



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS MONTEIRO
ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

PAULO ROBERTO FERNANDES

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
CIDADE DE PEQUENO PORTE NO CARIRI PARAIBANO**

MONTEIRO-PB 2021

PAULO ROBERTO FERNANDES

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
CIDADE DE PEQUENO PORTE DO CARIRI PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para conclusão da Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente e obtenção do grau de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva Júnior

MONTEIRO-PB

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Bibliotecária responsável Porcina Formiga dos Santos Salgado - CRB15/204
IFPB, campus Monteiro.

F363a	Fernandes, Paulo Roberto. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em cidade de pequeno porte no Cariri Paraibano / Paulo Roberto Fernandes – Monteiro-PB. 2021. 50fls. : il. Orientador: Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva Junior. TCC (Curso Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPB Campus Monteiro. 1. Resíduos sólidos - Gestão 2. Indicadores – Cariri Paraibano I Título. CDU 628.312.1
-------	---

PAULO ROBERTO FERNANDES

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
CIDADE DE PEQUENO PORTE DO CARIRI PARAIBANO**

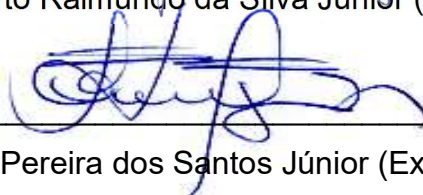
Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para conclusão da Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente e obtenção do grau de Especialista.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em 07/04/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva Júnior (Orientador - IFPB)



Prof. Dr. Otávio Pereira dos Santos Júnior (Examinador - IFPE)



Profº Me. Whelson Oliveira de Brito (Examinador - IFPB)

AGRADECIMENTO

À Deus, o dono e arquiteto do universo responsável pelo passado, presente e futuro, a quem devo tudo na minha vida. Em especial aos meus pais, que fazem parte de outro plano de vida, mas sempre estiveram me dando forças espiritualmente para que eu nunca desistisse, aos meus irmãos e familiares, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando nos momentos difíceis, que não foram poucos, durante esta jornada. Aos meus amigos de sala de aula e aos professores do IFPB que me motivaram e contribuíram na realização dessa etapa.

Agradeço ao Prefeito Alecsandro Bezerra dos Santos, que facilitou quando me dispensava do trabalho nas horas de necessidade para com o estudo, ao atual Prefeito Interino Ubirajara Antônio Pereira Mariano por conceder as informações necessárias da prefeitura, junto com Marícia Ralline Couto Mariano, todos os garis que facilitaram com a autorização e publicação de fotos com a sua imagem, ao amigo e companheiro Vagner Maurício Queiroz da Costa que me ajudou bastante.

E agradeço em especial ao professor Wamberto Raimundo da Silva Júnior meu orientador, minha esposa Maria do Socorro Neves Fernandes e aos meus dois filhos Josepha Paloma Neves Fernandes e Paulo Roberto Fernandes Filho, que sem o incentivo e paciência dos mesmos, nada seria possível.

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos no Brasil é um crescente desafio para a sociedade atual, especialmente para a administração pública, em razão da quantidade e da diversidade de resíduos, do crescimento populacional e do consumo, da expansão de áreas urbanas e da cultura histórica de aplicação de recursos insuficientes para sua efetivação. Nesse contexto, o estudo tem como objetivo a realização de uma análise da gestão de resíduos sólidos na cidade de Camalaú/PB identificando os principais desafios e propondo as melhores práticas para aumentar a eficiência do sistema de gestão. Para tanto, foram levantadas informações acerca das formas de disposição final e sistemas de coleta, dos planos, das ações, da legislação e práticas realizadas, assim como a aplicação do Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA). Os resultados indicam o município apresentou ICGRA de 4,6, considerado inadequado sobretudo através de deficiências no planejamento e condições operacionais. De maneira geral, a tomada de decisões na adoção de soluções de gerenciamento de resíduos sólidos é realizada, de forma empírica e sem critérios técnicos bem definidos, o que se torna um obstáculo ainda maior para a implementação das ações mínimas necessárias para o alcance da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos, Indicadores, Cariri Paraibano.

ABSTRACT

The management of solid waste in Brazil is a growing challenge for today's society, especially for the public administration, due to the quantity and diversity of waste, population growth and consumption, the expansion of urban areas and the historical application culture insufficient resources for proper management. In this context, the study aims to conduct an analysis of solid waste management in the of Camalaú/PB city, identifying the main challenges and proposing best practices to increase the efficiency of the management system. To this information was collected about the forms of final disposal and collection systems, plans, actions, legislation and practices carried out, as well as the application of the Updated Waste Management Condition Index (ICGRA). The results indicate the municipality had an ICGRA of 4.6, considered inadequate mainly due to deficiencies in planning and operational conditions. In general, decision-making in the adoption of solid waste management solutions is carried out, empirically and without well-defined technical criteria, which becomes an even greater obstacle to the implementation of the minimum actions necessary to achieve the National Solid Waste Policy.

Keywords: Solid waste management, Indicators, Cariri Region of Paraíba.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTT – Agência Nacional De Transportes Terrestres

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

ICGRA – Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado

PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS.....	11
	2.1 Objetivo geral	11
	2.2 Objetivos específicos.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
	3.1 Classificações dos Resíduos Sólidos	12
	3.2 Geração e composição.....	13
	3.3 Acondicionamento e transporte dos resíduos.....	14
	3.4 Resíduos dos Serviços de Saúde.....	15
	3.5 Resíduos Industriais	16
	3.6 Resíduos da Construção Civil	17
	3.7 Outros tipos de resíduos	18
	3.8 Recuperação de recicláveis.....	19
	3.9 Disposição final	20
	3.10 Importância sanitária da gestão de resíduos sólidos.....	21
	3.11 Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos	22
	3.12 Indicadores de Gerenciamento de Resíduos	24
	3.13 Legislação Nacional	26
	3.14 Legislação Municipal	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
	4.1 Caracterização da área de estudo.....	29
	4.2 Tipo e natureza da pesquisa	30
	4.3 Coleta e análise de dados	31
	4.4 Estimativa de custo para criação da taxa de coleta de resíduos.....	31
	4.5 Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA).....	32

5	RESULTADOS.....	32
5.1	Diagnóstico dos Resíduos Sólidos	32
5.2	Panorama do sistema de gerenciamento de resíduos do município	35
5.3	Estimativa de custo para criação da taxa de coleta de resíduos.....	40
5.4	Estimativa de custo considerando a implantação de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos.....	41
5.5	Indicador de Eficiência de Gerenciamento	42
5.6	Proposta de Melhoria na Gestão dos Resíduos	44
6	CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A eficaz Gestão de Resíduos Sólidos é necessária para prevenir e controlar doenças a eles relacionadas, evitar a poluição do nosso meio ambiente, a escassez de recursos naturais, as desigualdades sociais e as mudanças climáticas, que terminam por ameaçar a própria existência humana.

O Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos da Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério de Desenvolvimento Regional, no ano de 2018, mostrou uma elevada cobertura do serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos, correspondendo a 98,8% da população urbana e 92,1% da população total. No entanto, a coleta seletiva aparece em apenas 38,1% dos municípios (BRASIL, 2019).

São coletados em média 0,96 kg/hab./dia, totalizando cerca 62,78 milhões de toneladas/ano ou 172 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros. A coleta seletiva é estimada em apenas 4,11% desse total. Ainda são recuperados 1,7%, através de unidades de triagem, e 0,2% através de unidades de compostagem. Por fim, dos resíduos destinados à disposição final, 75,6% vão para aterros sanitários e 24,4% para aterros controlados e lixões (BRASIL, 2019).

Os municípios com menos de 30 mil habitantes, faixa correspondente ao município alvo deste estudo, apresentam uma taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares de 97,5% da população urbana, abaixo, porém próximo da média nacional (98,8%) (BRASIL, 2019).

Quando considerada a população total, a cobertura da coleta domiciliar cai para 92,1% no Brasil, 86,1% na Região Nordeste, e 74,5 % entre os municípios com menos de 30 mil habitantes, devido ao elevado déficit de atendimento da população rural, devido às distâncias, dificuldade de acesso e elevados custos de coleta e transporte. Estima-se que 48,8% da população rural não é atendida por estes serviços, déficit acentuado nas regiões Norte e Nordeste e nos menores municípios, que costumam concentrar maior população rural (BRASIL, 2019).

A Região Nordeste coletava em média 1,13 kg/hab./dia de resíduos sólidos urbanos, maior taxa entre as regiões brasileiras, e 17,2% superior ao índice médio nacional. Esse índice na Paraíba foi de 1,03 kg/hab./dia, e nas cidades com menos de 30 mil habitantes, de 0,96 kg/hab./dia, idêntica à média nacional (BRASIL, 2019).

A coleta de resíduos foi o setor de saneamento básico que mais se desenvolveu nas últimas décadas. Apesar da ampla cobertura, grande parte dos

resíduos não é devidamente coletada, permanecendo nos logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos d'água. Os problemas surgem quando se observa a disposição final, onde a maioria das cidades buscou apenas afastar os resíduos dos centros urbanos, depositando-os sem quaisquer cuidados ambientais (MONTEIRO et al, 2011).

Entre os municípios participantes do SNIS, 47% cobram pelo serviço de coleta domiciliar, representando 60,2% da população atendida. No Nordeste, a cobrança está presente em apenas 9,1% dos municípios, representando 43,2% da população. As formas de cobrança mais comuns são as taxas adicionadas ao boleto de IPTU ou de água. Há uma tendência para que mais municípios venham a cobrar pelo serviço, embora os valores arrecadados costumam ser insuficientes para cobrir os custos do serviço (BRASIL, 2019).

No Brasil o custo médio do manejo dos resíduos sólidos era de R\$130,47 por habitante urbano, totalizando R\$ 22 bilhões. No entanto, apenas 47% dos municípios cobram pelo serviço, e o valor arrecadado cobre apenas 54,3% dos custos. No Nordeste o custo médio fica em R\$ 117,34/hab./ano, e a cobrança cobre apenas 31,2% dos custos. Os pequenos municípios são os que têm menor autossuficiência financeira, de apenas 28% (BRASIL, 2019).

A cobrança pelo serviço de coleta e destinação de resíduos sólidos, através de uma taxa realista e socialmente justa, cobrindo os custos dos serviços, sempre implica ônus político que nem sempre os prefeitos e vereadores estão dispostos a assumir. Assim, ou os serviços de limpeza urbana recebem menos recursos que os necessários ou verbas orçamentárias de outros setores essenciais, como saúde e educação, são destinados para estes serviços (MONTEIRO et al, 2011).

