixo devem se unir para que ambas possam ter benefícios com essa parceria.

Um bom início para essa parceria seria os governantes investir em uma coleta seletiva mais alternativa e futuramente tomarem o exemplo de outros países que já utilizam o lixo como fonte de energia.

Um bom exemplo de cidade que implementou um novo modelo de coleta seletiva é Barcelona localizada na Espanha. Com um moderno sistema de tubulações subterrâneas, no qual sugam o lixo e o enviam a uma central de compreensão e distribuição. O sistema dispensa a utilização de caminhões na retirada do lixo comparados ao Brasil, evita um acúmulo de sacos de lixo na rua, pois o sistema funciona por 24 h e não apresenta odor.

Mas quando comparado com outros países, o Brasil está muito atrasado quanto a uma correta destinação para os RSU e reutilização dos mesmos através de meios como reciclagem e geração de energia.

A afirmativa anterior é enfatizada quando são analisados os dados da pesquisa realizada pela ABRELPE (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) onde ela faz um Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2013, com 404 municípios participantes representando 45,3% da população total indicada pelo IBGE.

A mesma pesquisa mostra que a geração de RSU cresce mais que o populacional, enquanto os resíduos aumentam 4,1% ao ano o populacional 3,7%. Isso é muito alarmante levando em consideração que a grande maioria da destinação desses recursos é feita de maneira inapropriada.

Ainda na mesma fonte de pesquisa é divulgado a informação quanto as variáveis relacionadas ao descarte dos RSU onde 58,26% vão para lugares adequados e 41,74% inadequados. Esse número de lugares inadequados é preocupante e deve ser reduzido o mais rápido possível.

No cenário atual, em se tratando da destinação final dos RSU, a parcela orgânica, em geral aterrada, gera grandes problemas ambientais. Estes vão desde a geração de chorume decorrente do processo de decomposição do material à emissão de metano, fruto deste mesmo processo, gerando um duradouro passivo ambiental tanto local como agressivo a atmosfera FIGUEIREDO, (1995).

Um dado importante para compreensão do problema relatado é que são gerados em média, 240 mil toneladas de lixo por dia no Brasil, segundo a Associação Empresarial para Reciclagem. A maior parte dos municípios brasileiros ainda encaminha todo o descarte desses resíduos aos lixões, no qual seu lançamento é feito sem qualquer tratamento. Tal prática é ambientalmente desaconselhável, sendo proibida em estados brasileiros como São Paulo e Rio Grande do Sul, MACHADO (2007). Ressaltando que desde a implementação da lei 12.305 de 02 de Agosto de 2010 essa prática torna-se proibida em todo território nacional.

Com a divulgação da Nova política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010) que visa reuni o conjunto de diretrizes e ações a ser adotado com vista a gestão integrada e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. A qual sugere que se crie um conjunto de procedimentos de gestão do lixo pensando desde a geração até a disposição final.

A lei teria uma importância para um novo resultado do acumulo de resíduos e contaminação de áreas ambientalmente importantes para nossa qualidade de vida. Porém tem que haver uma conscientização por parte da população em separar seu lixo de maneira adequada para redução.

O que realmente se espera é uma cobrança real dessa lei nos municípios, para que os quais se enquadram as novas regras deve-se haver subsídios técnicos e financeiros para que haja uma busca na adequação ao novo dispositivo implantado pela lei.

1.1 Problema

Devido a uma falta de cultura socioambiental e planejamento para com o ciclo do lixo por parte das autoridades responsáveis é encontrado ainda nos dias de hoje um descaso quanto a coleta e a segregação do lixo. O mesmo sendo descartado em lugares inadequados como lixões, encostas, rios e córregos.

Então o trabalho abordará a seguinte questão: Tem como melhorar o atual modelo de coleta de RSU utilizado no município de Duque de Caxias?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Mostrar, através de uma análise realizada com dados divulgados pelos órgãos responsáveis, a má gestão no planejamento do lixo urbano.

1.2.2 Objetivos Específicos

Compreender e avaliar questões relativas ao lixo, propondo alternativas de soluções de um novo modelo de coleta de lixo e seu aproveitamento.

- Apontar os problemas causados pela falta de planejamento;
- Propor possíveis soluções para os problemas.

1.3 Justificativa

O lixo é atualmente um dos mais graves problemas ambientais do Planeta, sua destinação incorreta nas cidades apresenta um grande agravante no meio ambiente, como, enchentes, entupimento de bueiros. O tema do trabalho está envolvido para propor uma solução de melhor coleta de lixo no município de Duque de Caxias.

1.4 Metodologia

Quanto aos fins

O trabalho foi realizado em um estudo de viabilidade do modelo de coleta de RSU, adotado na cidade de Barcelona na Espanha, e as vantagens que esse modelo traria para a cidade de Duque de Caxias.

Quanto aos meios

Quanto aos meios, classifica-se em uma pesquisa de campo, documental e bibliográfica, devido pesquisa baseada em coleta de dados de livros, artigos, sites especializados no assunto e pessoas responsáveis ligadas ao ambiente pesquisado.

Universo

Para Vergara (1998, p. 49), o Universo “é um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo), que possuem as características que serão objeto de estudo”. O universo deste trabalho é o modelo de coleta de RSU pneumático utilizado na cidade de Barcelona e crescente a ideologia da implantação do mesmo em outros lugares.

Amostra

A amostra apresentada no trabalho é do modelo de coleta pneumática da empresa ENVAC

Seleção dos Sujeitos

As informações coletadas foram obtidas através do site da empresa ENVAC, site do município de Duque de Caxias e funcionário responsável pela limpeza de RSU.

Coleta de dados

Pesquisa fundamentada em dados obtidos em normas técnicas, artigos e sites de órgãos responsáveis.

1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho está dividida em tópicos separados em introdução, desenvolvimento, conclusão e Referências Bibliográficas totalizando um total de 41 páginas.

