

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS
ENGENHARIA CIVIL
CLEYCIELEN NOVAES MAGALHÃES

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DO MUNICÍPIO DE
TRÊS CORAÇÕES

Varginha

2020

CLEYCIELEN NOVAES MAGALHÃES

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DO MUNICÍPIO DE
TRÊS CORAÇÕES**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Unis como pré-requisito para obtenção do grau de
Bacharel, sob orientação da Prof. Ivana Prado
Vasconcelos.

Varginha

2020

CLEYCIELEN NOVAES MAGALHÃES

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DO MUNICÍPIO DE
TRÊS CORAÇÕES**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do
Unis, como pré-requisito para obtenção do grau de
Bacharel pela Banca Examinadora composta pelos
membros:

Aprovada em / /

Prof. Me. Ivana Prado de Vasconcelos

Prof. ()

Prof. ()

Dedico este trabalho a meus pais Dulcinea e Djalma, a Deus, e a minha orientadora Ivana por todo apoio e aprendizado que me permitiu chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível, aos meus pais por todo o apoio e compreensão. E a minha orientadora por todo aprendizado e ensinamento compartilhado.

“Só se pode vencer a natureza obedecendo-lhe.”

Francis Bacon

RESUMO

No mundo todo, a questão do lixo tem sido cada vez mais preocupante para os gestores, visto que com a globalização a geração de resíduos cresce a cada dia mais, de tal modo que já não se comporta mais todo o lixo gerado pela população. Diante disto, e visando conter esta problemática foram criadas algumas medidas, uma delas foi a Lei 12.305/2010 que visa orientar não apenas o município, mas os estados e o país sobre quais medidas adotar para reduzir a geração de resíduos no país, nela são demonstrados diversos instrumentos que podem ser adotados para contribuir com isto. Porém, o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, ainda não é uma realidade em boa parte dos municípios brasileiros, em alguns casos até mesmo nos locais onde o plano já é uma realidade, os gestores enfrentam dificuldade em implantá-lo na prática. Com isto, o presente trabalho visa propor um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Domésticos para o município de Três Corações, se pautando nos instrumentos legais pertinentes. Foi realizada pesquisa bibliográfica, que forneceu o embasamento necessário para levantar o problema. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários, visitas in loco, conversas informais e registros fotográficos. Os dados obtidos com este levantamento, foram compilados e demonstrados em tabelas e imagens, que foram analisados posteriormente. A partir disto, foi constatado que será necessário a ampliação da coleta, implantação da usina de compostagem como alternativa de tratamento, o desenvolvimento de programas educacionais visando a conscientização da população e o aumento da fiscalização, para que isto possa ser desenvolvido foram dadas as devidas orientações ao município que estão dispostas neste plano.

Palavras-chave: Geração de resíduos. Reduzir a geração de resíduos. Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

Worldwide, the issue of waste has been of increasing concern to managers, since with globalization the generation of waste grows more and more each day, in such a way that all the waste generated by the population no longer behaves. In view of this, and in order to contain this problem, some measures were created, one of which was Law 12.305 / 2010 which aims to guide not only the municipality, but the states and the country on what measures to adopt to reduce the generation of waste in the country, demonstrated several instruments that can be adopted to contribute to this. However, the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management is not yet a reality in most Brazilian municipalities, in some cases even in places where the plan is already a reality, managers face difficulties in implementing it in practice. With this, the present work aims to propose a Municipal Plan for Integrated Management of Domestic Solid Waste for the municipality of Três Corações, based on the relevant legal instruments. Bibliographic research was carried out, which provided the necessary background to raise the problem. Data collection was carried out through questionnaires, on-site visits, informal conversations and photographic records. The data obtained with this survey were compiled and demonstrated in tables and images, which were analyzed later. From this, it was found that it will be necessary to expand the collection, implantation of the composting plant as an alternative treatment, the development of educational programs aimed at raising the population's awareness and increasing inspection, so that this can be developed, due diligence was given. guidelines to the municipality that are arranged in this plan.

Keywords: *Waste generation. Reduce waste generation. Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resíduos recicláveis e rejeitos _____	25
Figura 2 – Resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos. _____	25
Figura 3 – Coleta multisseletiva _____	26
Figura 4 – Disposição dos RSU, por tipo de destinação. _____	29
Figura 5 – Funcionamento do aterro sanitário _____	31
Figura 6 – Funcionamento de aterro controlado _____	32
Figura 7 – Lixão em Ilhéus- BA _____	33
Figura 8 – Índice de cobertura da coleta de RSU (%) _____	35
Figura 9 – Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva _____	35
Figura 10 – Imagem aérea do município _____	38
Figura 11 – Acondicionamento _____	43
Figura 12 – Caminhão Compactador _____	43
Figura 13 – Coleta Seletiva e Triagem _____	45
Figura 14 – Vista aérea do aterro _____	47
Figura 15 – Vista do aterro _____	47
Figura 16 – Local de disposição inadequada _____	48
Figura 17 – Lagoa anaeróbica _____	49
Figura 18 – Localização do imóvel mais próximo _____	53
Figura 19 – Localização do bairro mais próximo _____	53
Figura 20 – Vista aérea do local sugerido _____	54
Figura 21 – Mapa dos locais sujeitos a inundação e enchentes _____	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Geração per capita x população	19
Quadro 2 – Exemplo de cada categoria de resíduo doméstico	19
Quadro 3 – Cronograma de coleta seletiva.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Censo IBGE	41
Tabela 2 – Projeção da população urbana de Três Corações	42
Tabela 3 – Caracterização gravimétrica	48
Tabela 4 – Prazos sugeridos para implementação PMGIRS	51
Tabela 5 – Indicadores gerais de desempenho	55
Tabela 6 – Metas do PMGIRS.....	57
Tabela 7 – Salário dos responsáveis pela coleta.....	59
Tabela 8 – Custo estimado da ampliação da coleta	59
Tabela 9 – Custos estimados com ações e mobilizações da coleta	60
Tabela 10 – Custo estimado de lixeiras papeleiras.....	60
Tabela 11 – Custo estimado das lixeiras	61
Tabela 12 – Roteirização da coleta.....	62
Tabela 13 – Nova roteirização da coleta	63
Tabela 14 – Resultados obtidos para o número de veículos da coleta convencional	64
Tabela 15 – Custo estimado da ampliação da coleta convencional.....	65
Tabela 16 – Custo de instalação da compostagem	66
Tabela 17 – Ações de contingências e emergências.....	69
Tabela 18 – Plano de aplicação	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivo Específico	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Definição de resíduos sólidos	16
3.2 Classificação dos resíduos	16
3.2.2 Classificação quanto a origem	17
3.3 Caracterização dos resíduos	18
3.3.1 Caracterização Física	18
3.3.2 Caracterização Química	20
3.3.3 Caracterização Biológica	21
3.4 Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos	21
3.5 Etapas do gerenciamento	23
3.5.1 Acondicionamento	24
3.5.2 Coleta e Transporte dos Resíduos	24
3.5.3 Tratamento e Disposição Final dos resíduos	28
3.5.4 Formas de Tratamento	29
3.5.4.1 Compostagem	29
3.5.4.2 Incineração	30
3.5.5 Formas de Disposição Final	31
3.5.5.1 Aterro Sanitário	31
3.5.5.2 Aterro Controlado	32
3.5.5.3 Lixão	32
3.6 Situação atual do Brasil	33
3.7 Educação Ambiental	36

4 METODOLOGIA.....	37
.....	37
.....	37
4.1 Local de estudo	37
4.2 Revisão bibliográfica	38
4.3 Levantamento de dados	38
4.3.1 Entrevista com responsável técnico e Secretária Municipal de Meio Ambiente	40
4.3.2 Caracterização do lixo.....	40
4.4 Análise dos dados.....	40
5 DIAGNÓSTICO	41
5.1 Caracterização do município.....	41
5.2 Sistema de resíduos sólidos de Três Corações	42
5.2.1 Acondicionamento	42
5.2.2 Coleta e Transporte.....	43
5.2.3 Tratamento e Disposição Final.....	46
6 PROPOSTAS PARA O PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.....	51
7 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICE A – Formulário de Entrevista ao responsável técnico do aterro de Três Corações	79
APÊNDICE B- Formulário de Entrevista a Secretária Municipal de Meio Ambiente.....	81
APÊNDICE C – Mapa de roteirização da coleta	83
APÊNDICE D – Novo mapa de roteirização da coleta	84
ANEXO A- Frequência da coleta no município de Três Corações	85
ANEXO B – Mapa dos locais sujeitos a inundação e enchentes.....	87
ANEXO C – Modelo de Relatório de Monitoramento Anual do PMGIRS	88

1 INTRODUÇÃO

Segundo a ONU – Organização das Nações Unidas (2018), são produzidas cerca de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, e cerca de 99% dos produtos adquiridos são descartados em menos de 6 meses, ou seja, seria necessário 70% de outro planeta para comportar todo esse lixo.

E assim como as cidades vem crescendo o volume de lixo gerado também tem aumentado, diante disto a questão da sustentabilidade tem sido cada vez mais debatida em congressos, convenções ao redor do mundo.

A partir da instituição da Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 que de acordo com Bittencourt (2015) sua tramitação levou 21 anos. Esta lei foi criada para estabelecer o conjunto de princípios, objetivos e instrumentos dentre os quais se pode citar como exemplo o plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos e as diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, de modo a vir a nortear os municípios sobre a melhor forma de gerenciar a questão do lixo para que possam ser atendidas os objetivos de proteção da saúde pública, qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, estímulo a adoção de padrões sustentáveis e etc.

Diante disto o presente trabalho apresenta uma proposta de plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos domésticos para o município de Três Corações, para isto o trabalho foi dividido em capítulos.

No capítulo 2 estão demonstrados os principais objetivos que o trabalho busca atender.

No capítulo 3, foi demonstrado o referencial teórico com o intuito de adquirir embasamento teórico ao trabalho, está pesquisa foi realizada por meio de consulta em artigos, livros, teses, normas e Leis, contribuindo para o entendimento dos próximos capítulos. Serão apresentados nestes itens conceitos, classificações, caracterizações, lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, etapas do gerenciamento e educação ambiental.

No capítulo 4, foi demonstrada qual a metodologia utilizada para que os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho pudessem ser levantados.

No capítulo 5, estão demonstrados os diagnóstico e resultados obtidos a partir do levantamento realizado com base nos métodos adotados no capítulo anterior.

No capítulo 6, foi demonstrado as propostas para o plano de gerenciamento do município frente aos problemas levantados anteriormente.

2 OBJETIVOS

A partir do tema, apresentam-se os objetivos, geral e específico, acerca do tema proposto.

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo propor um plano de gerenciamento de resíduos sólidos domésticos para o município de Três Corações – MG.

2.2 Objetivo Específico

- Caracterizar os resíduos gerados no município.
- Levantar e caracterizar as etapas de gerenciamento do município.
- Quantificar a massa de resíduos sólidos domésticos gerados diariamente no município.
- Identificar o acondicionamento, coleta, transporte e tratamento dos resíduos gerados.
- Diagnosticar o sistema de resíduos sólidos domiciliares

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Definição de resíduos sólidos

De acordo com Brasil (2010), lei nº 12.305/10 entende-se por resíduos sólidos como sendo um material descartado proveniente da atividade humana, cuja destinação final nos estados sólidos ou semissólidos, e gases que são inviáveis de serem descartados nas redes de água e esgoto.

Segundo a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10004/2004 resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, NBR 10.004/2004)

3.2 Classificação dos resíduos

Segundo o CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem (2018), os resíduos podem ser classificados de diversas formas como por sua natureza (seco ou molhado), composição química, riscos potenciais ao meio ambiente e quanto a sua origem.

3.2.1 Classificação quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente

De acordo com a ABNT: NBR 10.004/2004, os resíduos são classificados de diferentes formas de acordo com os riscos que eles podem oferecer a saúde pública e ao meio ambiente, sendo estes demonstrados a seguir:

- Classe I- São os chamados Resíduos Perigosos àqueles que apresentam inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, ou seja, apresenta risco direto a saúde humana. Como é o caso dos resíduos químicos, hospitalares e etc.

A classe II que é a classe dos não perigosos pode ser dividida em 2 categorias, demonstradas a seguir:

- Classe IIA – São os chamados resíduos não inertes, são aqueles que apresentam solubilidade em água, combustibilidade ou biodegradabilidade. Como as sucatas metálicas.
- Classe IIB – São os chamados resíduos inertes aqueles que quando submetidos ao teste de solubilidade de acordo com a ABNT: NBR 10.004/2004, não apresentam em seus constituintes concentrações maiores que a exposta, como é o caso dos entulhos de demolição, pedra e etc.

3.2.2 Classificação quanto a origem

Além de ser classificado quanto ao possível risco à saúde, eles também são divididos de acordo com a sua origem podendo ser ela domiciliar, comercial, público, serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários, industrial, agrícola e entulho. (CEMPRE, 2018)

Os resíduos de origem doméstica que são o principal foco deste trabalho são aqueles que segundo a FUNASA – Fundação Nacional de Saúde (2013) tem origem nas residências, como restos de alimentos, embalagens, papel higiênico e etc. Estes resíduos conforme Alencar (2009), não necessitam de manejo especial.

Já os chamados resíduos hospitalares por sua vez são aqueles que ainda segundo a FUNASA (2013), são provenientes de hospitais, farmácias, clínicas odontológicas e etc. Ou seja, apresenta maior risco a saúde, sendo assim demandam um cuidado especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final.

Os resíduos industriais são aqueles provenientes de atividades de indústrias de diversos ramos como: metalúrgica, química, papelaria e etc. (FUNASA, 2013).

Os resíduos comerciais são aqueles provenientes das atividades comerciais dos municípios, como por exemplo, restos de restaurantes, lanchonetes, padarias, neste tipo de resíduo observa-se uma grande quantidade de papelão, papel e embalagem. (FUNASA, 2013)

Como resíduos agrícolas entende-se que são aqueles vistos como perigosos, gerados por insumos, embalagens contendo restos de fertilizantes, pesticidas e também se encontra nesta classe os insumos. (CEMPRE, 2018)

Resíduos de origem pública são aqueles que conforme Barros (2013) são provenientes de atividades urbanas como limpeza urbana como varrição, capina, resíduos de serviços públicos de saneamento básico e etc.

Os resíduos provenientes de portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários podem ser chamados de sépticos que são aqueles que podem conter germes patogênicos, basicamente materiais de higiene, restos de alimentos, e os assépticos são aqueles que quando segregados separadamente são semelhantes aos resíduos domésticos. (CEMPRE, 2018)

Já os de origem agrícola por sua vez, são constituídos basicamente por embalagens de fertilizantes, defensivos agrícolas, rações, restos de colheita e etc. Sendo estes preocupantes, vistos que as embalagens de agroquímicos são altamente tóxicas, possuindo legislação específica. (CEMPRE, 2018)

Os entulhos são aqueles provenientes da construção civil, restos de demolição, obras e etc. Possuindo alto potencial de reaproveitamento. (CEMPRE, 2018)

3.3 Caracterização dos resíduos

Segundo Alencar (2009) os resíduos sólidos possuem características físicas, químicas e biológicas.

As principais características físicas são geração per capita, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressividade. (BARROS, 2013)

Já as químicas por sua vez são caracterizadas de acordo com poder calorífico, potencial de hidrogênio, teor de cinzas, carbono, nitrogênio, nutrientes e sólidos voláteis. (ALENCAR, 2009)

Considera-se como característica biológica o estudo da população microbiana e de seus agentes patogênicos presentes nos resíduos sólidos. (ALENCAR, 2009)

3.3.1 Caracterização Física

Segundo a ABNT: NBR 10.004 os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a geração per capita, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressividade.

De acordo com a SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (2001), a geração per capita é a relação entre a quantidade diária de resíduos e o número de habitantes, estima-se que cada pessoa gera em média cerca de 0,5 a 0,8kg/hab./dia. No quadro 1, pode-se observar uma estimativa dessa geração:

Quadro 1 – Geração per capita x população

FAIXAS MAIS UTILIZADAS DA GERAÇÃO PER CAPITA		
TAMANHO DA CIDADE	POPULAÇÃO URBANA (habitantes)	GERAÇÃO PER CAPITA (kg/hab./dia).
Pequena	Até 30 mil	0,50
Média	De 30 mil a 500 mil	De 0,5 a 0,8
Grande	De 500 mil a 5 milhões	De 0,80 a 1,00
Megalópole	Acima de 5 milhões	Acima de 1,00

Fonte: SEDU, 2001

A composição gravimétrica segundo a SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (2001), por sua vez trata-se do percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo. Vale ressaltar, que o principal método utilizado para isto é o chamado método do quarteamento, que de acordo com Cempre – Compromisso Empresarial para Reciclagem (2018), consiste em coletar uma amostra e dividir a mesma em quatro partes iguais (quartis), tomando-se dois quartis opostos para uma nova amostra e descartando-se dois, repetindo-se esse processo até chegar a um volume final desejado. Segundo Zanta (CORD. 2016) no caso do resíduo doméstico os mais comumente discriminados são matéria orgânica, materiais ferrosos e não ferrosos, papel, papelão, plástico, vidro, borracha e etc. No quadro 2, pode-se observar os exemplos básicos de cada categoria:

Quadro 2 – Exemplo de cada categoria de resíduo doméstico

Categoria	Exemplos
Matéria orgânica putrescível	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor de cozinha, látex, sacos de rafia.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, prato, espelho, embalagens de produto de limpeza, embalagens de produto de beleza, embalagens de produtos alimentícios.
Metal ferroso	Palhas de aço, alfinete, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tabuas, palito de fósforos, palito de picolé, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couro e borracha.	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmalte, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tinta, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel-carbono, filme fotográfico.

Continuação

Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonete, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pelos, embalagens de anestésicos, luvas.
Pedra, terra e cerâmica.	Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa-vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação.

Fonte: ZANTA, 2016

O peso específico aparente de acordo com Barros (2013) é a relação entre o peso de resíduo (kg) não compactado com o volume que o mesmo ocupa (m^3), ou seja, a unidade é kg/m^3 . Segundo Melo (2015) é importante determinar este fator pois ele contribui para o dimensionamento de equipamentos e instalações.

