UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO JOSÉ DE ARAÚJO AGUIAR

ANÁLISE DO PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CARUARU

Caruaru
2019

GUSTAVO JOSÉ DE ARAÚJO AGUIAR

ANÁLISE DO PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CARUARU

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Orientador: Profº. Dr. Gilson Lima da Silva.

Caruaru
2019

Catalogação na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

A282a Aguiar, Gustavo José de Araújo.
Análise do plano de gestão de resíduos sólidos da cidade de Caruaru. / Gustavo José de Araújo Aguiar. - 2019.
63 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Gilson Lima da Silva.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2019.
Inclui Referências.

1. Gestão integrada de resíduos sólidos – Caruaru (PE). 2. Planejamento urbano – Caruaru (PE). 3. Saneamento – Caruaru (PE). I. Cunha, Kátia Silva (Orientadora). II. Título.

CDD 620 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-341)

GUSTAVO JOSÉ DE ARAÚJO AGUIAR

ANÁLISE DO PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CARUARU

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 17 / 12 / 2019.

BANCA EXAMINADORA:

_____

Profº. Dr. Gilson Lima da Silva (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profª. Drª. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profª. Drª. Simone Machado Santos (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Dedico estre trabalho à minha mãe e a minha avó Avani, por todo o apoio e afeto enviados por ambas durante a minha graduação. Sem essas pessoas fantásticas, eu não teria chegado onde estou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, e por todas as bençãos que ele tem me proporcionado ao longo de minha vida, apesar de todos os meus defeitos como um ser humano.

Agradeço a minha mãe Selma Medeiros, por ser meu porto seguro em minha busca pelo título de bacharel de engenharia civil, se esforçando sempre para que não me faltasse nenhum apoio.

Agradeço ao meu pai Joselis Modesto, por ser um exemplo de força de vontade para vencer na vida, que mesmo com todas as suas adversidades, sempre me ajudou em tudo que podia.

Agradeço a minha irmã Júlia Aguiar, por todos os abraços calorosos de boas-vindas depois da longa viagem para a casa dos meus pais, e por sempre ter o seu apoio nos momentos difíceis que durante a graduação.

Agradeço a minha avó Avani Modesto, por todo o seu cuidado e carinho comigo, me dando suporte em tudo mesmo sendo uma mulher de idade, sendo meu exemplo de perseverança.

Agradeço ao meu avô José Modesto, por ser o segundo pai que tive na vida ao pela quantidade de tempo que passamos juntos, apesar de nossas várias discussões, nunca deixou de me apoiar, seja com apoio financeiro, ou com todos os seus conselhos sobre a vida, o qual irei passar a diante por minha a minha vida.

Agradeço a minha tia Kátia Dolores, por toda a atenção ministrada, seja de assuntos acadêmicos, pessoais e/ou familiares, sempre prezando por minha estima com seu bom humor.

Agradeço ao meu tio Júnior, o terceiro pai que tive durante a minha vida, por seu bom humor, e ser meu exemplo de profissional, além de sempre me ajudar em meus momentos de necessidade.

Agradeço a todos os meus demais familiares que me ajudaram de certa forma em minha graduação, por menor a ajuda que tenha sido.

Agradeço ao meu orientador, Gilson Lima, que estendeu sua mão para me aceitar como orientando, que com um tempo extremamente reduzido para a produção, conseguiu lapidar esse trabalho da melhor forma possível, sem ele, eu não estaria me formando neste ano.

Agradeço aos meus amigos Iálysson Medeiros, Floro Neto, José Thiago, Júlio Borges, por estarem comigo nas lutas embatidas nesses anos, além de todos os momentos em que me mostraram o verdadeiro significado de amizade.

Aos meus amigos de trabalho no Geolab, Djalma Dionízio, Luttemberg Ferreira, Thalis Aguiar, Júlio César, Matheus Cavalcanti, e Diogo Rosendo, pela amizade, pelo apoio nas necessidades, e me provarem que o trabalho em grupo realmente pode ser executado em grupo.

Aos meus professores da graduação, que me ajudaram a moldar a pessoa que sou hoje, com suas partilhas de conhecimentos acadêmicos e de vida.

RESUMO

Com a população mundial tornando-se cada vez mais consumista devido às tendências do mercado capitalista, a obtenção de bens não-duráveis a longo prazo tem crescido exponencialmente ao longo dos anos, paralelamente, a geração de resíduos sólidos nas cidades também tem aumentado. Para que se maneje os resíduos sólidos da maneira correta, desde sua geração até sua disposição final, para cada tipo de resíduo sólido dentro de um município, é necessário a criação de um Plano de Gestão Municipal de Resíduos Sólidos. Estudos recentes apontam que 54% dos municípios brasileiros não dispõem dessa ferramenta de gestão dos resíduos sólidos, fazendo com que uma grande quantidade de lixo ao redor do Brasil esteja sendo tratada e destinada de forma inadequada. Este trabalho tem como objetivo analisar a atual gestão dos resíduos sólidos do município de Caruaru, tendo como base de informações o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Caruaru. Foi efetuado um levantamento de dados em parceria com a equipe técnica da prefeitura, através de reuniões, entrevistas com servidores, considerando os tipos de resíduos gerados no município. Por fim, foi possível compreender a importância do Plano de Gestão Municipal de Caruaru para o manejo adequado dos resíduos sólidos, ao classificá-los de acordo com suas características físico-químicas, é possível determinar um método de tratamento e disposição final adequados para o resíduo em questão, de forma menos agressiva possível ao meio ambiente e economicamente viável.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Gestão integrada de resíduos sólidos. Planejamento urbano.

ABSTRACT

With a world population becoming increasingly consumed due to capitalist market trends, long-term imports of nondurable goods have grown exponentially over the years, while an external waste generation in cities has also increased. In order to handle solid waste properly from generation to final disposal for each type of solid waste within a municipality, a Municipal Solid Waste Management Plan is required. Recent studies indicate that 54% of Brazilian municipalities do not have this waste management tool, causing a large amount of waste around Brazil to be treated and become inadequate. This document aims to analyze the current management of waste used in the municipality of Caruaru, based on the Sectorial Sanitation Plan for Urban Cleaning and Solid Waste Management of Caruaru. A data survey was conducted in partnership with a technical team of the city, through meetings, interviews with servers, considering the types of waste generated in the municipality. Finally, it was possible to understand the importance of the Caruaru Municipal Management Plan for the proper management of solid waste, by classifying them according to their physical-chemical characteristics, it is possible to determine an appropriate treatment method and final disposal for the waste. environmentally friendly and economically viable.

Keywords**:** Solid waste. Management and integrated management of solid waste. Urban planning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de coleta e destino final de resíduos sólidos 29
Figura 2 - Resíduos no aterro para realização da composição gravimétrica 37
Figura 3 - Procedimento de recolha e análise de amostra para realização da técnica de quarteamento. 38
Figura 4 - Disposição irregular de resíduo de construção civil 49
Figura 5 - Sede administrativa do aterro 51
Figura 6 - Equipamentos na operação do aterro sanitário 51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Composição Gravimétrica – Feira 39
Gráfico 2 - Composição gravimétrica – Maurício de Nassau 39
Gráfico 3 - Composição gravimétrica – Centenário 40
Gráfico 4 - Composição gravimétrica – Rendeiras 40
Gráfico 5 - Composição gravimétrica – Zona Rural 40
Gráfico 6 - Composição gravimétrica – Andorinha 41
Gráfico 7 - Composição gravimétrica – Cidade Alta 41
Gráfico 8 - Composição gravimétrica – Boa Vista I e II 41
Gráfico 9 - Composição gravimétrica – Salgado 42
Gráfico 10 - Composição gravimétrica – Nova Caruaru 42
Gráfico 11 - Composição gravimétrica – Vila Kenedy 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução populacional de Caruaru.....35
Tabela 2 - Divisão da população em gênero e zonas.....35
Tabela 3 - Relação dos domicílios da cidade de Caruaru.....35
Tabela 4 - Bairros selecionados para gravimetria 36
Tabela 5 - Quantidade de resíduos coletados no Brasil e regiões 44
Tabela 6 - Produção per capita domiciliar e total por faixa populacional.....44

LISTA DE SIGLAS

UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
CAA	Campus Acadêmica do Agreste
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CEE	Comunidade Econômica Europeia
EPA	*Environmental Protection Agency*
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ARPE	Agência de Regulação dos serviços Públicos delegados do Estado de Pernambuco
TFAPE	Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do estado de Pernambuco
A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública Estadual
PGRS	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos
GIRSU	Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
PMGIRSU	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
PNUD	Plano de Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSRC	Plano de Saneamento e Resíduos Sólidos de Caruaru
RCC	Resíduos da Construção Civil
ASPROMA	Associação Protetora do Meio Ambiente
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 OBJETIVOS 18

2.1 Objetivo geral 18

2.2 Objetivos específicos 18

3 REFERENCIAL TEÓRICO 19

3.1 Definição e classificação dos Resíduos Sólidos 19

3.1.1 Definições 19

3.1.2 Classificação 20

3.2 Aspectos Legais 23

3.2.1 Legislação Federal 23

3.2.2 Legislação Estadual 24

3.2.3 Legislação Municipal 25

3.3 Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos 26

3.4 Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos 30

4 MATERIAIS E MÉTODOS 33

4.1 Instrumentos do trabalho 33

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 34

5.1 Caracterização da área 34

5.1.1 Área do município de Caruaru 34

5.1.2 Economia 34

5.1.3 Evolução Populacional de Caruaru 34

5.1.4 Domicílios 35

5.1.5 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade 35

5.1.6 Composição Gravimétrica 36

5.2 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Município de Caruaru/PE 43

5.2.1 Coleta de resíduos sólidos domiciliares 43

5.2.2 Coleta Seletiva 46
5.2.3 Resíduos dos Serviços de saúde 47
5.2.4 Resíduos Sólidos Industriais 47
5.2.5 Resíduos de Construção Civil 48
5.2.6 Pontos de descarte irregular 49
5.2.7 Destinação final 50
5.2.8 Geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico nos termos do Art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do Art. 33, da Lei 12.305/2010 53
5.2.9 Identificação da existência de programas especiais (reciclagem de resíduos da construção civil, coleta seletiva, compostagem, cooperativas de catadores e outros) 53
5.2.10 Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento 54
5.3 Educação Ambiental 55
6 CONCLUSÃO 56
REFERÊNCIAS 58

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos detêm várias nomenclaturas, e classes, diversas fontes de geração e diferentes composições. O Estado, além de administrar de forma satisfatória os próprios resíduos gerados pelas suas ações, tem a obrigação de gerir o transporte dos resíduos pelo município.

De forma que a administração dos resíduos sólidos seja executada de maneira satisfatória para a situação do município em questão nos conformes das Leis vigentes, é elaborado um Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, o qual tem como função criar estratégias, procedimentos e ações com focados no desenvolvimento sustentável, baseando-se no consumo com responsabilidade, a diminuição da geração de resíduos, e a promoção das atividades de forma que seja executado um gerenciamento adequado, articulando as variadas frações da sociedade (MESQUITA JÚNIOR, 2007). Apesar de sua vital importância na gestão dos resíduos sólidos, quase metade dos municípios brasileiros possuem seu próprio Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2017).

Os resíduos sólidos compõem um dos vários problemas gerados pelo crescimento não-sustentável das cidades ao redor do globo. De acordo com a OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2008), em países emergentes onde ocorre grandes dificuldades na gestão dos municípios, principalmente nos âmbitos financeiro e administrativo, a gestão de resíduos sólidos tem encontrado dificuldades para se desenvolver, se sobressaindo como causas a pouca capacidade técnica na gestão dos serviços de limpeza pública, coleta seletiva, e o tratamento dos resíduos (JACOBI e BESEN, 2011).

Alguns outros problemas que dificultam uma boa gestão dos resíduos sólidos também podem ser encontrados fora do âmbito administrativo. As cidades em sua maioria não possuem áreas livres suficientes para que sejam executados novos aterros sanitários ou novas estações de tratamento de resíduos; Locais considerados adequados para a implementação de novos modelos de tratamento de resíduos se tornam cada vez mais distantes, em consequência da existência de áreas ambientais protegidas e aos prejuízos para a vizinhança próxima, uma vez que a urbanização dos centros populacionais tem aumentado bastante (JACOBI e BESEN, 2011).

Os chamados RSUs – Resíduos Sólidos Urbanos – compreendem os resíduos originários de atividades doméstica em residências e os resíduos gerados por limpeza de ruas e vias, além de outros serviços de limpeza urbana. Esses resíduos passaram por um processo de

alteração quantitativa e qualitativa ao longo do tempo, todavia a gestão dos mesmos acaba por não acompanhar o desenvolvimento das tecnologias de produção (DIAS, 2009; STRAUCH, 2008). Devido a estes fatores, uma má gestão dos resíduos sólidos não somente afeta o meio ambiente como a saúde pública, De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2008), apenas cerca de 27,7% dos municípios brasileiros descartam seus resíduos em aterro sanitário e 7% das cidades tem programas de coleta seletiva.

O lixo gerado e não coletado é distribuído pelas vias públicas, em corpos hídricos e terrenos baldios, tendo como principais impactos o assoreamento dos corpos hídricos, a obstrução dos aparelhos de drenagem da cidade ocasionando inundações em estações chuvosas, destruição de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de moscas e outros animais transmissores de doenças. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2008) apresentou que, a cada três municípios brasileiros, um deles passou por ocorrências de enchentes do período de 2004 e 2008, sendo que 30,7% das prefeituras afirmam que os resíduos despojados nas vias públicas e corpos de água causaram as inundações nas cidades.