Uma adequada gestão de resíduos sólidos protege o meio ambiente, reduz os custos com destinação e com reparação pelos danos causados. Além dos benefícios ambientais, gera emprego e renda, e tem potencial para baratear o custo de produção de novos produtos, através da reciclagem e também evitando a escassez (e o conseqüente encarecimento) de recursos naturais.

Este trabalho visa realizar uma análise e propor medidas para melhoria no desempenho da gestão de resíduos sólidos no município de Camalaú - PB, visando subsidiar a tomada de decisão da administração pública quanto à redução dos impactos ambientais e custos associados. Adicionalmente, tem a importância servir de base para implantação de novas práticas na gestão no município de Camalaú.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise dos aspectos quali-quantitativos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Camalaú/PB

2.2 Objetivos específicos

- Analisar os planos, ações e práticas de gestão no município a luz da Lei Federal 12.305/2010;
- Identificar como os resíduos são coletados e transportados, bem como o local de destinação final (inventário);
- Aplicar o Indicador de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Propor medidas para melhoria no desempenho da gestão de resíduos sólidos no município de Camalaú - PB.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificações dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas, de acordo com a suas formas de geração, de reciclagem, ou da sua periculosidade, etc.

Os resíduos podem ser classificados segundo sua origem, como aparece no Art. 13 da Lei nº. 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). (BRASIL, 2010):

- domiciliares: originados em atividades domésticas urbanas;
- de limpeza urbana: provenientes da limpeza de logradouros e vias públicas;
- urbanos: conjunto formado pelos resíduos domiciliares e de limpeza urbana;
- de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- dos serviços públicos de saneamento básico;
- industriais;
- dos serviços de saúde;
- da construção civil;
- agrossilvopastoris;
- dos serviços de transportes:
- de mineração;

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos podem ser classificados em:

- **Resíduos perigosos (Classe I):** quando oferecem algum risco à saúde pública ou ao meio ambiente, como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- **Resíduos não perigosos não inertes (Classe II A):** quando não apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, sendo biodegradáveis, combustíveis ou solúveis em água.
- **Resíduos não perigosos e inertes (Classe II B):** que não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor), mesmo após serem submetidos a um contato

dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente.

O Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Camalaú classifica os resíduos sólidos em (CAMALAÚ, 2016):

- Domiciliar: produzidos pela ocupação de imóveis públicos ou particulares;
- Público: resultante das atividades de limpeza urbana, em calçadas, vias e logradouros e cestos públicos;
- Especiais: aqueles cuja produção diária exceda o volume ou peso fixado pela coleta regular, ou que requeiram cuidados especiais.

Os resíduos ainda podem ser classificados de acordo com sua natureza física em:

- Úmidos (ou molhados): Formados por materiais orgânicos que se decompõem na natureza, como restos de comida, de plantas, frutas, animais (e suas excreções), entre outros;
- Secos: São em sua maioria decorrentes de produtos industrializados, e podem levar muito tempo para se degradar na natureza, como plástico, vidro, metal, tecidos, couro, borracha, eletrônicos, papel, entre outros.

Quanto às substâncias constituintes e suas características de decomposição, os resíduos sólidos podem ser (FUNASA, 2006):

- Facilmente degradáveis: restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos;
- Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Dificilmente degradáveis: couro, pano, madeira, borracha, cabelo, penas, ossos, plásticos;
- Não degradáveis: metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

3.2 Geração e composição

Segundo Carijó (2016), a geração de resíduos começa no momento que o produto ou material não tem mais utilidade para seu proprietário, sendo então descartado. Este é o momento que determina a quantidade e tipologia dos resíduos

gerados, que pode variar bastante de uma região para outra, e ao longo do tempo, influenciada pelos hábitos de consumo, cultura, poder aquisitivo, grau de educação, variações sazonais, clima, etc.

Uma cidade pequena, de até 30 mil habitantes, costuma gerar em torno de 0,50 kg/hab./dia de resíduos urbanos, enquanto uma megalópole costuma gerar mais que o dobro disso. Nas férias escolares a geração de resíduos tende a diminuir em algumas áreas das cidades, aumentando nos locais turísticos. Também há tendência a uma maior geração de resíduos durante o fim e início de cada mês, período de recebimento de salários (MONTEIRO et al, 2011).

Uma das principais características analisadas nos resíduos sólidos é sua composição gravimétrica, que é a percentagem, em peso, de cada componente presente numa fração amostral de resíduos, permitindo assim determinar a melhor forma de tratamento ou disposição final. Assim como a quantidade, a composição varia bastante (MENEZES et al., 2019).

Analisando a composição gravimétrica dos resíduos de alguns países, a matéria orgânica representa 65% dos resíduos do Brasil, mas apenas 35,6% nos EUA. O vidro representa 3% no Brasil e 14,5% na Holanda. Os metais correspondem a 4% no Brasil, contra 8,7% nos EUA. E os papéis que representam 25% no Brasil, são 41% dos resíduos dos EUA (MONTEIRO et al, 2011).

Países desenvolvidos costumam descartar mais materiais secos, como embalagens, bastante papel e plástico, e produtos mais elaborados. Os países menos desenvolvidos descartam mais materiais úmidos, decorrentes das necessidades básicas da população, sobretudo, da alimentação.

Também é fácil perceber que nas épocas de chuvas o teor de umidade do lixo cresce, assim como costuma ter maior presença do alumínio, plásticos e vidros (embalagens de bebidas) durante o período de festas e no verão. No outono, por sua vez, há um aumento na presença de folhas de árvores. (MONTEIRO et al, 2011).

3.3 Acondicionamento e transporte dos resíduos

Após a geração, os resíduos precisam ser acondicionados em alguma embalagem adequada para que possam ser coletados, evitando acidentes, mau cheiro, vazamentos e a atração de insetos e outros animais. No caso de grandes quantidades de resíduos a serem recolhidos em um único local, eles devem ainda ser

armazenados em algum espaço ou recipiente para aguardar a coleta. Tanto o acondicionamento quanto o armazenamento são de responsabilidade do gerador, cabendo ao poder público orientar a população sobre a maneira mais adequada (IPT e CEMPRE, 2018).

Segundo Velloso, Santos e Anjos (1997), os resíduos podem ser acondicionados em recipientes de dois tipos:

- Com retorno: aqueles que são devolvidos aos usuários após seu esvaziamento pela equipe de coleta. Os mais comuns são containers de ferro galvanizados, plástico duro ou latão. Aí podem ser enquadradas as próprias lixeiras públicas.
- Sem retorno: recipientes que são colocados nos veículos coletores juntamente com o lixo neles contidos. São geralmente sacos plásticos ou de papel.

Cortes por objetos perfurantes, infecção por agentes infectocontagiosos e ataques de insetos são comuns para os trabalhadores da coleta de lixo, devido ao mau acondicionamento dos resíduos.

No Brasil, a coleta e transporte dos resíduos domiciliares e públicos costuma ser feita por caminhões basculantes, baú ou carroceria (43,1%), caminhões compactadores (43%) ou tratores agrícolas com reboque (10,6%) (BRASIL, 2019).

3.4 Resíduos dos Serviços de Saúde

Segundo IPT e CEMPRE (2018, pag. 29), os resíduos dos serviços de saúde são constituídos por:

[...] resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, oriundos de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. Tratam-se de agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de culturas e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencido, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc.

Os resíduos assépticos, como papéis e restos da preparação de alimentos, que não tiveram contato direto com os pacientes, desde que coletados e segregados corretamente, podem ser tratados como resíduos domiciliares. (IPT e CEMPRE, 2018).

A Resolução nº 358 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.

Ela estabelece que o gerenciamento desses resíduos, desde a geração até a disposição final, é de responsabilidade do gerador, sendo responsáveis solidariamente, todos aqueles que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, como transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição. Segundo essa resolução, os geradores de resíduos de serviços de saúde devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, obedecendo aos critérios estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 2005).

A coleta dos resíduos dos serviços de saúde é feita de forma a promover a destinação apropriada e manejo seguro de resíduos infectantes, e evitar a contaminação de resíduos não perigosos. Inicia-se com a seleção e triagem entre resíduos sépticos e assépticos, depois ocorre o transporte interno e o armazenamento temporário. A coleta e transporte externo devem ser feitos em veículos com carroceria metálica fechada, de fácil operação de carga e descarga, e de fácil limpeza. Se usados caminhões compactadores, o grau de compactação deve ser mínimo para evitar o rompimento dos sacos. Todo o pessoal envolvido deve usar os equipamentos de proteção adequados, estarem com a vacinação em dia e fazendo exames periódicos (IPT e CEMPRE, 2018).

3.5 Resíduos Industriais

Os resíduos industriais são aqueles originados nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia, construção civil, etc. Os resíduos industriais tem composição bastante variada, em cada ramo da indústria, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, etc. A maior parte dos resíduos tóxicos (Classe I) provêm da indústria (IPT e CEMPRE, 2018).

Assim como os resíduos dos serviços de saúde, o gerenciamento de resíduos industriais também é de responsabilidade do gerador, cabendo ao poder público apenas orientar e fiscalizar.

3.6 Resíduos da Construção Civil

Os resíduos gerados pela indústria da construção civil são um dos maiores problemas de saneamento básico. Essa indústria é uma grande consumidora de recursos naturais, e também uma grande geradora de resíduos. A tecnologia construtiva mais aplicada no Brasil gera em torno de 300 kg de resíduos por m² construído, 3 vezes a média dos países desenvolvidos (MONTEIRO et al, 2011).

Os Resíduos da Construção Civil tem composição bastante variada, sendo formados por materiais de construção desperdiçados (concreto, tijolos, argamassa, ferro, cobre, vidro, madeira, gesso, tintas, solventes), partes finais (paredes, forros, portas, pias, acabamentos, louças) descartadas de edificações demolidas ou reformadas, e também por embalagens dos materiais de construção (plásticos, papéis, papelão, além dos resíduos da limpeza e escavação dos terrenos (solos, rochas, árvores e plantas). A composição e o volume dos RCC variam com o tipo, o porte e a fase de execução da obra.

Não são produzidos apenas na construção de edificações, mas também nas operações de manutenção e principalmente de reforma e demolição. Os resíduos na fase de construção normalmente são decorrentes de desperdício, enquanto os resíduos de reforma e demolição são de materiais descartados por não apresentarem mais serventia para aquele empreendimento (JOHN e AGOPYAN, 2000).

A resolução CONAMA 307 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Ela classifica os mesmos em (BRASIL, 2002):

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: concreto, argamassa, tijolos, telhas e outros materiais cerâmicos, pavimentação, solo. Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, como matéria prima na própria obra ou em outro lugar. O excedente deve ser encaminhado a aterro de resíduos Classe A, permitindo recuperação para usos futuros;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas específicas;
- Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e outros objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Assim como na classe C, normas técnicas específicas são necessárias para lidar com estes resíduos.