O teor de umidade representa a quantidade de água presente no lixo, a relação entre a massa úmida e seca. Sua determinação influencia nas propriedades mecânicas, químicas e na velocidade de degradação, podendo variar de acordo com a estação do ano e o volume de chuva. (MELO, 2015)

E a compressividade por sua vez está ligado ao grau de compactação/ redução de volume que uma massa de lixo sofre quando compactada. Se submetido a uma pressão de $4kg/cm^3$, seu volume pode reduzir de 1/3 para 1/4 do volume original. (MARTINS, 2015)

3.3.2 Caracterização Química

Como já citado no subcapítulo 3.4 os resíduos sólidos podem ser divididos quanto as suas características químicas, sendo as principais poder calorífico, potencial de hidrogênio, composição química e relação carbono/nitrogênio.

O poder calorífico de acordo com Melo (2015) é a capacidade de um material de se desprender dada determinada quantidade de calor, em média este valor está na faixa de 5.000kcal/kg.

O potencial de hidrogênio segundo Melo (2015), por sua vez trata-se de um indicador do teor de acidez ou alcalinidade do resíduo, em torno de 5 a 7.

Já a composição química consiste na determinação do teor de cinzas, gorduras, matéria orgânica, nitrogênio, carbono e etc. (SEDU, 2001).

E por fim, a relação carbono/ nitrogênio que de acordo com Barros (2013), indica o grau de decomposição da massa de resíduos.

3.3.3 Caracterização Biológica

A caracterização biológica do resíduo como já citado consiste em determinar a população microbiana que quando aliada a caracterização química do material, auxilia na determinação do método de tratamento e disposição mais adequado, e ainda pode contribuir para auxiliar no desenvolvimento de inibidores de odor, retardar ou acelerar a decomposição da matéria segundo a Sedu (2001).

3.4 Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Segundo Brasil (2010), lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que foi criada visando estabelecer diretrizes, responsabilidades dos geradores e do poder público para conter a atual problemática ambiental, social e econômica de um manejo inadequado dos resíduos sólidos, a mesma visa também aumentar a porcentagem de materiais reciclados no país e diminuir o número de lixões que foi debatido posteriormente.

A lei 12.305/ 2010 dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos e ainda as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, tais como os perigos e as responsabilidades de cada um.

Dentre os princípios desta lei estão a prevenção e a precaução, o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, a visão sistêmica, desenvolvimento sustentável, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, dentre outros.

Os objetivos da lei preveem proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, estímulo a adoção de padrões sustentáveis e etc.

Para garantir que esses princípios e objetivos sejam cumpridos existem os instrumentos que são muitos, mas dentre eles se pode citar alguns exemplos como:

- I - os planos de resíduos sólidos;
- II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

- IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- VI - 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; (Lei 12.305/2010)

De acordo com Brasil (2010), para que os municípios consigam ter acesso aos recursos da união, para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades, é necessário que os mesmos tenham um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, este pode vir junto com o plano municipal de saneamento básico que engloba os planos de esgoto, água, drenagem urbana e resíduos. A seguir está demonstrado alguns instrumentos instituídos pela 12.305/2010 a respeito dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:

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 Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o 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; (Lei 12.305/2010)

O plano deve ter vigência de 20 anos, sendo atualizado a cada 4 anos de acordo com a Lei 12.305/2010, e seu conteúdo mínimo deve ser composto pelos itens demonstrados anteriormente.

Segundo a mesma referência e como já citado no primeiro parágrafo deste subcapítulo, tanto o poder público, quanto os geradores apresentam parcela de responsabilidade estabelecida por lei, sendo de responsabilidade do poder público criar ações voltadas para assegurar que esta política seja cumprida, tal como garantir a limpeza urbana e de manejo, a contratação de pessoal responsável para realizar os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, debatidos posteriormente. Já para os geradores, sua responsabilidade é cessada quando o mesmo disponibiliza os resíduos de forma adequada para a coleta.

Esta lei veio em substituição a uma anterior a 9.605/1998 pois esta apresentava questões relacionadas mais aos crimes ambientais, já a 12.305/2010 surge como uma forma de orientar os municípios, englobando novas diretrizes e novos desafios para os mesmos.

3.5 Etapas do gerenciamento

Segundo Calderan (2013), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos é de total responsabilidade do município e deve englobar todas as etapas desde a conscientização da população a respeito da sustentabilidade até a disposição final dos resíduos, sendo uma atividade coletiva que demanda a colaboração de todos, desde os governadores, catadores até os geradores de resíduos.

Diante disto, o GIRSU – Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos trata-se de um conjunto de ações que uma administração desenvolve de modo a envolver as etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos. Dentro

destas etapas ocorre ainda à varrição, desobstrução de bueiros, capina, poda das árvores e outras atividades necessárias para a manutenção da limpeza da cidade.

3.5.1 Acondicionamento

O acondicionamento adequado dos RSD – Resíduos Sólidos Domésticos, de acordo com Sousa e Guandagnin (2009) depende da utilização de embalagens adequadas e do bom uso e desempenho destas, onde a maioria das embalagens utilizadas são sacos plásticos, caixas, baldes ou contentores. Esta é uma etapa de extrema importância que antecede a coleta e transporte, mas que quando realizada de maneira adequada pode contribuir para o bom funcionamento das etapas seguintes.

De acordo com CEMPRE (2018), o bom desempenho desta etapa é importante para evitar acidentes, proliferação de insetos e animais indesejáveis, impacto visual e olfativo. De modo que tanto o gerador quanto as instituições municipais devem trabalhar de maneira conjunta, onde por parte das instituições deve haver regulamentações, fiscalização visando garantir condições sanitárias adequadas.

Deste modo, serão tratados adiante os recipientes para acondicionamento dos resíduos que deve ser determinada de acordo com quantidade, composição, tipo de coleta e frequência usando como base o manual do Cempre (2018).

Os sacos plásticos são a maneira mais comum de dispor o lixo, este material deve ser colocado em recipientes rígidos que permita que o responsável pela coleta consiga retirá-lo facilmente, e separado por ambiente como, por exemplo, cozinha, banheiro, e em seguida colocado em uma embalagem maior, outro ponto que se deve ter atenção é ao peso de lixo que deve se limitar a 20 kg para manuseio do trabalhador. Os recipientes primários rígidos também constituem uma forma de dispor o lixo, no entanto há uma dificuldade de movimentação, além de necessitar de limpeza, por isso são mais frequentemente usados para resíduos de serviços de saúde. Para os resíduos de coleta seletiva, se indica que sejam separados e que contenham tampa. (CEMPRE, 2018)

3.5.2 Coleta e Transporte dos Resíduos

A coleta constitui uma etapa básica para a limpeza do município de acordo com Calderan (2013), a instituição responsável pela administração desses resíduos no âmbito

nacional é determinada pela constituição federal. Ainda de acordo com Calderan (2013), a administração dos RSD é de responsabilidade dos municípios, onde é de grande interesse dos mesmos para manter a saúde pública, sendo o manejo desses serviços realizados na maioria das vezes pela própria prefeitura, suas autarquias, ou por empresas terceirizadas.

Segundo Bartholomeu, Branco e Caixeta; (2011) a coleta desses RSD pode apresentar diversas características podendo ser coleta regular que é a aquela mais comum que ocorre de porta em porta e que de acordo com o Cempre (2018) é responsável pelos resíduos sólidos, também pode ser a chamada coleta extraordinária que é aquela que ocorre quando solicitado pelo poder público, coleta especial que ocorre para os resíduos hospitalares e pôr fim a coleta seletiva, que são aqueles resíduos que podem ser reciclados.

De acordo com o ProteGeer – Cooperação para Proteção do Clima na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (2017) e com a resolução do Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente 55/2013, a coleta seletiva é o nome dado para os materiais que apresentam um potencial reciclável como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, possuem duas divisões ela pode ser chamada de coleta seletiva simples que é aquela que apresenta 2 etapas que são os resíduos recicláveis e os rejeitos, ou 3 etapas que são os resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos. Vale ressaltar que os mesmos são identificados por cor, como pode ser visto nas figuras 1:

Figura 1 – Resíduos recicláveis e rejeitos

resíduos recicláveis	azul
rejeitos	cinza

Fonte: ProteGeer, 2017.

Na figura 2 a seguir se pode observar a divisão entre resíduos recicláveis, orgânicos e rejeitos:

Figura 2 – Resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos.

resíduos recicláveis	azul
resíduos orgânicos	marrom
rejeitos	cinza

Fonte: ProteGeer, 2017.

A coleta seletiva, conforme ProteGeer (2017), também pode ser chamada de coleta multisseletiva que é aquela que divide os resíduos de acordo com a sua tipologia, como se pode observar na figura 3 a seguir:

Figura 3 – Coleta multisseletiva

Papel	azul
Plástico	vermelho
Vidro	verde
Metal	amarelo
Orgânico	marrom
Não reciclável	cinza

Fonte: ProteGeer, 2017.

Este tipo de coleta apresenta muitas vantagens tanto para a atual questão da sustentabilidade em todo o mundo, quanto para o setor econômico, visto que há uma grande geração de empregos, como catadores por exemplo. (GOETZE, 2009)

Segundo Barros (2013), foi elaborado por Bel e Fageda (2010) um estudo de grande importância onde conseguiram a partir de várias pesquisas, gerar uma equação que consegue estimar os custos com os RSD, a seguir pode-se observar a equação 1 citada:

$$g=F(q, p, x, z)$$

(Equação 01)

Onde:

g= é o custo suportado pelo município

q= volume de saída

p = preço dos insumos

x= características da produção

z = características incontroláveis que afetam o serviço.

De acordo com Cempre (2018), o controle das despesas e custos é um fator importante que permite o gerenciamento adequado dos recursos humanos e materiais, planejamento dos serviços, cálculo da taxa que será cobrada pelo município e etc.

Ainda de acordo com Cempre (2018), esses custos podem ser classificados de duas formas, como fixos que são aqueles que não variam dependendo do nível de atividade e com o grau de utilização do equipamento, é o caso dos custos com a frota, custo da mão-de-obra e

custos relacionados com instalações e equipamentos por exemplo. Os custos também podem ser classificados como variáveis que são aqueles que são proporcionais à utilização dos equipamentos, como é o caso dos custos por quilômetro percorrido e custo por hora de operação dos veículos por exemplo. O custo pela realização dessa coleta pode ser remunerado por meio de taxa cobrada em guia de imposto predial.

No entanto, segundo Calderan (2013) é importante que os municípios realizem políticas incentivando a coleta simples, porém é necessário também que se tenha um cuidado em relação a isto, e que haja um incentivo em relação ao mercado, já que pode ocorrer um grande número de materiais o que pode acabar gerando uma grande demanda, fazendo assim com que haja uma desvalorização.

O planejamento do transporte deve ser feito rota por rota. Para tanto, são informações relevantes, os fluxos nas diversas ligações da rede, o nível de serviço atual e o desejado, características ou parâmetros sobre a carga (peso, volume, dimensões da carga e do veículo, periculosidade) e tipos de equipamentos disponíveis. Na opinião de MONTEIRO (2001), a coleta deve ser realizada por veículos especialmente construídos para essa finalidade. No caso de estações de transferência ou transbordo, tais são necessárias quando o deslocamento de transporte ao lugar de tratamento é superior a 15- 20 km ou são produzidas quantidades consideráveis. A fase de coleta e transporte dispense entre 60 e 80% dos custos globais do gerenciamento dos resíduos (Sousa e Guandagnin, 2009).

Este transporte segundo Soares (2003) pode ser realizado de diversas formas, como por exemplo, por meio de caminhão compactador que é aquele que realiza a compactação do resíduo, podendo assim carregar uma maior quantidade de resíduos, caminhão do tipo baú que é aquele do tipo basculante, o mesmo pode ser usado para a coleta seletiva, e é mais indicado para áreas periféricas da cidade e municípios de pequeno a médio porte. De modo que os critérios para a seleção do tipo de veículo devem levar em conta à quantidade de resíduos, segundo Cempre (2018) em cidades com baixa concentração populacional se pode optar por veículos sem compactador que podem transportar até 3,7 t, a forma de acondicionamento também deve ser levado em consideração, se deve ter uma compatibilidade entre a forma de acondicionar e o tipo de veículo, e por fim as condições de acesso aos pontos de coleta como no caso de ruas não pavimentadas, ruas estreitas e favelas.

Deste modo, verifica-se a importância do dimensionamento da coleta, onde deve se levar em conta a estimativa do lixo a ser coletado que pode ser realizada de acordo com a coleta já existente por meio de monitoramento, definição das frequências da coleta que pode ser ela

diária exceto em domingos e feriados ou ocorrer em dias alternados, deste modo se deve levar em conta a quantidade de lixo gerado visando não haver um acúmulo de material, definição dos horários da coleta que pode ser ela diurna ou noturna dependendo da necessidade de cada município, dimensionamento da frota dos serviços que tem como objetivo identificar o número de veículos necessários, de modo que para chegar a um resultado final da frota necessária se deve considerar o maior número de veículos que precisa operar simultaneamente, este é o total de veículos, e definição dos itinerários da coleta que define o trajeto que o veículo irá percorrer. (CEMPRE,2018)

Para o dimensionamento da frota de veículos que pode ser realizada para toda a cidade ou por setor, se pode utilizar a seguinte equação 2 demonstrada a seguir:

$$N_s = \left\{ \left(\frac{1}{j} \right) \times \left[\frac{L}{v_c} + 2 \left(\frac{D_g}{v_t} \right) + 2 \left(\frac{D_d}{v_t} \right) \times \frac{Q}{c} \right] \right\}$$

(Equação 2)

Onde:

J= duração útil da jornada de trabalho;

L= extensão total das vias do setor de coleta, em km;

V_c= velocidade média de coleta, em km/h;

D_g= distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

D_d= distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

V_t= velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e transferência, em km/h;

Q= quantidade total de lixo a ser coletada no setor, em t ou m³;

C= capacidade dos veículos de coleta em t ou m³, adota-se 70% da capacidade total (CEMPRE, 2018)

Com isto, diante do exposto percebe-se o quanto as etapas que antecedem ao tratamento dos RSD são importantes, já que elas contribuem para uma redução no volume de resíduos, podendo diminuir também o custo com o que irá chegar para o tratamento (CALDERAN, 2013).

3.5.3 Tratamento e Disposição Final dos resíduos

De acordo com Soares (2003), define-se o tratamento dos RSD como sendo um conjunto de processos realizados com o intuito de reduzir a quantidade de resíduos gerados e, também, o seu potencial poluidor.

Já de acordo com a resolução 283/2001 do Conama, o tratamento dos resíduos sólidos é definido como um conjunto de processos que irá alterar as características físicas, químicas ou biológicas dos materiais minimizando os riscos à saúde e ao meio ambiente.

Segundo Calderan (2013), é de é importante que se defina a via de tratamento desses RSD, podendo ser ele tratamento físico que é aquele empregado quando se há necessidade de reduzir o volume, tratamento químico utilizado principalmente para eliminação de componentes tóxicos, tratamento biológico comumente utilizado quando se há necessidade de acelerar o processo de degradação biológica e tratamento térmico que é aquele empregado para alterar características físicas e químicas, incluindo pirólise e incineração.

Além disso, o tratamento dos resíduos necessita de alguns equipamentos como os de triagem, preparo de reciclagem, tratamento com recuperação de energia, tratamento com recuperação de matéria, esterilização de resíduos, coleta e armazenamento e por fim aterro. (CALDERAN, 2013)

No entanto, mesmo frente a esses esforços de conscientização da população ainda existem resíduos que não poderão ser aproveitados, demandando assim que sejam dispostos em aterro. (Strauch, 2008)

A última etapa referente ao gerenciamento é a destinação final dos resíduos, podendo ser ela nas seguintes formas: aterro sanitário, aterro controlado e disposição a céu aberto também chamado de lixão. Na figura 4 a seguir pode-se observar a situação atual do Brasil conforme a utilização de cada um desses meios:



Fonte: Abrelpe, 2019.

3.5.4 Formas de Tratamento

3.5.4.1 Compostagem

Conforme Godoy (sem data), a compostagem é um processo biológico de reciclagem do resíduo, onde a matéria orgânica é reaproveitada virando uma espécie de composto vegetal feito a partir da matéria orgânica proveniente de resíduos domésticos, industriais ou agrícolas, que é muito útil visto que em seu processo final o composto pode ser utilizado em hortas, jardins, como forma de adubação e entre outros que gera inúmeros nutrientes ao solo.

Para o processo de fabricação desta composta é necessário que os resíduos sejam em parte animais e em parte vegetais, onde os mais utilizados são penas, lixos orgânicos, conchas, rochas moídas. (GODOY, sem data).

Neste processo as principais vantagens são a economia no tratamento de efluentes, reciclagem de nutrientes para o solo, redução do lixo destinado ao aterro, aproveitamento da matéria agrícola, entre outros. (GODOY, sem data).

Segundo Ferla (2016), valores acima de 50% de matéria orgânica da composição gravimétrica dos resíduos do município, são viáveis para a implantação da compostagem como forma de tratamento.

Outro ponto a ser avaliado para a implantação da compostagem, é a técnica a ser utilizada podendo ser ela compostagem natural ou mecânica.

Na compostagem natural, os resíduos são depositados em leiras, em local impermeabilizado, com aeração por reviramento de tempos em tempos, podendo ocorrer de maneira manual ou com o auxílio de máquinas como retroscavadeiras ou reviradeiras de leira, no entanto, neste modelo o limite é inferior a 100 toneladas por dia, e o processo dura 120 dias. Essas leiras podem chegar até a 2,0m de altura, porém leiras muito altas não são recomendadas, para garantir uma melhor aeração, também é necessário que após o dimensionamento das leiras, seja considerando mais 10% para garantir segurança e circulação. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010)

A compostagem mecânica é indicada para municípios com mais de 100 toneladas por dia, neste processo a fase inicial é acelerada através de máquinas, onde, a umidade e a temperatura devem ser controladas, com processo que podem variar de 7 a 20 dias. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010)

3.5.4.2 Incineração

A incineração é o processo em que, utiliza-se da combustão para degradar os materiais. Nesse modelo, necessita-se de uma correta disposição após sua realização já que este processo resulta em cinzas e estas apresentam um aumento na concentração de metais (SEBRAE, 2006).