Agamuthu, Khidzir e Fausiah (2009) afirmam que a eficácia de uma política de gestão de resíduos só pode ser comprovada quando os resíduos são produzidos de forma consistente, já que a gestão dos RSU é bastante intrincada. A gestão dos resíduos deve abranger as questões referentes ao ciclo de vida do produto, em outras palavras, a diminuição da utilização dos recursos naturais e a não produção de resíduos. Esse ponto pode ser alcançado ao combater o desperdício, ao incentivo à diminuição e também pela coleta seletiva, planejando assim um local salubre devido a prestação de serviços otimizada.

. A complexidade da gestão necessita de intersetorialidade, em outras palavras, a participação de diferentes secretarias municipais, como por exemplo a de Meio Ambiente, de Educação, de Assistência Social, entre outras, além de precisar de um contínuo monitoramento dos serviços executados, além do fato de ser dependente da disponibilidade de recursos financeiros. A criação de sistemas conjuntos e sustentáveis que levem em conta a partir do momento da geração do resíduo, da otimização do seu reaproveitamento e reciclagem, até a etapa de tratamento e descarte final, ou seja, a gestão conjunta e sustentável de RSU (DIAS, 2003).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a gestão conjunta de resíduos sólidos é definida como a integração de ações dirigidas para a busca de fins para esses resíduos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com disciplina social e com o intuito de um desenvolvimento sustentável. A gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos abrange a diminuição da geração dos resíduos, a

sua reutilização, a coleta seletiva, com a adesão de catadores de materiais recicláveis, e a recuperação de energia (KLUNDER et al., 2011. ADEDIPE et al., 2005).

Neste estudo, será feito uma análise da gestão de resíduos sólidos na cidade de Caruaru/PE, onde será feito uma avaliação do seu plano de gestão de resíduos, expondo suas ações para o manejo dos diferentes tipos de resíduos sólidos. Além disso, também serão apresentadas soluções/melhorias viáveis para as problemáticas em relação aos resíduos sólidos que o plano atual de gestão de resíduos do município não possui atualmente um manejo adequado ao tipo de resíduo em questão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise da situação atual da gestão dos resíduos sólidos da cidade de Caruaru, localizado na região do Agreste do Estado de Pernambuco.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar dados relativos à geração de resíduos sólidos urbanos obtidos a partir do Plano de Gestão Municipal dos Resíduos Sólidos;
- Avaliar a gestão atual dos resíduos sólidos na cidade de Caruaru-PE;
- Propor aspectos de gestão que possam ser melhorados do Plano de Saneamento e Resíduos Sólidos de Caruaru-PE.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Definição e classificação dos Resíduos Sólidos

3.1.1 Definições

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10.004 (2004), os resíduos sólidos são definidos como "resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição". Também são definidos como resíduos sólidos os lodos advindos de sistemas de tratamento de água, os quais são produzidos em maquinários e instalações de tratamento de poluição, certos líquidos com determinadas características que fazem com que a sua disposição na rede de esgoto pública ou em corpos de água não seja possível, ou ainda que solicitem fins economicamente inviáveis quanto à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos também são descritos por uma gama de pesquisadores:

Sewell (1978) defende que o termo lixo é descrito como "matérias indesejados pelo homem que não podem fluir diretamente para os rios ou se elevar imediatamente para o ar. Todo resíduo é gerado de nosso uso de materiais, manufatura, construção, preparo de alimentos, recreação, agricultura e de diversas atividades que usam os materiais e posteriormente deles se descartam. Dependendo de que tipo de material se trata e de onde estão, essas sobras são denominadas de refugo, sucata, entulho, restos e esgoto. Já a denominação de resíduo sólido é utilizada para sobras de materiais, refugo e detritos, resíduos sólidos ou líquidos de atividades industriais, comerciais, mineradoras, agrícolas e comunitárias, mas excluindo material sólido ou dissolvido presente no esgoto doméstico".

Girod (1993) afirma que o Artigo 1 da Lei Francesa nº 75.663 de 17 de julho de 1975 conceitua o resíduo sólido como sendo "todo resíduo de um processo de produção, de transformação ou de utilização, toda substância, matéria, produto, ou mais geralmente, todo bem móvel abandonado ou que seu proprietário o destina ou abandono".

Moreira et al. (1994) diz que a Comunidade Econômica Europeia (CEE), por meio das diretrizes 75/442 e 78/318, define como sendo lixo "qualquer substância ou objeto cujo detentor se desfaz ou tem a obrigação de se desfazer segundo a legislação vigente".

Tendo como base a ABNT, Schalch (2001) defende que “a presente definição de resíduos sólidos não contempla as palavras redução, reutilização e reciclagem, além do fato de, atualmente, os resíduos hospitalares serem chamados de resíduos de serviços de saúde”, de acordo com a NBR-12.808 (1993).

3.1.2 Classificação

Os resíduos sólidos são divididos de acordo com a sua origem ou fonte, e ao seu impacto em relação a padrões particulares de qualidade ambiental e de saúde pública. A classificação rege a arrumação final desses resíduos, onde cada país utiliza sua própria classificação.

a. Classificação Americana

Testa (1994) afirma que as leis americanas que regulam os resíduos sólidos, classificam um resíduo como perigoso qualquer resíduo ou união de resíduos que possuam potencial risco à saúde humana ou organismos vivos por não serem degradáveis, serem bioacumulativos quando entram no ciclo alimentar, ser letal ou prejudicial. Tais resíduos possuem propriedades inflamáveis, corrosivas e tóxicas nas mesmas condições adotadas pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Ainda de acordo com o autor, os resíduos que possuem radiação e os com potencial de infecto-contágio também compõem a categoria de resíduos perigosos. Os resíduos radioativos podem ser divididos em resíduos de alto nível de radioatividade, transurânico ou com baixo nível de radioatividade. Dentro dos infectocontagiosos são englobados os equipamentos, instrumentos, utensílios e roupas de quarto de enfermos com doenças onde o isolamento se faz necessário, resíduos de laboratórios e de salas de operação cirúrgica, Estes fazem parte da menor categoria dos resíduos com potencial de periculosidade.

Hasan (1995) cita as maiores indústrias produtoras de resíduos sólidos de alta periculosidade nos países desenvolvidos, são elas: a Indústria Petroquímica: produção de fenóis, metais, ácidos, substâncias corrosivas e compostos orgânicos; Indústria de metal: produção de metais pesados, fluoretos, cianeto, álcalis, solventes e fenóis. Indústria do couro: metais pesados e sulfetos; Fundição e refino de metais; Tintas e produtos semelhantes; Produtos químicos orgânicos, pesticidas explosivos. Elétrica eletrônica; Galvanoplastia e acabamento de metais; Borracha; Baterias; Farmacêutica; Têxtil, tinturaria e acabamento; Refinaria de

petróleo; Maquinaria especial; Curtume de couro e acabamento; Plástico e Re-refino de resíduos oleosos.

b. Classificação Brasileira

A categorização dos resíduos sólidos na qual o Brasil utiliza é baseada nos discernimentos da Agência e Proteção Ambiental Americana (*Environmental Protection Agency*- EPA), com certas modificações. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), lista certas normas que são referentes aos resíduos sólidos:

- NBR 7.500 (1987): Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais – Simbologia;
- NBR 7.502 (1983): Transporte de cargas perigosas – Classificação;
- NBR 8.418 (1984): Projetos de aterros de resíduos industriais perigosos;
- NBR 8.419 (1992): Projetos de aterros sanitários de resíduos Sólidos urbanos;
- NBR 9.190 (1985): Sacos plásticos para acondicionamento de lixo- Classificação;
- NBR 10.004 (2004): Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 10.005 (1987): Lixiviação de resíduos;
- NBR 10.006 (1987) Solubilização e resíduos;
- NBR 10.007 (2004): Amostragem de resíduos – procedimento.

Por meio da NBR 10.004 (2004), a ABNT categoriza os resíduos sólidos de acordo com o seu grau de periculosidade, sendo agrupados em três classes. Essa classificação é baseada nos potenciais impactos que um determinado resíduo pode gerar à saúde pública e ao ambiente, de acordo com suas características físicas, químicas ou infectocontagiosas. Estão características são definidas como as de periculosidade dos resíduos. Há relações que apresentam os resíduos ou elementos químicos que são reconhecidamente perigosos, e também relações que apresentam o destino final dos resíduos, divididos com base nas incompatibilidades apresentadas por certos grupos de resíduos. Essas classes são:

- Resíduos Classe I – Perigosos

São agrupados nesta classe os resíduos sólidos ou aglomerados de resíduos que por conta de suas propriedades inflamáveis, reativas, corrosivas, tóxicas e patológicas, podem

acarretar problemas para a saúde pública, gerando ou ajudando no aumento de mortalidade ou manifestação de doenças e/ou causar efeitos negativos para o ambiente, quando utilizados ou descartados de maneira indevida (ROCCA, et al, 1993, baseado na Norma ABNT – NBR 10.004: "Resíduos sólidos – Classificação", 1987);

- Resíduos Classe IIA –Não Inertes

São denominados desta forma os resíduos sólidos ou aglomerados de resíduos sólidos que não pertencem a classe I – perigosos ou na classe IIB – inertes, capazes de terem características e combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos Classe IIB – Inertes

São denominados desta forma os resíduos sólidos ou aglomerados de resíduos sólidos que quando expostos ao teste de solubilização, de acordo com a Norma ABNT – NBR 10.006: "Solubilização de Resíduos – Procedimento" (1987), não manifestam nenhum dos seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões estabelecidos pela listagem.

Segundo a Legislação específica, os resíduos radioativos não pertencem a esta classificação, pois a gestão destes é de responsabilidade única da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Outros critérios de categorização de resíduos sólidos podem ser utilizados, de acordo com o pesquisador da área. Por exemplo, Schalch (1992), defende que os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua origem:

*Resíduos urbanos***:** Compreende os resíduos de origem domiciliar, ou seja, o lixo produzido nas residências; de origem comercial, gerados por escritórios, lojas e hotéis; os de varrição e de serviços, como feiras ao ar livre, capinação e poda;

*Resíduos de serviços de saúde***:** Resíduos originados de qualquer serviço de prestação médica, sanitária ou de estabelecimentos congêneres, podendo ser originados de farmácias, hospitais, unidades ambulatórias de saúde, clínicas médicas e veterinárias, consultórios médicos e odontológicos, laboratórios de análises clínicas e patologias, instituições de ensino e pesquisa médica, bancos de sangue e outros;

Resíduos Radioativos (lixo atômico): São resíduos originários do uso de combustíveis nucleares;

Resíduos agrícolas: São aqueles que englobam principalmente os recipientes descartados pelo urso de agrotóxicos.

O autor defende que "para cada tipo de resíduo, em função de sua classificação, é possível estabelecer operações que possibilitem o equacionamento das atividades que devem ser desenvolvidas."

3.2 Aspectos Legais

3.2.1 Legislação Federal

a. Política Nacional de Resíduos Sólidos

A existência da gestão de resíduos sólidos no Brasil é um fato recente, seus primeiros passos foram dados em 1989 quando a Lei 354 foi decretada, esta, que era especifica apenas para os resíduos de saúde. Esta Lei foi melhorada no ano de 1991 gerando o projeto de lei 203, com o mesmo tema. Foi criado um grupo de trabalho Interministerial de Saneamento em 2003 que formulou o programa de resíduos sólidos urbanos. Foi apenas no ano de 2005 que um anteprojeto sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi apresentado à câmara e ocorrendo várias discussões e audiências públicas após isso, aproximadamente 100 projetos abordando este tópico foram expostos e só no ano de 2010 a Lei 12.305 foi sancionada (MONTAGNA, et al, 2012).

A PNRS constitui definições, princípios, objetivos e instrumentos, assim como as instruções relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, as metas e definindo as responsabilidades aos geradores, ao Estado e às demais ferramentas econômicas que possam gerar resíduos. (BRASIL, 2010).

Podem se destacar nos objetivos desta lei a gestão integrada de resíduos sólidos e a não geração, redução, reutilização e reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, assim como o descarte final dos resíduos no ambiente de forma adequada. Quanto as suas ferramentas, compreendem principalmente os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a educação

ambiental e os sistemas de logística reversa e outros instrumentos relativos à instauração da responsabilidade conjunta pelo ciclo de vida dos produtos.

b. Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010

Este decreto tem como função a regularização da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, esta que implementa a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), institui o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e de outros órgãos.

Expõe as ferramentas necessárias para a Implantação da Logística Reversa, acordos setoriais, regulamentos gerados pelo Estado, além dos termos de compromisso. A logística reversa é caracterizada pela PNRS (BRASIL, 2010) como sendo:

> Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A coleta seletiva inclusiva também é instituída no artigo 11 do decreto, onde enaltece a inclusão dos catadores, estimulando a princípio da possibilidade da contração de cooperativas ou associações de catadores, programas de capacitação, incubação e aprimoramento institucional dessas cooperativas e melhores condições de trabalho dos catadores sem a necessidade de licitações.