2 - REVISÃO BIBLIOGRAFIA

As ferramentas de apoio utilizada para desenvolvimento do estudo de caso estão de acordo com a Lei 12.305, descrição de modelos de destinação final dos RSU e a gestão de coleta usada no município de Duque de Caxias.

2.1 - Lei 12.305

Esta lei é proveniente do decreto 7.404 de 23/12/2010, no qual regulamenta a Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial de Política Nacional e o Comitê Orientador para implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece novos princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos para os responsáveis dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. Ela consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos: princípios como o da prevenção e precaução, do poluidor pagador, da ecoeficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, do reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros.

A Lei estipula uma diferenciação entre resíduo e rejeito num claro estímulo ao reaproveitamento e reciclagem dos materiais, admitindo a disposição final apenas dos rejeitos. Inclui entre os instrumentos da Política as coletas seletivas, os sistemas de logística reversa, e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis.

2.1.1 - Coleta seletiva

A coleta seletiva deverá ser implementada mediante a separação prévia dos resíduos sólidos (nos locais onde são gerados), conforme sua constituição ou composição (úmidos, secos, industriais, da saúde, da construção civil etc.). A implantação do sistema de coleta seletiva é instrumento essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos diversos tipos de rejeitos.

A coleta seletiva deve ser entendida como um fator estratégico para a consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em todas as suas áreas de implantação. O serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos deverá se estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, continuamente à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas segundo as metas estabelecidas nos planos de gestão de resíduos sólidos.

A responsabilidade compartilhada faz dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos, ou seja, a lei visa melhorar a gestão dos resíduos sólidos com base na divisão das responsabilidades entre a sociedade, o poder público e a iniciativa privada.

Cabe a cada órgão as responsabilidades segundo a Política Nacional de resíduos Sólidos: o poder público deve apresentar o manejo correto dos materiais; as empresas com o recolhimento dos produtos após o uso e, à sociedade participar dos programas de coleta seletiva e introduzir mudanças de hábitos para que ocorra uma redução na geração de resíduos sólidos.

2.1.2 - Logística reversa

A logística reversa é o instrumento de desenvolvimento econômico e social associado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios para coletar e devolver os resíduos sólidos ao setor empresarial. Onde ocorrerá o reaproveitamento em seu ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos.

A Lei 12.305, cria uma implementação para que haja uma hierarquia para gestão dos resíduos sólidos. São elas: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, instituindo uma ordem que deixa de ser voluntária para obrigatória.

Com o anúncio do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a elaboração dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) houve uma condição para estes continuassem recebendo do Governo Federal Brasileiro recursos financeiros para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. No qual estes devem

fazer análises para mostrarem de fato qual a real maneira de um bom gerenciamento e buscar melhores soluções técnicas.

Logo a Figura 1 demonstra a hierarquia da ordem da prioridade da gestão dos recursos sólidos.



Figura 1: Ordem de Prioridade na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Fonte: PRS, 2013.

2.1.3 - Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis

A Lei 12.305 determina o apoio à inclusão produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, priorizando a participação de cooperativas constituídas por pessoas físicas de baixa renda.

Por meio do decreto 7.404 a Política Nacional de Resíduos Sólidos definiu, que os sistemas de coleta seletiva e a logística reversa priorizarão a participação dos catadores de materiais recicláveis e os municípios deverão definir programas e planos para inclusão nos processos. Deverá apresentar a licitação para a contratação de cooperativas ou associações de catadores e sua integração nas ações que envolvam a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos e a melhoria das suas condições de trabalho. A participação dos catadores se reflete na priorização de acesso a recursos federais para os municípios que inserem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de organização.

Conforme a Lei 12.305 é prioridade de investimento federal definida na Lei e seu Decreto Regulamentador o realizado para os consórcios públicos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos incentiva claramente a formação de associações intermunicipais que permitam a estabilização da gestão dos resíduos, com os

municípios compartilhando as tarefas de planejar, regular, fiscalizar e prestar serviços de acordo com tecnologias adequadas à sua realidade regional. A priorização no acesso a recursos da União e aos incentivos ou financiamentos destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos ou à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos será dada:

- Aos Estados que instituírem microrregiões, para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos;
- Ao Distrito Federal e aos Municípios que optarem por soluções consorciados intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos estaduais;
- E aos Consórcios Públicos, constituídos na forma da Lei no 11.107, de 2005, para realização de objetivos de interesse comum.

É importante nesta Lei a ênfase dada ao planejamento em todos os níveis, do nacional ao local, e ao planejamento do gerenciamento de determinados resíduos. É exigida a formulação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, dos Planos Estaduais, dos Planos Municipais com as possibilidades de serem elaborados enquanto planos intermunicipais, microrregionais, de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, além dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de alguns geradores específicos.

A Lei 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que se revigora num marco regulatório completo para o setor de resíduos sólidos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos harmoniza-se com diversas outras leis, compondo a estrutura legal que influirá na postura da totalidade dos agentes envolvidos no ciclo de vida dos materiais presentes nas atividades econômicas.

2.2 - Modelos de destinação final do RSU

A destinação final dos resíduos sólidos é a última fase de um sistema de limpeza urbana, geralmente esta operação é efetuada imediatamente após a coleta seletiva. Em alguns casos, antes de ser disposto o lixo é processado, sofrendo algum tipo de beneficiamento econômico, sanitário e ambiental.

No Brasil a destinação final dos resíduos sólidos é fator de tamanha importância que pode até mesmo levar responsáveis por uma má destinação de resíduos a pagar multas e em alguns casos levar a penas de reclusão de até 3 anos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira em seu artigo 3º a destinação final ambientalmente adequada é definida:

“Lei 12.305/2010 Art. 3º Inciso VII – destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;”

Deve-se entender nesta definição da Lei 12.305, que só poderá haver destinação para resíduos que forem gerados, ou seja, a partir da concepção o resíduo pode tomar diversos caminhos, seja ele um lixão a céu aberto, aterro controlado, aterro sanitário, a compostagem, etc.