As principais vantagens da incineração são: aplica-se a muitos resíduos, é aceita pelos órgãos ambientais e degrada completamente os resíduos (SEBRAE, 2006).

Já suas desvantagens são a geração de cinzas que necessitam de um controle, emite gases e apresenta um alto custo (SEBRAE, 2006).

3.5.5 Formas de Disposição Final

3.5.5.1 Aterro Sanitário

De acordo com Van Elk (2007), aterro sanitário é o nome dado à obra de engenharia que tem por finalidade diminuir os danos à saúde pública. Já segundo a ABNT: NBR 8.419/1992, por aterro sanitário entende-se como sendo uma técnica de disposição dos resíduos que minimiza os danos à saúde pública, garante segurança e contribui para o meio ambiente.

Trata-se de um método de disposição final de RSU, baseado em técnicas sanitárias de impermeabilização do solo, compactação e cobertura diária das células de lixo, coleta e tratamento de gases e chorume. Em um aterro sanitário, devem ser previstos planos de monitoramento ambiental e geotécnico bem como sistemas de drenagem superficial das águas de chuva. (Silva, 2011)

Na figura 5 a seguir, pode-se observar o exemplo do funcionamento de um aterro sanitário:

Figura 5 – Funcionamento do aterro sanitário



Fonte: Silva, 2011

Vale ressaltar que segundo o ProteGeer (2017), assim como em qualquer outro, o aterro sanitário apresenta vantagens e desvantagens. Sendo suas principais vantagens, menores custos de investimento e operação, possibilidade de utilizar áreas já degradadas, possibilidade de aproveitamento energético do Biogás e etc. E suas principais desvantagens são o possível desenvolvimento de mau odor, necessidade de grandes áreas, controle de riscos e etc.

3.5.5.2 Aterro Controlado

Segundo Silveira, Berté e Pelanda (2018), aterro controlado é similar ao que ocorre no lixão só que nele o resíduo é coberto por um material que pode ser argila ou terra. No entanto, isto não diminui o mau odor. Na figura 6 a seguir pode-se observar o exemplo do funcionamento de um aterro controlado:

Figura 6 – Funcionamento de aterro controlado



Fonte: Prefeitura do Assú, 2018.

Conforme Cempre (2018), esse tipo de disposição causa uma poluição localizada, no entanto apesar de ser preferível em relação ao Lixão, apresenta qualidade bastante inferior quando comparado ao aterro sanitário.

3.5.5.3 Lixão

De acordo com Cempre (2018), o lixão é uma técnica inadequada de disposição dos resíduos, onde eles são apenas depositados no solo sem nenhum cuidado especial com a saúde humana, que acarreta inúmeros problemas, visto que os mesmos poluem as águas subterrâneas e superficiais devido a proliferação do Chorume, apresenta mau odor e aumenta a proliferação de fungos, moscas, ratos e etc.

Outro problema frequente nesses locais é que não há um controle em relação aos resíduos que entram, onde muitas vezes são encontrados resíduos farmacológicos, hospitalares e entre outros. E ainda um grande número de animais e de catadores que muitas vezes moram nestes locais. Na figura 7 a seguir pode-se observar este descontrole:

Figura 7 – Lixão em Ilhéus- BA



Fonte: Nogueira, 2015

3.6 Situação atual do Brasil

Segundo Pereira e Curi (2012) os modelos de gestão não foram sempre uma preocupação para a população, de acordo com o mesmo até meados da década de 70, era comum que os resíduos coletados fossem descartados em lixões sem o menor cuidado, e ainda a inexistência de políticas que incentivassem uma menor geração dos mesmos, conseqüentemente o volume de resíduos gerados era muito grande.

Ainda de acordo com os autores, foi só na Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente Humano de 1972, que este assunto foi debatido pela primeira vez, devido ao conhecimento de que os recursos naturais são limitados, e da destruição da camada de ozônio.

Então em 1975, países membros da OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico priorizou o tratamento dos resíduos, sendo redução da geração, reciclagem e incineração, este período ficou marcado pela redução do número de resíduos. (PEREIRA E CURI, 2012).

No entanto, apenas no final da década de 80 que foram estabelecidas as prioridades em relação à gestão dos resíduos, onde a partir da Agenda 21 conheceu-se a importância do tratamento mais a fundo desses problemas. (PEREIRA E CURI, 2012).

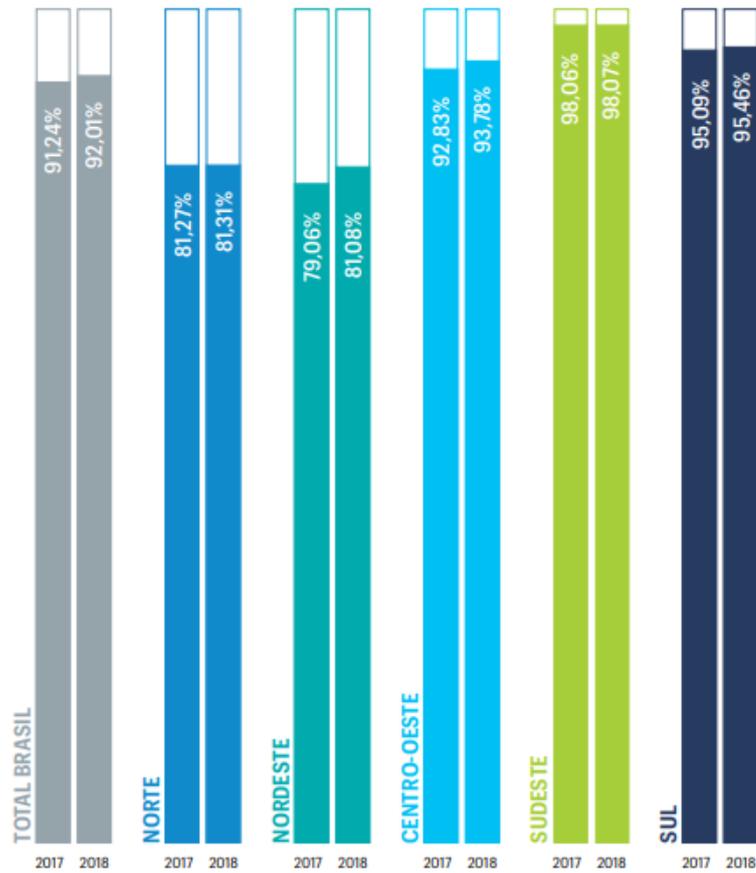
De acordo com o panorama divulgado pela Abrelpe – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), o Brasil gerou cerca de 79 milhões de toneladas de resíduos em 2018, uma geração média de 380kg/ano de RSU por pessoa, em comparação com o ano de 2017 houve um aumento de pouco menos de 1% e cerca de 0,39% para a geração per capita.

Segundo Martins (2015), isto ocorre pois o Brasil ainda se preocupa mais com a destinação final dos resíduos do que com a prevenção, ou seja, deixa para tratar do problema depois. Sendo que a partir da diminuição da geração de resíduos, um gasto desnecessário poderia ser evitado.

Esses dados ainda são preocupantes pois apenas 59,5% dos municípios brasileiros dão a destinação correta para seus resíduos que são os aterros sanitários, mas 40,5%, cerca de 3001 municípios ainda destina seus resíduos para aterros controlados e lixões que são uma forma de destinação inadequada, visto que não contam com um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteger a saúde e o meio ambiente. (ABRELPE, 2019)

No entanto ainda de acordo com a Abrelpe (2019), o volume coletado de resíduos cresceu. Já para a coleta seletiva 3/4 dos municípios realizam algum tipo de coleta seletiva, porém em boa parte deles ela não atinge a todos os bairros. Nas figuras 8 a seguir é possível observar o índice de cobertura da coleta por região:

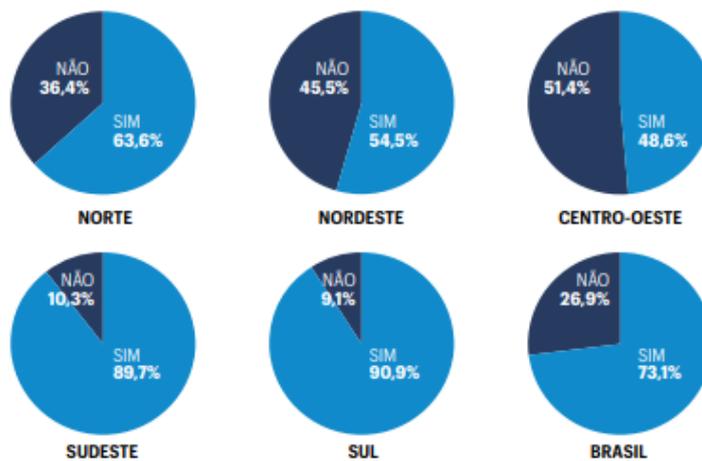
Figura 8 – Índice de cobertura da coleta de RSU (%)



Fonte: Abrelpe, 2019

Na figura 9 se observa a distribuição por região dos municípios com iniciativa de coleta seletiva:

Figura 9 – Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva



Fonte: Abrelpe, 2019

Os recursos investidos na coleta apresentaram queda no Brasil, o que resultou em uma menor geração de vagas de emprego neste setor. (Abrelpe, 2019)

A partir disto é possível perceber que apesar da existência da lei 12.305/2010, o Brasil ainda segue em passos lentos quanto a questão dos resíduos sólidos no país, sendo ainda de acordo com a Agência Brasil (2019) o maior gerador de resíduos da América Latina.

3.7 Educação Ambiental

De acordo com Rocha, Santos e Navarro (2012), a educação ambiental é essencial para o gerenciamento dos resíduos, no entanto, é necessário o envolvimento de todos, para que seja possível mudar hábitos e padrões da sociedade, para que ela consiga se conscientizar realmente sobre a importância do meio ambiente.

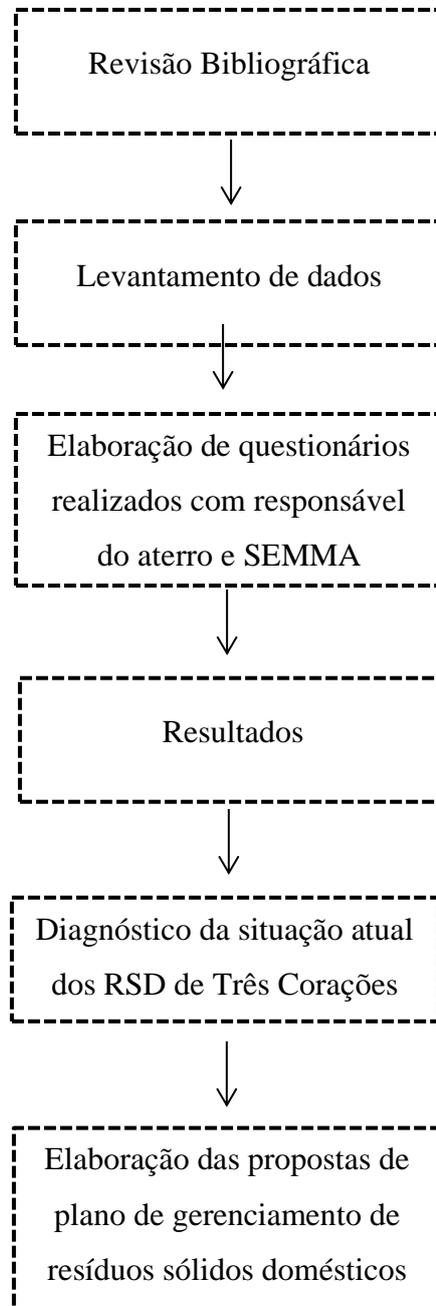
Ainda segundo os autores, a separação dos resíduos nas fontes geradoras é importante para que se possa realizar a reciclagem e a reutilização dos materiais. Porém, essa conscientização deve ocorrer em todos os níveis desde a educação infantil até o ensino superior, englobando políticas e ações nas escolas e universidades.

O Ministério do Meio Ambiente (Sem data), possui inclusive o EducaRES que se trata de uma iniciativa do governo que incentiva a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo composta por uma matriz de educação ambiental e comunicação social, que possui indicadores e procedimentos de avaliação de ações socioambientais e materiais pedagógicos.

Para Rocha, Santos e Navarro (2012) para que a educação ambiental ocorra é preciso que sejam analisadas as possibilidades e as dificuldades neste tipo de trabalho, ainda exemplifica que o Brasil é um dos maiores recicladores no mundo, não pelo bom funcionamento do sistema de coletas, mas sim pelo grande número de catadores.

4 METODOLOGIA

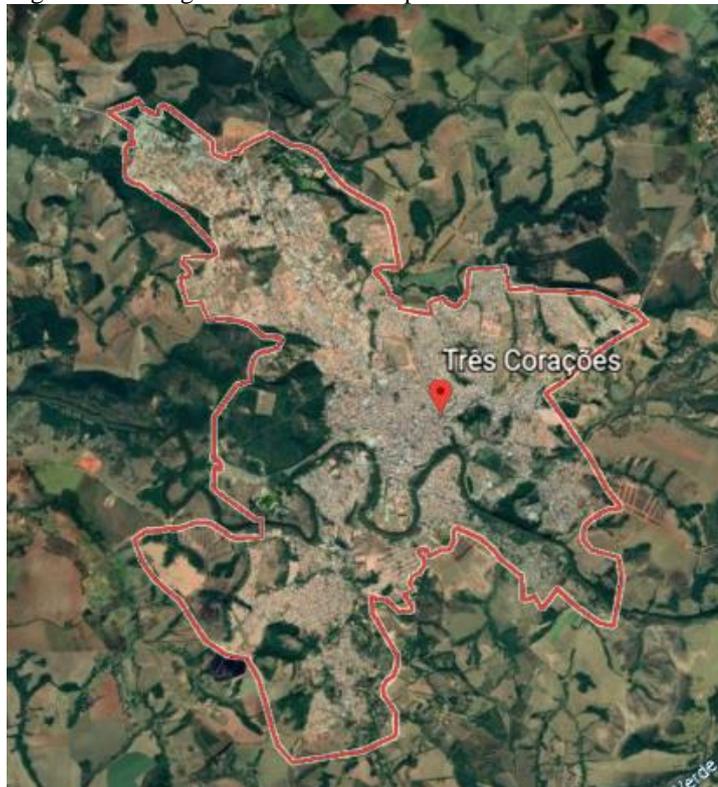
A metodologia proposta para o trabalho se destina a apresentar os métodos e como eles foram aplicados, de acordo com as etapas demonstradas a seguir:



4.1 Local de estudo

O local analisado é o município de Três Corações, que fica localizado no Sul do estado de Minas Gerais, como se pode observar na figura 10 a seguir:

Figura 10 – Imagem aérea do município



Fonte: Google Earth, 2020

4.2 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica foi realizada por meio de consulta em livros, teses, artigos, manuais, legislações vigentes de modo a adquirir embasamento teórico para que fosse possível uma análise a respeito da situação atual dos resíduos sólidos domésticos do município de Três Corações, essas informações constam no capítulo 3.

4.3 Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado por meio de entrevista com funcionária da secretária municipal de meio ambiente do município, também foi realizada entrevista com a responsável pelo aterro sanitário que fica localizado próximo ao Bairro Alterosa, além de conversas informacionais com a responsável pela associação de catadores do município tendo como embasamento o que foi visto no capítulo 3 e conforme Manual de Gerenciamento

Integrado – Lixo Municipal do Cempre, de modo a contribuir para um melhor entendimento sobre qual a atual situação do município.

A partir disto busca-se obter informações sobre o funcionamento das etapas do gerenciamento, onde foram levantados dados sobre como o município orienta a população sobre a maneira de condicionar os resíduos, como funciona a coleta no município, se ela é diurna/noturna, qual a frequência dessa coleta, se tem coleta seletiva, qual a quantidade de material coletado, se tem associação de catadores, se tem reciclagem, qual a frota de caminhões do município, quanto cada caminhão roda por dia, a destinação desses resíduos, se eles são tratados, se possui garis na cidade e etc. Como já citado no parágrafo anterior esses esclarecimentos foram levantados por meio de entrevistas, visitas e ensaios para que se possa realizar uma proposta de gerenciamento desses resíduos para o município.

Para levantamento de dados da população foi realizada uma projeção populacional, onde foi utilizado dados dos 2 últimos censos realizados pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sendo 2010 e 2000, para isto foi utilizado o chamado método da projeção geométrica que é indicado para cidades de pequeno e médio porte como é o caso de Três Corações, baseando-se em intervalos de 5 em 5 anos até o ano de 2040, para isto foram utilizadas as seguintes equações:

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_0}$$

(Equação 3)

Onde:

lnP2: ln da população do último censo

lnP1: ln da população do penúltimo censo

t2: Ano do último censo

t0: Ano do penúltimo censo

Para estimar a população futura foi utilizada a equação 4 a seguir:

$$P = P_0 * e^{(t-t_0)}$$

(Equação 4)

Onde:

P0: População

E: Euler

t: Ano da projeção

t0: Ano último censo.

Para a análise da frota foi utilizada a equação 2 demonstrada anteriormente.

4.3.1 Entrevista com responsável técnico e Secretária Municipal de Meio Ambiente

Como já citado no subcapítulo 4.3 foi realizada entrevista com responsável técnico do aterro do município e responsável pela associação de catadores, onde o intuito é levantar questões referentes ao funcionamento do mesmo no dia-a-dia, as etapas de gerenciamento, funcionamento, quanto de material reciclável é coletado, dificuldades encontradas, o questionário que foi realizado está disponível no Apêndice A, para esta entrevista busca-se esclarecimento sobre quanto de resíduo é gerado no município, quem realiza a coleta, com qual frequência e etc.