3.2.2 Legislação Estadual

A legislação da unidade federativa é baseada nas seguintes Leis:

- Lei 12.195, de 26/04/2002 - Considera no Estado de Pernambuco, a coleta seletiva e a reciclagem do lixo como atividades ecológicas, de relevância social e de interesse público.
- Lei 12.524, de 30/12/2003 - Altera e consolida as disposições da Lei nº 12.126, de 12 de dezembro de 2001, que cria a Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco - ARPE, e dá outras providências.
- Lei 12.753, de 21/01/2005 - Dispõe sobre o comércio, o transporte, o armazenamento, o uso e aplicação, o destino final dos resíduos e embalagens vazias, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como o monitoramento de seus resíduos em produtos vegetais, e dá outras providências.

- Lei 13.047, de 26/06/2006 - Dispõe sobre a obrigatoriedade da implantação da coleta seletiva de lixo nos condomínios residenciais e comerciais, nos estabelecimentos comerciais e industriais e órgãos públicos federais, estaduais e municipais no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências.
- Lei 13.316, de 15/10/2007 - Determina a substituição do uso de sacos plásticos de lixo por sacos de lixo ecológicos, pelos órgãos da Administração Pública Direta e Indireta do estado de Pernambuco.
- Lei 13.361, de 13/12/2007 - Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Pernambuco - TFAPE, e dá outras providências.
- Lei 14. 236, de 13/12/2010 - Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.
- Lei 14.249, de 17/12/2010 - Dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Decreto 25.387, de 14/04/2003 - Regulamenta o Programa Agenda 21 Estadual, e dá outras providências.
- Decreto 26.054, de 23/10/2003 - Regulamenta o Projeto de Proteção e Conservação Ambiental, e dá outras providências.
- Decreto 31.246, de 28/12/2007 - Regulamenta a Lei Nº 12.753, de 21 de janeiro de 2005, que dispõe, no âmbito do Estado de Pernambuco, sobre o comércio, o transporte, o armazenamento, o uso e aplicação, o destino final dos resíduos e embalagens vazias, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como o monitoramento de seus resíduos em produtos vegetais, e dá outras providências.
- Decreto 33.528, de 08/06/2009 - Institui o programa Agenda Ambiental na Administração Pública Estadual – A3P, no âmbito do Poder Executivo do Estado, e dá providências correlatas.

3.2.3 Legislação Municipal

Para a cidade de Caruaru, o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) foi elaborado de acordo com as seguintes leis:

- Lei Orgânica do Município de Caruaru;

- Lei 4.093, de 19/12/2001 – Dispõe sobre a execução dos serviços de coleta, transporte, disposição e destinação final de resíduos oriundos da construção civis não abrangidos pela coleta regular, estabelecendo penalidades e dá outras providências;
- Lei complementar 5, de 27/07/2004 – Plano Diretor de Caruaru;
- Lei 4.866, de 20/11/2009 – Considera de utilidade pública Associação dos Protetores do Meio Ambiente (ASPROMA) e dá outras providências;
- Lei 4.951, de 07/05/2010 – Dispõe sobre a coleta seletiva nas escolas municipais e institui programa contínuo para recolhimento de reciclado, e dá outras providências;
- Lei 5.058, de 25/11/2010 – Dispõe sobre o licenciamento, as infrações ambientais, no Município de Caruaru e dá outras providências.

3.3 Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos

De acordo com Andrade (1997), a definição de "gerenciamento" foi criada na Escola de Administração, sendo relacionado aos conceitos de planejamento e controle. No âmbito dos resíduos sólidos, essa definição se adequa às medidas de prevenção e solução de problemas, com o intuito da proteção do meio ambiente, a economia dos recursos e energia, e a diminuição da poluição do meio ambiente. Além disso, a responsabilidade e o envolvimento dos setores da sociedade também são questões acerca da geração dos resíduos. De forma similar, Mazzini (2003) afirma que a gestão é um todo que acaba por englobar o gerenciamento, onde a gestão é um planejamento global.

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) engloba a interconexão das ações operacionais, normativas, financeiras e de idealização dos itens que constituem o sistema de limpeza urbana: acondicionamento, coleta, tratamento e disposição final de resíduos (IPT, 2000).

A Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Capítulo II, Artigo 3º, Inciso XI, institui a definição do termo "gestão integrada de resíduos sólidos" como sendo a união de atividades com o intuito de encontrar soluções viáveis para os resíduos sólidos ao levar em conta as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, desenvolvidas de forma sustentável e com o devido controle social (BRASIL, 2010, p.15).

Fora do âmbito operacional, a GIRSU precisa levar em conta no panorama de limpeza urbana as condições econômicas e sociais, assim, as políticas públicas, locais ou não, que tem

a possibilidade de estar ligadas à gestão do resíduo, sejam elas na área de saúde, educação, trabalho ou planejamento urbano (IBAM, 2004).

Diversos órgãos da administração pública e da sociedade civil devem estar interligados com a GIRSU, ainda, esta deve estar associada com as outras políticas públicas setoriais que estejam articuladas junto a limpeza pública urbana (IBAM, 2004).

Unindo os estudos de Montagna et al (2012) com os estudos da Recesa (2007), as etapas de manejo de resíduos sólidos são definidas da seguinte forma:

a. **Geração** – Ação que resulta em um resíduo. Neste item é possível implementar atividades de não geração ou redução. É necessário analisar os processos da empresa ou órgão em questão para a identificação das fontes que geram resíduos;
b. **Segregação** – É a segmentação dos resíduos na fonte geradora de acordo com suas propriedades. Esse processo é essencial para a valorização dos resíduos e uma maior eficiência das etapas seguintes do gerenciamento dos resíduos sólidos devido a não contaminação de massas de resíduos que não sejam reaproveitáveis (ZANTA e FERREIRA, 2007). Também é a etapa onde é necessária a participação dos usuários, devido a mudança dos costumes na hora do descarte do lixo;
c. **Acondicionamento** – Dispor o resíduo para a coleta de forma correta, adequando com o tipo e a quantidade de resíduos, a frequência da coleta, o tipo do imóvel e o custo do recipiente (MONTAGNA et al., 2012). O procedimento de acondicionamento engloba tanto o recipiente quando ao processo de acondicionamento. Sacos plásticos, contentores, caçambas estacionárias e contêineres são exemplos de recipientes e acondicionamento. O acondicionamento realizado de forma correta também evita acidentes, a contaminação de vetores, reduz o impacto visual e olfativo, diminui a heterogeneidade dos resíduos (em situação de existir coleta seletiva) e otimiza o andamento da etapa de coleta;
d. **Reuso/reciclagem**: O reuso é a reutilização de um material sem a necessidade de uma mudança em sua composição original. A reciclagem por outro lado, segundo a PNRS (2010), é a modificação das características físicas, físico-químicas ou biológicas do material, tornando-o um novo produto;
e. **Armazenamento** – Consiste na realização de estoque no material acondicionado. O procedimento dos resíduos tem como Estocagem do resíduo acondicionado. O processo de armazenamento dos resíduos tem como designação acumular os resíduos até que a coleta e destinação do resíduo sejam executadas. A maneira como é feito o armazenamento deve preservar as propriedades dos materiais, impedindo que estes sofram intempéries e que fiquem expostos de maneira inadequada a pessoas e animais;

f. **Coleta e transporte**: É o recolhimento do lixo que foi acondicionado pela fonte geradora para encaminhá-lo, com o uso de um transporte adequado, a uma possível estação onde será transferido para seu devido tratamento e disposição final. A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em domicílios, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana (IBAM, 2001);

g. **Tratamento:** Consiste em um conjunto de procedimentos em sequência com a finalidade de minimizar a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impossibilitando o descarte de lixo em ambiente ou local indevido, ou modificando suas propriedades para que se torne um material inerte ou biologicamente estável (MONTAGNA et al., 2012). As usinas de incineração ou de reciclagem e compostagem implicam na atividade biológica até que o resíduo se torne inerte e não produza mais poluição;

- *Tratamento por reciclagem*: Processo onde os materiais como o vidro, o papel o plástico e o metal são devolvidos à indústria para serem novamente transformados em produtos que possam ser comercializados no mercado de consumo (IBAM, 2001);

- *Tratamento da fração orgânica por processos biológicos*:

➢ Compostagem: Utiliza da conversão aeróbia da matéria orgânica para a geração de um produto condicionador do solo, definido como composto;
➢ Digestão anaeróbia: Utiliza da conversão anaeróbica para tornar a matéria orgânica inerte junto com a produção de biogás (gás metano e dióxido de carbono na maioria das vezes) (ZANTA e FERREIRA, 2007).

- Tratamento por incineração: Consiste na combustão regulada de forma que os materiais residuais sejam termicamente degradados. O método disposição das cinzas é definida de acordo com uma análise da sua composição (SISTEMA FIRJAN, 2006).

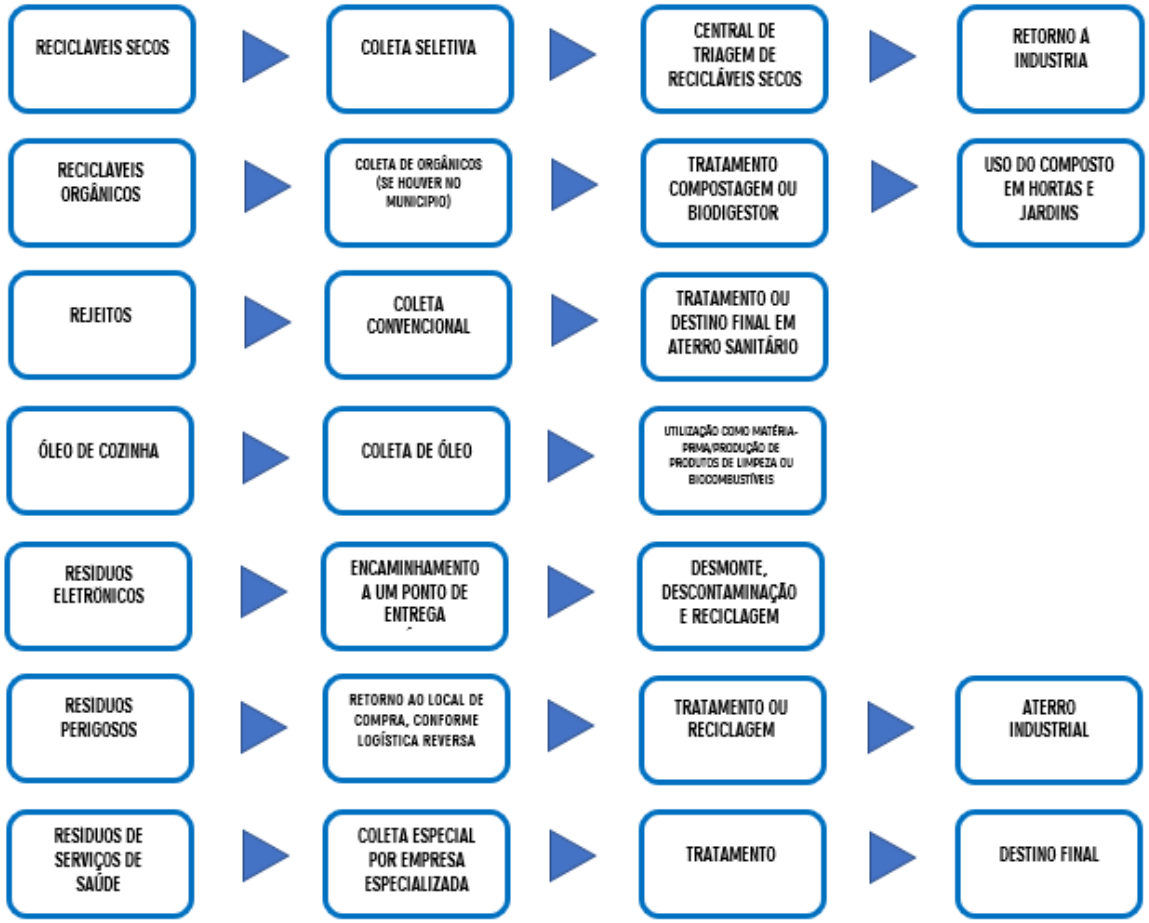
h. **Disposição final:** É a última etapa do manejo dos resíduos, onde os resíduos são depostos, de forma ordenada ou não, em um local pré-determinado. O tipo do resíduo irá definir a sua disposição final. O qual deve ser estudado quanto ao seu custo/benefício dentro de todas as possibilidades viáveis (SISTER Consiste na última etapa do manejo, com a deposição do resíduo, de forma ordenada ou não, em local pré-determinado. A destinação final escolhida

depende de cada tipo de resíduo. Deve ser realizada uma análise de custo/benefício dentro de todas as possibilidades viáveis (SISTEMA FIRJAM, 2006).

> A única forma de se dar destino final adequado aos resíduos sólidos é através de aterros, sejam eles sanitários, controlados, com lixo triturado ou com lixo compactado. Todos os demais processos ditos como de destinação final (usinas de reciclagem, de compostagem e de incineração) são, na realidade, processos de tratamento ou beneficiamento do lixo, e não prescindem de um aterro para a disposição de seus rejeitos (IBAM, 2001).

A partir da segregação na origem, conforme estabelecido na Lei federal 12.305/2010, os resíduos sólidos seguem o seguinte fluxo de coleta e destino final (Figura 1).