A resolução CONAMA 307 proíbe a disposição de resíduos da construção civil em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Ela ainda estabelece o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, como instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2002).

3.7 Outros tipos de resíduos

Embora geralmente não sejam resíduos urbanos, os resíduos agrícolas devem ser considerados em uma proposta de gerenciamento integrado de resíduos. Esse tipo de resíduo tem origem nas atividades agrícolas e da pecuária. Incluem embalagens de fertilizantes e de defensivos agrícolas, rações, restos de colheita, esterco animal, etc. (IPT e CEMPRE, 2018).

O gerenciamento dos resíduos agrícolas é de responsabilidade do gerador (agricultor). No caso das embalagens de agro químicos (altamente tóxicos), há a corresponsabilização com os fabricantes, quanto aos cuidados com a destinação final.

O gerenciamento de resíduos de Portos, Aeroportos, Terminais Rodoviários e Ferroviários não serão debatidos, por não existirem na cidade alvo do estudo.

Pode-se observar que todo o resíduo que, por suas características (massa, volume, quantidade, forma, periculosidade, etc.), não apresente condições de ser

coletado regularmente pelo município, deve ter a sua coleta e disposição realizadas pelo gerador, e em alguns casos, com responsabilização dos fabricantes e vendedores. Até mesmo resíduos domésticos como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, remédios, móveis e pneus, podem requerer uma coleta e/ou destinação especial.

3.8 Recuperação de recicláveis

Reciclagem é o processo pelo qual materiais descartados, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como insumos ou matéria-prima, na fabricação de novos produtos. Tendo como benefícios a diminuição da quantidade de resíduos a ser aterrada, prolongando a vida útil do aterro, preservação de recursos naturais, economia de energia, diminuição de impactos ambientais, criação de novos negócios e geração de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2010; IPT e CEMPRE, 2018).

Para implantar a segregação de materiais, visando a sua reciclagem, é importante identificar esquemas pelos quais possa haver escoamento desses materiais. Não se deve segregar material para reciclagem caso não haja demanda significativa dos mesmos. Quando a prefeitura opta por implantar um processo de separação para que haja a reciclagem, há dois processos de separação possíveis (IPT e CEMPRE, 2018):

- Coleta seletiva: separação dos materiais na fonte pelo gerador (população), com posterior coleta dos materiais separados, ou;
- Usinas de triagem: separação dos materiais em usinas de triagem, após a coleta normal.

A coleta seletiva porta a porta é o modelo mais empregado, onde de forma semelhante ao da coleta tradicional, um veículo específico para recicláveis recolhe os materiais já separados pela população. A separação pode ser por material (papel, metal, vidro e plástico), ou em um único recipiente destinado aos resíduos secos (recicláveis), sempre separado dos resíduos úmidos (orgânicos). Após a coleta os materiais podem ainda passar por uma usina de triagem para uma separação mais criteriosa visando à comercialização.

Os Pontos de Entrega Voluntária – PEV, é um tipo de coleta seletiva onde a própria população de forma voluntária, leva os resíduos separados até contêineres ou recipientes em locais públicos.

As usinas de triagem têm a grande vantagem de não alterar o sistema convencional de coleta, mudando apenas o destino do caminhão, que não vai diretamente para o lixão ou aterro, mas requer um grande investimento em equipamentos, instalações e capacitação. As usinas de Triagem combinadas a unidades de compostagem da fração orgânica podem reduzir a quantidade de resíduos destinados ao aterro em até 50%, e podem ser operadas em parceria com as cooperativas de catadores.

A coleta seletiva tem aumentado significativamente no Brasil. Em 1994, apenas 81 municípios faziam a coleta seletiva em escala significativa. Em 2016, esse número chegou a 1.055, quase 19% do total de municípios do país. No mesmo período o custo médio da coleta seletiva baixou de US \$240,00/t para US \$102,49/t, mas a receita obtida ainda é insuficiente para cobrir os custos (IPT e CEMPRE, 2018).

No Brasil, é muito comum a catação de materiais recicláveis no lixão, que são vendidos a sucateiros. Essa atividade é uma forma de sustento pra muitas famílias de catadores e comerciantes destes materiais, que vivem frequentemente em barracos em volta do lixão. O fechamento de um lixão tem o grande desafio político e social de dar outra forma de sobrevivência a essas comunidades. Uma alternativa seria formar associações ou cooperativas de catadores que funcionariam em locais apropriados para selecionar os materiais antes da entrada deles no lixão ou aterro sanitário, trazendo vantagens do ponto de vista sanitário e na segurança destes trabalhadores (IPT e CEMPRE, 2018).

3.9 Disposição final

Se disposto de forma inadequada, os resíduos podem se tornar grandes problemas sanitários e sociais. À medida que soluções técnicas são adotadas, com tratamentos mais adequados e eficientes, menores são os impactos para a saúde pública e para o meio ambiente.

Os lixões a céu aberto, popularmente conhecidos por lixões, se tornam locais propícios para a atração de animais vetores de diversas doenças. Famílias inteiras se

expõem a essas doenças durante a catação, uma prática comum nestes locais. Além do mais, poluem o ar, o solo e as águas superficiais e subterrâneas. Os aterros controlados, onde apenas se recobre os resíduos com terra diariamente, tentam reduzir o impacto (principalmente visual) dos lixões, mas ainda poluem o ar, a terra e as águas, pois ainda lhes faltam as tecnologias de tratamento dos líquidos e a queima do biogás, gerados a partir da decomposição dos resíduos (RIBEIRO & ROOKE, 2010).

A falta de tratamento adequado dos resíduos sólidos e do esgotamento sanitário leva a poluição das águas que depois serão captadas para abastecer as cidades. Conseqüentemente, isso pode tornar o processo de tratamento de água mais complexo, caro e demorado, gerando mais despesas para as companhias de abastecimento e para os governos, custos estes que serão repassados direta ou indiretamente à população.

Os maiores avanços tecnológicos da Engenharia Sanitária e Ambiental, estão nos chamados aterros sanitários. Eles minimizam o comprometimento do solo e das águas com a impermeabilização de sua base e com sistemas de captação e tratamento dos líquidos percolados na superfície e interior do aterro, além da queima do biogás gerado, livrando assim da poluição atmosférica (RIBEIRO & ROOKE, 2010).

Vale lembrar que a disposição adequada em aterros sanitários, não elimina a necessidade de repensarmos os padrões de consumo, a minimização da geração, e a recuperação de recicláveis. Aterros sanitários tem um custo pra serem operados e ocupam espaço, portanto quanto menos resíduos forem destinados aos aterros sanitários, menos aterros precisarão ser construídos, e melhor será dos pontos de vista econômico, social e ambiental.

3.10 Importância sanitária da gestão de resíduos sólidos

Sem os cuidados convenientes, os resíduos sólidos constituem problema sanitário, favorecendo a proliferação de vetores e doenças, como diarreias infecciosas, amebíase, salmoneloses, helmintoses como ascaridíase, teníase e outras parasitoses, boubá, difteria, tracoma. Servem como criadouro e esconderijo de ratos, baratas, formigas, moscas, mosquitos que transmitem várias doenças como peste bubônica, leptospirose, tifo murino, febre amarela e dengue. Ainda podem servir de

ponto de alimentação para animais como cães, aves e gatos, proliferando aí mais uma série de doenças (FUNASA, 2006).

O problema atinge também os corpos hídricos, visto que a maioria dos rios, córregos e riachos que cortam as cidades brasileiras encontra-se poluída, levando a grandes problemas de disponibilidade de água potável para consumo, assim com a elevação dos custos para sua adução e tratamento (IPT e CEMPRE, 2018).

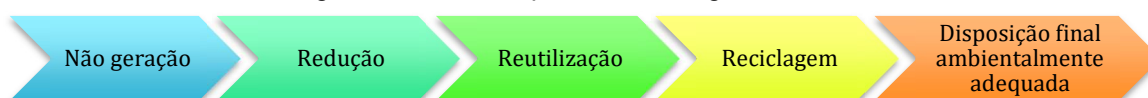
Uma gestão adequada proporciona uma menor incidência de doenças relacionadas, com redução da mortalidade e aumento da expectativa de vida da população.

3.11 Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

De forma resumida, o objetivo do gerenciamento integrado de resíduos de forma integrada é atender toda a população com um serviço regular de coleta de resíduos que preveja também um sistema adequado de coleta seletiva. Dar aos recicláveis provenientes dessa seleção canais permanentes para destino e reaproveitamento. E por fim, garantir a disposição de forma adequada daquilo que não pode ser reciclado (IPT e CEMPRE, 2018).

O gerador, assim como todos os envolvidos no processo, deve ter como prioridade a não geração ou redução da quantidade dos resíduos gerada, combatendo o desperdício. Menos desperdício significa preservação dos recursos naturais, menor estrutura de coleta e menor custo de disposição final, e conseqüentemente, menor custo para o contribuinte. Em segundo, deve-se procurar reutilizar os produtos que iriam ser descartados. O que não for reutilizável deve ser reciclado sempre que possível. Por fim, cabe a destinação adequada para o que não for possível nem reutilizar e reciclar (FUNASA, 2006).

Figura 1: Ordem de prioridades na gestão de resíduos



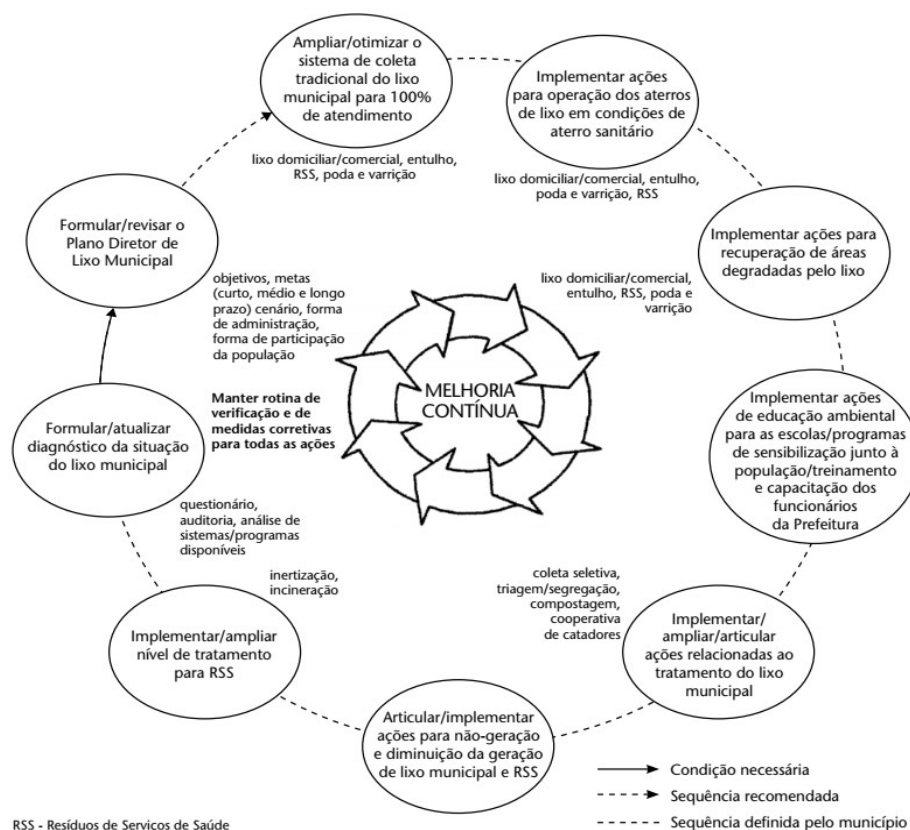
Baseado em: FUNASA (2006)