Conforme demonstrado no subcapítulo 4.3, também foi realizada entrevista com a funcionária da Secretária Municipal do Meio Ambiente do município, de modo que se busca esclarecimento sobre os custos, e sobre a visão atual do município mediante a gestão dos resíduos sólidos, as perguntas que foram realizadas encontram-se disponíveis no Apêndice B.

4.3.2 Caracterização do lixo

Outro ponto importante para o desenvolvimento do trabalho é a caracterização do lixo, que conforme já demonstrado no capítulo 3, pode ocorrer de três formas, podendo ser de maneira química, física e biológica, para o presente trabalho foi realizada a caracterização física do resíduo, no caso da não existência, que foi averiguado mediante entrevista.

Na caracterização física dos resíduos as principais formas são as demonstradas no subcapítulo 3.4.1, para este trabalho foi realizada a geração per capita e composição gravimétrica. Para a geração per capita, foi usada como base a tabela 1 que se encontra disponível no capítulo 3 e que foi proposta pela Sedu e para a composição gravimétrica foram utilizadas informações fornecidas pela SEMMA – Secretária Municipal de Meio Ambiente.

4.4 Análise dos dados

De acordo com os dados que foram levantados, e embasando-se no que foi demonstrado no referencial teórico, busca-se chegar a um diagnóstico da situação do município, que foi demonstrado no próximo capítulo por meio de tabelas, fotografias. Buscando contemplar qual a possível e mais adequada forma de gerenciamento, tendo enfoque no resíduo doméstico.

5 DIAGNÓSTICO

Neste capítulo será demonstrado o diagnóstico da atual situação do município a partir dos dados levantados e propostas de soluções.

As informações foram fornecidas por meio de entrevistas com a SEMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, SEMOSP – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, através de conversas realizadas com a responsável técnica do aterro – Cristiana Vichiatto Figueiredo, responsável pela associação de catadores – Fabiana, através de conversas com os motoristas e visitas ao local do aterro.

5.1 Caracterização do município

O município de Três Corações fica localizado no sul do estado de Minas Gerais, próximo aos municípios de Varginha, Cambuquira, São Tomé das Letras e a cerca de 241 km da capital do estado Belo Horizonte.

Segundo a Prefeitura Municipal (2013), por meio do plano de saneamento do município, as primeiras informações a respeito do mesmo datam de 1737, quando Cipriano José da Rocha teria encontrado roças e catas de mineração na região, no entanto, o mesmo veio a se tornar um município apenas no ano de 1884 com o nome de Três Corações do Rio Verde, e somente no ano de 1923 passou a se denominar Três Corações.

Conforme, citado no subcapítulo 4.3, para a projeção populacional foram utilizadas algumas equações já demonstradas anteriormente, onde foram encontrados os seguintes resultados:

$$K_g = \frac{\ln 65826 - \ln 58405}{10} = 0,012$$

(Equação 5)

Para a realização das equações, utilizaram-se os seguintes dados do censo em relação à população urbana do município segundo o IBGE demonstrados na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Censo IBGE

Ano	População
2000	58.405
2010	65.826

Fonte: O autor, 2020

A partir das equações demonstradas anteriormente foram obtidos os seguintes resultados para a projeção populacional, demonstrados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Projeção da população urbana de Três Corações

Ano	População
2015	69.896
2020	74.218
2025	78.808
2030	83.681
2035	88.855
2040	94.350

Fonte: O autor, 2020.

Ainda segundo dados do IBGE (2019), o município conta com uma área de aproximadamente 828 km² e um PIB per capita de 28.056,22.

Na economia do município por sua vez, a cultura do milho, soja, café, leite, feijão e espécies frutíferas tem destaque. No ramo industrial destacam-se as industriais com produtos derivados do leite, metalúrgico, fertilizantes e etc.

5.2 Sistema de resíduos sólidos de Três Corações

5.2.1 Acondicionamento

A partir de informações obtidas juntamente com a SEMMA – Secretária Municipal do Meio Ambiente por meio de entrevista realizada. Foi possível levantar dados a respeito das etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos no município, sendo o acondicionamento à etapa inicial nesse processo, como já citado no subcapítulo anterior 3.6.

De acordo com os dados fornecidos pela secretária, o município estabelece que o resíduo seja acondicionado em sacos plásticos ou caixas de papelão, porém essas orientações não estão dispostas em lei ou plano municipal, que, como demonstrado anteriormente no subcapítulo 3.6, são as embalagens mais utilizadas.

No entanto, os principais problemas em acondicionar os resíduos dessa forma, são que, muitas vezes, eles são colocados em sacolas de supermercado, o que acaba ocasionando que essas embalagens rasguem devido ao excesso de peso colocado, vidros quebrados dentro dos sacos, sacos de lixo que são rasgados pelos animais, devido ao fato de que, muitos são colocados antes do horário de coleta. Estas situações são devidas à falta de regulamentação da prefeitura quanto às condições em que o lixo deve ser acondicionado e aos horários para que estejam disponíveis para a coleta. A população deve ser orientada quanto aos procedimentos e quanto às suas responsabilidades frente ao acondicionamento correto do lixo. Neste sentido é importante ressaltar que os resíduos para a coleta devem estar dispostos em lixeiras, com altura

de 1,5m, para evitar que animais os acessem e promovam seu espalhamento pelas vias públicas. Outro ponto é que o fato do acondicionamento do lixo acontecer em caixas de papelão dificulta o trabalho dos garis, o que acaba consequentemente atrasando o trabalho. Na figura 11 a seguir se pode observar o acondicionamento do lixo:

Figura 11 – Acondicionamento



Fonte: O autor, 2020

Esses problemas demonstrados acabam gerando outros como, por exemplo, os acidentes de trabalho, devido aos cacos de vidro, além do atraso gerado.

5.2.2 Coleta e Transporte

Conforme dados obtidos, a coleta de lixo atinge cerca de 90% dos domicílios do município que possui cerca de 30 mil residências, onde, segundo informações, são coletados resíduos de todos os tipos, como resíduo domiciliar, público, comercial, de serviço de saúde, agrícola, industrial, de terminal rodoviário e entulho. O município conta ainda com um mapa roteiro de coleta, coleta noturna, em relação a frequência nas áreas centrais e penitenciária ela ocorre diariamente, para as demais localidades ela varia de 2 a 3 vezes por semana de acordo com a necessidade de cada bairro, conforme pode ser observado no Anexo A.

De acordo com informações, a coleta e o transporte são realizados pela própria prefeitura do município que conta atualmente com 5 caminhões do modelo carroceria compactadora que compõe sua frota de veículos com capacidade de 7m³, que percorre diariamente cerca de 85 a 90km, para a coleta porta a porta. Na figura 12 a seguir se pode observar este caminhão:

Figura 12 – Caminhão Compactador



Fonte: Prefeitura de Três Corações, 2017

O município conta também com coleta seletiva, além de possuir políticas de incentivo a reciclagem. Essa coleta recolhe o lixo em cerca de 30 bairros do município a partir das 8hrs. Uma das exigências é que o material que será reciclado seja separado do material orgânico. Na tabela 5 a seguir, pode-se observar o cronograma com a frequência da coleta seletiva:

Quadro 3 – Cronograma de coleta seletiva

Segunda	Jardim Rio Verde, São Sebastião, Santo Afonso, Vila Viana, Policlínica.
Terça	Nossa Senhora Aparecida, Novo Horizonte, Bandeirantes, Vila Militar, Monte Alegre, Estância dos Reis, Alto Perú.
Quarta	Banco do Brasil, Bradesco, Caixa Econômica Federal, Gráfica Vêritas, EsSa, Edifício Sagrada Família.
Quinta	Jardim Eldorado, Jardim Orion, Parque São José, Santana, Jardim América, Jardim Umuarama, Vila Rica, São Conrado, Triângulo, Vila Militar, Chácara das Rosas, Santa Tereza.
Sexta	Sacolão Center, UninCor, Colônia Santa Fé, Penitenciária.

Fonte: Prefeitura Municipal de Três Corações, 2015.

Os bairros onde não possuem coleta seletiva são: Alto da Boa Vista, Alto da Colina, Amadeu Miguel, Bela Vista, Boa Ventura, Cinturão Verde, Cafezinho, Chácara General Banda, Cidade Jardim, Condomínio Elias Matuck, Cotia, Distrito Industrial, Espraiado, Estância dos Reis, Feira de Gado, Flora, Henrique Rezende, Inconfidentes, Jardim Agrinco, Jardim Alegre, Jardim Alto do Paraíso, Jardim Belo Horizonte, Jardim Califórnia, Jardim das Acácias, Jardim das Alterosas I, Jardim das Alterosas II, Jardim das Hortências, Jardim das Magnólias, Jardim

dos Ipês, Jardim Eldorado II, Jardim Esperança, Jardim Europa I, Jardim Europa II, Jardim Fabiana, Jardim Paraíso, Jardim Primavera, Jardim Planalto, Jardim Tropical, Jardim Universo, Jardim Verona, Mini Distrito I, Morada do Lago, Morada do Sol, Monte Verde I, Monte Verde II, Nossa Senhora de Fátima, Nova Três Corações, Nova Aliança, Odilon Rezende Andrade, Parque das Colinas, Parque Jussara, Recanto Bom Jardim, Renascer, Residencial Dharma, Residencial Progresso, Residencial Paraíso, Rio do Peixe, Retirinho, São Francisco, São Gerônimo, Solar Brigadeiro, Treviso, Tapera, Vila Amorélli, Vila Fernão Dias, Vila Jessé, Vila Lima, Vila Melo, Vila Rezende, Vista Alegre, Vila Emília, Vila Ipiranga, Vila Mariana, Vila Bela I, Vila Bela II, Vila Bela III, Vilas Boas, Vila Sueli, representam 76,5% da área urbana.

Segundo a responsável pela associação de catadores do município, são coletados cerca de 8000 kg desse material por mês. Onde, os próprios catadores participam dessa coleta por meio da associação, não havendo nenhum programa de acompanhamento social e da saúde dos associados. E houve uma campanha de esclarecimento/conscientização, porém, foi realizada há muito tempo. Na figura 13 a seguir pode-se observar essa coleta seletiva sendo realizada no aterro do município:

Figura 13 – Coleta Seletiva e Triagem



Fonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2018.

Segundo informações o município apresenta catadores independentes, de acordo com a SEMOSP – Secretária municipal de obras e serviços públicos a prefeitura tem conhecimento sobre a presença desses catadores na unidade de destino final, sendo a maior parte maior de 14 anos, e, 3 com até 14 anos.

Ainda de acordo com informações da responsável pela associação de catadores, os principais materiais recuperados são papel, plástico, vidro, garrafa PET, este material é encaminhado para comercialização, onde os principais receptores são comerciantes de materiais reciclados.

O município disponibiliza EPI para os funcionários da coleta convencional sendo estes: botinas, luvas, coletes, capa calça de chuva, óculos, touca árabe, protetor solar, máscara e uniforme.

Nesta etapa, os principais problemas estão relacionados principalmente a coleta seletiva, visto que, em um município que gera de 50 t/dia de lixo, são coletados apenas 8000 kg de material reciclável por mês. Há que se considerar que, mesmo nos bairros onde existe essa coleta, ela não atende a 100%, pois muitas pessoas não sabem da existência da mesma, sendo classificada como regular a participação da população de acordo com a responsável pela associação de catadores. Outro ponto é a dificuldade em ampliar esse número de bairros atendidos devido à existência de 1 caminhão para essa coleta, segundo informações da responsável pela associação de catadores Fabiana.

5.2.3 Tratamento e Disposição Final

De acordo com informações da SEMMA – Secretária Municipal do Meio Ambiente (2020), todos os resíduos gerados no município são destinados ao aterro sanitário da cidade que gera 50t/dia, no entanto este volume vem aumentando pois segundo informações da SEMOSP a cerca de 3 anos atrás este valor era de 42t/dia e uma geração per capita de 0,5kg/hab/dia.

Vale ressaltar que antes da implantação do aterro sanitário, o município depositava seus resíduos em um lixão, que funcionava próximo ao local onde hoje funciona o aterro, sentido estrada rural pedra preta, de acordo com as informações o atual proprietário do local cobriu a área com terra e hoje realiza plantações no local. O local onde hoje funciona o aterro segundo informações, é de propriedade da própria prefeitura.

Segundo Taveira (2012), o aterro sanitário está localizado a 4km do centro de Três Corações na estrada que liga a cidade ao município de São Bento Abade, contando com uma área de 20,73ha. De acordo com o licenciamento ambiental nº 0300551/2018, o aterro possui vida útil até o ano de 2037 e uma massa de lixo acumulada de 337.191,4t.

No entanto ainda segundo informações concedidas pela SEMOSP (2020), o aterro tem via útil para apenas mais 6 anos, porém ainda não existem novos locais para a destinação dos

resíduos, que após o encerramento de suas atividades ficará 10 anos inativado. Na figura 14 a seguir pode-se observar uma vista aérea do aterro:

Figura 14 – Vista aérea do aterro



Fonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2018

Outro problema relatado em conversa com a SEMOSP (2020) é a localização do aterro. Hoje ele se encontra dentro do perímetro urbano, devido ao crescimento da área urbana, existem residências próximas ao local, além de estar próximo a áreas de proteção ambiental. Na figura 15 a seguir se pode observar o funcionamento do aterro:

Figura 15 – Vista do aterro



Fonte: O autor, 2020

Outro problema do município está relacionado aos locais de disposição inadequada dos resíduos, que assim como em outros municípios, os lotes vagos acabam se tornando depósito

de lixo. Um desses casos chamou a atenção, está localizado no bairro Rio do Peixe devido ao grande volume de lixo que vem sendo depositado no local, se pode observar no local lixo domiciliar, entulho e etc. De acordo com moradores, chegam até mesmo caminhões particulares depositando lixo no local. Na figura 16 a seguir se pode observar o local:

Figura 16 – Local de disposição inadequada



Fonte: O autor, 2020

De acordo com a secretária de meio ambiente (2020), o município possui uma caracterização gravimétrica desses resíduos, no entanto a mesma se encontra desatualizada, e a geração média per capita do município é de 0,700kg/hab./dia. Na tabela 3 a seguir pode-se observar essa caracterização:

Tabela 3 – Caracterização gravimétrica

Componente	Porcentagem (%)
Material orgânico	60
Material reciclável	20
Outros	20

Fonte: Semma, 2020

De acordo com o licenciamento ambiental nº 0300551/2018, foram tomadas algumas medidas mitigadoras e de impactos ambientais para o funcionamento do aterro.

Uma delas está relacionada ao sistema de drenagem e tratamento dos líquidos percolados, onde se estipulou que todo o chorume gerado é drenado. Para o tratamento desse

material existe uma lagoa anaeróbica seguida de 3 filtros anaeróbicos. Na figura 17 a seguir pode-se observar essa lagoa:

Figura 17 – Lagoa anaeróbica



Fonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2018

Outro ponto importante é que os gases gerados também sejam tratados. Para tal o biogás é captado, e seu tratamento consiste na queima desse material diretamente nos drenos.

As águas pluviais são tratadas por meio de canais construídos em argila compactada e canaletas de concreto pré-moldado. O objetivo desse tratamento é a coleta e o esgotamento das águas de chuva, além da prevenção de processos erosivos e etc. Os efluentes sanitários são tratados, por meio de uma unidade de tratamento que é composta por tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro.

Todos esses procedimentos têm como principal intuito garantir que o aterro funcione gerando o menor impacto ambiental possível, além, é claro de haver programas de monitoramento desses materiais.

Porém, assim como nas etapas anteriores está também apresenta problemas como o fato de que muitas informações estão desatualizadas, além do fato de ainda não haver outro local em estudo para quando o local atual encerrar suas atividades. Outro ponto importante é que 60% dos resíduos do município é matéria orgânica, sendo viável uma análise sobre uma possível implantação da compostagem. E ainda o grande volume de resíduos sendo destinado a locais inadequados.

Para o município de Três Corações, a técnica de compostagem mais indicada é a compostagem natural visto que a geração de resíduos do município é inferior a 100 t/dia, mas devem ser realizados estudos mais aprofundados sobre questões econômicas e ambientais, bem como em caso de possível implantação, deve ser realizada a capacitação de todo o pessoal

levando em conta capacitações que abordem aspectos do processo de compostagem, tratamento de efluentes, monitoramento, compostagem doméstica e arborização urbana.

5.2.4 Recursos administrativos

Segundo informações adquiridas por meio de entrevistas, o município de Três Corações cobra pelos serviços de limpeza urbana e coleta do lixo por meio de taxas específicas. Cerca de 5% a 10% do percentual do orçamento municipal é destinado exclusivamente para esses serviços.

A receita orçada pelo município para cobrança de taxa foi R\$ 3.977.028,45 referência ao ano de 2019, sendo arrecadado R\$ 2.711.822,39.

Além disso, o gasto mensal com esses mesmos serviços de limpeza e/ou coleta e transporte, é de R\$ 150.000,00/ mês, com pessoal e encargos R\$ 2.995.791,44, com a manutenção do aterro R\$ 24.348,44, gastos relacionados a despesas como água e luz somam R\$ 640,02 tendo como referência o mês de agosto, para a coleta seletiva este valor é de R\$ 9.000,00/ mês e com a frota R\$ 1.354.253,69, sendo essas as principais despesas do município em relação ao gerenciamento.

O município conta com 35 funcionários compreendendo 7 motoristas e 28 garis, que são recrutados através de concurso público e processo seletivo, para a coleta seletiva atualmente a associação de catadores do município conta com 17 associados, sendo a própria prefeitura a responsável pelas etapas de gerenciamento dos resíduos no município, apenas o serviço de coleta de resíduos de saúde é terceirizado.

A fiscalização segundo a SEMMA (2020), é realizada pelo estado não havendo uma frequência exata para tal atividade. Também não foi informada sobre a existência de um plano de contingência.

Para a educação ambiental por sua vez, a secretária informou que é previsto no currículo das escolas municipais palestras, eventos a respeito da conscientização sobre os resíduos, sendo estes realizados por estagiários. Foram criados projetos como Sala Verde nas Escolas e Projeto de Pontos de Entrega Voluntária de recicláveis (PEV).