Figura 1 - Fluxo de coleta e destino final de resíduos sólidos



Fonte: COMCAP (2015).

Desta forma, o gerenciamento integrado de resíduos sólidos em um ambiente coorporativo tem como objetivo a minimização do passivo socioambiental empresarial, seja nas áreas de produção ou nos espaços administrativos, no tocante às compras, gestão e descarte dos resíduos (PINHEIRO et al, 2011).

3.4 Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos

A lei 12.305 de 2010 instaura que as diretrizes contidas na GIRSU de um município qualquer são concretizadas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PMGIRSU). Este último é um documento que expõe e detalha as atividades pertinentes ao manejo de RSU, abrangendo aspectos relacionados à geração, segregação, acondicionamento, coleta (convencional e seletiva), armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, como também a proteção à saúde pública (BRASIL, 2010).

Com a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), a construção do PMGIRSU é essencial para que os municípios obtenham recursos da União ou por ela controlados. O Art. 19 dessa Lei define o conteúdo mínimo do PMGIRSU, a saber:

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 Art. 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 a plano de gerenciamento específico nos termos do Art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do Art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (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 11.445/2007;

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 da gestão de resíduos sólidos de que trata o Art. 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 Art. 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 11.445/2007;

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 Art. 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 Art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no Art. 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.

O PMGIRSU deve abranger atividades que o município almeja executar com a finalidade de firmar uma GIRSU que possa satisfazer as demandas da população em relação ao tratamento dos resíduos. As atividades devem ser consideradas como objetivos a serem alcançados a curto, médio e longo prazo, ao levar em conta as possíveis soluções quanto a

locação (de aterro, estações de transbordo, pontos de coleta voluntária de resíduos recicláveis) e técnico-operacionais (rotas de coleta, sistema de coleta, sistema de triagens) (IPT, 2000).

A escolha da melhor das viáveis soluções deverá considerar aspectos socioeconômicos, ambientais, sociais e político-gerenciais, de forma que a manutenção do equilíbrio socioambiental e o desenvolvimento e o desenvolvimento e melhoria das atividades ligadas à GIRSU sejam asseguradas.

Enfim, é necessário levar em conta a possibilidade de instituir panoramas que exponham uma visualização sistêmica do GIRSU para integrar as questões relacionadas a este, instituindo uma rota de melhoria contínua e da qualidade de vida da sociedade atendida.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do diagnóstico da situação atual do manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Caruaru, foi efetuado um levantamento de dados em parceria com a equipe técnica da prefeitura, através de reuniões, entrevistas com servidores, considerando os tipos de resíduos gerados no município, origem, volume, caracterização e formas de destinação e disposição final adotada. A partir dessas informações, foi possível elaborar estudo acerca dos serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e de Limpeza Urbana, de forma que fosse possível identificar as deficiências na gestão, e conseguir estabelecer as prioridades.

O atual modelo de gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Caruaru se fundamentam na execução de uma série de atividades, passando pela coleta, remoção e destinação final e varrição, limpeza de logradouros e vias públicas realizados pela empresa terceirizada, Locar Gestão de Resíduos.

4.1 Instrumentos do trabalho

Para a elaboração deste trabalho, foi utilizado o Plano de Saneamento e Resíduos Sólidos do município de Caruaru/PE a fim de obter dados condizentes com a atual situação dos resíduos sólidos gerados no município. As ações para gestão desses resíduos de acordo com sua origem também foram extraídas do Plano.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas informações expostas no item anterior deste trabalho, são apresentadas a seguir algumas considerações e resultados sobre a situação dos resíduos sólidos descrita pelo PSRSC no município.

5.1 Caracterização da área

O município de Caruaru está localizado na mesorregião Agreste e também na microrregião do Vale do Ipojuca do estado de Pernambuco na região Nordeste do Brasil.

5.1.1 Área do município de Caruaru

A população residente no município em 2010 é estimada em 314.912 habitantes, disposta numa área de 920,6 km², resultando numa densidade demográfica de 342, 07 hab./km². A população estimada para 2019 é de 361.118 habitantes (IBGE, 2010).

5.1.2 Economia

Segundo o Plano Setorial de Saneamento Básico para Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana de Caruaru (PREFEITURA DE CARUARU, 2018), as ações econômicas estão relacionadas ao potencial turístico do município. De acordo com o Plano Diretor Municipal da cidade, as atividades turísticas e culturas podem ser divididas em dois polos:

- Associação de Polos Culturais, onde compreende o Alto do Moura. O Espaço Cultural; e o Pátio de Eventos Luiz Gonzaga.
- Associação de Feiras, onde compreende a Feira da Sulanca, a Feira de Artesanato, A feira de Gado e a Feira Livre.

5.1.3 Evolução Populacional de Caruaru

O crescimento da população do município de Caruaru entre os anos de 1991 a 2010 está disposto no Tabela 1, e a disposição da população em relação aos gêneros e às zonas rural e urbana na Tabela 2.

Tabela 1 - Evolução populacional de Caruaru

Evolução populacional do município de Caruaru	
Ano	**População**
1991	213.697
1996	231.170
2000	253.634
2007	289.086
2010	314.912

Fonte: IBGE (2010).

Tabela 2 - Divisão da população em gênero e zonas

População	**População (1991)**	**% do Total (1991)**	**População (2000)**	**% do Total (2000)**	**População (2010)**	**% do Total (2010)**
População total	212.938	100	252.987	100	314.912	100
Homens	100.759	47,32	119.979	47,42	149.153	47,36
Mulheres	112.180	52,68	133.008	52,58	165.759	52,64
Urbana	182.012	85,48	217.407	85,94	279.589	88,78
Rural	30.926	14,52	35.580	14,06	35.323	11,22

Fonte: adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013).

5.1.4 Domicílios

Na Tabela 3 são expostas as quantidades de domicílios da zona rural e urbana do município de acordo com o IBGE (2010b), segundo este, a média de habitante por domicílio particular é de 3,26 habitantes por domicílio.

Tabela 3 - Relação dos domicílios da cidade de Caruaru

Locais	**Domicílios**
Urbanos	96.379
Rurais	18.145
Total	114.324

Fonte: IBGE (2010).

5.1.5 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade

De acordo com os dados obtidos pelo IBGE (2003), a ocorrência da pobreza em Caruaru era de 33,69%. O Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2013) aponta que a renda per capita média de Caruaru foi acrescida 77,30% nas últimas duas décadas, saindo de R$ 312,46, em 1991, para R$ 416,02, em 2000, e para R$ 553,99, em 2010.

O Plano de Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2010), a desigualdade do município decresceu e o índice de Gini subiu dos 0,55 de 1991 para 0,57 em 2000 e 0,53 no ano de 2010.

De acordo com Pena (2019), o Índice de Gini é uma ferramenta usada para mensurar a desigualdade social encontrada em um país, unidade federativa ou município.

5.1.6 Composição Gravimétrica

A composição gravimétrica representa o percentual de determinado componente de uma amostra de lixo em relação ao peso total da amostra analisada. Os constituintes mais usuais são: matéria orgânica, metal ferroso, borracha, papel, metal não ferroso, couro, papelão, alumínio, pano/trapo, plástico rígido, vidro, madeira, ossos, plástico mole, cerâmica e agregados finos. Dessa forma, a quantificação do aproveitamento das frações recicláveis para a comercialização e da matéria orgânica destinada a produção de composto orgânico (MONTEIRO, et al., 2001).

As amostras apresentadas pelo Plano de Saneamento e Resíduos Sólidos de Caruaru (PSRSC) foram obtidas no mês de Novembro de 2017 e transportadas para o aterro sanitário do município (Figura 2) de forma que a composição gravimétrica fosse realizada sem a ocorrência de nenhum processo de redução de redução ou compactação de forma que seja possível a classificação dos resíduos em seus pesos reais, da forma mais próxima possível da realidade local dos bairros escolhidos para amostragem. Foram utilizados 11 bairros para a análise gravimétrica, definidos pela Secretaria de Serviços Públicos conforme a divisão socioeconômica e que representassem os outros bairros do município de Caruaru. Na Tabela 4 são expostos os bairros que foram usados na análise.

Tabela 4 - Bairros selecionados para gravimetria

Bairros escolhidos	Representatividade
Centenário	Morro Bom Jesus, Centenário, São João da Escócia, Severino Afonso, Serras do Vale, Vila Andorinha,
Vila Andorinha	

	Aeroporto, Cedro, José Antônio Liberato.
Cidade Alta	Maurício de Nassau, Universitário, Petrópolis, Indianópolis, Nova Caruaru, Divinópolis.
Maurício de Nassau	
Nova Caruaru	
Rendeiras	Nossa Senhora das Dores, São Francisco, Rendeiras.
Resíduo de Feira	Feira da Sulanca, Feiras de Bairro.
Salgado	Santa Rosa, Riachão, Vassoural, Caiucá, Salgado.
Vila Kenedy	Maria Auxiliadora, João Mota, Alto do Moura, Boa Vista, Jardim Panorama, Jardim Boa Vista, Vila Kennedy, Pinheirópolis, São José, Agamenon Magalhães, Luís Gonzaga.
Boa Vista I e II	
Zona Rural	Zona Rural

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Figura 2 - Resíduos no aterro para realização da composição gravimétrica

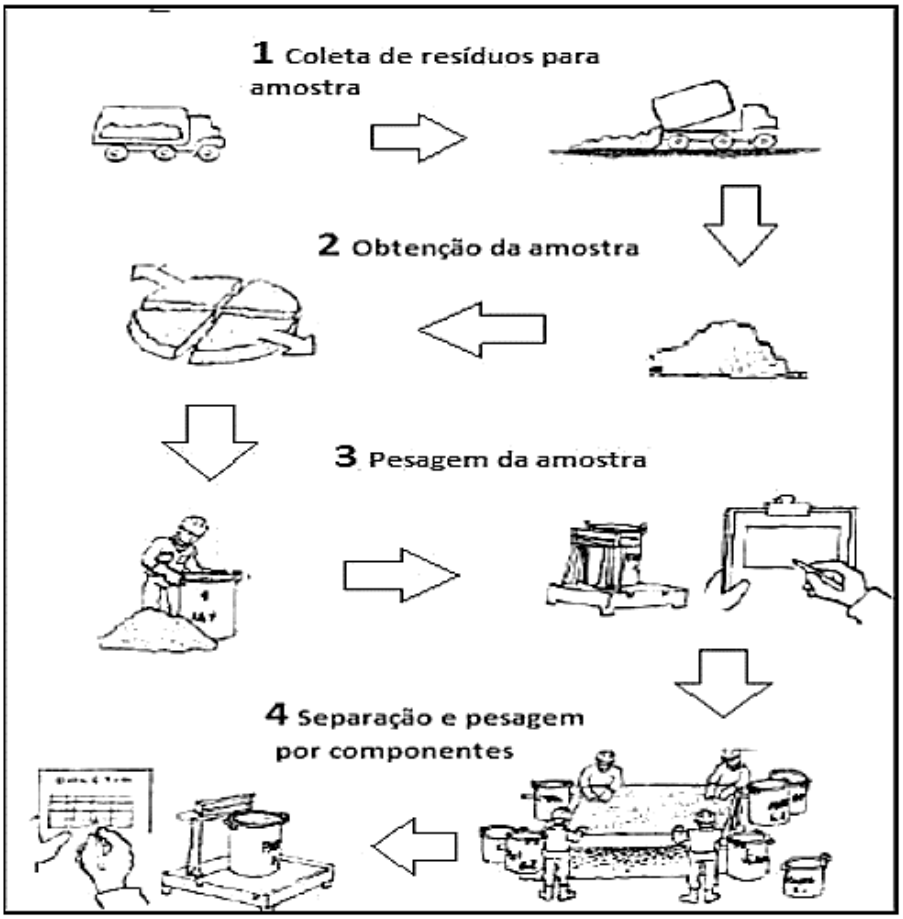
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

O método que foi usado para definir a composição gravimétrica foi o quarteamento, onde foi usado como base a metodologia descrita pela Norma Técnica 10.007/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A técnica do quarteamento segundo ABNT NBR 10.007:2004 (ABNT, 2004) é um processo de agrupamento da amostra pré-homogeinezada em quatro partes iguais, onde duas partes opostas uma da outra representam uma nova amostra, fazendo o descarte das partes restantes e o processo de quarteamento é realizado novamente, este ciclo é realizado até que se obtenha o volume desejado.

Gasques (2013) afirma que a amostragem deve ser dividida em quatro etapas: coleta de resíduos para amostra, obtenção da amostra, pesagem da amostra e por último a separação e pesagem dos componentes. O fluxograma da amostragem está representado na Figura 3.

Figura 3 - Procedimento de recolha e análise de amostra para realização da técnica de quarteamento.