2.2.1 - Lixão

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

No lixão não há controle quanto aos tipos de resíduos depositados e quanto ao local de deposição dos mesmos. Nesses casos, resíduos domiciliares e comerciais são depositados juntos com os industriais e hospitalares, na presença de animais e catadores. Há o risco de incêndios causados pelos gases geradores pela decomposição dos resíduos e de escorregamentos quanto a formação de pilhas íngremes, sem nenhum critério técnico.

A Figura 2 a seguir ilustra um esquema de lixão onde o terreno não tem nenhum preparo para receber os resíduos sólidos.

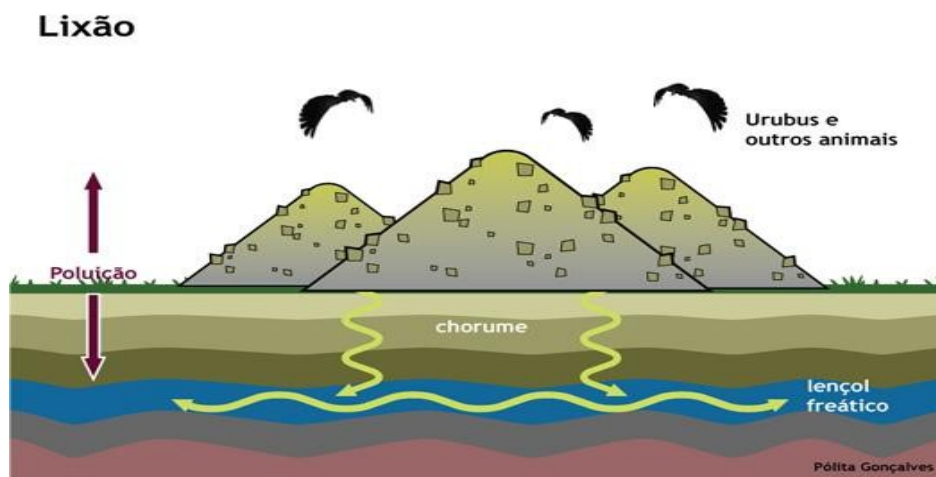


Figura 2: Lixão

Fonte: COOPAMA, 2013.

2.2.2 - Aterro Controlado

Os aterros controlados têm objetivo de amenizar os depósitos a céu aberto (lixões); foram criados como uma categoria intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Normalmente ele é uma célula próxima ao lixão, que foi remediada, ou seja, que recebeu cobertura de grama e argila.

De acordo com a Recicloteca (Centro de Informações sobre reciclagem e meio ambiente), a nomenclatura mais adequada seria "lixão controlado". Nesta situação, há uma contenção do lixo que, depois de lançado no depósito, é coberto por uma camada de terra. Este sistema minimiza o mau cheiro e o impacto visual, além de evitar a proliferação de insetos e animais. Porém, não há impermeabilização da base, no qual há um contato do chorume com o solo e com o lençol d'água, não havendo um tratamento do biogás e do chorume presente no solo.

A Figura 3 a seguir ilustra um esquema de aterro controlado onde há o descarte dos resíduos sólidos no solo causando um impacto menor que o lixão, ou seja, um aterro controlado é preferível que ao lixão, porém apresenta uma qualidade inferior que o aterro sanitário.

Aterro Controlado

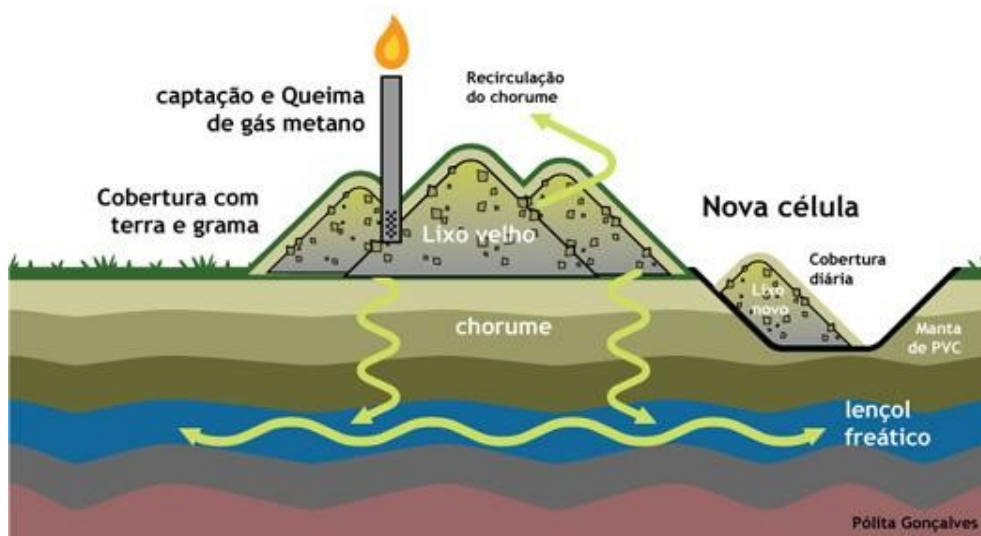


Figura 3: Aterro Controlado

Fonte: COOPAMA, 2013.

2.2.3 - Aterro Sanitário

O aterro sanitário é um espaço ao descarte final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana, os aterros possuem um solo preparado para que haja contaminação das áreas do entorno e monitora as emissões de gases provenientes da decomposição dos resíduos. O lixo é coberto com uma camada de terra e impermeabilizado. Dessa forma, ele não sofre decomposição e não emite odores fortes.