O gerenciamento integrado dos resíduos começa pelo conhecimento de todas as características destes (taxa de geração por habitante, nível de atendimento,

composição, umidade, densidade, poder calorífico, teor de elementos químicos e perigosos, etc), e dos diversos fatores influenciadores, tais como: número de habitantes do município, poder aquisitivo da população, condições climáticas, hábitos, costumes e nível educacional da população. Também são pesquisados dados referentes ao sistema de limpeza pública, tais como número de setores de coleta, frequência de coleta, características dos veículos coletores, distância aos locais de tratamento e disposição final e quantidade de resíduos coletada. Ainda devem ser consideradas as questões ambientais e sociais, bem como os custos a serem repassados ao contribuinte (IPT e CEMPRE, 2018). Com conhecimento dessas informações, pode-se formular, implementar e otimizar as ações adequadas para melhorar o gerenciamento.

A Figura 2 ilustra um conjunto de possibilidades a serem consideradas na montagem dum Plano Diretor para Gerenciamento dos Resíduos Municipais, formando um ciclo de melhoria contínua.

Figura 2: Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos



Fonte: IPT e CEMPRE (2018)

Ainda segundo IPT e CEMPRE (2018), os seguintes compromissos devem ser considerados no Gerenciamento Integrado de Resíduos:

- Implementar programas que estimulem a diminuição da geração de resíduos;
- Implementar pesquisas de tecnologias não agressivas ao meio ambiente e compatíveis com a realidade socioeconômica;
- Adotar programas que assegurem a recuperação e a descontaminação de áreas degradadas;
- Desenvolver programas de educação ambiental com ênfase na questão de produção e tratamento dos resíduos;
- Minimizar a disposição de resíduos, estabelecendo programas de pré-seleção, reciclagem e reutilização.
- Implantar unidades de destinação final de resíduos com tecnologias que minimizem os impactos ambientais;
- Assegurar controle adequado no transporte e transbordo de resíduos e materiais perigosos;
- Apoiar a adoção de programas de cooperação horizontal e vertical entre as esferas de governo, especialmente as iniciativas de parceria entre municípios;
- Atualizar a taxa de limpeza urbana visando o custeio integral da coleta e destino final dos resíduos sólidos domiciliares;
- Implantar sistema de fiscalização e controle ambiental, punindo os despejos clandestinos e à disposição inadequada;
- Elaborar Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Reconhecer e disciplinar a catação ambulante de materiais recicláveis.

Para alavancar a reciclagem os municípios podem atuar incentivando ações, implementando ações e/ou ainda, consumindo produtos reciclados. As ações regionalizadas ampliam os benefícios e reduzem os custos. Por isso, soluções conjuntas como parcerias, consórcios ou em qualquer outra forma é sempre bem-vinda (IPT e CEMPRE, 2008).

3.12 Indicadores de Gerenciamento de Resíduos

A literatura científica sobre gestão de resíduos divulga vários indicadores a serem usados para análise de desempenho, comparações entre municípios ou

tecnologias e suporte para a tomada de decisões que impõem efeitos ambientais, políticos, econômicos e sociais positivos (ZAMAN, 2014).

Zaman (2014) apresentou uma lista de 17 estudos envolvendo indicadores de gestão de RSU, que considera como achados essenciais sobre esses indicadores. Os indicadores de resíduos incluem geração, composição, separação, reciclagem, recuperação, métodos de disposição final, custos, capacidade, cobertura do serviço, satisfação do serviço, fatores ambientais e socioeconômicos, impactos institucionais e políticos e desempenho, compostagem, frequência de coleta, desempenho, ecoeficiência, pegada de carbono, tecnologia de tratamento, transporte, saúde humana e outros indicadores.

De acordo com Greene e Tonjes (2014), os indicadores podem ser classificados e ordenados em quatro categorias: absoluto, indexado, relativo e agregado. Esses autores mostram que deve-se ter cuidado ao usar avaliações comparativas baseadas em indicadores, principalmente aquelas voltadas para a avaliação da qualidade ambiental, pois um determinado indicador pode medir apenas um aspecto ambiental. No entanto, apesar da inadequação dos indicadores para fins de comparação, eles fornecem informações relevantes para o apoio à tomada de decisão e melhoria contínua (GREENE e TONJES, 2014; FERREIRA et al., 2017).

Os indicadores também podem ser divididos em índices de eficiência e eficácia, com a eficiência relacionada aos recursos de entrada e saída de um sistema e a eficácia avaliando os objetivos alcançados de acordo com a capacidade do sistema (KOUSHKI et al. 2004). Alguns exemplos de indicadores de eficiência incluem custo por caminhão, custo por tonelada de resíduos sólidos, custo por tonelada km de distância e custo por tonelada km² da área de serviço. Exemplos de indicadores de eficácia incluem a taxa da população que recebe o serviço (pessoas por custo) e a área de cobertura (km² por custo) (Koushki et al. 2004).

Koushki et al. (2004) cobrem indicadores envolvendo fatores de custo-benefício, que permitem comparações entre os custos dos serviços públicos ou privados e o desempenho dos sistemas. Os indicadores retratados nas camadas explicadas por Greene e Tonjes (2014) não envolvem custos, mas a camada indexada pode ser utilizada com os indicadores de eficácia descritos por Koushki et al. (2004), pois é expresso em porcentagem em relação ao total. Essa combinação de indicadores afeta diretamente os sistemas de gestão de resíduos e pode ser aplicada a municípios e indústrias (FREITAS e MAGRINI, 2017).

Sanjeevi e Shahabudeen (2015) compilaram uma revisão cronológica da literatura de 387 estudos de pesquisa sobre indicadores de desempenho para gestão de RSU e destacaram cinco indicadores-chave que captam os parâmetros essenciais: custos de coleta, custos de transporte, percepção social, participação social e impactos ambientais. Ressalta-se aqui que existem vários indicadores, como indicadores múltiplos com diversas variáveis, mas devido à sua complexidade, não são viáveis para uso por gestores públicos que necessitam de ferramentas simples.

Os indicadores, portanto, permitem que os gestores públicos monitorem os serviços prestados à população (WILSON et al., 2012), a sustentabilidade dos aterros (GHANBARI et al., 2012), os custos de coleta e transporte (SANJEEVI e SHAHABUDEEN, 2015) e os impactos sociais e econômicos (DEUS et al. 2017).

3.13 Legislação Nacional

Segundo a Constituição Federal, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Ainda diz que é competência comum da União, dos Estados e do Distrito Federal e dos Municípios, o dever de proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (BRASIL, 1988, Art. 23 e 225,)

A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), instituída pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, estabelece os pilares para a gestão de serviços de saneamento incluindo aí os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem das águas pluviais, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana. A PNSB prevê que os serviços de saneamento devem ser cobrados, visando garantir a sustentabilidade econômica e financeira, a ampliação do acesso, os recursos necessários para realização dos investimentos, a inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos e o incentivo à eficiência dos prestadores do serviço. (BRASIL, 2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº. 12305 de 2 de agosto de 2010, estabelece instrumentos importantes para permitir o avanço do País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Entre os instrumentos da PNRS, destaca-se (BRASIL, 2010):

- Os planos de resíduos sólidos;
- Os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- A coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- As cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- O monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- A educação ambiental;
- Os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- O Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir) e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);
- Os conselhos de meio ambiente e de saúde, e outros órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- Os acordos setoriais;
- No que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente;
- Os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta;
- A adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

A PNRS também estabelece a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

São considerados Planos de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010):

- O Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

- Os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos;
- Os Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e os Planos de Resíduos Sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- Os Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos;
- Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Todo transporte por meio terrestre de resíduos perigosos deve atender ao Decreto 96.044/1988 (Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos), complementado pela Portaria 204 do Ministério dos Transportes e pela Resolução nº 5.232/2016 da Agência Nacional De Transportes Terrestres – ANTT. Ainda há normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT que tratam da questão de transporte de resíduos, com as NBR 13.221, e outras que não tratam especificamente de resíduos, mas cuja abrangência atinge a estes materiais, como a NBR 7500, NBR 7501, NBR 9735, NBR 14619.

3.14 Legislação Municipal

A PNRS prevê que os municípios criem Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, os mesmos são obrigatórios para acesso a recursos da união destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

O Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município de Camalaú foi instalado pelo decreto municipal nº 026 de 8 de março de 2014, elaborado para um horizonte de tempo de 20 (vinte) anos, com atualização prevista a cada 04 (quatro) anos. Ele consolida os estudos técnicos de engenharia, jurídicos, econômicos e financeiros, necessários à análise da viabilidade e estruturação da Política Municipal de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com destaque a avaliação das contas municipais, da estrutura administrativa da prefeitura e a remuneração e custeio dos serviços. Apresenta objetivos, metas, programas, ações, mecanismos e procedimentos a serem utilizados, visando avaliar a qualidade da prestação dos serviços. Também estão presentes as ações para

emergências e contingências e ainda as proposições sobre a gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (CAMALAU, 2014).

O Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Camalaú foi instituído pela Lei Complementar nº 004 de 23 de dezembro de 2016. Ele estabelece as normas técnico-estruturais e funcionais para a elaboração de projetos e execução de obras e instalações e as medidas de Polícia Administrativa de competência do Município. Também dispõe sobre as normas disciplinadoras no que se refere à higiene pública ou privada, ao bem-estar público, à ordem pública, localização, instalação e funcionamento dos estabelecimentos comerciais, industriais e de serviços. (CAMALAU, 2016). Este código também disciplina a coleta de entulhos, terras e sobras de materiais de construção não abrangidos pela coleta regular.