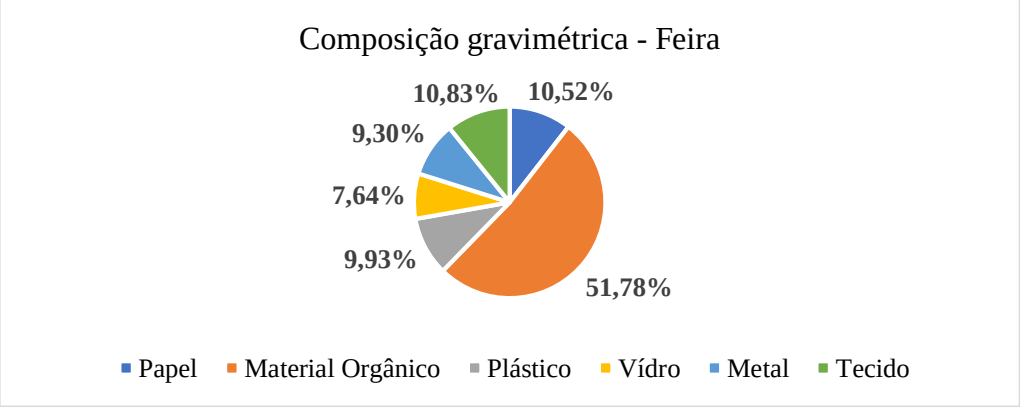


Adaptado de Martinho e Gonçalves (2000, p. 48) apud GASQUES (2013).

O primeiro quarteamento da massa de resíduos sólidos coletada em cada um dos bairros foi realizado dividindo a pilha em quatro quadrantes, descartando as duas partes opostas na diagonal. As partes restantes foram dispostas em sacos de 200 L para pesagem.

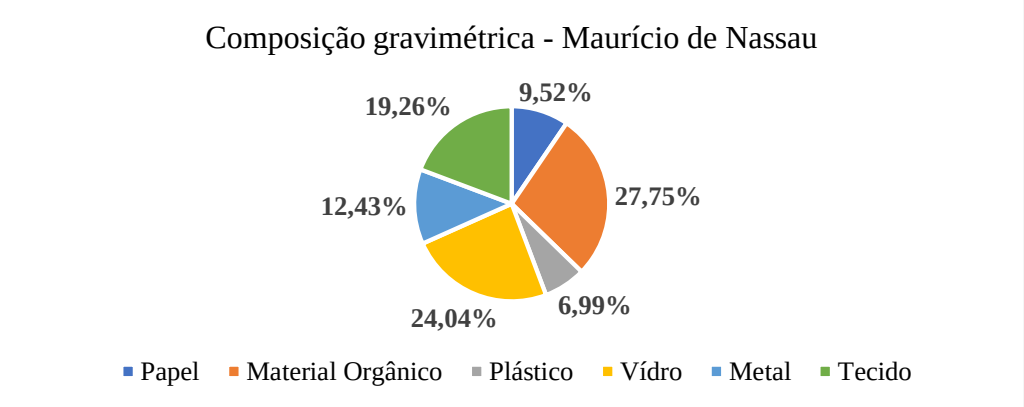
Os componentes foram divididos e dispostos em sacos plásticos e pesados separadamente. Assim, foi realizado a divisão do peso de cada categoria de resíduo pelo peso total da amostra, resultando na gravimetria em porcentagem. Ao ser realizado o procedimento descrito, foi possível obter as porcentagens da composição dos resíduos sólidos referentes aos bairros que foram levados em consideração no estudo. Os resultados obtidos pelo PSRSC (PREFEITURA DE CARUARU, 2018), estão expostos nas nos gráficos 1 a 11.

Gráfico 1 - Composição Gravimétrica - Feira



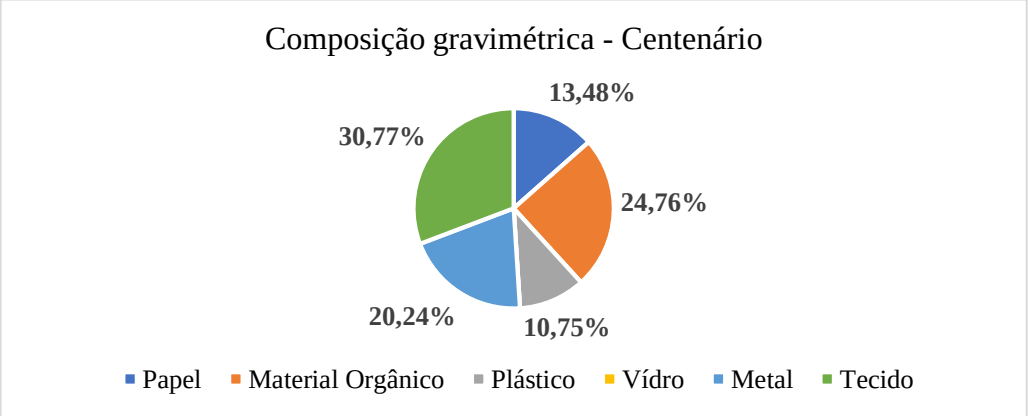
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 2 - Composição gravimétrica - Maurício de Nassau



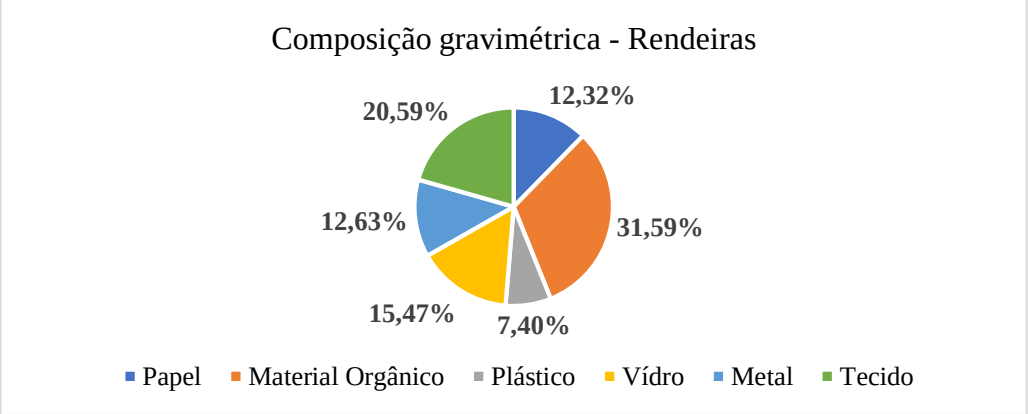
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 3 - Composição gravimétrica – Centenário



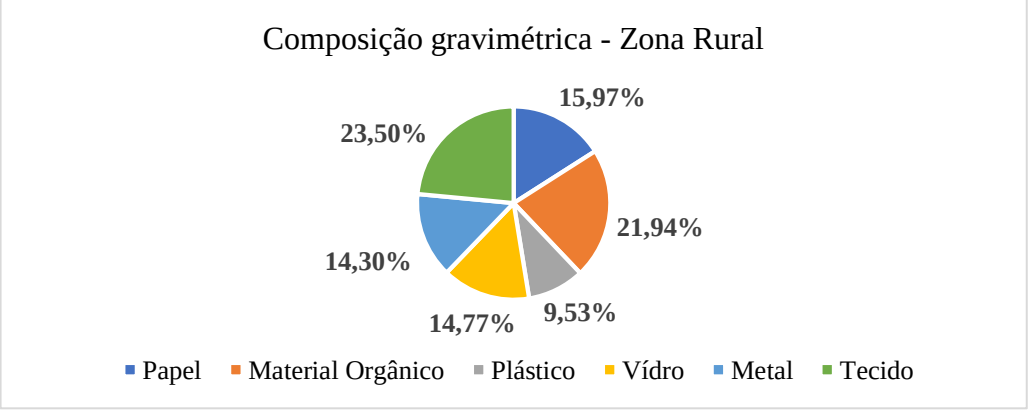
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 4 - Composição gravimétrica – Rendeiras



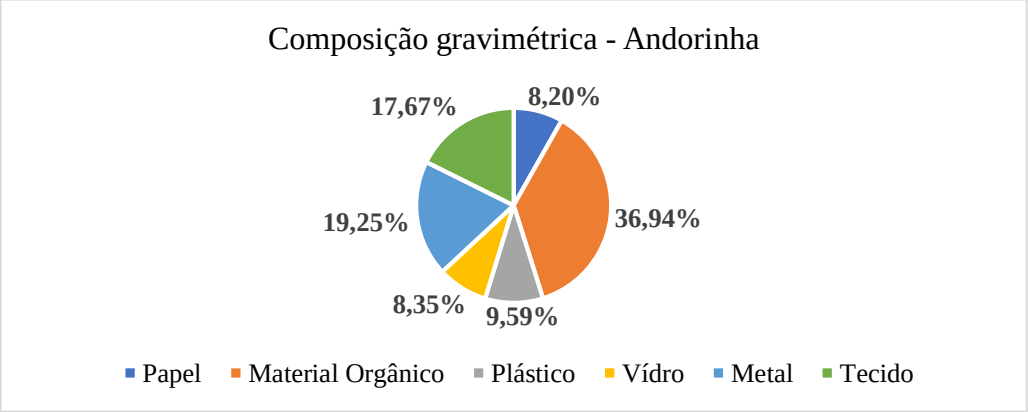
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 5 - Composição gravimétrica – Zona Rural



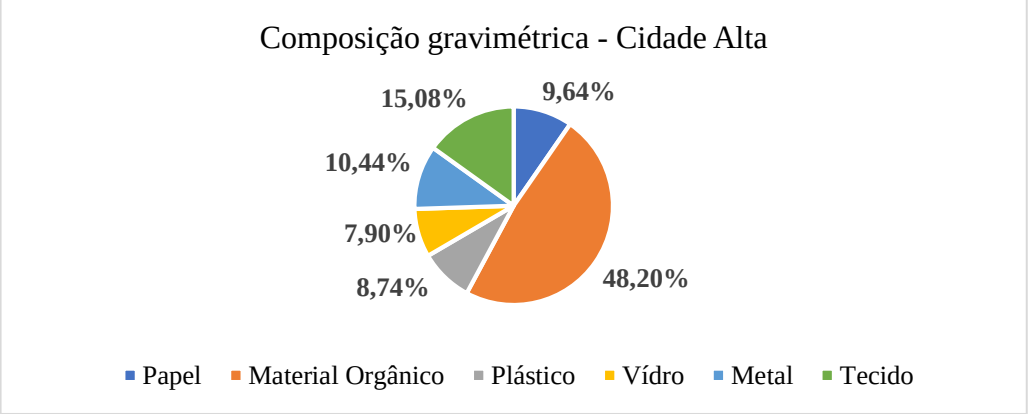
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 6 - Composição gravimétrica – Andorinha



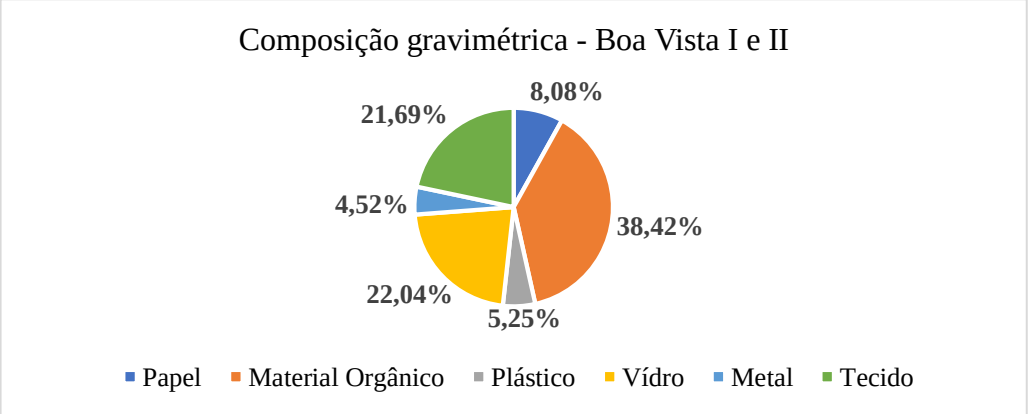
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 7 - Composição gravimétrica – Cidade Alta



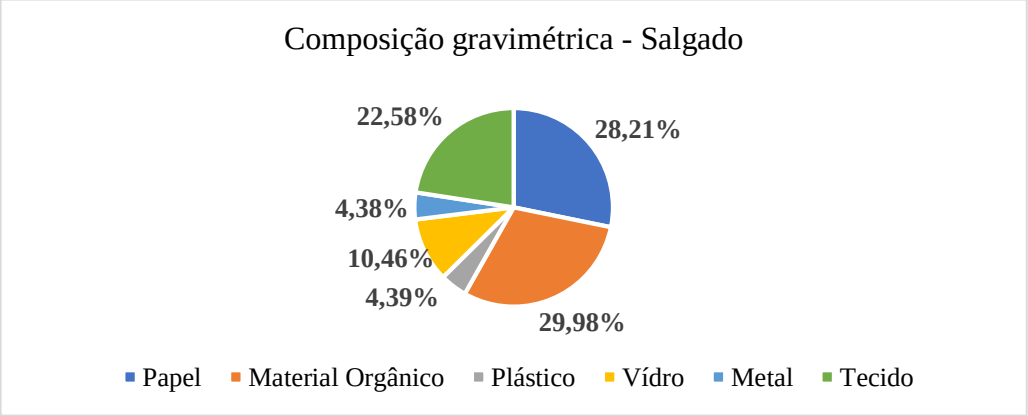
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 8 - Composição gravimétrica – Boa Vista I e II