Os aterros sanitários são compostos por setores de: preparação, execução e conclusão. Na preparação acontece a impermeabilização e o nivelamento do terreno. No setor de execução os resíduos são separados de acordo com suas características e depositados separadamente. O lixo passa a ser depositado em uma determinada área. Quando a capacidade de disposição de resíduos em um setor do aterro é atingida, a área é revegetada com resíduos sendo então depositados em outro setor.

A Figura 4 a seguir ilustra um esquema de aterro sanitário onde ocorre uma preparação do terreno para receber somente os resíduos sólidos orgânicos.

Aterro Sanitário



Figura 4: Aterro Sanitário

Fonte: COOPAMA, 2013.

Existem normas que regulam a implantação dos aterros sanitários com mantas impermeabilizantes que evitem a infiltração de agentes contaminantes. O regulamento prevê a retirada de líquido por sistemas de drenagem eficiente e o reaproveitamento dos gases liberados, como o biogás, que é composto por dióxido de carbono (CO_2) e metano, no qual são aproveitados como combustível ou transformado em energia elétrica. Na Figura 5 é ilustrado um modelo de drenagem de um aterro sanitário onde é notado a utilização das mantas e todo os seus mecanismos.

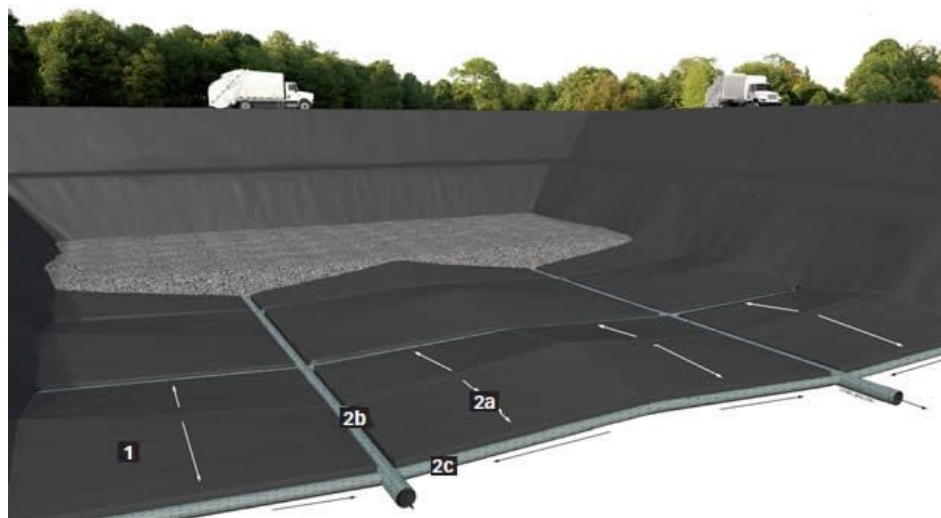


Figura 5: Sistema de drenagem de aterro sanitários.

Fonte: Infraestrutura Urbana, 2014.

Esse sistema de drenagem coleta a água da chuva e o chorume (resultado da decomposição dos resíduos) formando assim um líquido percolador. Ao coletar esse líquido reduz a pressão sobre a massa de lixo e reduz as chances da migração desse líquido ao subsolo.

3 - ESTUDO DE CASO

O modelo de gestão de RSU estudado para análise de viabilidade no município de Duque de Caxias é o implementado na cidade de Barcelona-Espanha. Esse novo modelo chamado de sistema de coleta Pneumático traz uma nova tecnologia de coleta com menos impacto ambiental.

A pesquisa foi realizada no município de Duque de Caxias-RJ, onde atualmente possui um modelo de coleta muito ultrapassado e comum em todo o território brasileiro.

Nesse modelo o indivíduo responsável pela geração do lixo apenas descarta seus resíduos sólidos em um saco plástico de lixo e descarta o mesmo em algum latão próprio ou os disponibilizados pela prefeitura em frente à sua casa. No dia estipulado pela prefeitura os funcionários, garis, passam recolhendo o lixo com o auxílio de caminhões. Ao final da coleta o lixo é direcionado ao Aterro Sanitário BOB Ambiental.

3.1 - Histórico de Duque de Caxias

Segundo Portal da Prefeitura de Duque de Caxias, no dia 31 de dezembro de 1943 por meio do decreto nº1055, a Estação de Merity, foi emancipada do antigo Distrito de Nova Iguaçu e transformada na cidade de Duque de Caxias.

Seu povoamento inicialmente apresentava as características de “cidade-dormitório”, pois a população encontrava oportunidades de trabalho somente na capital do então Distrito Federal. Mas a cidade já apontava os indícios de industrialização, que se ampliaria ainda mais algumas décadas depois.

Conforme informações da Câmara Municipal de Duque de Caxias (CMDC) a cidade que fica situada na Baixada Fluminense tem seus limites territoriais aos municípios de Miguel Pereira, Petrópolis, Magé, Rio de Janeiro, São João de Meriti e Nova Iguaçu.

Na Figura 6 é exibido o mapa do município, sendo dividido em quatro distritos sendo o primeiro em Duque de Caxias, o segundo em Campos Elíseos, o terceiro em Imbariê e o quarto em Xerém.



Figura 6: Mapa de Duque de Caxias

Fonte: Agência Rio de Notícias.

Atualmente a cidade é a terceira mais populosa do estado do Rio de Janeiro com uma população estimada de 878.402 habitantes (IBGE, 2010) e com grande importância econômica devido ao polo petroquímico situado em Campos Elísios.

3.1.1 - Gerenciamento dos Resíduos sólidos Urbanos

Através do estudo Boiça, 2005 foi constatado que a coleta de lixo é realizada em cerca de 60% dos domicílios através de empresa terceirizada pela Prefeitura Municipal. O distrito de Duque de Caxias tem mais de 80% dos domicílios atendidos por este serviço, enquanto em Campos Elíseos, Imbariê e Xerém o atendimento cai para cerca de 30%. A frequência de coleta é de três vezes por semana, sendo que nas principais áreas comerciais, principalmente no centro e bairros adjacentes, a periodicidade é diária.