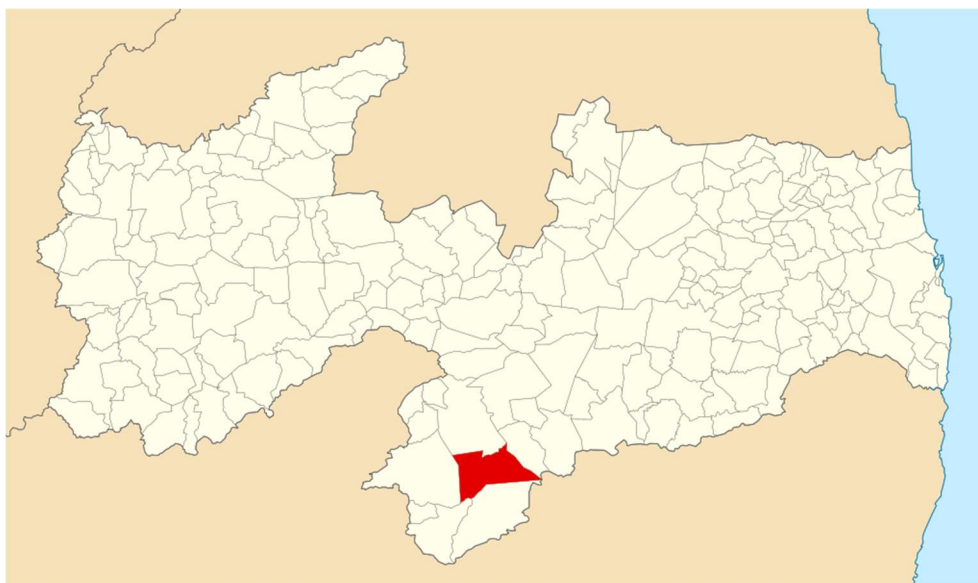
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

Segundo o Censo Demográfico 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Camalaú possuía 5.749 habitantes, sendo 2.887 (50,2%) na zona urbana e 2.862 (49,8%) na zona rural. A estimativa mais recente da população total do município é de 6.013 habitantes, em 2019. O município conta com uma área geográfica de 543,688 km² e um IDH de 0,567 (IBGE, 2020).

Até 1872, a localidade Camalaú pertencia a São João do Cariri, passando depois a integrar o território de Monteiro. Em 12 de Dezembro de 1961, o município de Camalaú foi desmembrado de Monteiro pela lei estadual nº 2617, sendo instalado em 19/03/1962 (IBGE, 2020). O município de Camalaú localiza-se na microrregião do Cariri Ocidental, mesorregião da Borborema, estado da Paraíba (Figura 3). Limita-se com o Estado de Pernambuco e os municípios de São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Monteiro, Sumé e Congo. Tem temperatura média anual em torno de 25°C e vegetação de Caatinga, Herbácea e Arbustiva. A sede está a 521 metros de altitude e dista cerca de 331 km da capital João Pessoa (FAMUP, 2020).

Figura 3: Localização do Município de Camalaú



Fonte: Wikipédia

O município de Camalaú está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. A sede é abastecida pelo Açude Camalaú, também conhecido como Açude Zé Tourinho, receptor das águas do Eixo Leste da Transposição do Rio São Francisco, com capacidade para 48.107.240 m³. (PARAÍBA, 2020)

Em 2014, ano da formulação do PMGIRS eram gerados no município cerca 3,5 t./dia de Resíduos Sólidos Urbanos, sendo que 0,45 t. (13%) eram de rejeitos, 0,87 t. (25%) formam a parcela úmida, e 2,17 t. (62%) correspondem aos resíduos secos recicláveis. Dos recicláveis, apenas 0,036 t. (2%) eram realmente destinados à reciclagem, sendo todo o restante descartado no lixão da cidade. Da parcela úmida gerada, 87% eram reaproveitados pela população para alimentação animal. O sistema de coleta pública de resíduos atingia 100% dos domicílios urbanos (CAMALAÚ, 2014).

A economia do município é bastante dependente do poder público, através do funcionalismo público municipal e estadual, das aposentadorias, programas de microcrédito e benefícios sociais. Suas principais atividades econômicas privadas são a agropecuária, o comércio varejista, e as indústrias de confecção e da construção civil, com predomínio do trabalho informal.

4.2 Tipo e natureza da pesquisa

O presente estudo caracteriza-se por ser um estudo de caso que objetiva descrever e analisar o atual cenário do gerenciamento de resíduos sólidos realizado

no município de Camalaú. Segundo Vergara (2007), a pesquisa descritiva deve expor as características de uma determinada população ou fenômeno. A respeito do estudo de caso, Triviños (1987) relata que o mesmo tem como objetivo descrever de forma mais detalhada determinada realidade e que os resultados da pesquisa são apenas válidos para o caso em si.

4.3 Coleta e análise de dados

A coleta de dados foi realizada junto à Prefeitura Municipal de Camalaú, através da Secretaria de Infraestrutura, ao longo do ano de 2020. Fotografias foram capturadas para representar as etapas de gerenciamento de resíduos. Outros dados foram obtidos a partir do SNIS dos anos de 2009, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2018, para fins de comparação com a realidade atual.

4.4 Estimativa de custo para criação da taxa de coleta de resíduos

Para calcular o custo de gerenciamento de resíduos do município, adotou-se um método inspirado nos manuais de gerenciamento integrado de resíduos de IPT e CEMPRE (2018) e Monteiro et al. (2011), amplamente utilizados pelas prefeituras e empresas de coleta. No entanto houve adaptações para simplificar e adaptar à realidade do município.

Optou-se por simplificar o cálculo considerando que a taxa de coleta de lixo arcará com os custos de depreciação, pneus e combustível da frota e as despesas com salário, encargos e benefícios de mão de obra e destino final em aterro sanitário. Presumindo que os custos de manutenção da frota, lubrificantes, remuneração do capital investido, entre outros, serão arcados com recursos do tesouro municipal. Não foram incluídos os custos com varrição de logradouros, visto ser um serviço de caráter universal, coletivo e indivisível, cuja legislação não permite cobrança por taxa específica. Foram feitas pesquisas de preço na internet e com a própria prefeitura.

4.5 Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA)

Diversas metodologias para seleção de indicadores estão disponíveis na literatura (RAUSCHER e MOMTAZ, 2014). No estudo, pela simplicidade de aplicação e disponibilidade de informações foi adotado como indicador de efetividade de gestão o Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA) proposta por Mendes (2017).

O ICGRA agrega 59 indicadores ambientais para compor o enquadramento final de desempenho dos municípios. O cálculo é realizado mediante a soma dos subtotais de cada um dos 3 itens do ICGR: características do sistema (subtotal 1), condições operacionais (subtotal 2) e planejamento do sistema (subtotal 3) conforme apresentado na Equação 1.

$$ICGRA = \frac{\text{Soma do subtotal 1} + \text{subtotal 2} + \text{subtotal 3}}{13} \quad \text{Equação 1}$$

De acordo o resultado alcançado, o município tem o desempenho avaliado como gestão inadequada, se o índice ficar entre 0 a 7,9; ou gestão adequada, se o índice ficar entre 8,0 a 10,0.

5 RESULTADOS

5.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, no ano de 2018, o serviço de coleta de resíduos do município era feito diretamente pela própria prefeitura, sem concessões a empresas públicas nem privadas, da mesma forma dos anos anteriores. Naquele ano, a limpeza pública custou ao poder público R \$257.580,04, cerca de 1,69% da despesa corrente da prefeitura. Dessa despesa, R \$68.688,00 era decorrente da coleta de resíduos domiciliares e públicos e R \$188.892,04 da varrição de logradouros públicos (BRASIL, 2019b).

O serviço operava com um total de 12 trabalhadores, sendo todos funcionários públicos da prefeitura municipal, atendendo uma população de 3.010 pessoas,

correspondente a toda a população urbana, sendo 89,9% com coleta diária e o restante (10,1%) com coleta de 2 a 3 vezes por semana. Os resíduos públicos eram coletados junto aos resíduos domiciliares e não havia uma coleta específica para resíduos de serviços de saúde. Também não tinha coleta seletiva. (BRASIL, 2019b).

O total de resíduos domiciliares e públicos coletados chegou a 720 t no ano de 2018, para isso foram usados um caminhão com carroceria, um trator agrícola com reboque, e um veículo de tração animal. Não havia exportação de resíduos a outros municípios. A prefeitura coletava ainda os resíduos de construção civil, que somavam 394 t/ano (BRASIL, 2019b).

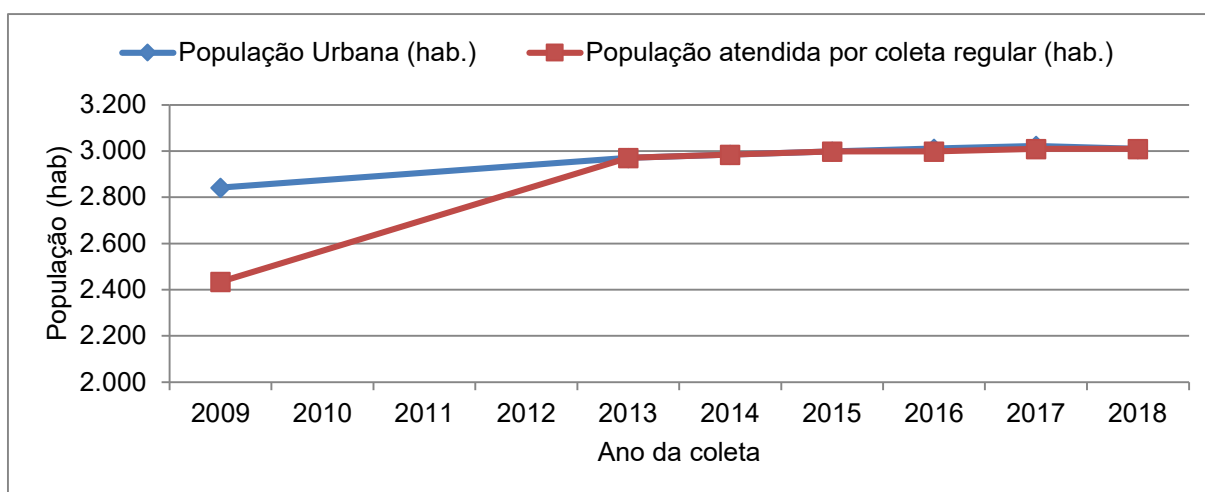
Tabela 1: SNIS - Série histórica - Camalaú - PB

Ano Referência	População Urbana (hab.)	População atendida por coleta regular (hab.)	População urbana atendida (%)	Quantidade Coletada (toneladas)	Despesas Públicas com a coleta (R\$)
2018	3.010	3.010	100%	720,0	68.688,00
2017	3.023	3.010	99,6%	1.560,0	83.316,00
2016	3.011	2.998	99,6%	837,7	63.360,00
2015	2.998	2.998	100%	1.200,0	63.360,00
2014	2.985	2.985	100%	719,2	155.861,60
2013	2.971	2.971	100%	1.080,0	52.128,00
2009	2.842	2.435	85,7%	780,0	100.148,57

Fonte: (BRASIL, 2020).