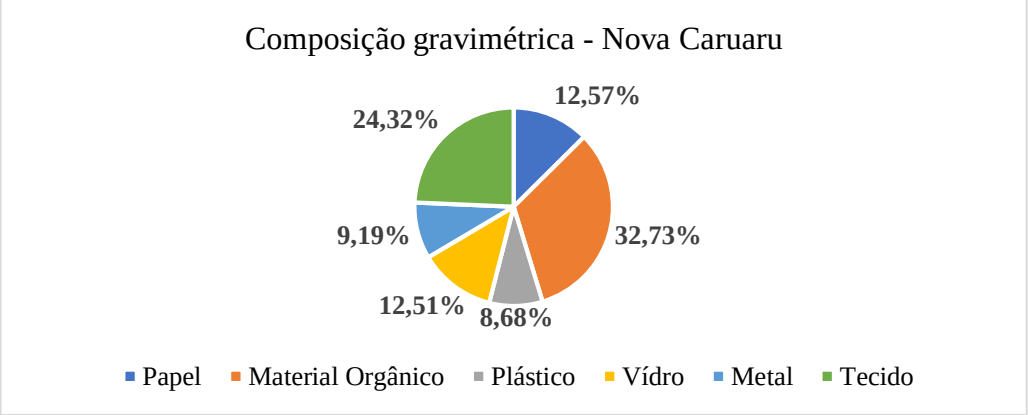
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 9 - Composição gravimétrica – Salgado



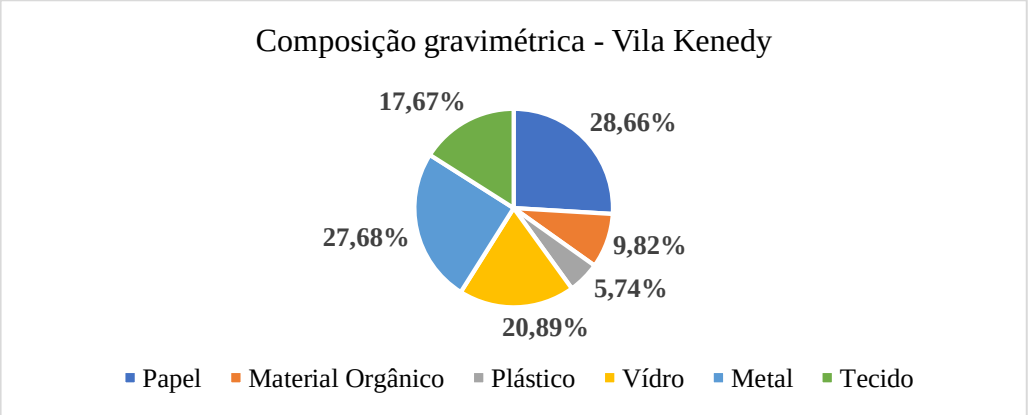
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 10 - Composição gravimétrica – Nova Caruaru



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Gráfico 11 - Composição gravimétrica – Vila Kenedy



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU (2018).

Ao analisar as Tabelas anteriores, pode-se concluir que o Material Orgânico é o tipo de resíduos sólido onde apresenta a maior porcentagem da composição gravimétrica dos bairros (com exceção da Zona Rural).

Alcantara (2010) defende que o a composição gravimétrica dos RSUs representa um instrumento indispensável para as ações que devem ser tomadas no manejo dos resíduos sólidos, desde a sua coleta a sua disposição final, utilizando técnicas sanitariamente corretas, economicamente viáveis, atentando-se que cada localidade gera resíduos sólidos diferentes. Essa constatação é comprovada também por Frésca (2007), onde um maior produto interno bruto (PIB) de um pais, resulta em uma maior quantidade de resíduos sólidos gerados, e também maior é a porcentagem de materiais como o plástico, o papel, o vidro, o metal e entre outros resíduos manufaturados, ocasionando assim, numa menor relação de materiais orgânicos presentes na composição gravimétrica. Em outras palavras, à medida que um país é desenvolvido, a participação do Material Orgânico na composição gravimétrica tende a diminuir, em consequência da presença de alimentos semipreparados que são disponibilizados pelo mercado consumidor. Nos países mais pobres da América Latina, a geração de resíduos de propriedades recicláveis é reduzida (MEDEIROS, 1999).

Utilizando desses estudos no nível dos bairros usados na gravimetria, o bairro com um maior PIB seria o bairro do Centenário, por apresentar a menor porcentagem encontrada de Material Orgânico (24,76%), por outro lado, o bairro de Cidade Alta se enquadraria como sendo o de menor PIB, devido a ser o que possui maior taxa de Material Orgânico (48,20%). Os bairros da Zona Rural e das Feiras não foram considerados nessa comparação devido à grande quantidade de descarte de lixo de forma inadequada através de incineração, enterramento ou simplesmente lançamento os resíduos no mato (PASQUALI, 2012); e de não se tratar especificamente de um bairro, respectivamente.

5.2 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Município de Caruaru/PE

5.2.1 Coleta de resíduos sólidos domiciliares

Segundo o Plano de Saneamento e Resíduos Sólidos de Caruaru/PE (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU, 2018), os resíduos domiciliares são reunidos de forma que não ocorra segregação em sua fonte de origem. Junto ao lixo doméstico, pilhas, baterias lâmpadas comuns, óleos lubrificantes e de uso culinário, pneus e embalagens de agrotóxicos, eletrônicos

e seus componentes também são coletados. Nos resíduos sólidos urbanos, industriais, volumosos e cadáveres de animais a segregação também não ocorre.

Ainda de acordo com o Plano, 300 toneladas de resíduos sólidos são coletadas no município de Caruaru todos os dias. Essa geração advém de uma produção média de 0,84 kg por habitante dia, considerando a população levantada pelo IBGE em 2017 de 356.128 habitantes. Os dados oficiais apontam uma geração de resíduo unitária de 1,2 kg/hab./dia na região Nordeste, incluindo além dos resíduos domiciliares, todos os outros demais resíduos. As quantidades de resíduos estipuladas pelo DATASUS (2011) para o Brasil e regiões estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Quantidade de resíduos coletados no Brasil e regiões

Unidade de análise	**Quantidade de resíduos coletados (t/dia)**		**Quantidade de resíduos por habitante urbano kg/hab./dia**	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	149.094,30	183.451,50	1,1	1,1
Norte	10.991,40	14.637,30	1,1	1,3
Nordeste	37.507,40	47.203,80	1,1	1,2
Sudeste	74.090,00	68.179,10	1,1	0,9
Sul	18.006,20	37.342,10	0,9	1,6
Centro-Oeste	8.495,30	16.119,20	0,8	1,3

Fonte: DATASUS (2011).

A Tabela 6 expõe a produção estimada per capita de resíduos sólidos referente ao número de habitantes.

Tabela 6 - Produção per capita domiciliar e total por faixa populacional

Faixa Populacional (habitantes)	**Produção Per capita domiciliar (kg/hab.dia)**	**Produção Per capita**
Até 20.000	0,40	0,60
De 20.001 até 50.000	0,50	0,70
De 50.001 até 100.000	0,60	0,80
Acima de 100.000	0,70	1,00

Fonte: CAR (2004); apud SEDUR (2008).

O índice per capita total apresentado no quadro anterior leva em consideração o aumento da produção de outros resíduos urbanos como o de varrição, o de serviços congêneres e dentre outros.

O serviço de coleta dos resíduos sólidos domiciliares abrange todo o município de acordo com a programação dos setores que são divididos em diurnos e noturnos. A coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos é composta por:

- 01 caminhão compactador de 15 m^3;
- 01 motorista;
- 03 coletores.

Os coletores iniciam suas funções de acordo com o itinerário e ao mapa em posse da equipe contratada, começando o serviço sempre pela mesma via pública. As funções essenciais a serem executadas pelos coletores no trabalho podem ser resumidas nos seguintes itens:

- Os coletores devem manejar e transportar os recipientes com os resíduos de forma precavida, realizando seu completo esvaziamento se atentando para não lhes causar danos e evitar a queda dos resíduos nas vias públicas;
- Os resíduos que tombarem dos recipientes ou que se dispersem durante a coleta precisam ser varridos e recolhidos;
- Transferir o conteúdo de um recipiente para outro ou lançá-lo de um ajudante para o outro não é permitido, isso também inclui o vasilhame vazio, o qual deve ser recolocado onde se encontrava, de pé;
- As funções devem ser executadas sem ruído, e sem causar danos aos recipientes.

Completado a capacidade máxima do caminhão, o motorista deve encaminhar o veículo para a disposição dos resíduos para o aterro municipal, sempre por percursos já pré-definidos. Chegando no aterro, o veículo tem seu peso aferido, com a posterior entrada da ficha de controle a um funcionário responsável pelo acompanhamento das viagens. Após isso, o veículo recebe a permissão para descarga.

Na saída do local de descarga o motorista deve levar o veículo novamente para a balança e recebe a ficha de controle devidamente registrada pelo peso transportado, o número do ticket usado e com os horários descritos, reiniciando as tarefas do dia por projetos já definidos retornando ao seu setor.

Os caminhões coletores compactadores possuem carrocerias especiais, equipadas com dispositivos de compactação, com carga máxima coerente com o chassi e fechadas de forma

que os resíduos não se dispersem para as vias públicas. Os veículos contam com ferramentas de apoio como por exemplo pá, garfo, vassourão e outros, para auxiliar no recolhimento de resíduos eventualmente dispersos nas vias públicas.

As guarnições atuam com frequência de coleta diária diurna em dois setores; diária noturna em dois setores; alternada diurna em 15 setores e alternada noturna em 7 setores. O total de mão de obra que opera efetivamente é de 121 agentes de limpeza ou reforma. Ainda Segundo o PSRSC (PREFEITURA DE CARUARU, 2018), os Resíduos da Construção Civil (RCC) são manejados da mesma forma que os resíduos domésticos, o que faz com que a responsabilidade da coleta, transporte, destinação e disposição final que cabe ao gerador para a prefeitura do município.

O descarte de maneira não adequada dos RCC faz com que pontos de descarte aleatórios desse tipo de resíduo sólido sejam criados, juntamente com a falta de fiscalização por parte do poder público municipal. A prefeitura coleta aproximadamente uma tonelada e meia de RCC mensalmente, e a equipe padrão que realiza essa função é composta de:

- 01 caminhão caçamba basculante;
- 01 motorista;
- 02 coletores; e
- 01 carregadeira.

5.2.2 Coleta Seletiva

A coleta seletiva já ocorre no município, implantada em 18 de junho de 2018, é um serviço agendado que ocorre duas vezes por semana, segundo a Prefeitura de Caruaru (2019), atualmente a coleta atende 64 condomínios cadastrados e 120 residências em toda a cidade. Com um ano de trabalho, foi recolhido um total de 120 toneladas de resíduos recicláveis, encaminhadas para às associações de catadores.

Outro programa criado pela prefeitura foi a “Operação Cata-treco”, a qual consiste em recolher resíduos de volumes maiores, como fogões, armários, camas e outros para serem reciclados, de forma que estes não acabem indo parar no Rio Ipojuca ou em terrenos baldios.

O programa “Papa-pilha” também foi criado pela prefeitura, e consiste em fazer o descarte adequado de pilhas e baterias pela prefeitura ao instalar na cidade 12 pontos de descarte

específicos para essa, de forma que esses resíduos não sejam descartados pela população junto aos resíduos domiciliares.

Devido a complexa gama de resíduos, torna-se necessário o uso de sistemas de coleta e tratamento diferenciados para uma correta coleta e tratamento diferenciados após o fim da sua vida útil, com o intuito que sua disposição seja feita de forma adequada e segura (OPS, 2005).

Waite (1995) defende que as vantagens ambientais ocasionadas pela coleta seletiva compreendem: a diminuição da utilização da matéria-prima virgem e a moderação do uso dos recursos renováveis e não renováveis; Ao se comparar a energia gasta na extração e produção das matérias-primas virgens e a valorização das matérias-primas secundárias com a energia gasta no reprocessamento dos materiais, este último apresenta uma economia maior; redução do volume de resíduos descartado em aterros sanitários e dos impactos ambientais consequentes. Assim, os bens materiais recicláveis um bem disponível para o uso no mercado de consumo.

Outro fator positivo quanto a implementação da coleta seletiva, é que juntamente com a contribuição na sustentabilidade urbana do município, ela também é uma força motriz de geração de empregos, negócios e renda, ao ser uma alternativa aos mercados formais de trabalhos para os setores mais carentes e excluídos da sociedade (SINGER, 2002).

Mesmo com a criação dos programas citados anteriormente, eles não atendem toda a o município, dessa forma, seus alcances devem ser ampliados por meio da conscientização da sociedade de que a coleta seletiva não é para gerar lucro, mas sim impactos positivos nos âmbitos sociais, ambientais e sanitários. Os programas de divulgação também devem ser intensificados, de forma que a população em geral seja orientada a dividir os resíduos de forma correta.

5.2.3 Resíduos dos Serviços de saúde

A empresa STERICYCLE GESTÃO AMBIENAL LTDA é a responsável pela coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde do município de Caruaru. O objeto do contrato é a prestação dos serviços de coleta, transporte externo e incineração dos resíduos de saúde.

5.2.4 Resíduos Sólidos Industriais

Os processos realizados pelas indústrias modernas são de natureza bastante complexa, podendo gerar uma quantidade considerável de subprodutos e resíduos sólidos, estes últimos na maioria dos casos acaba não voltando para a cadeia produtiva como alternativa de recuperação de energia e matéria, no lugar disso, são dispostos ao meio ambiente de forma inadequada, causando impactos no ambiente. Essa situação ocorre segundo Borges (2001) devido à falta de recursos humanos e limitações tecnológicas.