O sistema de coleta é domiciliar (porta a porta), onde os moradores despejam seus resíduos em sacos plásticos e os deixam em suas calçadas, nos dias estipulados pela prefeitura a empresa responsável coleta e encaminha ao Aterro Sanitário BOB Ambiental.

No Quadro 1 segue a programação de coleta estipulada pela prefeitura de Duque de Caxias.

Quadro 1 - Cronograma de coleta de lixo do município de Duque de Caxias.

DISTRITOS	LOCALIDADES	DIAS DA SEMANA	TURNOS
1°	Centro (lado 2), Engenho do Porto, Senhor do Bonfim, Centenário até a Covanca.	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-Feira.	Noturna.
1°	Centenário (Mangueirinha até Jardim Leal), Jardim Olavo Bilac, Bananal, Gramacho lado da Av. Governador Leonel de Moura Brizola até a ponte), Jardim Gramacho e COAB (lado direito).	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-Feira.	Diurna.
1°	25 de Agosto, Pauliceia, Centro (lado 1), Parque Duque, Vila São Luis, Itatiaia, Vila Guanabara.	Terça-feira, Quinta-feira e Sábado.	Noturna.
1°	Dr. Laureano, Sarapuí, Copacabana até Gramacho, Jardim Gramacho (lado esquerdo).	Terça-feira, Quinta-feira e Sábado.	Diurna.
2°	Gramacho após a ponte, Parque São José, Pantanal até as casinhas, Vila Rosário, Parque Muísa, São Bento, Parque Adelaide, Pilar (centro), Vila Feliz, Jardim Flores, Jardim Primavera (Prefeitura), Pioneira (parte), Parque Chuno, Jardim Primavera (DPO), Estrada Camboatá, Sabará, Jardim Paris, Cidade dos Meninos, Jardim Rotsen, Pioneira, Aliado, Vila Ema.	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira.	Diurna.
2°	Parque Fluminense, Pilar, Figueira, Chácara Rio Petrópolis, Campos Elíseos, Bom Retiro, Jardim Ana Clara, Rua 2, Divinéia, Jaqueira, Vila Urussay.	Terça-feira, Quinta-feira e Sábado.	Diurna.
3°	Imbariê I, Conjunto 22 de Abril, Berra Boi, Posto Bravo, Morro do Rádio, Santa Lúcia, Parada Angélica, Parque Paulista I, II e III, Capivara, Bosque do Ipê, Parque Nova Campina, Santa Cruz da Serra (lado direito), Parque Eldorado, Correia, Cangulo, Parque João Pessoa, Nova Campina (área I), Curral, Morro Alegre, Santo Egidio, Carne Podre, Imbariê III, Campo do OZA, Cemitério, Caçambas (Nova Campina, Santa Cruz da Serra e Av. Coronel Sisson).	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira.	Diurna.

Quadro 1 – Cronograma de coleta de lixo do município de Duque de Caxias. (Continuação)

3°	Imbariê II, Conjunto 22 de Abril, Conjunto Taza, Avenida Coronel Sisson, Capivari, Zumbi Rala, Parada Angélica, Cristóvão Colombo, Imbariê III, Santo Antônio, Guaxa, Ilha, Parque Equitativa, Codora, Santa Cruz da Serra (lado esquerdo), Nova Campina (área II), Vila Santa Cruz, Vila Canaã, Jardim Olimpo, Vila Mirim, São Judas Tadeu, Igreja, Mangue Seco, Saracuruna, Taquara, Caiaca, Cachoeira das Dores, Mangueira, Parada Morabi, Barro Branco, Jardim Anhangá, Vila Maria Helena I e II, Conjunto Esperança e Mariante I e II.	Terça-feira, Quinta-feira e Sábado.	Diurna.
4°	Policlínica, Reta de Xerém, Pocilga, Amapá, Reta 51, Rio do Ouro, Rodovia BR 040, Aviário, Santa Rosa, Cantão.	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira.	Diurna.
4°	Pedreira, Rua 51, Igreja Velha, Vila Operária, Xerém, Rodovia BR 040, Garrão, Bairro Aviário, Reta Santo Antônio, W. Araújo.	Terça-feira, Quinta-feira e Sábado.	Diurna.

Fonte: PMDC, 2015.

3.1.2 - Orçamento do Lixo

Para que se possa executar uma boa estratégia e planejamento na gestão dos RSU é necessário o conhecimento de quanto é gasto com cada habitante gerador de lixo. Baseando-se nesses dados é realizada uma análise para o município de Duque de Caxias. No Quadro 2 é mostrado uma estimativa da geração e coleta dos RSU do município de Duque de Caxias.

Quadro 2 - Coleta e geração de RSU em Duque de Caxias

População Total		RSU coletado				RSU gerado (t/dia)	
		(Kg/hab/dia)		t(dia)			
2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
873.921	878.402	1,23*	1,27*	1.076,71*	1.115,07*	1.087,48*	1.126,22*

Fonte: PMDC, IBGE e Departamento de Limpeza Urbana de Duque de Caxias, 2014.

* Dados aproximados

Segundo informações disponibilizadas pela Secretaria de limpeza Urbana de Duque de Caxias aproximadamente 1% do total de resíduos coletados deixam de

ser recolhidos devido descartes irregulares em encostas, córregos, e em áreas de difícil acesso.

O Quadro 3 demonstra os recursos financeiros que são disponibilizados para a gestão de coleta de lixo.

Quadro 3 - Recursos Aplicados na Coleta de RSU

Serviço	2013	2014		
	Recursos Aplicados Equivalente por habitante (R\$ milhões/ano) / (R\$/mês)	População Total	Recursos Aplicados (R\$ milhões/ano)	Valor Equivalente por habitante (R\$/mês)
Coleta RSU	4.541 / 4,48	878.402	4.917	4,81

Fonte: IBGE e ABRELPE, 2014.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, em 2014 realizado pela ABRELPE, o valor equivalente por habitante na coleta de RSU são de aproximadamente R\$ 4,81(quatro reais e oitenta e um centavo).