6 PROPOSTAS PARA O PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Neste capítulo serão apresentadas as propostas para o plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos domésticos - PMGIRS, com as devidas orientações referente aos problemas diagnosticados no município.

6.1 Objetivos e metas a serem alcançados

O plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é um instrumento da lei 12.305/2010 que visa orientar os municípios sobre proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, estímulo a adoção de padrões sustentáveis conforme citado no subcapítulo 3.4.

Para que o plano possa ser executado serão apresentadas as diretrizes e parâmetros para a elaboração do mesmo, será utilizado o horizonte de 20 anos, a ser atualizado a cada 4 anos conforme recomendações da 12.305/2010, para isso o horizonte foi dividido em 4 prazos imediato, curto, médio e longo prazo, conforme demonstrado na tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Prazos sugeridos para implementação PMGIRS

Prazo	Período
Imediato	2021-2022
Curto	2023-2026
Médio	2027- 2030
Longo	2031-2040

Fonte: O autor, 2020.

O objetivo geral do plano é assegurar que o município dê a gestão ambientalmente adequada do resíduo doméstico gerado, a partir dos problemas diagnosticados no mesmo demonstrado no capítulo 4.

6.2 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos

Atualmente os RSU são destinados ao aterro sanitário do município que conforme demonstrado no subcapítulo 4.3 está localizado próximo ao bairro alterosa, no entanto, tem capacidade para mais 6 anos, conforme informação da SEMOSP.

O terreno onde o aterro funciona é de posse da própria prefeitura, que também é a responsável pela operacionalização do mesmo que realizar uma série de procedimentos necessários, para que o município pudesse obter o licenciamento ambiental para poder funcionar já demonstrados no item 4.3.3.

Diante disto, neste subcapítulo serão analisados possíveis locais para o funcionamento do aterro sanitário, quando o atual for desativado. Para isto alguns critérios impostos pela NBR 13.896 (ABNT,1997) devem ser seguidos como.

A topografia do terreno é um fator determinante na hora da escolha do local, sendo recomendável que a declividade seja superior a 1% e inferior a 30%. (ABNT, NBR n. 13.896/1997)

Outro fator importante é a análise dos recursos hídricos que é recomendável que o local de funcionamento do aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200m de qualquer curso de água. (ABNT, NBR n. 13.896/1997)

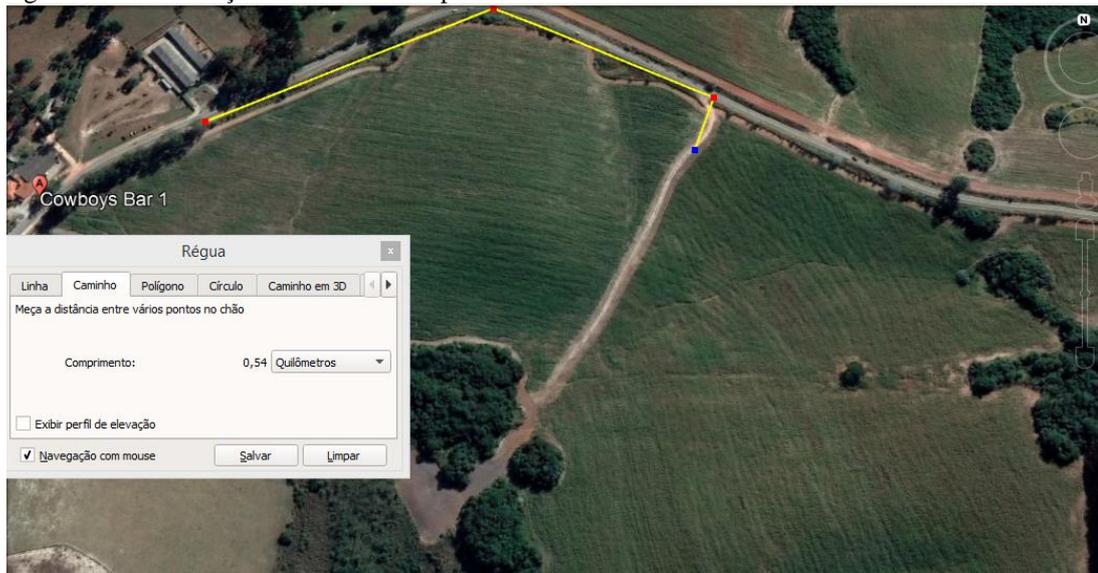
A facilidade de acesso também é outro fator importante visto que de acordo com Moda, 2017 que o local deve apresentar boa qualidade de pavimentação para evitar o desgaste dos veículos coletores.

A vida útil do mínima recomendável do aterro é de 10 anos, e a distância mínima a núcleos populacionais deve ser superior a 500 m. Além disso o aterro não deve ser localizado em áreas de inundação em período de ocorrência de 100 anos, e deve haver uma espessura mínima de 1,50m entre a superfície do solo e o lençol freático. (ABNT, NBR n. 13.896/1997)

O município não possui zoneamento ambiental, portanto foram utilizadas imagens do Google Earth, 2020, demonstrando uma localização interessante para o funcionamento do novo aterro, para isso foi levado em consideração o interesse demonstrado pela SEMOSP em uma área a frente do Cowboys Bar, e como uma análise inicial o local atende a alguns critérios como distância de recursos hídricos, facilidade de acesso visto que está localizado próximo a uma rodovia, distância superior a 500m dos núcleos populacionais e não está localizado próximo a áreas de inundação.

Na figura 18 demonstrada a seguir se pode observar que o local sugerido está a 540m do imóvel mais próximo:

Figura 18 – Localização do imóvel mais próximo



Fonte: Google Earth, 2020.

Na figura 19 a seguir se pode observar que o bairro mais próximo ao local se encontra a 1,91km do local:

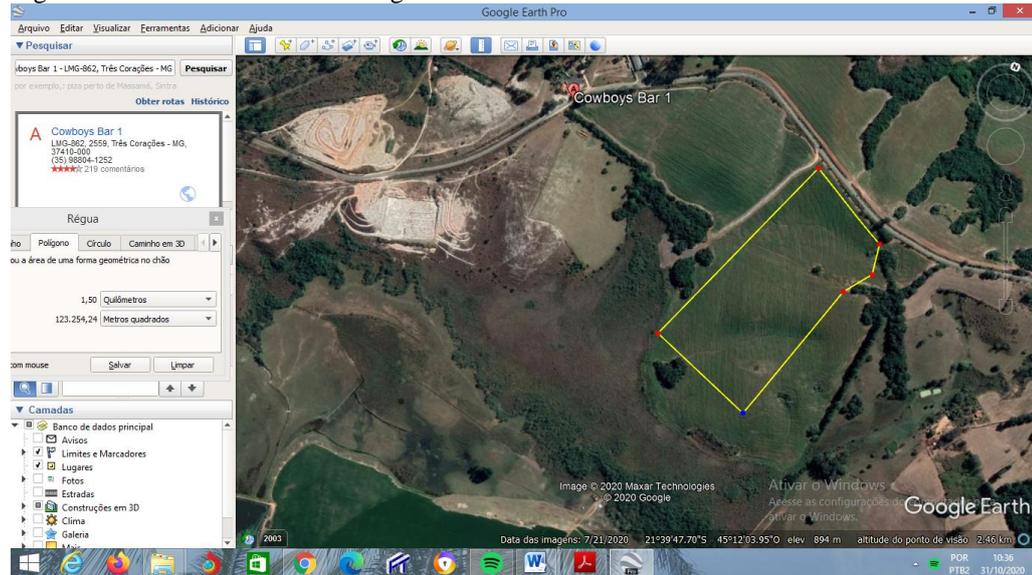
Figura 19 – Localização do bairro mais próximo



Fonte: Google Earth, 2020.

Na figura 20 a seguir se pode observar a vista aérea do local sugerido:

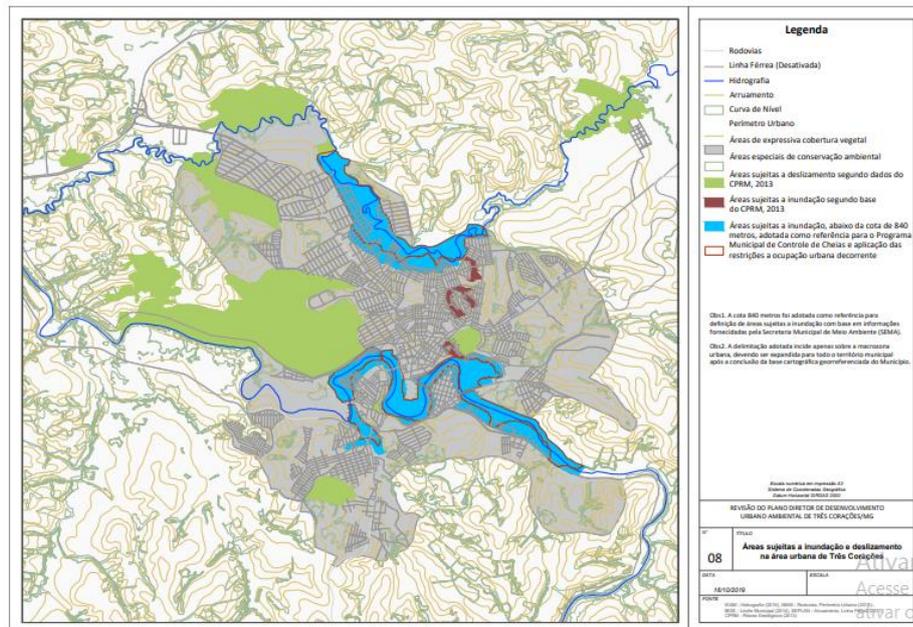
Figura 20 – Vista aérea do local sugerido



Fonte: Google Earth, 2020.

A inundação e enchente é um dos critérios a serem analisados na hora da escolha do local. Portanto, a figura 21 demonstra o mapa com os locais sujeitos a inundação e enchentes no município, a imagem ampliada pode ser vista no Anexo B.

Figura 21 – Mapa dos locais sujeitos a inundação e enchentes



Fonte: Google Earth, 2020

Segundo a SEMOSP (2020), o município já tentou a implantação de consórcios com outros municípios, no entanto, a população não estava de acordo com essa possibilidade, então essa alternativa foi descartada.

6.3 Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos

O sistema de indicadores de desempenho operacional é uma forma de avaliar a eficiência do gestor, bem como apontar possíveis deficiências, de forma a verificar até que ponto os objetivos definidos estão sendo cumpridos. (Meireles, 2012)

No entanto, o uso destes indicadores demanda uma certa disposição por parte dos municípios já que é necessário que haja comprometimento para que sejam coletadas de maneira periódica as informações necessárias. (Meireles, 2012)

Ainda de acordo com Meireles (2012), esses indicadores devem ter definição clara, ser de fácil aplicação para que possam funcionar efetivamente como instrumento de avaliação, e o custo também deve ser razoável.

Neste item será proposto o uso de indicadores de desempenho no município de Três Corações, como forma a auxiliar na obtenção de informações para que elas sejam de fácil acesso ao público e que sejam atualizadas periodicamente. Na tabela 5, estão demonstrados indicadores gerais de desempenho:

Tabela 5 – Indicadores gerais de desempenho

Indicador	Fator	Unidade	Meta
Medidas de Produtividade	Toneladas coletadas/ (veículo x turno)	tonelada	4 a 8 toneladas por viagem
Medidas de Produtividade	km coleta/ (veículo x turno)	Km	
Utilização do veículo	Velocidade média da coleta	Km/h	
Utilização do veículo	km coleta/km de coleta e transporte	Km	
Utilização do veículo	km coleta/ km total Obs.: Considerando o percurso da garagem	Km	
Utilização do veículo	Tonelagem coletada/capacidade		
Mão-de-obra	Coletores/ (população atendida x 1000)		0,2 a 0,4
mão-de-obra	Tonelagem coletada/ (turno x coletor)		2 a 5
Mão-de-obra	Mão de obra direta/mão de obra indireta		
Manutenção	Quilometragem média entre quebras		
Manutenção	Veículos disponíveis/frota		

Continuação

Indicadores de qualidade	População atendida/ população total	%	100%
Indicadores de qualidade	Porcentagem da coleta efetuada/total de coletas planejadas	%	100%
Nível de segurança	Quilometragem média entre acidentes com veículos	Km	0
Nível de segurança	Tempo médio entre acidentes com pessoal	hora	0

Fonte: O autor, 2020

A tabela 5 foi desenvolvida com base no Manual de gerenciamento integrado do Cempre (2018) e de acordo com a realidade do município, estes indicadores são importantes pois irão fornecer ao município informações a respeito dos principais fatores como medidas de produtividades, indicadores de eficiência operacional (utilização dos veículos, mão-de-obra, manutenção, indicadores de qualidade e nível de segurança). Esses indicadores são importantes para garantir um bom desempenho.

Vale ressaltar algumas informações importantes na hora da análise desses indicadores de acordo com o Cempre (2018). Para as medidas de produtividade, se os dois indicadores estiverem baixos isto pode indicar que a coleta é pouco eficiente, elevada quilometragem e baixa tonelagem pode demonstrar uma reduzida densidade de lixo, e o inverso pode indicar alta densidade de lixo.

6.4 Definição das responsabilidades

6.4.1 Órgão responsável pela Gestão dos Resíduos Sólidos Município

Prefeitura Municipal de Três Corações

6.4.2 Secretárias responsáveis pela Gestão dos Resíduos Sólidos Município

A SEMMA – Secretária Municipal de Meio Ambiente pelos programas educacionais e de conscientização.

A SEMOSP – Secretária Municipal de Obras e Posturas é a responsável pela coleta, transporte e funcionários.

6.5 Proposições e metas

Neste item será demonstrado quais as metas/objetivos do PMGIRS do município de Três Corações, isso pode ser observado na tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Metas do PMGIRS

Meta	Unidade de medida	2022	2026	2030	2040
Ampliação da coleta seletiva	Percentual da população atendida	50%	80%	100%	100%
Redução da geração per capita de resíduos	Kg/hab. dia	0,7	0,6	0,5	0,5
Conscientização da população a respeito da coleta seletiva	Percentual da população atendida pelos programas	50%	80%	100%	100%
Instalação de lixeiras do tipo papeleira	Nº de lixeiras	10	20	30	40
Cadastro dos catadores na associação	Percentual de catadores cadastrados	50%	80%	100%	100%
Programa de acompanhamento a saúde e assistência aos associados	Situação do programa	100%	100%	100%	100%
Programa de capacitação e valorização dos produtos recuperados pela coleta seletiva	Situação do programa	Elaborado	Implantado	Implantado	Implantado
Instalação de lixeiras de rua	Percentual dos bairros com lixeiras instaladas	50%	80%	100%	100%
Programa de conscientização sobre o acondicionamento dos resíduos	Situação do programa	Implantado	Implantado	Implantado	Implantado
Ampliação da coleta convencional	Situação	80%	100%	100%	100%
Implantação da usina de compostagem	Situação	-	Implantado	Implantado	Implantado
Aumento da fiscalização das etapas do gerenciamento	Nº de fiscais				

Continuação

Implantar programas de educação ambiental	Percentual da população atendida	50%	80%	100%	100%
---	----------------------------------	-----	-----	------	------

Fonte: O autor, 2020

6.6 Programas e ações

A lei da política nacional dos resíduos sólidos estabelece instrumentos que irão contribuir para que se possa atingir os objetivos de proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, estímulo a adoção de padrões sustentáveis e etc. Dentre esses instrumentos estão a coleta seletiva, o incentivo e desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores, monitoramento, fiscalização, educação ambiental, dentre outras.

No município de Três Corações, alguns desses instrumentos já vem sendo executados, no entanto se percebeu a necessidade de manutenção e melhora desses sistemas, neste subcapítulo serão demonstrados os programas e ações necessários para que os objetivos do PMGIRS sejam cumpridos.

6.6.1 Programas e ações da coleta seletiva

A partir do diagnóstico realizado no capítulo 4 se percebeu que um ponto que chamou atenção foi a coleta seletiva que não cobre boa parte do município, diante desta situação se verificou a necessidade de ampliação da mesma, para isto foi realizada uma análise quanto a frota de veículos, onde foi utilizada a equação 2 demonstrada no capítulo 3.

Com isto se verificou a necessidade da aquisição de mais 2 veículos para a coleta seletiva, considerando uma frequência de 2 vezes por semana para que possa atender a toda a população. Essa ampliação pode ocorrer de forma gradativa, se sugere que a cada semestre pelo menos mais 6 ou 7 bairros sejam atendidos pela coleta, além de que a curto prazo será necessários a aquisição de mais equipamentos, caminhões e funcionários, esses funcionários podem se revezar em turnos para que possam utilizar os mesmos equipamentos. Outro ponto importante, é que a caracterização gravimétrica deve ser atualizada pelo menos 1 vez por ano, visto que o conhecimento das características do lixo do município é importante para a manutenção do serviço.

O prazo de execução desta ação deve ser iniciado imediatamente e esta ação deve ocorrer continuamente, até que toda a população seja atingida pela coleta. Para que esta ação ocorra serão necessários recursos humanos e financeiros, diante disto foi realizado o custo estimado de quanto esta ampliação irá custar, esta informação se encontra na tabela 7 e 8 a seguir:

Tabela 7 – Salário dos responsáveis pela coleta

Ocupação	Salário
Gari	R\$ 1.112,57/funcionário/mês (salário + 40% insalubridade + encargos)
Motorista	R\$ 1.663,77/funcionário/mês (salário + 40% insalubridade + encargos)

Fonte: Portal da transparência, 2020

Tabela 8 – Custo estimado da ampliação da coleta

Prazo	Custo
Custo anual (2 motoristas + 4 garis)	R\$ 130.667,52
Curto prazo (4 anos)	R\$ 522.670,08
Médio prazo (4 anos)	R\$ 522.670,08
Longo prazo (10 anos)	R\$ 1.306.675,20
Custo estimado total	R\$ 2.352.015,36

Fonte: O autor, 2020

A participação da população na coleta seletiva para garantir que ela seja eficaz é importante, por isso a mesma deve ser amplamente divulgada, também deve ser realizada uma mobilização para que a população possa ter consciência da importância da coleta seletiva, e para que a população saiba diferenciar os horários da coleta convencional da coleta seletiva. Essas ações devem demonstrar as informações a respeito dos resíduos sólidos, devendo ser realizadas nas reuniões de bairros, líderes comunitários, escolas, por meio das redes sociais, carros de som, através das distribuições de panfletos porta a porta, para isto podem ser utilizados os agentes de saúde visto que os mesmos estão em contato direto com a população, outra proposta é a contratação de um profissional de mobilização para que o mesmo se encarregue de toda essa ação e mobilização.