O descarte desse tipo de resíduo é comumente realizado junto aos resíduos domiciliares, pela ausência de áreas adequadas estabelecidas pela prefeitura de Caruaru. Análises acerca da seleção de locais adequados para esse tipo de resíduos devem ser incentivadas com urgência.

A primeira questão em relação a esse tipo de resíduo é a necessidade de ser separado dos resíduos domiciliares na disposição final, como por exemplo, a criação de um aterro exclusivo para esse tipo de resíduo. Também é necessária uma fiscalização mais rígida quanto aos resíduos sólidos industriais, como a identificação da natureza da carga, de forma que previna possíveis acidentes ambientais.

Uma outra incorporação desse tipo de resíduos sólido é sua neutralização e utilização na construção civil, como apontado por exemplo nos estudos de Balaton, Gonçalves e Ferrer (2002) sobre o uso de resíduos sólidos galvânicos em massas de cerâmica vermelha, onde a adição de até 2% da lama galvânica nos produtos cerâmicos não apresentou alteração significativa nas propriedades a massa referencial, ao usar testes de lixiviação e solubilização dos corpos de prova.

5.2.5 Resíduos de Construção Civil

John (2010) defende que os Resíduos da Construção Civil é o nome dado aos entulhos de construção civil, denominados como qualquer resíduo de material originário da execução de etapas de uma obra em atividade, seja de chamados comumente de entulhos e tecnicamente são definidos como todo resíduo de material usado na realização de etapas de obras em atividades de construção civil, podendo ser provenientes de obras de infraestrutura, demolições, reformas, restaurações, reparos, construções novas, etc., bem como um conjunto de fragmentos ou restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassa, aço, madeira, dentre outros.

De forma semelhante ao item anterior, esse tipo de resíduo é descartado junto aos resíduos domiciliares no município de Caruaru, pela ausência de uma área adequada de destinação.

Uma alternativa que possa resolver o problema da disposição desse tipo de resíduo é a reciclagem de RCC para argamassas e concretos, a qual já foi analisada e tem se apresentado como uma alternativa viável do ponto de vista tecnológico e econômico, entretanto, os riscos ambientais não foram avaliados. (LEVY, 1997; MIRANDA, 2000; HAMASSAKI et al., 1997; ZORDAN, 1997; BARRA, 1996; MORALES, ANGULO, 2000). Com pesquisas futuras e comprovação da viabilidade ambiental tem-se uma solução que tanto economiza em questão de material de primeira linha para o uso em construção civil, como destina um tipo de resíduo de forma não destrutiva (incinerador) e que não precisa de uma área em especifico para armazenagem (aterro sanitário).

Quanto aos resíduos de construção civil que se enquadram como plásticos ou madeiras, é o uso de tanques de depuração por flotação e separadores magnéticos (QUEBAUD; BUYLE-BODIN, 1999); em contrapartida, há situações onde a remoção das fases contaminantes se apresenta de maneira bem mais complexa, como os compostos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos (MULDER et al., 2000). Todavia, essas soluções demandam de um custo elevado para instalação e operação desses tipos de processamento, além da necessidade de mão de obra especializada.

5.2.6 Pontos de descarte irregular

Segundo o PSRSC (PREFEITURA DE CARUARU, 2018), em uma visita técnica feita no município, foram encontrados pontos onde os resíduos sólidos eram descartados de forma irregular (principalmente resíduos de construção civil) eram descartados de forma irregular, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Disposição irregular de resíduo de construção civil

Fonte: Prefeitura Municipal De Caruaru (2018).

5.2.7 Destinação final

O município dispunha de um aterro sanitário localizado a 10 km do centro do município, operando 24 horas por dia, 07 dias por semana. O aterro, criado em 1999, está passando por um procedimento de ampliação para mais de 30 anos de vida útil, onde sua vida útil se encerrou em dezembro de 2017, atualmente, os resíduos estão sendo dispostos em um aterro privado da empresa EMPESA ENGENHARIA SANITÁRIA.

Quando ocorre de pneus chegarem junto ao resíduo domiciliar no aterro, eles são retirados via triagem manual e doados para a empresa Cidade Verde Coleta e Transportes LTDA. O número de pneus em média por mês chega a 500. A empresa Eco Caruaru é a responsável por analisar a água subterrânea e chorume uma vez ao ano, os índices encontrados estão dentro dos padrões permitidos pela lei. A composição física do aterro é representada por:

- 02 caminhões caçamba de 6 m³;
- 01 retroescavadeira;
- 01 escavadeira hidráulica
- 03 tratores de esteira.

Alguns dos recursos humanos pertencentes ao aterro são dispostos pela empresa Locar Gestão de Resíduos, onde são:

- 02 motoristas;
- 04 operadores;
- 01 supervisor operacional
- 12 agentes de limpeza.

Outros recursos humanos são oferecidos pela prefeitura municipal de Caruaru para a operação do aterro sanitário, que compreendem:

- 01 gerente do aterro;
- 05 balanceiros.

O aterro sanitário do município também dispõe de 06 vigilantes terceirizados.

Parte da infraestrutura do aterro também está exposta nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Sede administrativa do aterro

Fonte: Prefeitura Municipal de Caruaru (2018).

Figura 6 - Equipamentos na operação do aterro sanitário

Fonte: Prefeitura Municipal de Caruaru (2018).

Algumas alternativas de soluções quanto a destinação final de forma adequada, consistem num aprimoramento das práticas usadas nos aterros sanitários, e uma ampliação do uso da compostagem, ambas descritas nos itens a seguir

a. Compostagem

Devido a composição média dos RSUs do Brasil possuir um elevado teor de matéria orgânica comparado ao teor de resíduos recicláveis, a compostagem se torna um meio viável de destinação final dos resíduos, mas da mesma forma que a reciclagem, ela deve ser implantada em conjunto com outras atividades de gerenciamento (ESCOSTEGUY, 2003).

O reuso da matéria orgânica é realizado em alguns municípios com a aplicação da compostagem, sintetizando-a em adubo orgânico. De acordo com Lamanna (2008), há no Brasil cerca de 120 usinas de compostagem no Brasil, entretanto, grande parte delas está inativa devido à falta de incentivo e de mão de obra especializada.

O município começou a utilizar desse meio em junho de 2019, focar em gerar compostos orgânicos devido ao processamento dos resíduos de poda e da matéria orgânica descartada pelas feiras livres. O adubo está sendo encaminhado de forma gratuita a agricultores e para o uso nas praças e parques da cidade. Um aspecto que pode ser melhorada nessa destinação final de resíduo seria firmar uma parceria com departamento competente a Coleta Seletiva, onde os materiais orgânicos coletados por esta possam também ser usados na compostagem.

b. Aterro Sanitário

Uma das opções para um melhor aproveitamento do aterro seria o estudo acerva do aproveitamento dos gases gerados pelas lagoas (*landfill gas*) de estabilização para geração de energia. Análises de curto prazo realizadas em aterros de grande porte, utilizando dados de teste de produção de *landfill gas* (LFG), apontaram para uma amplitude de produção de LFG entre 0,05 e 0,4 m³ de LFG por quilograma de resíduo instalado disposto no aterro (HAM, 1989).

Um planejamento em relação a uma nova destinação dos resíduos deve ser discutido, uma vez que finde a vida útil do atual aterro.

5.2.8 Geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico nos termos do Art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do Art. 33, da Lei 12.305/2010

O Art. 33 da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) afirma que fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos estão sujeitos ao sistema de logística reversa.

No município de Caruaru, há comerciantes de determinados tipos de produtos que aguardam os acordos setoriais para adoção das medidas que forem indicadas.

Pilhas e baterias são exemplos de produtos em que a logística reversa atua que são vendidas por supermercados e o destino final é o aterro sanitário de Caruaru, junto ao resíduo domiciliar.

O Art. 20 da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) instaura que os geradores de resíduos de serviços públicos de saneamento, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de mineração, resíduos perigosos, empresas de construção civil e resíduos de serviços estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Os resíduos da desobstrução de manilhas e limpeza de rios e os resíduos domiciliares tem a mesma destinação final (aterro sanitário).

5.2.9 Identificação da existência de programas especiais (reciclagem de resíduos da construção civil, coleta seletiva, compostagem, cooperativas de catadores e outros)

O processamento sustentável dos resíduos sólidos tem o intuito de minimizar a geração, gerir a coleta, o transporte, tratamento e/ou o destino final daqueles que não possam ser reutilizados ou reciclados.

A coleta seletiva no município de Caruaru é realizada por duas associações: A ASPROMA e a Associação de Catadores de Resíduos de Caruaru.

A associação Protetora do Meio Ambiente (ASPROMA) possui 19 associados e recebe fundos de uma ONG Irlandesa (vinculados a aprovação de projetos), e também recebe materiais recicláveis obtidos de campanhas nas escolas e Unidades de Pronto Atendimento (UPAs), doados pela prefeitura.

A ASPROMA está implantada em dois galpões, um deles na Vila Padre Inácio, onde existe um vínculo de comodato entre a ASPROMA e a diocese; o outro se encontra num terreno doado por participantes no bairro do Salgado.

Os associados executam a triagem, prensagem e venda dos materiais que são recicláveis e rateiam o valor comercializado por produtividade.

A Associação de Catadores de Resíduos de Caruaru é uma associação que possui 230 pessoas vinculadas e recebe doações de materiais na forma de cessão de material. Ela não está estabelecida em uma área do município e trabalha na casa dos associados, sem equipamento próprio. Os recicláveis não são triados já que os catadores realizam suas funções nas ruas com o auxílio de bicicletas com reboques.

O uso dos catadores em atividades de coleta seletiva é de importância vital, como afirma Gonçalves (2003s, p. 93) quando esta impõe que: "respeitando não só o enfoque sanitarista, mas também o ambiental, econômico e, principalmente, o social, o gerenciamento de resíduos deve envolver sempre e de forma institucionalizada os catadores de materiais recicláveis", uma vez que esses trabalhadores detêm toda a habilidade requerida para separação correta dos resíduos, alcançando, com isso, um maior reaproveitamento destes, o que irá gerar, em sequência, numa ampliação do valor econômico agregado aos recicláveis encontrados em meio ao lixo.

Além da alimentação, outras premissas como habitação, lazer, educação, entre outras, todas evocadas nas teorizações sobre de saúde, necessitam estar integradas na rede social de assistência (ROSA, A. S.; CAVICCHIOLI, M. G. S.; BRÊTAS, A. C. P., 2005). Dessa forma, a saúde do catador deve ter prioridade durante todo o processo de manejo dos resíduos sólidos.

O fornecimento de equipamento próprio para os catadores também seria um ponto a ser executado, com o auxílio do equipamento próprio o trabalho se tornará mais independente e menos desgastante para os catadores.

Para que as alternativas citadas anteriormente sejam possíveis, é necessário a criação de um órgão regulamentador que atua sobre a problemática dos catadores, administrando as condições de trabalho destes de forma que não se tornem insalubres.

5.2.10 Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento

O município detém de um dispositivo legal que regula e promove a cobrança dos serviços de coleta de resíduos sólidos, através do carnê do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Os custos mensais da prefeitura com os serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos é de aproximadamente R$ 2.500.000,00, sem considerar o gasto com o funcionamento adequado do aterro sanitário que atinge a marca de R$ 350.000,00.

5.3 Educação Ambiental

O PSCSC (PREFEITURA DE CARUARU, 2018) possui alguns mecanismos para a promoção da Educação Ambiental no município de Caruaru, entre eles estão as ações nas escolas sobre o assunto; A disponibilização de lixeiras personalizadas junto com uma parceria com os agentes de saúde para que as pessoas separem e depositem os resíduos em cada lixeira, acaba fazendo esforço no trabalho dos catadores na central de triagem seja menor.

A Educação Ambiental é essencial para o correto funcionamento das atividades de coleta, para a do tipo seletiva por exemplo, sua implementação é dependente da realização de campanhas junto à população, mostrando a importância da reciclagem e orientando-a para a importância da separação do lixo em sua origem (GONÇALVES, 2005).

Essa afirmação é complementada pelos estudos de Campos (2000), os quais afirmam que a Educação Ambiental deve sempre ser implementada junto a um plano de gerenciamento integrado, uma vez que os programas referentes a coleta seletiva onde são utilizadas campanhas educacionais são os que possuem menores orçamentos. Uma vez que a população tem recebido informações criativas, constantes e dirigidas acerca do assunto, onde passa a cooperar com as atividades.

Dentre as implementações que podem ser tomados, pode-se indicar o registro e divulgação dos resultados obtidos com os programas de coleta seletiva, tanto quantitativos, quanto qualitativos, junto a avaliação continua do seu desempenho, possibilitando a correção de erros e incentiva a população a alcançar metas maiores e com uma melhor qualidade.

Outra alternativa que também pode ser aplicada é o uso de programas de capacitação em Educação Ambiental para professores de todas as áreas do conhecimento, de modo que os temas relacionados ao meio ambiente possam ser tratados de forma transversal, em todas as disciplinas.

A conscientização dos moradores do município quanto aos problemas ambientais relacionados aos resíduos sólidos necessita ser mais incentivada com o auxílio de programas de Educação Ambiental que possam comover a população, de forma que está possa atuar em conjunto com os programas desenvolvidos pela prefeitura.