Atualmente os serviços de coleta é realizado pelas empresas Locar Saneamento Ambiental Ltda. e Green Life Execução de Projetos Ambiental Ltda. As mesmas são responsáveis pela coleta e transporte dos resíduos até a destinação final correta, que com o encerramento das atividades no Aterro Sanitário de Jardim Gramacho, é encaminhado ao Aterro Sanitário BOB Ambiental localizado em Belford Roxo.

Na Figura 7 é ilustrado a vista do terreno onde se encontra o Aterro Sanitário BOB Ambiental, um dos principais aterros utilizado no Estado do Rio de Janeiro, com capacidade de receber 1,5 mil toneladas de lixo por dia.



Figura 7: Aterro Sanitário BOB Ambiental

Fonte: Governo do Rio de Janeiro, 2012.

O município de Duque de Caxias tem a sua disposição para efetuar sua gestão de coleta dos resíduos uma frota com 61 carros compactados, 53 carros basculantes e 4 tratores agrícola com reboque. Além dos veículos também participam aproximadamente 480 funcionários esses distribuídos entre coletores, motoristas e fiscais.

3.2 - Sistema de Coleta Pneumático

O sistema de coleta Pneumático é um modelo de coleta de RSU onde o transporte do lixo é realizado através de tubulações subterrâneas. Nele é dispensado o uso de saco de lixo ou qualquer outro instrumento para armazenar os resíduos evitando assim os problemas se são muito frequentes no Brasil como entupimento de bueiros.

3.2.1 - Funcionamento do Sistema de Coleta Pneumático

O modelo funciona com a população depositando os resíduos em coletores instalados nas vias urbanas ou em caso de edifícios, já adaptados ao sistema pneumático, em locais dentro dos próprios.

Após a população realizar a separação do lixo quanto a sua classificação e descartá-lo em coletores apropriados o sistema quando cheio aciona um sensor disparando os resíduos a uma velocidade aproximadamente 80 km/h até as centrais de coleta onde os materiais já separados são compactados em container para sua destinação final.

Já nos locais de destinação final os resíduos já separados são encaminhados as usinas de triagem. Nelas o papel, o plástico e as latas são reciclados e o lixo orgânico se torna combustível para geração de eletricidade.

Na Figura 8 demonstra a estrutura do modelo de coleta pneumática com a área de coleta na rua e em prédios e a tubulação, onde os resíduos são encaminhados até a central.



Figura 8: Estrutura de tubulação pneumática de resíduos

Fonte: Infraestrutura Urbana, 2011.

3.2.2 - Características do Modelo de coleta Pneumático em Barcelona

O modelo de coleta de Barcelona que utiliza o sistema de tubulações subterrâneas foi implementado no início dos anos 90, quando a cidade espanhola passou por uma grande reforma para sediar os jogos Olímpicos de 1992.

Segundo Lazaretti (2012), o sistema é inodoro, dispensa caminhões barulhentos (embora eles ainda sejam utilizados para complementar o serviço) e, como o lixo é coletado 24 horas por dia, evita o acúmulo dos sacos nas ruas.

Segundo ENVAC a implementação desse modelo na cidade catalã custou aproximadamente 156 milhões de euros e uma instalação de rede capaz de atender 18 mil famílias custa em média, 50 milhões de euros.

A cidade espanhola atualmente possui uma população de aproximadamente 1,602 milhão (20014) habitantes e uma extensão territorial de 101,9 Km². Segundo

ENVAC o primeiro sistema da empresa em Barcelona foi implementado na Vila Olímpica Espanhola 92 quando a cidade passou por uma grande reforma para sediar os jogos olímpicos.

Esse modelo implementado em Barcelona utilizou as descrições técnicas da própria empresa responsável que foi a ENVAC.

Segundo Tati Seoane, atualmente a cidade conta com 42 km de rede de tubulação subterrânea e oito centrais de coleta com capacidade de 20 mil t/ano. Os 2,1 mil pontos de entrada (coletores) espalhados pela cidade ainda separam os resíduos em quatro frações: orgânico, vidro, papel e plástico.

3.3.3 - Implantação do Modelo Pneumático em Barcelona

3.3.3.1 - Vantagens do Sistema

O sistema possui inúmeras vantagens em relação ao sistema tradicional de coleta de lixo, além de representar uma inovação na área de coleta de resíduos sólidos. Tem como vantagens:

- Menor custo operacional;
- Coletores com menos tempo atingindo a capacidade máxima;
- Sem odor ao redor;
- Sem contato dos trabalhadores com os resíduos, o que melhora as condições de trabalho;
- Não enfrenta ou causa problemas de tráfego;
- Não prejudica as ruas;
- Sem barulho;
- Mais rápido;
- Facilidade para coleta em ruas estreitas;
- 24 horas funcionando.

3.3.3.2 - Desvantagens

Esse modelo apesar de ser um sistema inovar há desvantagens que podem impossibilitar sua implementação. São elas:

- Alto custo da implementação do sistema;
- Modelos geográficos com superfícies irregulares e colinas, no qual impedem as instalações das redes.

3.2.4 - Especificações técnicas

De acordo com Seoane (2010), para as casas, as tubulações estão enterradas entre 1,5 m abaixo do nível da rua. Quando há válvulas, a profundidade é geralmente entre 1,5 e 2,5 m.

O sistema padrão da Envac Iberia, não requer entradas de energia elétrica. Cada terminal tem a sua entrada conectada a uma mangueira de ar comprimido. Em alguns casos, os terminais estão equipados com ligações duplas ou gerador elétrico autônomo.

As limitações dos contêineres são definidas pelo peso máximo permitido para ser transportado. O tamanho ideal de um recipiente de resíduos depende da densidade dos resíduos, das condições de espaço no terminal e da frequência de coleta.