Esta ação deve ter início imediatamente, sendo de responsabilidade da SEMMA em conjunto com a SEDUC – Secretaria Municipal de Educação, devendo ser uma ação contínua.

Assim como na ampliação, serão necessários recursos humanos e financeiros, para isto também foi realizado o custo estimado desse serviço, esta informação se encontra disponível na tabela 9 a seguir:

Tabela 9 – Custos estimados com ações e mobilizações da coleta

Prazo	Custo
Custo anual (salário + encargos do mobilizador, manutenção do site, aluguel do carro, etc.)	R\$ 35.224,80
Curto (4 anos)	R\$ 140.899,20
Médio (4 anos)	R\$ 140.899,20
Longo (10 anos)	R\$ 352.248,00
Custo estimado total	R\$ 634.046,40

Fonte: O autor, 2020

A instalação de lixeiras do tipo papelreira de 50L nas áreas centrais, na Avenida Deputado Renato Azeredo, Parque Dondinho, próximo a prefeitura que são áreas onde há um grande fluxo de pessoas para o descarte dos resíduos que posteriormente irão para a coleta seletiva. Se sugere a instalação de pelo menos mais 12 lixeiras para a área central e a Avenida Deputado Renato Azeredo, e pelo menos mais 8 para o Parque Dondinho e prefeitura, sendo colocadas em pontos estratégicos. Esta ação deve ser realizada imediatamente ou a curto prazo. Na tabela 10 a seguir está demonstrado o custo estimado da instalação destas lixeiras:

Tabela 10 – Custo estimado de lixeiras papelreiras

Local	Custo
Custo Unitário de lixeira papelreira de 50L com poste	R\$ 179,90
Área Central	R\$ 2.158,80
Av. Deputado Renato Azeredo	R\$ 2.158,80
Parque Dondinho	R\$ 1.439,20
Prefeitura	R\$ 1.439,20
Custo estimado total	R\$ 7.196,00

Fonte: O autor, 2020

A participação dos catadores na coleta seletiva também foi outro ponto observado, foi levantado que ainda existe um grande número de catadores independentes, visando isto serão propostas ações para cadastrar, visto que esta ação deve aumentar o volume de material coletado, esta ação deve ter início imediato e ocorrer de forma contínua. O cadastro deve ser realizado pela Secretaria de saúde, e pelos assistentes sociais que tem mais contato com a população e posteriormente encaminhado a associação. Essa ação deve ser iniciada imediatamente e assim como as outras, deve ser uma ação contínua e gradativa. Será necessário recursos humanos, equipamentos de trabalho como ficha de cadastro, caneta e prancheta.

Também foi levantado anteriormente que não há um acompanhamento a saúde, e nem mesmo assistência social aos catadores. Tendo em vista que esses profissionais são reconhecidos pelo ministério do trabalho, desempenham um papel importante na política nacional de resíduos sólidos, bem como os riscos aos quais esse pessoal está envolvido, é necessário que haja um acompanhamento com esse pessoal. Por isso, será proposto que

periodicamente profissionais de saúde como enfermeiros, psicólogos, fisioterapeutas, e assistentes sociais realizem visitas a usina de triagem, para que seja levantado como anda a saúde física e mental desse pessoal para que possam ser tomadas as decisões/precauções que forem necessárias. A periodicidade dessas visitas, fica a critério da Secretária de saúde. Será necessário para isto recursos humanos (enfermeiros, psicólogos, enfermeiros e fisioterapeutas) e equipamentos de trabalho desses profissionais.

Atualmente, os materiais recuperados pela coleta são comercializados principalmente para compradores desses materiais, visando uma maior valorização desses produtos, se sugere que sejam criadas oficinas para capacitar tecnicamente os catadores, essas oficinas devem ocorrer por pelo menos 24 horas/ média a cada 3 meses, onde nelas devem ser discutidas questões de empreendedorismo, geração de emprego e renda, valorização dos produtos, também se deve pensar em uma oficina artesanal onde seriam aproveitados esses materiais para serem revendidos posteriormente. Como esta ação demanda fatores como a contratação de pessoal para realizar essa capacitação, local para realização das oficinas e recursos financeiros também, se sugere que ela seja iniciada em 2022, sendo de responsabilidade da SEMMA. Deve ser realizado uma análise financeira da implantação desta ação, neste caso não foi realizado um custo estimado visto que envolve o valor da hora da palestra, os equipamentos e o local.

6.6.2 Programas e ações da coleta convencional e acondicionamento

No capítulo 4 se percebeu que um dos problemas do acondicionamento está relacionado aos animais que rasgam os sacos de lixo, por isso se sugere que sejam instaladas lixeiras a 1,5m de altura nos bairros, estas lixeiras devem ser instaladas nas ruas onde o caminhão de lixo irá passar. Esta ação é de responsabilidade da SEMOSP, e deverá ser iniciada no ano de 2021, sendo uma ação gradativa até que 100% dos bairros sejam atendidos para isso recomenda-se que sejam instaladas pelo menos 16 lixeiras por ano, serão necessários recursos humanos (profissionais para instalação das lixeiras) e recursos financeiros para aquisição das lixeiras de rua. Na tabela 11 a seguir está demonstrado um custo estimado desse serviço:

Tabela 11 – Custo estimado das lixeiras

Prazo	Custo
Custo unitário da lixeira	R\$ 599,00
Custo anual	R\$9.584,00
Curto (4 anos)	R\$ 38.336,00
Médio (4 anos)	R\$ 38.336,00

Continuação

Longo (10 anos)	R\$ 95.840,00
Custo estimado total	R\$ 172.512,00

Fonte: O autor, 2020

Além disso será necessário a criação de programas que conscientizem a população a respeito da quantidade de lixo a ser colocado nos sacos, da importância da colocação dos sacos no horário correto, sobre quais as melhores formas para acondicionar os resíduos. Para isso, é necessário que a população participe ativamente, desta forma podem ser usadas as redes sociais, site da prefeitura, divulgação em rádio, jornais, para contribuir com a divulgação. Esta ação é de responsabilidade da SEMMA, e deve ser iniciada imediatamente e deve ser uma ação contínua no município, e demanda recursos humanos (pessoal para realizar a divulgação).

Para a coleta convencional, se verificou inicialmente a roteirização da coleta que é composta por 14 rotas diferentes, onde os 7 motoristas se dividem em 2 turnos, passando nas principais ruas e avenidas dos bairros, o mapa da rota se encontra disponível no Apêndice C.

Na tabela 12 a seguir se pode observar a roteirização desta coleta de acordo com os bairros:

Tabela 12 – Roteirização da coleta

Rota	Bairro
Rota 1 (Segunda, quarta e sexta)	Jardim Orion – Novo Horizonte – Metade do Parque Bandeirantes – Jardim Europa I e II – Treviso – Nossa Senhora Aparecida – Jardim das Acácias- Jardim Eldorado I – Vila Lima – Av. Capistrano de Souza – Presídio - Aterro
Rota 2 (Terça, quinta e sábado)	Jardim Rio Verde – São Sebastião – Vila Viana – Avenida do Bairro Fernão Dias – Dharma – Jardim Esperança – Cinturão Verde – Vila Sueli
Rota 3 (Segunda, quarta e sexta)	Parte do Centro – Metade do Parque Bandeirantes – Jardim América – Condômino Elias Júlio Matuck – Santana – Parque São José – Novo Horizonte
Rota 4 (Terça, quinta e sábado)	Parte do Centro – Rio do Peixe – Vilas Boas – Odilon Rezende Andrade – Avenida Antônio Sandy – São Gerônimo - Parque Jussara
Rota 5 (Segunda, quarta e sexta)	Jardim Umarama – São Conrado – Morada do Sol – Vila Rica – Bairro Fernão Dias – Algumas empresas do Distrito Industrial – Av. Deputado Renato Azeredo – Jardim das Hortências – Jardim Eldorado II
Rota 6 (Terça, quinta e sábado)	Jardim Primavera – Parte do Rio do Peixe – Parte do Vilas Boas – Bela Vista – Vista Alegre – Parte do Boa Ventura – Parte da Vila Fátima – Odilon Rezende –Jardim Planalto – Vila Bela I, II e III – Jardim Belo Horizonte – Colônia Santa Fé
Rota 7 (Segunda, quarta e sexta)	Nova Três Corações – Amadeu Miguel – Flora – Fernão Dias

Continuação

Rota 8 (Terça, quinta e sábado)	Zona Rural – São Bentinho – Taquaral – Feira de Gado – Retirinho – Av. José Capistrano de Souza
Rota 9 (Segunda, quarta e sexta)	Monte Alegre – Vila Jessé – Chácara das Rosas – Alto Perú – Estância dos Reis
Rota 10 (Terça, quinta e sábado)	Av. Cabo Benedito Alves – Parque das Colinas – Monte Verde I, II e III – Santo Afonso
Rota 11 (Segunda, quarta e sexta)	Centro – Cafezinho – St. Tereza
Rota 12 (Terça, quinta e sábado)	Centro – St. Tereza – São Francisco – Avenida Quinto Centenário do Brasil – Chácara General Banda
Rota 13 (Segunda, quarta e sexta)	Vila Melo – Vila Fátima – Tapera – Jardim das Alterosas – Colônia Santa Fé – Triângulo – Vila Militar
Rota 14 (Terça, quinta e sábado)	Parte da Av. Cabo Benedito Alves – Santo Afonso – Vila Rezende – Jardim Paraíso – Jardim Fabiana

Fonte: O autor, 2020

Vale ressaltar que segundo informações fornecidas pelo motorista do caminhão de coleta, o Centro onde a coleta é realizada diariamente, os motoristas se revezam para que ela seja realizada aos domingos, no presídio cada dia um motorista fica responsável.

As rotas de 1 a 8 são realizadas no período da manhã e tem início a partir das 6 horas da manhã, e as rotas de 9 a 14 são realizadas no período da tarde, tendo início a partir da 13h da tarde, exceto a rota 11 e 12 que se inicia a partir das 15:30 da tarde.

A partir da análise da roteirização da coleta foi possível perceber alguns problemas comuns nelas, como o fato de em alguns locais eles dividem os bairros para que diferentes rotas cubram o mesmo, além de que em outros casos o motorista sai de um determinado bairro, se desloca para outro bairro distante, depois volta para um bairro próximo ao anterior. Diante disto, se sugere que seja criada uma nova rota, para que possa ser otimizada o tempo, e até mesmos gastos com gasolina. O mapeamento da nova roteirização da coleta se encontra disponível no Apêndice D, vale ressaltar que será mantida a questão de os caminhões passarem nas principais ruas e avenidas de cada bairro.

Na tabela 13 a seguir, está demonstrada uma sugestão de uma possível nova rota:

Tabela 13 – Nova roteirização da coleta

Rota	Rota
Rota 1 (Segunda, quarta e sexta)	Novo Horizonte-Nossa Senhora Aparecida-Jardim Eldorado II-Jardim Eldorado-Santana-Parque São José-Jardim das Acácias-Jardim Orion
Rota 2 (Terça, quinta e sábado)	Jardim Rio Verde- Cotia- Vila Viana- São Sebastião- Alto da Boa Vista- Vila Ipiranga -Vila Fernão Dias - Recanto Bom Jardim – Santo Afonso
Rota 3 (Segunda, quarta e sexta)	Jardim Umarama-Jardim América-Jardim das Hortências-Parque Bandeirantes-Treviso-Jardim Europa I e II-Henrique Rezende

Continuação

Rota 4 (Terça, quinta e sábado)	Vila Lima-Rio do Peixe-Jardim Universo-Jardim Primavera- Vilas Boas- Odilon Rezende Andrade- Bela Vista- Vista Alegre
Rota 5 (Segunda, quarta e sexta)	Jardim Alegre- Jardim Tropical –Jardim das Magnólias-Morada do Sol-Cidade Jardim- Vila Rica- São Conrado
Rota 6 (Terça, quinta e sábado)	Boa Ventura-Jardim Verona-Jardim Planalto- Solar Brigadeiro-Vila Bela I, II e III-
Rota 7 (Segunda, quarta e sexta)	Parque das Colinas-Jardim California-Jardim Monte Verde I e II-Residencial Progresso-Nova Três Corações – Amadeu Miguel-Flora-Fernão Dias
Rota 8 (Terça, quinta e sábado)	Zona Rural – São Bentinho – Taquaral – Feira de Gado – Retirinho
Rota 9 (Segunda, quarta e sexta)	Estância dos Reis- Alto Peró- Chácara das Rosas- Monte Alegre-Vila Mariana -Vila Jessé Vila Amoréli
Rota 10 (Terça, quinta e sábado)	Morada do Lago-Cinturão Verde-Jardim Esperança- Vila Sueli-Renascença- São Francisco- Residencial Dharma-Alto Da Colina
Rota 11 (Segunda, quarta e sexta)	Vila Militar-Triângulo-Centro-Cafezinho-Jardim Santa Tereza
Rota 12 (Terça, quinta e sábado)	Centro-Jardim Santa Tereza-Chácara General Banda São Gerônimo- Bairro Nova Aliança- Parque Jussara
Rota 13 (Segunda, quarta e sexta)	Vila Melo-Vila Nossa Senhora de Fátima-Tapera-Inconfidentes-Jardim dos Ipês- Jardim das Alterosas I e II-Jardim Belo Horizonte-Mini Distrito-Colônia Santa Fé
Rota 14 (Terça, quinta e sábado)	Vila Emília-Vila Rezende-Jardim Paraíso-Espraiado-Jardim Fabiana-Residencial Paraíso-Jardim Alto Paraíso

Fonte: O autor, 2020

Assim como na coleta seletiva, também foi realizada uma análise em relação a frota de veículos da coleta convencional, para esta análise foi usada a mesma equação, na tabela 14 a seguir está demonstrado os resultados obtidos:

Tabela 14 – Resultados obtidos para o número de veículos da coleta convencional

Frequência	Número de veículos (Ns)
2 dias	5 caminhões
3 dias	7 caminhões
5 dias	13 caminhões

Fonte: O autor, 2020

A partir de alguns fatores como o fato do município possuir 2 turnos para a realização da coleta, onde foi constatado que os motoristas revezam o uso dos caminhões, e pelo fato do município já possuir 5 caminhões, se verificou que será necessário a aquisição de mais 2 caminhões, e a contratação de mais 4 motoristas e 8 garis, para que se possa ser continuar o revezamento em turnos, onde o primeiro turno ocorre das 5h a 13h, e o segundo turno da 13h até 21h durante a semana, e aos sábados se sugere o primeiro turno das 7h até 11h e o segundo

da 13h até 17h, conforme já ocorre atualmente. Esta ação é de responsabilidade da SEMOSP, e deve ser iniciada imediatamente, e deve ocorrer de forma gradativa, sendo necessários recursos humanos e equipamentos, na tabela 15 a seguir está demonstrado um custo estimado:

Tabela 15 – Custo estimado da ampliação da coleta convencional

Prazo	Custo
Custo Gari	R\$ 1.112,57 funcionário/mês (Salário+ 40% insalubridade + encargos)
Custo Motorista	R\$ 1.663,77 funcionário/mês (Salário+ 40% insalubridade + encargos)
Custo Anual	R\$ 392.002,56
Curto (4 anos)	R\$ 1.568.010,24
Médio (4 anos)	R\$ 1.568.010,24
Longo (10 anos)	R\$ 3.920.025,60
Custo estimado total	R\$ 7.056.046,08

Fonte: O autor, 2020

Além disso, será proposta a manutenção periódica desses serviços, e dos caminhões para que se possa garantir uma boa qualidade. A periodicidade dessa manutenção fica a critério da SEMOSP, e os custos envolvem apenas o pessoal necessário como mecânico para a manutenção dos caminhões, e os próprios garis e motoristas, que podem repassar para a SEMOSP sobre possíveis situações, desta forma todas essas situações serão analisadas pela secretária que irá tomar as providências que se fizerem necessárias.

6.6.3 Programas e ações do tratamento e disposição final

A partir da análise realizada no capítulo 4, se percebeu que cerca de 60% do lixo é composto por matéria orgânica, o que demonstra a viabilidade da implantação da usina de compostagem. A compostagem é uma alternativa interessante de tratamento dos resíduos que apresenta inúmeras vantagens já demonstradas anteriormente. No entanto, ainda não há interesse por parte do município na implantação da mesma, que são destinados para o aterro sanitário, quando na verdade o ideal é que seja aterrado apenas os rejeitos, ou seja, aquele material que não tem mais como ser reaproveitado ou reciclado. Diante disto, se propõe que seja implantada uma usina de compostagem como uma forma de dar um tratamento mais adequado aos resíduos, e para que diminua o volume de lixo aterro.

Para a implantação da compostagem se verificou que o meio mais indicado para a mesma, seja a chamada compostagem natural, será necessário um local para as leiras e o funcionamento da usina, se indica que sejam direcionados pelo menos 3 ou 4 funcionários para esses serviços, além disso será necessário a aquisição de equipamentos como retroescavadeira

ou reviradeiras de leiras que irão contribuir para acelerar o serviço, inicialmente esse processo pode ser feito manualmente.

O material proveniente da compostagem pode ser vendido e o dinheiro arrecadado pode ser usado para a manutenção da usina, ou até mesmo pode ser usado na manutenção dos parques e jardins do município.