6 CONCLUSÃO

O manejo dos resíduos sólidos de um município requer um nível de integração bastante elevado, ao se considerar os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais do tema. Em decorrência disso, esse manejo necessita de um plano de gestão que, além de estar de acordo com as normas técnicas vigentes, precisa estar em concomitância com as legislações estaduais e federais a qual lhe são pertencentes. Para o município de Caruaru/PE, o plano municipal de gestão de resíduos sólidos foi firmado no ano de 2018, apresentando as ações que devem ser executadas para diferentes os tipos de resíduos sólidos, como os domiciliares, de construção civil e de saúde.

Se tratando dos resíduos sólidos domiciliares, pode-se afirmar que o Plano apresentou uma elevada estima na sua coleta com o emprego da mão de obra dos coletores, o uso de caminhões de alto volume de carga, sendo organizados em um cronograma de turnos e setores de forma que a coleta desses resíduos sejam executados da maneira correta. A gestão dos resíduos do município também está dando seus primeiros passos em relação a coleta seletiva e compostagem dos resíduos. A coleta seletiva está sendo realizada em alguns condomínios e residências de forma agendada, e a compostagem focada na sintetização da matéria orgânica das feiras livres. Quando se trata do descarte dos resíduos, Caruaru se destaca em relação a uma grande parcela dos municípios do Estado de Pernambuco (os quais utilizam lixões a céu aberto) pelo uso de aterros sanitários como disposição final.

Alguns ajustes devem ser realizados no Plano do munícipio, entre eles está a disposição final inadequada de resíduos de origem industrial e de construção civil junto aos resíduos domiciliares, sem a devida inspeção para determinação das propriedades desses resíduos, a qual poderia indicar que a disposição no aterro sanitário não seria viável ambientalmente. Além do descarte inadequado destes por parte da população que desconhece as políticas de gestão de resíduos sólidos.

Portanto, observa-se que o município de Caruaru/PE necessita de uma maior integração entre seus setores: Autarquia de Urbanização e Meio Ambiente, de Educação, e de Saúde, de forma que a gestão dos resíduos sólidos seja melhorada, focada na implementação de programas de coleta e disposição mais eficazes para cada tipo de resíduos e conscientização da população quanto à disposição inadequada dos resíduos sólidos. Dessa forma, o crescimento econômico e social do município poderá ocorrer de maneira sustentável, uma vez que os resíduos sólidos tiverem uma destinação adequada, eles deixarão de se tornarem empecilhos

para a administração pública, e poderão se tornarem fonte de renda, de emprego e de desenvolvimento científico.

REFERÊNCIAS

ADEDIPE N. O. et al. **Waste management, processing, and detoxification**. In: CHOPRA, K. et al. (Ed.) *Millennium Ecosystems Assessment.* Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses: findings of the Responses Working Group. Washington, DC:Island Press, 2005. v.3, p.313-34.

AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K.M.; FAUSIAH, S.H. (2009) **Drivers of sustainable waste cvias management in Asia. Waste Management and Research**, n. 27, p. 625-633.

ALCANTARA, A. J. O. 2010**. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cacéres, 2010.

ANDRADE, J. B. L. de (1997). **Análise do fluxo e das características físicas, químicas e microbiológicas dos Resíduos dos Serviços de Saúde: Proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares**. 208p. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRS DE NORMAS E TÉCNICAS (1987). **NBR 10.004 – Resíduos sólidos: classificação**. São Paulo. 63p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (1993). **NBR 12.808 – Resíduos de serviços de saúde: Classificação**. Rio de Janeiro, p.1-2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (2004). **NBR 10.004 – Resíduos sólidos: classificação**. São Paulo. 5p.

BALATON, V. T.; GONÇALVES, P. S.; FERRER, L. M. **Incorporação de Resíduos Sólidos Galvânicos em Massas de Cerâmica Vermelha.** Cerâmica Industrial, v. 7, n. 6, nov./dez. 2002. Disponível em:<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657167f8c9d6e028b4684/pdf/ci-7-6-587657167f8c9d6e028b4684.pdf>. Acesso em 11 dez. 2019.

BARRA, M. **Estudio de la durabilidade del hormigón de árido reciclado em su aplicación como hormigón armado**. Barcelona, 1996. 222p. Tese (Doutorado) – Universidade Politécnica da Catalunya.

BORGES, Maeli Estrêla. **Resíduos Sólidos no ambiente urbano**. Revista Marco Social, Rio de Janeiro, n.0982/1000, p.24-29, nov. 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, **DATASUS**. Brasil. 2011. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

BRASIL. (2010) ***Lei nº 12.305*, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **54% dos municípios têm plano de resíduos sólidos.** ***Brasília – DF***. 2017. Internet. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/15166-54-dos-munic%C3%ADpios-t%C3%AAm-plano-de-res%C3%ADduos.html> . Acessado em 14 Dez 2019**.**

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, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. 183 p.
CARUARU, PREFEITURA MUNICIPAL**. Lei Orgânica do Município de Caruaru. 2018. Disponível em:** https://caruaru.pe.gov.br/lei-organica-do-municipio/>. Acesso em 14 Dez. 2019.

CARUARU, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Caruaru.** 2018. Disponível em: < https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/Dec037-Plano-de-Saneamento-e-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em 07 de dezembro de 2019.
CARUARU, PREFEITURA MUNICIPAL**. Plano Diretor de Caruaru.** 2004. Disponível **em: <** https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/Plano -Diretor-Lei-Complementar-005-27.07.2004.pdf>. Acesso em 14 Dez. 2019.

CARUARU, PREFEITURA MUNICIPAL**. Prefeitura de Caruaru removeu 251 caçambas de entulho e instalou centenas de lâmpadas de LED em apenas um mês**. 2019. Disponível em: < https://caruaru.pe.gov.br/prefeitura-de-caruaru-removeu-251-cacambas-de-entulho-e-instalou-centenas-de-lampadas-de-led-em-apenas-um-mes/>. Acesso em 07 de dezembro de 2019.

COMCAP - COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Manejo de resíduos sólidos: manual para edificações multifamiliares e de uso misto**. Florianópolis, 2014.

CONDER/SEDUR. **Manual de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. Salvador. 2006.

DIAS, S.M.F. (2003). **Avaliação de programas de educação ambiental voltados para o gerenciamento os resíduos sólidos urbanos**. 326p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, S.M.F. (2009). **Proposição de uma matriz de indicadores de sustentabilidade em gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e sua aplicação em um estudo de caso**. 58f. Monografia (Progressão de carreira no magistério superior) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1992). **Facility Pollution Prevention Guide.** EPA Pollution Prevention Office, Ohio, may.

ESCOSTEGUY, P. A. V. **Gerenciamento de resíduos sólidos e seus impactos Ambientais: uma visão do contexto atual**. Passo Fundo: UPF, 2003.112 p

FRÉSCA, F. R. C.. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. 2007. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2007.

GASQUES, A. C. F. **Caracterização Quantitativa e Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Campo Mourão - PR**. [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
GONÇALVES, P**. Lixo.com.br**. 2003a. Disponível em: ‹www.lixo.com.br›. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistíca. Cuidando do lixo. Disponível em: ‹www.ibge.gov.br›. Acesso em: 14 de dezembro de 2019.

GONÇALVES, P. Reciclagem Integradora dos Aspectos Ambientais, Sociais e Econômico. Rio de Janeiro: DP&A: Fase, 2003b.

GIROD, J. L. (1993). **Loi du 15 juillet 1975. Code pratique des déchets textes officiels commentairs jurisprudence.** Nouvelle edition. p.321.
HAM, R. K.; MORTON, A. B. **Measurement and Prediction of Landfill Gas Quality and Quantity**. in Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact ed. Chistensen, Thomas H., Cossu, Raffaello, and Stegmann, Rainer. (Academic Press, New York, 1989) p. 155-158

HAMASSAKI, L.T. et al. Uso do entulho como agregado para argamassas de alvenaria. In: **Reciclagem na construção civil, alternativa econômica para proteção ambiental**. São Paulo, 1997. Anais. São Paulo (EPUSP), 1997. p.11-20.

HASAN, S. E. (1995). **Geology and hazardous waste management.** Prentice Hall, Inc. p.387.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2004. 200 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2010. ***Sinopse do Censo Demográfico 2010***. 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=12&uf=00>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNÓLOGICAS (IPT). **Resíduo municipal:** manual de gerenciamento integrado. 2ª. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), 2000.

JACOBI, Pedro R.; BESEN, Gina R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados. v. 25 n. 71 São Paulo Jan./Apr. 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010>.
Acesso em: 14 out. 2019.

JOHN, Vanderley Moacyr**. Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2010. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de SP.

KLUNDER, A. et al. **Concept of ISWM**. Gouda: Waste, 2001.

LAMANNA, S.R. **Compostagem caseira como instrumento de educação ambiental e de minimização de resíduos sólidos**. 2008.192 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LEVY, S.M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassas e concretos**. São Paulo, 1997. 147p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MAZZINI, A. L. D. A. **Dicionário educativo de termos ambientais**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2006.

MEDEIROS, C. P. S. **Hipóteses sobre os impactos ambientais dos estilos de desenvolvimento na América Latina a partir dos anos 50**. Série Meio Ambiente em Debate, Brasília, v. 29, p.15-19, 1999.

MESQUITA JÚNIOR, J.M. **Gestão integrada de resíduos sólid**os / José Maria de Mesquita Júnior. Coordenação de Karin Segala. – Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MIRANDA, L.F.R. **Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado**. São Paulo, 2000. 172p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MORALES, G.; ANGULO, S.C**. Produção de concreto de cimento portland utilizando entulho de obra reciclado**. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 7. Salvador, 2000. Anais. Salvador, ANTAC, 2000.

MOREIRA et al. (1994). **Geração e manejo de resíduos sólidos de serviços de saúde no município de Bauru – SP.** P.69. Resumos expandidos/ Apresentado ao 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE ANÁLISE AMBIENTAL. 1º FÓRUM NACIONAL. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

MULDER, E. et al. **Immobilisation of PAH in waste materials**. In: Waste Materials in Constructions. Inglaterra, 2000. Proceedings. Inglaterra, 2000. p. 953-62.

OPS – Organización Panamericana de la Salud. **Informe regional sobre la evaluación de los servicios de manejo de residuos sólidos en la Región de América Latina y el Caribe**. Washington (DC), 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. OECD. **Environmental Outlook to 2030**. Disponível em: <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/40200582.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

PASQUALI, Luiz. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos recicláveis domiciliares no meio rural de Chopinzinho/PR**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado 41 em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012. Disponível em:<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/415/1/PB_PPGDR

_M_Pasquali%2C%20Luiz_2012.pdf>. Acesso em: dez. 2019.

QUEBAUD, M.R.; BUYLE-BODIN,F**. A reciclagem de materiais de demolição: utilização dos agregados reciclados no concreto**. In: Congresso Brasileiro de Cimento (CBC), 5. São Paulo, 1999. Anais. São Paulo, 1999. 14p.

RECESA, GOMES, Luciana Paulo; CASTILHOS JR, A. B. **Curso de Capacitação em Saneamento Ambiental: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos.** Florianópolis, SC, UFSC, 2007. 58p.

ROCCA, A. C. C. et al. (1993). **Resíduos sólidos industrias.** In: Trabalho elaborado pelo corpo técnico da CETESB. CETESB, São Paulo, 2 ed. 234p.

ROSA, A. S.; CAVICCHIOLI, M. G. S.; BRÊTAS, A. C. P. (2005)**. O processo saúde-doença-cuidado e a população em situação de rua**. Rev Latino-am Enfermagem. 2005.

SCHALCH, V. (2001). **Estratégia para a gestão de resíduos sólidos.** Fluxograma apresentado durante a disciplina do Curso de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento. "Gerenciamento de Resíduos Sólidos", ago.-dez. (Transparências). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SEWELL, G. H. (1978). **Administração e controle da qualidade ambiental.** São Paulo. Universidade de São Paulo. 295p.

SINGER, P**. A recente ressurreição da economia solidária no Brasil**. In: SANTOS, Boaventura de Souza (Org.) Produzir para viver: os caminhos da produção não capitalista. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira; 2002. p.81-126.

SISTEMA FIRJAN. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo.** Rio de Janeiro: GMA, 2006.

STRAUCH, M. (2008) **Gestão de recursos naturais e resíduos**. *In:* STRAUCH, M.; ALBUQUERQUE, P.P. *Resíduos*: como lidar com recursos naturais. São Leopoldo: Oikos. p. 29-82.

TCE-PE, 2019. Dados das inspeções realizadas pelo corpo técnico do TCE-PE: **DIAGNÓSTICO:DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PE** – 2018, 2019. Disponível em:<https://www.tce.pe.gov.br/internet/docs/tce/Apresentacao_Diagnostico_RS_2018_.pdf>. Acesso em 14 Dez. de 2019.

TESTA, S. M. (1994). **Geological aspects of hazardous waste management.** CRF Press Inc, Boca Ranton, Flórida, p.537.

WAITE, R. **Household waste recycling**. London: Earthscan Publications, 1995.

ZANTA, Viviana Maria; FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos.** Capitulo 1. PROSAB, 2007.

ZORDAN, Sergio Eduardo. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. 140f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP. Disponível em: < http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258458/1/Zordan_SergioEduardo_M.pdf >. Acesso em: 11 dez. 2019.