Em relação às entradas de lixo, elas têm capacidade de 20 m³, 25 m³ e 30 m³. Já a densidade pode ser feita a medida a partir de 5 m³ a 30 m³, dependendo da quantidade de resíduos coletados, que variam de 350 a 500 kg/m³.

A distância máxima de uma casa para um ponto de coleta deve ser inferior a 2 mil m. No geral, considera-se que cada unidade habitacional é igual ou entre 1,3 e 3,2 moradores e cada uma produz cerca de 1,3 kg de resíduos por dia.

3.2.5 - Dimensões usuais

As dimensões são de acordo com a FAQ da ENVAC são descritos a seguir:

- Os diâmetros da tubulação principal geralmente se encontram entre 300 a 500 mm.
- A distância máxima entre o ponto de coleta mais distante e a central deve ser menor que 2 Km.
- Resíduos como mobílias, objetos inflamáveis e substâncias ácidas ou químicas não devem ser transportados pois podem comprometer o sistema
- O sistema tem capacidade de recolher 20 t por dia
- O comprimento do tubo varia de 6 a 12 m
- Não é recomendado o ângulo maior que 20° na rede coletora
- O sistema atende no máximo 8.500 residências com duas frações
- É possível a instalação do sistema em prédios já existente, porém é mais caro se comparado a uma implantação logo na construção dos mesmos.
- A maioria dos entupimentos na rede na coletora são resolvidos pelo aumento da pressão do ar, controlado pelo sistema de automação. Porém as vezes é necessária uma limpeza manual para desbloquear a tubulação
- A vida útil do sistema é calculada com base na quantidade de resíduos que causa erosão na parede dos tubos.

4 - RESULTADOS E ANÁLISE

Com as descrições técnicas descrita pela empresa ENVAC, que foi a responsável pela implementação do modelo pneumático na cidade de Barcelona, o trabalho fez uma estimativa com uma rua de Duque de Caxias.

A rua analisada é Avenida Chopin, localizada no bairro de Jardim Gramacho em Duque de Caxias, com uma extensão de 700 metros e povoada por aproximadamente 72 casas, 59 comércios e 2 escolas.

Na Figura 9 a vista satélite é destacado em amarelo a trajetória da rua escolhida para análise de futuros dados da pesquisa do trabalho.

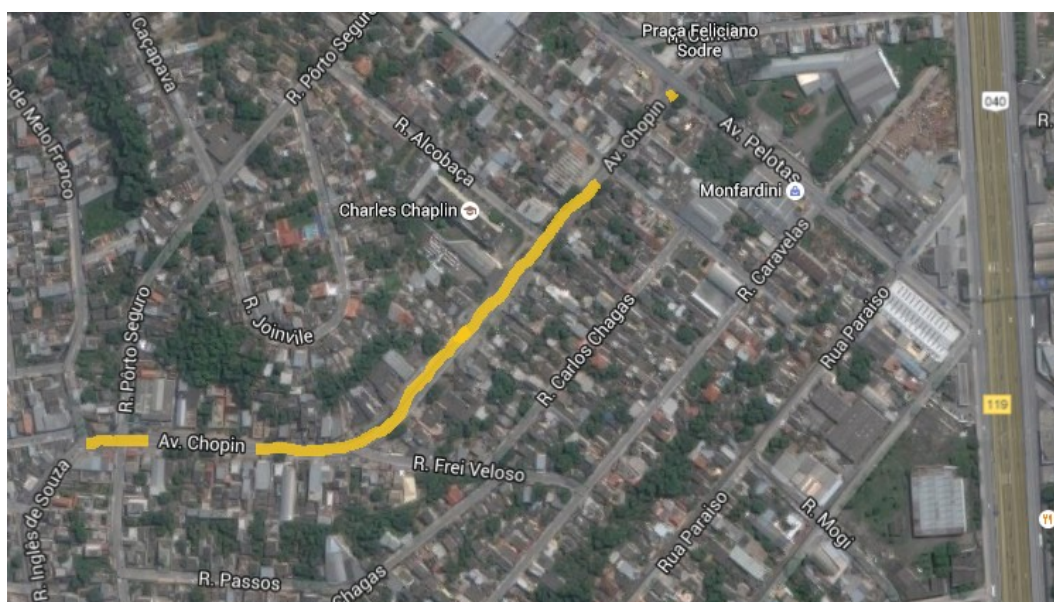


Figura 9: Vista da rua em Satélite

Fonte: Google mapas, 2015.

Tendo as dimensões da rua e os padrões descritos pela empresa ENVAC foi feita uma estimativa dos recursos necessários para a implantação na mesma. Seriam aproximadamente 1000 pessoas, somente na rua, beneficiadas com o novo sistema de coleta não contando com as ruas transversais.

Com as dimensões da rua e informações da ENVAC foi elaborado e demonstrado no Quadro 4 os custos para a implantação do modelo de coleta pneumático na Avenida Chopin.

Quadro 4 - Investimento para implantação do modelo Pneumático

Investimentos	Quantidade	Custo Unitário (Reais)	Custo Total (Reais)
Tubulação / Rua	700 m	R\$ 2.000,00	R\$ 1.400.000,00
Tubulação / Central	2.000 m	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000.000,00
Pontos de coleta	70	R\$ 50.000,00	R\$ 3.500.000,00
Total			R\$ 8.900.000,00

Fonte: Autor (2015)

Dados: ENVAC (2014)

Baseando se em dados do Quadro 3, Quadro 4 e informações divulgadas pela ENVAC foi realizado a análise de custos da gestão do modelo Pneumático da rua Avenida Chopin. No Quadro 5 é descrito essas informações.