O prazo de execução desta ação é curto prazo (2026), sendo de responsabilidade da SEMOSP, será necessário assim como nos tópicos anteriores, recursos humanos e os equipamentos e materiais necessários para a implantação. Os dados utilizados para o custo estimado da instalação da compostagem estão demonstrados na tabela 16 a seguir:

Tabela 16 – Custo de instalação da compostagem

Peso (tonelada/dia)	30
Peso (tonelada/ano)	10.950
Custo por faixa de população (30 mil a 250 mil segundo Abrelpe, 2019)	R\$ 3,00
Resultado	R\$ 32.850,00

Fonte: O autor, 2020

Para a problemática dos locais de disposição inadequada dos resíduos, a proposta é que seja criado um sistema de disque denúncia onde a população repassaria para a secretaria os locais de disposição inadequada, a criação de multa para o proprietário dos terrenos como forma de tentar diminuir o lixo direcionado a esses locais, e também como um meio para que se tenha mais cuidado com esses locais. Também devem ser instaladas placas proibitivas nesses locais, o número de placas necessárias, e suas dimensões devem ser analisadas pela própria prefeitura, bem como a análise de viabilidade da implantação das multas e desse sistema de denúncia. Esta ação deve ser executada a curto prazo, sendo de responsabilidade da SEMMA.

6.6.4 Programas e ações de fiscalização

Devem ser realizadas fiscalizações periódicas em todas as etapas de gerenciamento, a fim de verificar se o que está disposto no PMGIRS está sendo executado. Para isto pode ser criado um canal para que a população possa participar, podendo ser o próprio disque denúncia sugerido anteriormente, formulários online.

A manutenção anual nos espaços de disposição e tratamento para que possa ter uma efetividade do processo, acompanhamento as orientações que serão passadas a população, para

que ocorra uma transmissão de informações corretas e avaliar disposição de resíduos seco para que estejam encaminhados corretamente as fabricas de reciclagem.

Para isso será necessário recursos humanos (fiscais), o número de fiscais necessários deverá ser avaliado pela própria prefeitura, bem como a periodicidade dessas fiscalizações, sendo esta ação de responsabilidade da SEMMA. Os custos com esse sistema estão embutidos com o salário pago a prefeitura para os fiscais.

6.6.5 Programas e ações de recursos administrativos

O município de Três Corações já realiza a cobrança pelos serviços referente a limpeza urbana por meio de taxas no IPTU, e uma vez ao ano é realizado um programa onde a população paga pelos seus impostos atrasados com desconto, diante disto e visto todos os gastos necessários para a melhoria na gestão dos RSD no município, se propõe a manutenção desse sistema, e a viabilidade para que o mesmo seja realizado mais de uma vez por ano, visando cobrir uma maior parcela da população, e aumentar a receita do município. Para isto os canais de comunicação são de extrema importância, se propõe que se mantenham sendo amplamente divulgadas nas mídias sociais, carros de som, placas pela cidade, bem como deve ser realizado um estudo por parte da prefeitura sobre meios para aumentar a participação da população na receita do município.

6.6.6 Programas e ações de educação ambiental

A criação programas e ações relacionadas a educação ambiental é fundamental visto que para que as propostas demonstradas anteriormente possam funcionar de maneira eficaz é essencial que haja a participação da população, e para que isto ocorra é necessário que a mesma se conscientize a respeito da problemática do lixo.

O município de Três Corações já realiza palestras e eventos nas escolas para conscientizar a população sobre essa questão, diante disto se propõe a manutenção deste sistema, e que ele ocorra de modo permanente aumentando sua periodicidade, e que seja ampliado para as reuniões de bairros, e que haja também um envolvimento de mais empresas e comércios do município, podem ser criados inclusive gincanas, ações ambientais, exposições, mostras de filmes e teatro debatendo questões referentes a coleta seletiva, usina de compostagem, importância da reciclagem, geração de resíduos, a política nacional de resíduos

sólidos e da importância da população em tudo isso, também se propõe a criação de um link para que a população possa ter conhecimento sobre a realização destes eventos e para que a mesma possa dar a sua opinião a respeito disto, este link pode ser o próprio site da prefeitura, bem como os carros de som, panfletos, e outdoors pela cidade. Esta ação deve ser desenvolvida pela SEDUC, e deve ter início imediato (2021).

Se propõe também a implantação da agenda ambiental da administração pública (A3P), para que os primeiros envolvidos sejam os órgãos públicos, este programa é desenvolvido Ministério do Meio Ambiente e para que seja implementado é importante seguir os passos propostos pelo ministério que são:

- I. Criar a comissão gestora da A3P – Agenda da administração pública: Será encarregada de demonstrar aos gestores a importância do programa, executar e monitorar as ações. É recomendável que tenha de 5 a 10 membros. (Ministério do Meio Ambiente, 2020)
- II. Elaborar diagnóstico: Após a criação da comissão, é necessário que haja um levantamento sobre a situação socioambiental da instituição. (Ministério do Meio Ambiente, 2020)
- III. Elaborar o Plano de Gestão Socioambiental (PGS): Depois do diagnóstico, é importante definir quais as medidas, projetos e atividades serão implantados. O plano deve conter, metas, objetivos, ações e os recursos necessários. (Ministério do Meio Ambiente, 2020)
- IV. Mobilizar e sensibilizar: Deverá ser desenvolvido um plano de sensibilização para que contenha as ações, os cursos e tudo que será implantado. (Ministério do Meio Ambiente, 2020)
- V. Avaliação e monitoramento: Deverá ser construído pela comissão um sistema de avaliação e monitoramento para verificar qual a situação das ações. (Ministério do Meio Ambiente, 2020)

6.6.7 Programas e ações de PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos em foco

O PMGIRS deverá ser implantado na forma de lei no município, sendo discutido pela Câmara Municipal, onde deve contar com o apoio das secretarias envolvidas como a SEMOSP, SEMMA, SEDUC, SEMS – Secretária Municipal de Saúde e as demais secretárias. Deve

também ser amplamente divulgado nos canais de comunicação como rádio, jornal, redes sociais, outdoors, panfletos e etc.

O prazo para a execução disto é imediato (2021), sendo necessários apenas recursos humanos e de responsabilidade da Prefeitura e Câmara Municipal.

Este plano também deve passar por um relatório anual que se encontra disponível um modelo no anexo C, vale ressaltar que o modelo proposto no anexo é uma adaptação ao modelo do PMGIRS da prefeitura de Manhuaçu (2016) , para que a população possa ter amplo conhecimento sobre o que vem sendo realizado, este relatório deve ser disponibilizado através do site da prefeitura, e por meio de panfletagem no município, também deve ser possível ao longo do ano que a população apresente críticas, denúncias e sugestões a respeito do plano através do próprio site da prefeitura. Este plano também ser revisado a cada 4 anos, e ser atualizado anualmente com as informações necessárias, para que possam ser realizadas as manutenções e ajustes necessários. Esta ação deve ser contínua, tendo início a partir da aprovação do PMGIRS e é de responsabilidade da SEMMA e da Prefeitura Municipal.

6.7 Ações de contingências e emergências

O município de Três Corações atualmente não possui um plano de contingência e emergências que apresenta as ações a serem tomadas em situações atípicas do município, diante disto neste item será proposto a criação do mesmo, bem como uma descrição sobre a estrutura e as formas de atuação no município. Na tabela 19 a seguir estão demonstradas as medidas a serem tomadas no caso da ocorrência de cada situação:

Tabela 17 – Ações de contingências e emergências

Ocorrência	Origem	Ação
Paralisação do serviço de coleta domiciliar	Greve dos funcionários ou da prefeitura	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de empresa em caráter de emergência. • Acionar funcionários e veículos para realizar a coleta em locais críticos.
Paralisação da coleta seletiva	Greve ou problemas operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de empresa em caráter de emergência. • Acionar funcionários e veículos para realizar a coleta em locais críticos. • Realizar campanhas de comunicação, para que a população mantenha a cidade limpa
Paralisação do aterro	Greve ou problemas operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Encaminhar o resíduo para um local alternativo

Continuação

Destinação inadequada dos resíduos	Inoperância, falta de fiscalização ou risco ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar a SEMMA • Adequar os programas de fiscalização • Acionar os fiscais • Elaborar de cartilhas de propaganda
------------------------------------	---	--

Fonte: O autor, 2020

6.8 Plano de aplicação

O plano de aplicação foi realizado com base em valores estimados fornecidos pela ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, portal da transparência e consultas na internet, devendo ser averiguados para a possível implantação dos programas. Na tabela 20 a seguir está demonstrado o plano de aplicação:

Tabela 18 – Plano de aplicação

Programa	Ação	Investimento			
		Prazo Imediato (2021 -2022)	Curto Prazo (2023 – 2026)	Médio Prazo (2027 – 2030)	Longo prazo (2031 – 2040)
Programas da coleta seletiva	Ampliação da coleta seletiva	R\$ 130.667,52	R\$ 522.670,08	R\$ 522.670,08	R\$ 1.306.675,20
	Conscientização da população a respeito da coleta seletiva	R\$ 35.224,80	R\$ 140.889,20	R\$ 140.889,20	R\$ 352.248,00
	Instalação de lixeiras do tipo papelreira	R\$ 7.196,00			
Programas de acondicionamento e coleta convencional	Instalação de lixeiras de rua	R\$ 9.584, 00	R\$ 38.336,00	R\$ 38.336,00	R\$ 95.840,00
	Ampliação da coleta convencional	R\$ 392.002,56	R\$ 1.568.010,24	R\$ 1.568.010,24	R\$ 3.920.025,60
Programas do tratamento e disposição final	Instalação da compostagem		R\$ 32.850,00		
	Instalação das composteiras domésticas e do técnico	R\$ 12.200,00	R\$ 50.400,00	R\$ 48.200,00	R\$ 120.000,00
Total por prazo		R\$ 586.874,88	R\$ 2.353.155,52	R\$ 2.318.105,52	R\$ 5.794.788,80

Fonte: O autor, 2020

7 CONCLUSÃO

O plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos domésticos proposto neste trabalho, fornece quais são as medidas necessárias para que se possa cumprir o que a Política Nacional de Resíduos Sólidos lei nº 12.305/2010 exige.

A partir das pesquisas realizadas em artigos, livros, entrevistas, conversas informais e visita ao aterro, foi possível o levantamento dos dados necessários, e a criação de propostas para os problemas diagnosticados de acordo com a realidade do município. Desta forma, o trabalho conseguiu atingir o que foi proposto nos objetivos.

Os resíduos do município foram caracterizados, para isto foram utilizadas informações cedidas pela SEMMA. Foi levantando que os resíduos do município são compostos 60% por matéria orgânica, 20% material reciclável e 20% para outros materiais, a geração per capita foi levantada onde se chegou em um valor de 0,7kg/hab/dia, valor este que está dentro da faixa para um município do porte de Três Corações, conforme a tabela 1.

O levantamento e a caracterização das etapas também foram realizados, onde se verificou que o município orienta em relação as etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição.

A partir deste levantamento, foi possível realizar o diagnóstico do trabalho a partir dos problemas encontrados.

Na etapa de acondicionamento, se verificou que a prefeitura não regulamenta de forma clara como a população deve acondicionar seu lixo, que os animais rasgam os sacos de lixo. Para isto foram propostas a criação de programas de conscientização da população, que seja realizada uma divulgação mais clara sobre qual a melhor forma de acondicionar, peso e demais questões pertinentes, além da instalação de lixeiras de rua, também foi demonstrado nos programas e ações de quem é a responsabilidade, qual o custo direto estimado destes serviços.

Para a etapa de coleta convencional foi levantado que o atual roteiro da coleta é bastante confuso, fazendo com que isso possa gerar problemas como até mesmo o aumento do gasto de gasolina, já que os motoristas saem de um bairro próximo e se deslocam para outro distante ao em vez de já fazer a coleta nos bairros ao redor, diante disto foi proposta uma nova roteirização visando otimizar esse serviço. Também se verificou que será necessário a ampliação dos equipamentos e do pessoal, para que a coleta possa atender a 100% da população, e também foi proposta a manutenção desse sistema visando garantir uma boa qualidade ao mesmo.

Já para a coleta seletiva por sua vez se verificou a necessidade da aquisição de novos equipamentos e pessoal, para que possa ampliar a coleta seletiva, e melhorar o volume de resíduos coletados pela mesma, problemas estes levantados no diagnóstico, também foram propostas a criação de programas de conscientização da população, visando um aumento da participação da mesma, e a instalação de lixeiras do tipo papelreira em pontos estratégicos de grande circulação de pessoas, visando melhorar o volume de resíduos coletados. Também foram divididas as responsabilidades de cada secretária, e um custo estimado dos diretos destes programas e serviços, assim como nas etapas anteriores.

Para a etapa de tratamento e disposição final, foi levantado anteriormente que o as características dos resíduos do município apresentam potencial para a implantação da compostagem, com isto foi proposta a instalação desta indústria, sendo demonstrados os gastos diretos, além da implantação de composteiras domésticas nas escolas como uma forma de conscientização.

Também foi demonstrado um breve estudo sobre a análise de um possível novo local para o funcionamento do aterro sanitário, visto que foi levantado que o local onde funciona atualmente só irá aguentar mais 6 anos.

Além disso, foi proposta a manutenção do programa existente para aumentar a receita do município, também foram propostos programas ambientais visando atingir uma maior participação da população que é de extrema importância, além do aumento da fiscalização.

Vale ressaltar que é imprescindível que o plano seja atualizado conforme as recomendações, que haja uma fiscalização constante, e que tudo isso seja repassado a população para que o plano passe de apenas boas intenções e possa ser efetivamente utilizado como uma ferramenta de gestão eficaz por parte dos gestores, visto que a questão dos resíduos sólidos é um dos maiores problemas enfrentados pelos gestores do município. O foco do trabalho foi o resíduo doméstico, e o mesmo deve ser complementado com análise referente a outros resíduos como o de saúde, de construção civil, dentre outros, visando que o mesmo possa ser melhorado a cada dia e acompanhe as atualidades de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/PanoramaAbrelpe_-2018_2019.pdf. Acesso em: 23 mar. 2020.
- ALENCAR, Bertrand Sampaio de. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. : Bainema, 2009. Disponível em: https://issuu.com/pauladeaquino/docs/livro_gerenciamento_de_res__duos_s_. Acesso em: 13 mar. 2020.
- AMBIENTE, Ministério do Meio. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de orientação**. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf. Acesso em: 18 fev. 2020.
- AMBIENTE, Ministério do Meio. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10239-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.html>. Acesso em: 06 out. 2020.
- AMBIENTE, Ministério do Meio. **MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE COMPOSTAGEM E DE COLETA SELETIVA NO ÂMBITO DE CONSÓRCIOS PÚBLICOS**. 2010. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 12 out. 2020.
- AMBIENTE, Ministério do Meio. **Passo a passo para implantar a A3P**. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/passa-a-passo-para-implantar-a-a3p/>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 1997.
- AUTOCAD, 2021.
- BARROS, Regina Mambeli. **TRATADO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS: gestão, uso e sustentabilidade**.: Inter ciência, 2013. 716 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/41945>. Acesso em: 16 mar. 2020.

BRASIL, Agência. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>. Acesso em: 06 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 04 mar. 2020.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; BRANCO, José Eduardo Holler; CAIXETA, José Vicente Filho. A logística de transporte dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) In:____. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011. p. 16-44.

BITTENCOURT, Paula Tonon. **METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA UFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS**. 2015. 116 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/04/TCC-Paula-T-BITTENCOURT.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

CALDERAN, Thanabi Bellenzier. **Consórcio público intermunicipal de gerenciamento de resíduos sólidos domésticos: um estudo de caso**. 2013. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Espaço, Ambiente e Sociedade, Univates, Lajeado, 2013. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/303/1/ThanabiCalderan.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

CEMPRE. **Lixo Municipal - Manual do Gerenciamento Integrado**. 2018. Disponível em: http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 18 mar. 2020.

CONAMA, **Resolução 55 de 13 de Dezembro de 2013. Estabelece procedimento de diferenciação mínima de cores para a coleta seletiva simples de resíduos sólidos urbanos e de resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, a ser adotado na identificação de coletores e veículos transportadores, para a separação de resíduos no estado do rio de janeiro.** Disponível em: <file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/Res_CONEMA_55_Diferenciacao%20cores%20coleta%20seletiva_13dezembro13-1.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

CONAMA, **Resolução 283 de 12 de Julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res28301.html>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

CORAÇÕES, Prefeitura de Três. **Veículo recebeu um coletor compactador de resíduos sólidos.** 2017. Disponível em: <http://trescoracoes.mg.gov.br/index.php/noticias/10596-veiculo-recebeu-um-coletor-compactador-de-residuos-solidos>. Acesso em: 09 out. 2020.

FUNASA, 2013, Brasília. **Resíduos sólidos e a saúde na comunidade.** Brasília: Coordenação de Comunicação Social, 2013. 44 p. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/residuos_solidos_saude_comunidade_interrelacao_saude.pdf. Acesso em: 13 mar. 2019.

FERLA, Fernanda. **COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS AVALIANDO O POTENCIAL PARA COMPOSTAGEM E RECICLAGEM NO MUNICÍPIO DE GARIBALDI/RS.** 2016. 94 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Univates, Lajeado, 2016. Disponível em: www.univates.br. Acesso em: 9 jul. 2020.

GODOY, João Carlos. **Compostagem.** Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf. Acesso em: 17 mar. 2020.

GOETZE, Camila. **Análise de cenários para o gerenciamento de resíduos sólidos domésticos recicláveis no horizonte do plano de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio dos Sinos.** 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3284/CamilaGoetzeEngCivil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 mar. 2020.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-21.6958993,-45.25886165,844.59021907a,21605.39598686d,35y,0h,0t,0r/data=CIMaURJLCiUweDk0Y2FkY2UwZmI2YTg1OWI6MHg0N2M2NGZjMzU4YWY0NmE1GXXExmHVtTXAIQqDMo0moEbAKhBUcsOqcyBD3Jhw6fDtWVzGAIgAQ>. Acesso em: 28 mar. 2020

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Município). Licença Ambiental Simplificada nº 0300551/2018, de 19 de abril de 2018. . Varginha, Disponível em: <file:///C:/Users/CLEYCI~1/AppData/Local/Temp/RvtMAXBQZixvf32gLqdjZvo3BFfy7L8Y.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2020.