Observando a série histórica do SNIS (Tabela 1) nota-se que o município apresentou dados de 2013 a 2018, além do ano de 2009, o registro mais antigo. Em 2009 a população atendida por coleta regular representava apenas 85,7% da população urbana, situação que melhorou a partir de 2013, com o atendimento de praticamente toda a população urbana (Figura 4) (BRASIL, 2020).

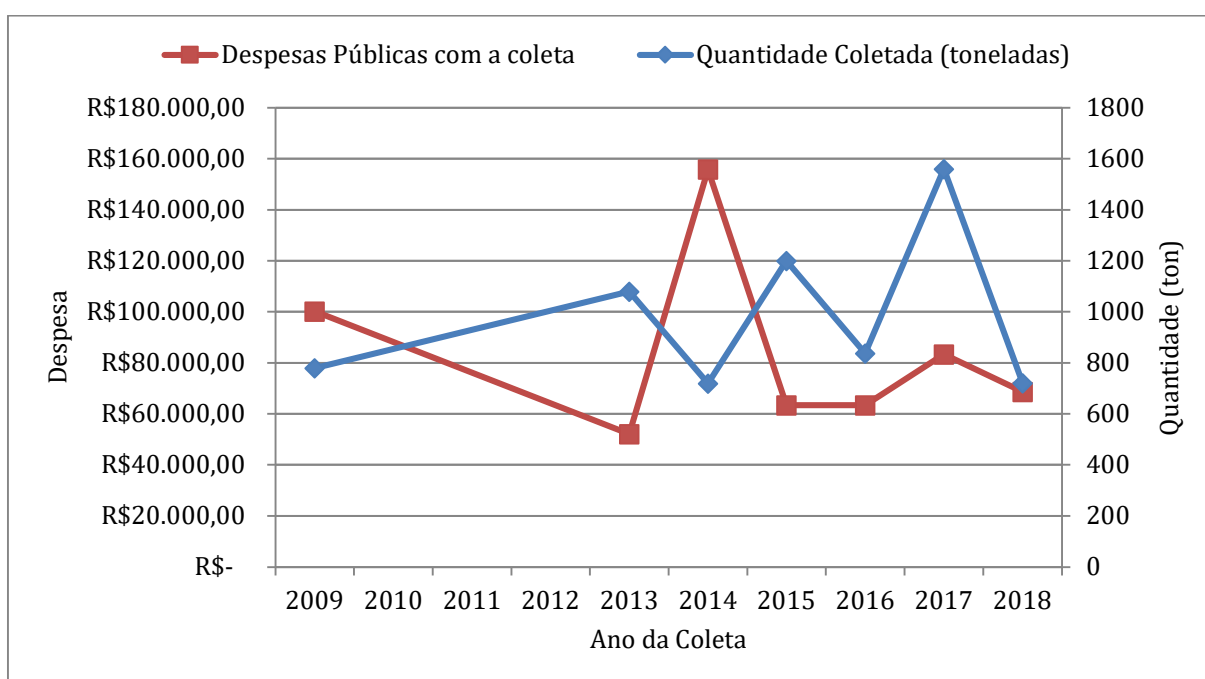
Figura 4: População atendida por coleta regular x População Urbana da cidade



Fonte: (BRASIL, 2020).

A quantidade coletada declarada ao longo dos anos variou muito, possivelmente pela falta de pesagem que levou a baixa precisão desse indicador (Figura 5), influenciando também na massa coletada per capita que variou de 0,66 a 1,41 kg/hab./ano.

Figura 5: Quantidade coletada x Despesas públicas com a coleta



Fonte: (BRASIL, 2020).

As discrepâncias observadas entre os valores de despesas e de quantidade coletada com a operação do sistema podem estar associadas a falhas na alimentação do SNIS.

5.2 Panorama do sistema de gerenciamento de resíduos do município

Analisando as tipologias de resíduos de acordo com a classificação prevista na PNRS (BRASIL, 2010), a cidade de Camalaú possui produção de resíduos domiciliares e de limpeza urbana (urbanos), de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, dos serviços públicos de saneamento básico (estações de tratamento de água e de esgoto da CAGEPA), industriais (principalmente de fábricas de roupas e outros produtos têxteis), dos serviços de saúde (unidades básicas de saúde, consultórios odontológicos, laboratórios e farmácias), e da construção civil. Os resíduos agrossilvopastoris são produzidos predominantemente na Zona Rural. Não há produção de resíduos dos serviços de transportes (terminais rodoviários, hidrovíários, ferroviários e aeroportuários), nem de mineração, porque estes serviços inexistem no município. Observa-se ainda que os resíduos gerados apresentam um amplo espectro quanto às classes de periculosidade previstas na NBR 10.004 (2004).

Para acondicionamento, são disponibilizados baldes plásticos de 200 litros pela prefeitura na maioria das ruas, onde os cidadãos depositam sacos plásticos com os resíduos ao longo do dia. Os sacos plásticos também podem ser colocados na frente das residências no horário da coleta (Figura 6).

Figura 6: Distribuição dos baldes de acondicionamento de resíduos nas ruas



Fonte: O autor (2021)

Até 2017, a coleta era realizada por meio de um caminhão com carroceria aberta de madeira, com capacidade de 5 toneladas de propriedade da Prefeitura. De 2017 a julho de 2020 a coleta foi realizada com caminhão locado, que possuía as mesmas características do anterior. Em agosto de 2020 houve a aquisição de um caminhão compactador pela Prefeitura Municipal, com capacidade de 6 toneladas e 15 m³, que passou a realizar o serviço (Figura 7). A coleta passou a ser realizada por 4 trabalhadores, sendo 3 garis efetivos e o motorista (prestador de serviço por contrato).

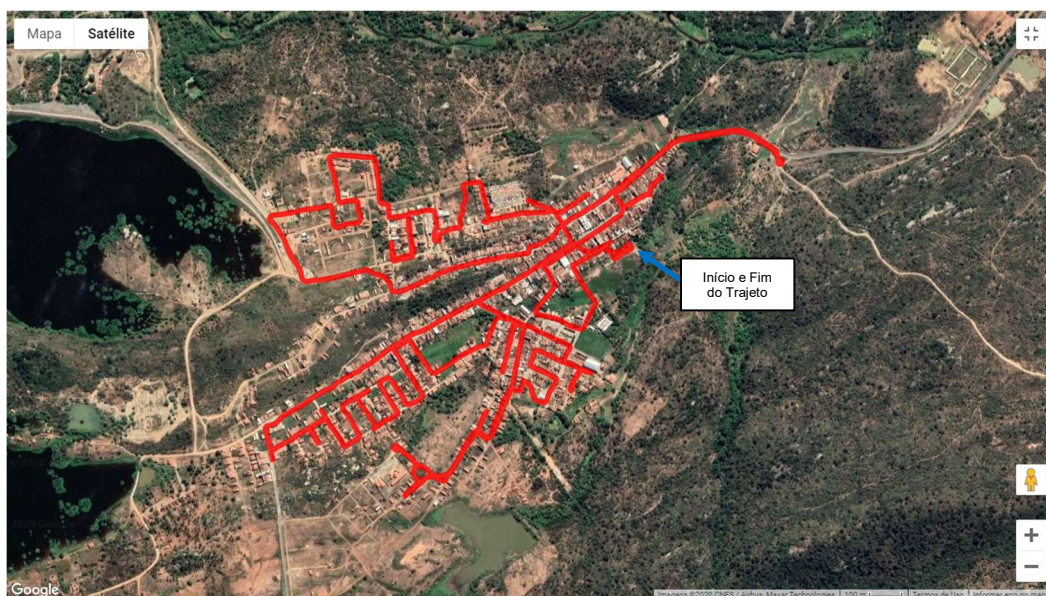
Figura 7: Caminhão compactador



Fonte: O autor (2021)

A coleta regular cobre 100% da cidade, sendo mais de 90% em frequência diária. Abaixo pode-se observar o trajeto do caminhão durante a coleta realizada na sexta-feira, dia 16 de outubro de 2020, com início às 5 h e 21 min, quando foram percorridos 14,1 km durante 3 h e 24 min, a uma velocidade média de 4,1 km/h (Figura 8).

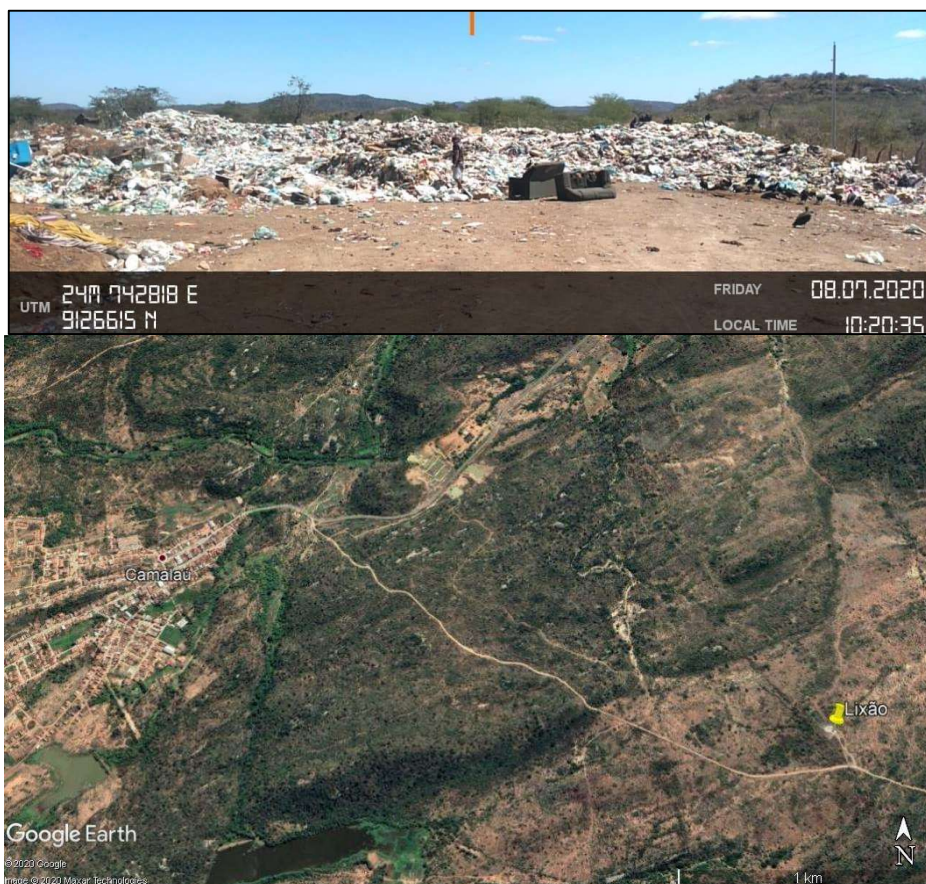
Figura 8: Trajeto da coleta



Fonte: O autor, com auxílio do aplicativo Minhas Rotas (2021)

Até agosto de 2020, a disposição era feita diariamente em um lixão (Figura 9), localizado a cerca de 3 km da sede do município.