Quadro 5 – Análise de custos

Investimento	Custo Total
Implantação na Rua	R\$ 8.900.000,00
Modelo de Coleta Atual	R\$ 4.25.113,62 (Custo de coleta por habitantes x População Total)
Modelo de Coleta Pneumático	R\$ 1.056.278,405

Fonte: Autor (2015)

Dados: ABRELPE e ENVAC, 2014 e 2015.

Com base em estudos verifica se que o custo para implantação do sistema a vácuo é elevado, mas ao longo do tempo percebe se que o custo operacional é bem mais vantajoso do que o sistema atual de coleta de lixo.

5 – CONCLUSÃO

Com toda pesquisa e informações divulgadas nesse trabalho, foi possível perceber o grande problema que o Brasil tem na sua forma ultrapassada de coleta dos resíduos sólidos. Foi exibido pelo trabalho as diferentes formas de destinação final do lixo e uma nova forma de coletar os resíduos sólidos, através do sistema de coleta pneumática implementado na cidade de Barcelona, sendo uma das primeiras cidades da Europa a aderir essa tecnologia inovadora.

O trabalho quis mostrar se seria viável que o sistema de coleta seletiva a vácuo, fosse implementado em algum bairro de Duque de Caxias, apresentando uma possível solução para o grande problema de que o município vem passando com uma falta de boa forma de coleta de lixo.

O fato do sistema de coleta a vácuo ou sistema pneumático não está muito propagado no Brasil e apresentar problemas em outros setores de infraestrutura, dificulta os possíveis investimento no setor.

Durante a inserção do projeto de sistema pneumático em Barcelona houve um contato com muitos profissionais do ramo e principalmente com a população local, explicando e difundido o projeto com sua tecnologia, o que logo foi visto uma aceitação eminente de ambas as partes.

Apesar das vantagens do sistema, no Brasil ainda há uma dificuldade na sua implementação devido ao custo elevado. Cerca de 156 milhões de euros foram gastos em Barcelona e o custo para que o sistema de dutos atinja 18 mil famílias é de em média 50 milhões de euros. Porém o trabalho mostra que enquanto os custos de instalação do sistema a vácuo são maiores, os custos operacionais ao longo tempo serão menores compensando, pois não haverá uma obstrução do sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELONA CIDADE MODELO. Site Ecofidelidade. **Barcelona – Cidade modelo no sistema de coleta de lixo**. Disponível em: <>. Acesso em 22/ 06/ 2015.

COLETA DE LIXO A VACUO. Blog Clem. **Coleta a Vácuo de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://coletaavacuoblogspot.com.br/>>. Acesso em 03/ 06/ 2015.

CRONOGRAMA DE COLETA DE LIXO. Portal da Prefeitura de Duque de Caxias. **Coleta de Lixo**. Disponível em: <>. Acesso em: 27/ 03/ 2015.

DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE DESTINO DOS RSU. Site do Instituto Brookfield. **Lixão, aterro sanitário e aterro controlado: entenda as diferenças**. Disponível em: <blog.institutobrookfield.org.br/index.php/>. Acesso em 06/ 08/ 2015.

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Site Prefeitura do Rio de Janeiro. **Resíduos Sólidos Urbanos**. Disponível em: <>. Acesso em 13/ 08/ 2015.

DIFERENCIAÇÃO DE LOCAIS DE DESCARTE DE LIXO. Site Lixo.com.br. **Lixão x Aterro**. Disponível em: <>. Acesso em 09/ 06/ 2015.

FATOS HISTÓRICOS. Câmara Municipal de Duque de Caxias. **Duque de Caxias**. Disponível em: <>. Acesso em 07/ 04/ 2015.

GERENCIAMENTO DE COLETA. Trabalho desenvolvido por Cunha & Caixeta Filho. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: Estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas**. Disponível em: <>. Acesso em 18/ 06/ 2015.

HISTÓRIA CAXIENSE. Portal da Prefeitura de Duque de Caxias. **História de Duque de Caxias**. Disponível em: <>. Acesso em: 07/ 04/ 2015.

LEI 12.305/2010. Portal Resíduos Sólidos. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/gerenciamento-de-residuos-solidos/#more-6225>>. Acesso em 03/ 06/ 2015.

LIXO. Mundo Educação. **O Lixo**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/o-lixo.htm>>. Acesso em 23/ 04/ 2015.

LIXO BARCELONA. Planeta Sustentável. **Veja como funciona a coleta de lixo em Barcelona**. Disponível em: <>. Acesso em 27/ 05/ 2015.

MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <>. Acesso em 19/ 05/ 2015.

MEIO AMBIENTE. Site Governo do Rio de Janeiro. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro – PERS**. Disponível em: <>. Acesso em 18/ 08/ 2015.

MODELO DE COLETA PNEUMÁTICO. Site da empresa ENVAC. **Modelo Pneumático**. Disponível em: <http://www.envacgroup.com/references/north_america/roosevelt_island>. Acesso em 11/ 06/ 2015.

NORMA BRASILEIRA. ABNT NBB 10004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Disponível em: <>. Acesso em: 24/ 03/ 2015.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Site Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos Urbanos**. Disponível em: <>. Acesso em 10/ 08/2015.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL 2013. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos 2013.** Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em: 18/ 03/ 2015.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL 2014. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos 2014.** Disponível em: <>. Acesso em: 19/ 03/ 2015.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ATERRO SUSTENTÁVEL. EACH – Escola de Artes, ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte.** Disponível em: <>. Acesso em 16/ 06/ 2015.

SANEAMENTO. Infraestrutura Urbana. **Coleta de lixo subterrânea e a vácuo.** Disponível em: <>. Acesso em 12/ 05/ 2015.

SISTEMA DE COLETA PNEUMÁTICA PARA UMA GESTÃO DE RESÍDUOS SUSTENTÁVEL. Site da empresa ENVAC. **Apostila disponibilizada pelo escritório da Envac no Brasil contando sobre o sistema de coleta pneumática.** Disponível em: <>. Acesso em 16/ 06/ 2015.