IBGE. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/tres-coracoes/panorama>. Acesso em: 28 mar. 2020

MANUAL GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.: Sedu, 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

MARTINS, Alan Ferreira. **Estudo e análise crítica do plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos do município de Varginha - MG**. 2015. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas - Unis, Varginha, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/simple-search?query=gerenciamento+de+res%C3%ADduos>.

Acesso em: 02 out. 2020.

MEIRELES, Sara. **FERRAMENTA DE APOIO À REGULAÇÃO TÉCNICA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE SANTA CATARINA**. 2012. 145 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: https://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/04/TCC_Sara-Meireles_VERSAO-FINAL.pdf. Acesso em: 01 nov. 2020.

MELO, Fernando Henrique Ferreira de Alves. **CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UM CONSÓRCIO MUNICIPAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2015. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/39810/1355139/Dissetacao+FERNANDO+HENRIQUE+CORRE%C3%87%C3%95ES-DEFESA+-+FINAL.pdf/ba6dc687-eee6-4ee2-af0c-679b00a7b103>. Acesso em: 23 mar. 2020.

MODA, Raissa Franco. **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA/PR**. 2017. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9551/1/LD_COEAM_2017_2_21.pdf. Acesso em: 31 out. 2020.

MUNICIPAL. : Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Manhuaçu, 2016. Disponível em: www.manhuacu.mg.gov.br. Acesso em: 02 nov. 2020.

ONU. **HUMANIDADE PRODUZ MAIS DE 2 BILHÕES DE TONELADAS DE LIXO POR ANO, DIZ ONU EM DIA MUNDIAL**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/amp/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catao. **MODELOS DE GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: A IMPORTÂNCIA DOS CATADORES DE**

MATERIAIS RECICLÁVEIS NO PROCESSO DE GESTÃO AMBIENTAL. 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/EAPT-2012-856%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/EAPT-2012-856%20(1).pdf). Acesso em: 18 mar. 2020.

PROTEGEER. Etapas do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos: Visão Geral. 2017. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/rsu/etapas-do-gerenciamento>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES. Associação de Catadores de Materiais Recicláveis recolhe lixo em mais de 30 bairros de Três Corações. Três Corações, 22 maio. 2015. Disponível em: www.trescoracoes.mg.gov.br/index.php/noticias/6174-associacao-de-catadores-de-materiais-reciclaveis-recolhe-lixo-em-mais-de-30-bairros-de-tres-coracoes. Acesso em: 20 jun. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES. Plano Municipal de Saneamento Básico. Três Corações, 30 dez. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Cleycielen/Desktop/Faculdade/9%C2%B0%20Per%C3%ADodo/TCC/Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20Basico%2013%2006%202014.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. Servidores. Disponível em: <https://trescoracoes-mg.portaltp.com.br/consultas/pessoal/servidores.aspx>. Acesso em: 02/11/2020

ROCHA, Marcelo Borges; SANTOS, Nathalia de Paula dos; NAVARRO, Silvana Salgado. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: concepções e práticas de estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Ambiente e Educação**, v. 17, n. 1, p. 102-105, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/2473>. Acesso em: 06 out. 2020.

SEBRAE, 2006, Rio de Janeiro. **Manual de Gerenciamento de Resíduos.** Rio de Janeiro: Isbm, 2006. 27 p. Disponível em: [file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/manual%20de%20gerenciamento%20de%20residuos%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Cleycielen/Downloads/manual%20de%20gerenciamento%20de%20residuos%20(4).pdf). Acesso em: 17 mar. 2020.

SILVA, Norma Laís da Silva e. **ATERRO SANITÁRIO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU – MATRIZ PARA SELEÇÃO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO.** 2011. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011. Disponível em: <http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/NORMA%20LA%20C3%8DS%20DA%20SILVA%20E%20SILVA.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SILVEIRA, Augusto Lima da; BERTÉ, Rodrigo; PELANDA, André Maciel. **Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma**. Curitiba: Inter saberes, 2018. 232 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158940>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SOARES, Najla Maria Barbosa. **Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Fortaleza - CE**. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16099/1/2004_dis_nmboares.pdf. Acesso em: 17 mar. 2020.

SOUSA, Gláucia Cardoso de; GUANDAGNIN, Mário Ricardo. **DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO EM COCAL DO SUL-SC**. 2009. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1374/1/Diagn%C3%B3stico%20dos%20servi%C3%A7os%20de%20coleta.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

STRAUCH, Manuel. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/14541029/Res%C3%ADuos_como_lidar_com_recursos_naturais. Acesso em: 23 mar. 2020.

TAVEIRA, Millena Mirella Vieira. **Impactos de aterros sanitários de Três Municípios de Minas Gerais na qualidade da água**. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Ufla, Lavras, 2012.

VAN ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira. **Redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: Ibam, 2007. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao12032009023918.pdf. Acesso em: 17 mar. 2020.

ZANTA (CORD.), Viviana Maria. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. 22. mar. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Viviana_Zanta/publication/266446543_Gerenciamento_Integrado_de_Residuos_Solidos_Urbanos/links/56f14b7c08aec9e096b31c9c/Gerenciamento-Integrado-de-Residuos-Solidos-Urbanos.pdf. Acesso em: 17 mar. 2020.

**APÊNDICE A – Formulário de Entrevista ao responsável técnico do aterro de Três
Corações**

Nome:

Data:

1 – Quais os tipos de lixo produzidos no município?

Domiciliar: ___ público: ___ comercial: ___ de serviços de saúde: ___ agrícola: ___ industrial:
___ terminais rodoviários: ___ terminais ferroviários: ___ entulho: ___

2 – Quanto é gerado de resíduo domiciliar no município?

Domiciliar: ___ t/dia

3 – O município possui uma caracterização gravimétrica do lixo?

4 – Qual a geração per capita média do município por dia?

5 – A coleta e transporte do resíduo são realizados pela própria prefeitura ou por empresa terceirizada?

Se for realizada por empresa terceirizada:

Nome da Empresa: _____

Endereço:

6 – Quais os tipos de veículos utilizados para coleta de lixo (Caminhão compactador, caminhão baú...)?

7 – Quantos caminhões compõe a frota de veículos?

8 – Quanto cada caminhão roda por dia?

9 – Como é realizada a coleta? Qual a frequência dessa coleta?

Porta a porta: ___ Ponto de coleta: ___

10 – O município possui coleta seletiva?

Sim: ___ Não: ___

11 – Em caso da não existência de coleta seletiva, existe algum projeto de implantação dessa coleta?

Sim: ___ Não: ___

12 – Em caso da existência de coleta seletiva no município, ela é realizada em todos os bairros?

Qual a frequência e como funciona?

Sim: ___ Não: ___ Frequência: _____

13 – Qual a quantidade estimada desse material coletado?

_____ t/dia

14 – Existe participação de catadores na coleta? De que forma (Isolados, cooperativas...)?

Sim: ___ Forma: _____ Não: ___

15 – Como é feito o controle da quantidade de lixo? Pesado em balança?

Sim: _____ Não: _____ Outro: _____

16 – Existe algum procedimento de tratamento desses resíduos?

Compostagem: _____ Incineração: _____

APÊNDICE B- Formulário de Entrevista a Secretária Municipal de Meio Ambiente

Nome:

Data:

1 – O município possui alguma orientação à população sobre como condicionar o lixo de seus imóveis?

2 – O município cobra pelo serviço de limpeza urbana e/ou coleta de lixo? Sim ___ Não ___.

Em caso positivo, qual a forma de cobrança?

Taxa específica _____ Taxa junto com o IPTU _____

Tarifa por serviços especiais _____ Outra _____

3 – Qual o percentual do Orçamento Municipal destinado aos serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo?

Até 5% _____ Entre 5% e 10% _____ Entre 10% e 15% _____ Entre 15% e 20% _____ Mais de 20% _____

4 – Quanto a Prefeitura gasta com os serviços de limpeza pública e/ou de coleta e transporte do lixo domiciliar? _____ /mês. Quanto a Prefeitura gasta com outros serviços de coleta e transporte _____ /mês? Total _____ /mês.

5 – Qual o percentual de domicílios do município tem o lixo coletado? _____ %

6 – O município possui mapa roteiro de coleta?

Sim: ___ Não: ___

7 – O município possui coleta noturna?

Sim: ___ Não: ___

8 – Qual a frequência dessa coleta nos bairros?

9 – Qual a destinação final do resíduo no município? Qual a porcentagem de resíduo encaminhada?

Aterro Sanitário: _____ Aterro Controlado: _____ Lixão: _____

10 – O município possui políticas de incentivo a reciclagem?

Sim: _____ Não: _____

11 – O município possui associação de catadores? Como funciona?

Sim: _____ Não: _____

12 – Qual o número de garis atualmente no município?

13 – Como funciona o recrutamento desse pessoal?

14 – Qual a principal dificuldade do município em termos de gerenciamento dos resíduos sólidos?

APÊNDICE C – Mapa de roteirização da coleta

Mapa de roteirização da coleta em dwg

APÊNDICE D – Novo mapa de roteirização da coleta

Novo mapa de roteirização da coleta em dwg

ANEXO A- Frequência da coleta no município de Três Corações

BAIRRO	Turno	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Amadeu Miguel	M	11:30		10:20		10:55	
Atalaia	T	17:00		17:00		17:00	
Bela Vista	M		7:45		7:00		7:00
Boa Ventura	M		6:30		6:30		6:30
Centro	T	18:30	18:30	18:30	18:30	18:30	16:50
Chácara das Rosas	T	17:30		17:30		17:30	
Cinturão Verde	M		8:00		8:30		8:45
Cotia	M		8:37		6:50		6:30
Jardim América	M	6:30		6:30		6:30	
Jardim Califórnia	T		17:45		17:45		17:45
Jardim Europa	M	6:30		6:30		6:30	
Jardim Umarama	M	7:00		7:00		7:00	
Jardim Fabiana	T		15:45		15:45		15:45
Jardim Paraíso	T		15:00		15:00		15:00
Monte Alegre	T	14:00		14:00		14:00	
N. S. Aparecida	M	6:30		6:30		6:30	
N. S. de Fátima	T	15:00		15:00		15:00	
Novo Horizonte	M	7:50		8:00		7:30	
Bandeirantes	M	6:40		6:40		6:40	
Odilon Rezende	M		9:30		8:00		8:20
Parque Jussara	M		7:00		7:00		7:00
Parque São José	M	11:25		10:40		10:40	
Alto Perú	T	18:00		18:00		18:00	
Rio do Peixe	M		8:45		7:45		8:00
Jardim Rio Verde	M		6:50		6:50		6:50
Santa Tereza	T	17:15	16:15	16:45	15:50	16:45	14:00
Santana	M	10:00		10:00		12:00	
Santo Afonso	T		16:00		16:00		16:00
São Conrado	M	6:30		6:30		6:30	
São Sebastião	M		6:40		6:40		6:40
Triângulo	T	15:20		15:20		15:20	
Vila Fernão Dias	M		8:50		7:45		8:15
Vila Jessé	T	14:30		14:30		14:30	
Vila Lima	M	10:45		11:40		11:40	
Vila Melo	T	14:00		14:00		14:00	
Vila Rezende	T		14:40		14:40		14:40

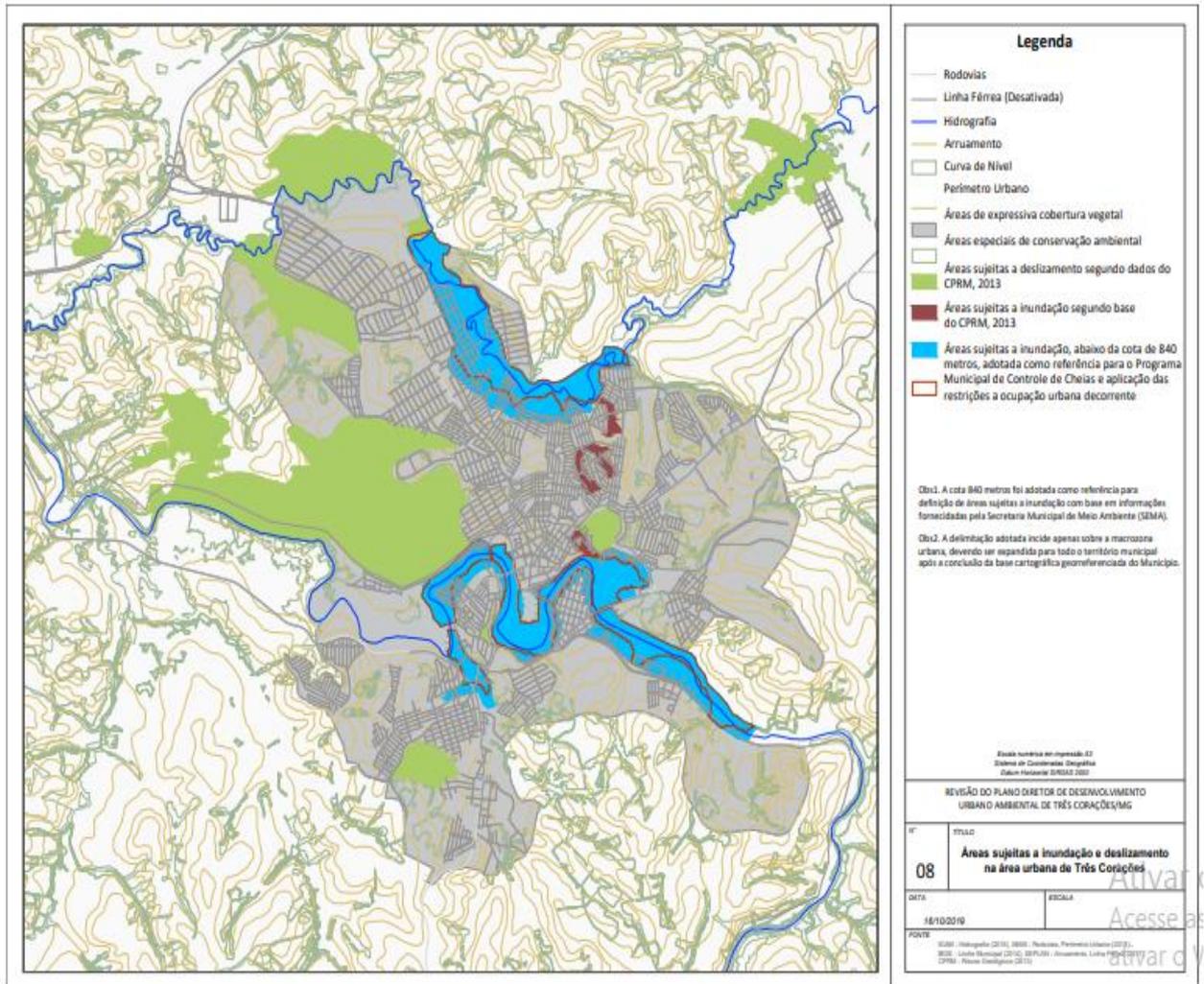
Vila Rica	M	7:00		7:00		7:00	
Vila Viana	M		8:00		7:20		7:30
Vilas Boas	M		8:00		7:30		7:40
Vista Alegre	M		8:00		7:20		6:50
Canto do Rio	M		7:00		7:00		7:00
Colônia Santa Fé	M		13:30		11:00		
Feira de Gado	M		10:00		10:00		10:00
Flora	M	11:00				11:00	
Jardim das Alterosas	T	16:00		16:00		16:00	
São Gerônimo	M		9:50		9:15		10:40
Vila Emília	T		14:30		14:30		14:30
Jardim Orion	M	6:00		6:00		6:00	
Cafezinho	T	14:00		14:00		14:00	
Tapera	T	15:40		15:30		15:40	
São Francisco	T		15:30		15:30		15:30
EsSa	T	15:00		15:00		15:00	
Estância dos Reis	T	18:30		18:30		18:30	
Parque das Colinas	T		18:00		18:00		18:00
Monte Verde I	T		18:20		18:20		18:20
Monte Verde II	T		18:00		18:00		18:00
Vila Ipiranga	T		14:30		14:30		14:30
Vila Mariana	T	14:00		14:00		14:00	
Penitenciária	M	13:50	13:30	11:50	10:50	13:30	
Jardim das Acácias	M	12:00		9:30		10:00	
Jardim Eldorado	M	12:25		9:50		10:15	
Flora	M	7:30				7:30	
Morada do Sol	M	7:35		7:45		7:30	
Jardim Primavera	M		06:30		6:30		6:30
Bela Vista	M	10:50		7:00		7:00	
Jardim Planalto	M		10:45		9:45		10:00
Jardim Belo Horizonte	M		13:00		10:40		11:00
Vista Alegre	M		7:30		7:00		7:20
Retirinho	M		11:50		9:50		10:00
Vila Bela I	M		12:00		9:50		10:15
Vila Bela II	M		12:15		10:00		10:30
VILA MILITAR	T	15:45		15:45		15:45	
Taquaral	M				7:40		
São Bentinho	M				11:00		
Cachoeirinha /Rancho Minas / Parque Agrinca	M			7:40			

Fonte: Prefeitura Municipal de Três Corações

M- Manhã

T- Tarde

ANEXO B – Mapa dos locais sujeitos a inundação e enchentes



ANEXO C – Modelo de Relatório de Monitoramento Anual do PMGIRS

Relatório de Monitoramento Anual do PMGIRS
Município de Três Corações
Revisão n°:
Elaborado por:
Data: _/_/_

1. DESCRIÇÃO/OBJETIVO

Descrever o ano, o que será abordado no relatório, qual o objetivo do mesmo, a periodicidade, as etapas.

2. INDICADORES E ANÁLISE DA EXECUÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS

Apresentar a evolução dos indicadores das metas, a perspectiva de atingimento das mesmas, e os comentários pertinentes.

3. ANÁLISE DE SATISFAÇÃO DA POPULAÇÃO

Apresentar análise por meio de pesquisa de satisfação com a população, as reclamações feitas pelos canais e como foram solucionadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentar os principais tópicos e aspectos mais importantes.