Figura 9: Foto e localização do antigo Lixão de Camalaú



Fonte: O Autor / Google Earth

Desde 22 de agosto de 2020, os resíduos passaram a ser destinados a um aterro sanitário no distrito de Catolé de Boa Vista, município de Campina Grande, empreendimento privado administrado pela ECOSOLO - Gestão Ambiental de Resíduos LTDA (Figura 10).

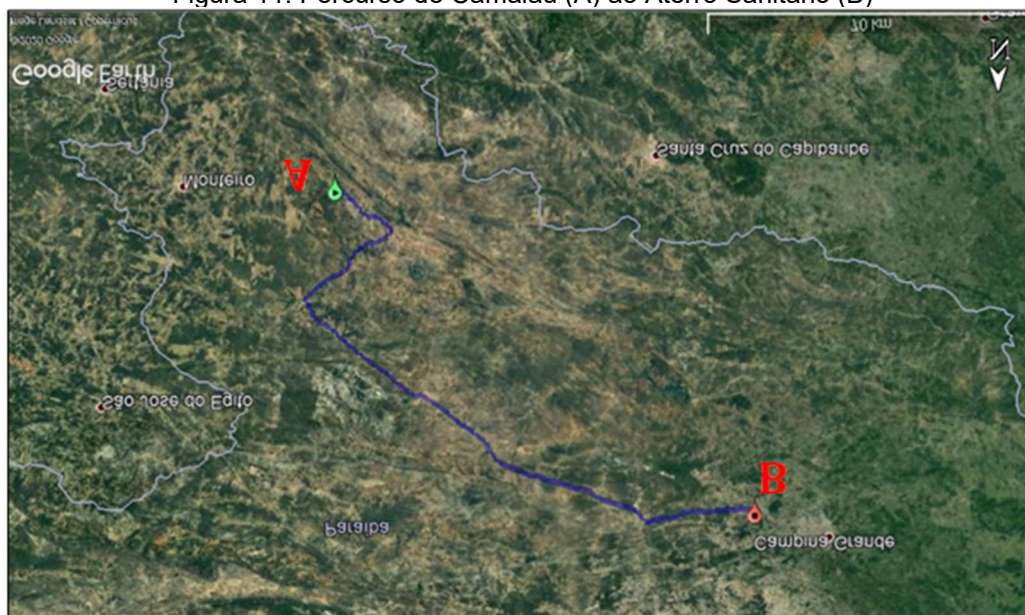
Figura 10: Aterro Sanitário, Catolé de Boa Vista, Campina Grande-PB.



Fonte: Google Earth

Os resíduos são coletados diariamente, permanecem no caminhão compactador por alguns dias, até preencher sua capacidade, e duas ou três vezes por semana são levados ao aterro sanitário, em um percurso de 157 km (Figura 11).

Figura 11: Percurso de Camalaú (A) ao Aterro Sanitário (B)



Fonte: Google Earth (adaptado)

Na varrição dos logradouros públicos (Figura 12) trabalham mais 5 garis efetivos, e 7 terceirizados. Ao todo o serviço de limpeza conta com 16 funcionários, sendo 8 efetivos, um contratado, e 7 terceirizados.

Figura 12: Serviço de varrição



Fonte: O Autor (2021)

Não há coleta seletiva regular dos resíduos na cidade, no entanto, há compradores que recolhem o material reciclável diretamente nas residências ou de catadores. A catação de material reciclável diretamente no lixão encerrou-se com o fim da operação do mesmo, prejudicando o sustento de algumas famílias que estão se habituando a buscar esses materiais nas ruas, comércio e residências.

Os resíduos dos serviços de saúde são separados, sendo o lixo não infeccioso recolhido pela coleta regular. Os infecciosos e perfuro-cortantes permanecem armazenados no aguardo de uma destinação final diferenciada.

Os Resíduos de Construção Civil também são coletados pela Prefeitura nos logradouros, através de uma pá carregadeira e um caminhão caçamba, com auxílio de garis. A maior parcela desse material é destinada a aterro de base para piso de edificações, fundação ou estradas vicinais de terra.

Não há nenhuma cobrança de taxa referente à coleta de resíduos sólidos, nem mesmo dos resíduos de construção civil, que na legislação, deveriam ser responsabilidade do gerador.

Analisando as práticas no município a luz da Lei Federal 12.305/2010, a gestão ainda carece de atender a alguns princípios, como o do o poluidor-pagador e

o protetor-recebedor; a visão sistêmica sobre as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; a cooperação entre o poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; e da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

5.3 Estimativa de custo para criação da taxa de coleta de resíduos

Como forma de implantar a autossuficiência financeira do serviço, propõem-se a criação de uma taxa de coleta de lixo para cobrir os custos com serviços de coleta, transporte e disposição dos resíduos. Para isso foi estimado o custo que servirá de base para implantação dessa taxa, conforme parâmetros e resultados abaixo:

- A. Quantidade de resíduos transportada: 60 t /mês = 720 t/ano
- B. População urbana atendida: 3.010 habitantes
- C. Número de domicílios: 2.000
- D. Preço de caminhão compactador 0 km: R\$ 250.000
- E. Valor residual do caminhão compactador (20%): R\$ 50.000
- F. Vida útil do caminhão compactador: 5 anos
- G. Percurso percorrido anualmente: 51.000 km (sendo 5.500 km em coleta diária e 45.500 km no percurso até o aterro sanitário, com frequência de 12 viagens por mês).
- H. Consumo médio diesel: 3 km/L
- I. Preço médio do diesel: R\$ 4,00 por litro
- J. Pneus: 6 unidades de R\$ 1.500 (R\$ 9.000) com vida útil de 60 mil km, a um custo médio de R\$ 0,15 / km;
- K. Depreciação do caminhão compactador (D–E) / F: R\$ 40.000/ano
- L. Consumo anual de diesel (G/H)xI: 17.000 L = R\$ 68.000
- M. Consumo anual de pneus: (G x J) = R\$ 7.650
- N. Custo de disposição final no aterro sanitário: R\$ 50/t = R\$ 3.000/mês = R\$ 36.000/ano
- O. Mão de Obra (anual):
 - Salário e 13º: R\$ 1.045 x 13 = R\$ 13.585
 - Adicional de insalubridade: 10% do salário e 13º = R\$ 1.358,50
 - Terço de férias: R\$ 348,33
 - INSS Patronal (20%) = R\$ 15.291,23 x 20% = R\$ 3.058,37

- Número de trabalhadores: 5
- Substituição de trabalhadores (férias e afastamentos): 10%
- Custo total de mão de obra:
(R\$ 13.585 + R\$ 1.358,50+ R\$ 348,33+ R\$ 3.058,37) x 5 + 10%= R\$ 100.926,1

P. Custo total de coleta (K+L+M+N+O): R\$ 252.576,10

Q. Custo anual por habitante atendido (P/B): R\$ 83,91

R. Custo por domicílio (P/C): **R\$ 126,29**

Chegamos à conclusão de que são necessários R\$ 252.576,10 anuais para cobrir os custos do novo sistema de coleta, valor quase 4 vezes maior do que os custos de coleta declarados no SNIS em 2018, quando ainda não havia o envio dos resíduos para o Aterro Sanitário de Campina Grande.

Para a sustentabilidade do serviço, será necessária a cobrança de uma taxa média de R\$ 83,91/ano por habitante urbano, ou ainda, de R\$ 126,29/ano de cada domicílio urbano, a título de taxa de coleta de lixo. Esse valor pode ser arrecadado junto aos carnês de IPTU, ou nas contas de água ou de energia da zona urbana, podendo ser ponderado de acordo com a área construída ou o número de habitantes de cada domicílio, assim como pelas condições socioeconômicas de cada região da cidade.

5.4 Estimativa de custo considerando a implantação de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos

Considerando a mesma sistemática de cálculo do item anterior, é apresentado uma estimativa de redução do custo em cenários de implantação por parte do Poder Público Municipal da coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânico (Tabela 2).

Tabela 2: Estimativa da redução de custo de disposição final.

Cenários	Peso (ton)	Custo (R\$/ano)	Custo p/ domicílio (R\$/ano)	Economia (R\$/ano)	Economia (R\$/hab./ano)
Atual	720	36.000	18,00	0	0
Com Coleta Seletiva (Redução de 16%)	604,8	30.240	15,12	5.760	1,91
Com compostagem de resíduos orgânicos (Redução de 14%)	619,2	30.960	15,48	5.040	1,67
Com coleta seletiva e compostagem dos resíduos orgânicos (Redução de 30%)	504	25.200	12,60	10.800	3,59

Fonte: O Autor (2021)

Do ponto de vista financeiro, a coleta seletiva e a compostagem pode reduzir em até 5% as despesas com o gerenciamento de resíduos do município, quando considerada apenas a redução de custo de disposição final.

Essa redução pode ser mais significativa se considerarmos que o caminhão poderá reduzir a frequência de viagens até o aterro sanitário de 12 para até 9 viagens/mês, reduzindo em até 11 mil km a distância percorrida anualmente, economizando mais de R\$ 16 mil por ano em combustível, pneus e manutenção. Nesse cenário, a economia total com transporte e disposição final pode chegar a cerca de R\$ 27 mil/ano, ou R\$ 8,97/hab./ano, representando uma redução acima de 10% no custo total de gerenciamento de resíduos do município.

Importante lembrar que além da redução dos custos financeiros, devemos considerar também os ganhos socioambientais da reciclagem e compostagem, como a geração de emprego e renda no município.

5.5 Indicador de Eficiência de Gerenciamento

O município apresentou ICGRA de 4,6, considerado inadequado, conforme Tabela 2. O sistema apresentou melhor pontuação no item características do sistema, enquanto foi bastante deficiente nos itens de planejamento e condições operacionais. As principais deficiências consistem em falta de controle, tanto financeiro, como de desempenho das equipes e da frota, além da falta de planejamento, de educação ambiental, de inclusão social dos catadores, e de auto sustentabilidade do sistema. Também carece de um melhor planejamento e controle da coleta e destinação final de resíduos especiais.

Tabela 2: Cálculo do ICGRA - Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
C a r a c t e r í s t i c a d o s i s t e m a	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	C ≥ 90%	5	5	C o n d i ç o e s o p e r a c i o n a i s	Remoção do lixo público	Adequada	4	4
		70% ≥ C < 90%	3				Inadequada	0	
		C < 70%	0			Operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	Adequada	5	5
	Implantada	5	Parc. Adequada	3					
	Parc. Implant.	3	Inadequada	0					
	Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Não realiza	0	3		Operacionalização da coleta regular seletiva	Adequada	5	3
			Realiza/controla				2	Parc. Adequada	
	Coleta de resíduos do serviço de saúde	Não	0	2			Inadequada	0	
			Realiza/controla			3	Controle financeiro do sistema	Realiza	2
	Coleta de resíduos da construção civil	Não	0	3		Não realiza		0	
			Coleta de equip. eletrôn., baterias, pilhas.			Sim	1	0	Controle de desempenho
	Não	0		Não realiza		0			
	Coleta de pneus	Sim	1	0		Avaliação crítica - objetivos e metas	Realiza	2	0
		Não	0				Não realiza	0	
	Aspecto visual dos logradouros quanto a varrição	Bom	4	4		Destinação final de RSS	Adequada	3	3
Regular		2	Inadequada		0				
Ruim		0	Operação de unidade de reciclagem		Adequada	3	0		
Aspecto visual dos logradouros quanto a capina, roça e poda	Bom	4		Inade./inexist.	0				
	Regular	2	Reaproveitamento dos resíduos orgânicos		Adequada	4	0		
Ruim	0	Parc. Adequada		2					
Frota de Equipamentos	Sim	4	4	Inoper./inexis.	0				
	Não	0		Destinação final dos resíduos sólidos urbanos	Aterro sanita.	5	5		
Existência de papelarias e coletores em locais públicos	Suficiente	3	Ater. Parc. Adeq.		3				
	Regular	2	Lixão/Inad.		0				
	Inexistente	0	Destinação final dos resíduos da construção civil	Reutilização/recicl.	4	0			
Máximo	32	27		Aterro sanita.	2				
Sub-total 1				Destinação inad.	0				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	n a i s	Realização de limpeza de bocas de lobo e sarjetas	Sim	2	2
p l a n e j a m e n t o d o s i s t e m a	Controle de solicitações e reclamações	Sim	2	0			Remoção de animais mortos e veículos abandonados	Sim/solic.	
		Não	0			Não realiza		0	
	Existência de equipe de fiscalização	Sim	3	3		Limpezas especiais (terrenos vazios, favelas, praias, etc.)	Sim	2	0
		Não	0				Não realiza	0	
	Existência de Plano de Gestão	Sim	5	5		Controle de utilização e manutenção da frota	Realiza/tercei.	4	4
		Não	0				Não realiza	0	
	Existência da coleta regular	Sim	4	4		Controle de acidentes de trabalho	Sim	3	0
		Não	0				Não	0	
	Plano Integrado de Gestão de RCC	Sim	3	0		Controle de utilização de EPIs	Sim	4	0
		Não	0				Não	0	
	Planejamento da Gestão de RSS	Sim/diária	3	3		Controle de absenteísmo nas equipes	Sim	3	3
		Não	0				Não	0	
	Planejamento da varrição de logradouros	Sim	2	2		Sub-total 3	Máximo	60	16
		Não	0						
	Existência de plano de capina e poda	Sim	5	0	Soma dos Pontos (Sub-total 1+2+3)		130	60	
Parcial		3	ICGR = Soma/13		4,6				
Não realiza		0	ICGR		Avaliação				
Programas de educação ambiental e conscientização	Sim	3	0	0 a 7,9	Gestão inadequada				
	Não	0		8 a 10	Gestão adequada				
Auto sustentabilidade econômico financeira	Sim	3	0	Avaliação	Gestão Inadequada				
	Não	0							
Programas de inclusão de catadores no sistema	Sim	2	0						
	Não	0							
Apoio a gestão participativa e consórcios	Sim	2	0						
	Não	0							
Sub-total 2		Máximo	38	17					

Fonte: Dados obtidos pelo autor junto a Prefeitura Municipal.

5.6 Proposta de Melhoria na Gestão dos Resíduos Sólidos

- Implantação de taxa de coleta de resíduos, para cobrir os custos de operação, e arrecadar para investimentos em novos projetos e melhorias na gestão de resíduos.
- Melhora no controle de desempenho das equipes e da operação e manutenção da frota.
- Implantação da coleta seletiva: além da importância ambiental, a coleta seletiva pode reduzir a quantidade de resíduos que é transportada e depositada no aterro sanitário, diminuindo o custo de transporte e disposição dos resíduos;
- Implantação de centro de triagem para separação dos resíduos ao fim de cada coleta. O centro de triagem pode ser operado em parceria com uma cooperativa de catadores.
- Implantação de pontos de coleta de resíduos eletrônicos, pilhas, baterias, pneus e outros resíduos especiais, para que possam ser entregues aos fabricantes ou que recebam outra destinação adequada.
- Implantação de aproveitamento de resíduos orgânicos através da compostagem: da mesma forma que no tópico anterior, vai reduzir a quantidade e o custo de transporte e disposição final. Sabemos que o município está bastante distante do aterro sanitário, assim qualquer economia no transporte pode ser bastante significativa.
- Implantação de uma cooperativa de reciclagem e compostagem para formalizar os catadores, incentivar a reciclagem e manejar a compostagem, gerando emprego e renda no município e atenuando os efeitos sociais negativos do fim do lixão, reduzindo o custo de disposição final dos resíduos.
- Criação de um auxílio financeiro aos catadores, com recursos resultantes da economia com a destinação final dos resíduos decorrente do trabalho deles.
- Aproveitamento de resíduos da construção: deve ser criada uma central para britagem e separação de materiais de acordo com a granulometria, de acordo com as normas técnicas vigentes, como as NBR 15.115/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos) e a NBR 15.116/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos);

6 CONCLUSÕES

Através do estudo depreende-se que o município de Camalaú passou a atender em parte aos princípios da PNRS, principalmente após o fim do uso do lixão. No entanto, ainda faltam iniciativas quanto à coleta seletiva e usinas de triagem e/ou compostagem. Também falta a cobrança de uma taxa de coleta de lixo, seguindo o princípio de poluidor-pagador e do protetor-recebedor, e garantindo a autossuficiência financeira do serviço.

O município carece de mais participação da iniciativa privada, com empresas que deveriam junto com os geradores, se responsabilizar pela coleta e destinação de resíduos especiais, como os de saúde, da construção civil, industriais, entre outros. Faltam fiscalização e responsabilização em cima dos geradores desses resíduos.

Um aterro sanitário público ou privado mais próximo do município, e a implantação da coleta seletiva de recicláveis e da compostagem, tenderia a reduzir o custo com o transporte de resíduos, não só de Camalaú, mas também das cidades vizinhas. Também é fundamental recuperar a área degradada pelo lixão inativo, e dar apoio às famílias de catadores que ali trabalhavam.

A adoção de um sistema de indicadores de sustentabilidade, adaptado às especificidades da gestão local de RSU, pode auxiliar os administradores municipais na definição das prioridades, direcionando os investimentos públicos, em geral insuficientes, para os aspectos mais problemáticos do setor.

O principal diferencial resultante da adoção do indicador ICGRA, entretanto, será uma mudança na percepção geral da situação da gestão dos RSU, em que os princípios e dimensões da sustentabilidade passarão a ser considerados.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos**. Rio de Janeiro, 2010.

ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil**, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Alterada pelas Resoluções nsº 11/86, 5/87 e 237/97 Brasília, 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>> Acesso em: 28 maio 2020.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas Resoluções nsº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> Acesso em: 28 maio 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>> Acesso em: 19 agosto 2020.

_____. **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 20 maio 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 404, de 11 de novembro de 2008**. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Revoga a Resolução CONAMA no 308/02. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>> Acesso em: 28 maio 2020.

_____. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010**: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 20 maio 2020.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. SNS/MDR. Brasília, 2019.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. Tabela de Informações.** SNS/MDR. Brasília, 2019b.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Série histórica.** Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em 13 out 2020. SNS/MDR. Brasília, 2020

CAMALAUÍ. **Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Elaborado por: Oliveira & Mayer Consultoria e Engenharia Ambiental Ltda. 2014.

_____. **Lei Complementar Nº 004: Código de Obras, Posturas e Edificações.** 2016.

CARIJÓ, R. de S. **Análise e proposta de uma gestão integrada de resíduos sólidos: o estudo de caso da comunidade da Babilônia.** Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético – Rio de Janeiro, 2016.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G; SILVA, G. H. R. **Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências.** Eng. Sanitária e Ambient. 20:685–698, 2015.

FAMUP. **Federação das Associações de Municípios da Paraíba.** Disponível em: <<http://www.famup.com.br>> Acesso em: 20 maio 2020

FERREIRA, F.; AVELINO, C.; BENTES, I. et al. **Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes.** Waste Manag., 2017.

FREITAS, L.; MAGRINI, A. **Waste management in industrial construction: investigating contributions from industrial ecology.** Sustainability 9:1251, 2017.

SANJEEVI, V; SHAHABUDEEN, P. **Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS): a review.** Waste Manag Res 33:1052–1065, 2015.

FUNASA (Fundação Nacional de Saúde). **Manual de saneamento.** 3. ed. rev.. Brasília, 2006.

GREENE K. L.; TONJES, D. J. **Quantitative assessments of municipal waste management systems: using different indicators to compare and rank programs in New York State.** Waste Manag., 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso em 20 maio 2020

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. e CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado /** Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP);, 2018.

JOHN, V. M. AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** In: Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, 2000.

KOUSHKI, P. A.; AL-DUAIJ, U.; AL-GHIMLAS, W. **Collection and transportation cost of household solid waste in Kuwait**. *Waste Manag.* 24:957–964, 2004.

MENDEZ, G. P. **Avaliação da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Através de Indicadores Ambientais**/ Gabriel de Pinna Mendez. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; Marco SILVA, A. M. **Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais**. *Eng. Sanit. Ambient.* vol. 24 no.2 Rio de Janeiro Mar./Apr, 2019.

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

PARAÍBA. AESA – **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. <<http://www.aesa.pb.gov.br/>> Acesso em: 28 maio 2020.

RAUSCHER, R. C.; MOMTAZ, S. **Sustainable Communities: a framework for planning Case study of an Australian outer Sydney growth area**. Springer, Netherlands, 2014.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Monografia de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. 36p, 2010.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação**. 175p. Atlas. São Paulo, 1987.

VELLOSO, Marta Pimenta; SANTOS, Elizabeth Moreira dos; ANJOS, Luiz Antonio dos. **Processo de trabalho e acidentes de trabalho em coletores de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro**, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 13, p. 693-700, 1997.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WILSON, D. C.; RODIC, L.; SCHEINBERG, A. et al. **Comparative analysis of solid waste management in 20 cities**. *Waste Manag Res* 30:237–254, 2012.

ZAMAN, A. U. **Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems**. *Ecol Indic* 36:682–693, 2014.

