

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN - RS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Djeniffer Granella Dutell

**ESTUDO DA CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM E  
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UM MUNICÍPIO DE  
PEQUENO PORTE**

Frederico Westphalen, RS

2020

**Djeniffer Granela Dutell**

**ESTUDO DA CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Ferrão Custodio Passini

Frederico Westphalen, RS, Brasil

2020

**Djeniffer Granela Dutell**

**ESTUDO DA CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM E  
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UM MUNICÍPIO DE  
PEQUENO PORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**

**Aprovado em 25 de Agosto de 2020:**

---

**Aline Ferrão Custodio Passini, Dr<sup>a</sup> (UFSM)**

(Orientador)

---

**Willian Fernando de Borba, Dr (UFSM)**

---

**Engenheira Sanitarista e Ambiental Kelli Andreiza Galvan**

Frederico Westphalen, RS

2020

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, especialmente à minha tia Nilvi Dutell (*in memorian*), por tudo o que fizeram e fazem por mim ao longo da minha vida. Desejo que até o momento eu possa ter sido merecedora de todo o esforço e dedicação que vocês tiveram comigo e espero algum dia poder retribuí-los.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer a todas as pessoas que de algum modo me ajudaram durante esses 5 anos é difícil, cada um teve uma importância especial em algum momento dessa jornada, e a vocês eu agradeço de coração.

Dediquei este trabalho 'in memoriam' à minha tia Nilvi Dutell que infelizmente nos deixou no início da minha vida acadêmica. Lembro claramente do seu entusiasmo com minha aprovação e toda a força que me deu no início do curso, mesmo que naquele momento, quem precisava de força era você. À você minha eterna gratidão, esteja aonde estiver.

Ainda, agradeço aos meus pais, Gilmar e Leci, pelos dias de luta, apreensão, mas principalmente pela determinação de me proporcionar o melhor, mesmo à distância.

As minhas irmãs, Emilly e Camila, que foram e continuam sendo peças fundamentais nos meus dias, ao menos para me alegrarem e distraírem nos dias difíceis.

Aos meus avós, tios e prima, pelo apoio, incentivo e estímulo para enfrentar todas as barreiras impostas pela vida.

À família que tive a honra de criar assim que me mudei para Frederico Westphalen. Dieli Artecopp, Márcio Albarello, Ivan Michinoski e Willian Turra, vocês foram as peças essenciais para que eu nunca desistisse durante os diversos momentos em que a vida tentou me colocar pra baixo. Agradeço por cada chimarrão, almoço, festas e principalmente o cuidado e carinho que tiveram ao me acolher no prédio.

Aos amigos conquistados durante à universidade, principalmente Andrieli Telles, à qual me suportou todos os dias. Geana These e Gabriela Anzanello, minhas companheiras de diretório acadêmico e de vida. Á vocês desejo luz e todo o sucesso do mundo.

Também agradeço à UFSM, pelos seus belíssimos professores e funcionários, que sempre desempenharam com dedicação seus papéis. Ao meu orientador de estágio Dr. Lorimar Munaretto, pela cobrança e incentivo durante os projetos na graduação e estágio final, sua confiança em mim foi fundamental para conseguirmos adquirir resultados tão bons.

Agradeço a minha orientadora de estágio, Dra. Aline Custódio, pelos seus conselhos, pela confiança, e por sempre estar disposta à tirar minhas dúvidas com carinho e paciência.

E finalmente, agradeço a Deus, por ter colocado tantas pessoas importantes em minha vida, dignas desse agradecimento. Você Deus, mais do que ninguém sabe as batalhas que tive que enfrentar e que venci, por isso, agradecer é pouco.

Lutar, conquistar, vencer, mas reconhecer que mesmo caindo e perdendo, a vida é única, e é por ela que eu agradeço sempre.

**“A impossibilidade de se conseguir algo, está no simples fato de acharmos que não somos capazes. Entender que tudo é possível só depende da gente”.**

**Autor desconhecido.**

## RESUMO

### **ESTUDO DA CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE**

AUTORA: Djeniffer Granella Dutell

ORIENTADORA: Dra. Aline Ferrão Custodio Passini

Por conta dos avanços nos processos de industrialização e as diversas aquisições feitas pelas atividades humanas, o meio ambiente passa a receber diariamente um montante de resíduos sólidos que acabam prejudicando o meio em que vivemos. Os resíduos que são gerados por nós, são oriundos de todos os nossos usos diários, como simples atividades em nossas residências, até os resíduos gerados em setores industriais. A velocidade de transformação no qual o mundo vem passando, deixa clara a necessidade de novas formas de lidar com a problemática dos resíduos. Pensando nisso, com a realização deste trabalho, buscou-se auxiliar a população a criar hábitos mais conscientes, mostrando que os resíduos podem ganhar sim uma nova forma de utilização e, as usinas de triagem e compostagem vem para mostrar de forma prática essa possibilidade. Por meio dessas novas práticas, será possível fazer o reaproveitamento/valorização dos resíduos recicláveis e a compostagem dos resíduos orgânicos, dando uma nova finalidade aos materiais que antes não tinham valor, e que agora estarão gerando renda para o município, na forma da venda dos mesmos, e também proporcionando diversos empregos aos munícipes. Os investimentos necessários para a construção de uma usina de triagem e compostagem - UTC, foram estimados em R\$185.000,00 reais, supondo que o município já possui uma área para construção, sendo que o tempo de retorno necessário para custear esse investimento gira em torno de 12 meses, caso seja realizada a venda de  $\frac{1}{3}$  do material compostado e a totalidade dos resíduos recicláveis.

**Palavras-chave:** Composto Orgânico. Triagem. Valorização de Resíduos.



## ABSTRACT

### STUDY OF THE DESIGN AND INSTALLATION OF A SCREENING AND COMPOSITION CENTER FOR SOLID URBAN WASTE IN A SMALL MUNICIPALITY.

AUTORA: Djeniffer Granella Dutell

ORIENTADORA: Dra. Aline Ferrão Custodio Passini

Due to advances in industrialization processes and the various acquisitions made by human activities, the environment now receives a daily amount of solid waste that ends up harming the environment in which we live. The waste that is generated by us, comes from all our daily uses, such as simple activities in our homes, even the waste generated in industrial sectors. The speed of transformation at which the world has been going, makes clear the need for new ways of dealing with the problem of waste. Thinking about it, with the accomplishment of this work, we tried to help the population to create more conscious habits, showing that the residues can gain a new form of use and, the sorting and composting plants come to show this possibility in a practical way. Through these new practices, it will be possible to reuse / recover recyclable waste and compost organic waste, giving a new purpose to materials that previously had no value, and which will now be generating income for the municipality, in the form of the sale of themselves, and also providing various jobs to citizens. The investments required for the construction of a sorting and composting plant - UTC, were estimated at R \$ 185,000.00, assuming that the municipality already has an area for construction, and the return time required to fund this investment revolves around 12 months, if venda of the composted material and all recyclable waste are sold.

**Keywords:** Organic Compound. Screening. Waste Recovery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Composição gravimétrica do lixo de diversos países .....	19
Figura 2 : Formas de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU.....	24
Figura 3 : Fases da compostagem e sua relação com a temperatura.....	27
Figura 4 : Volume total coletado pelas cooperativas e associações de catadores ...	29
Figura 5 : Limite municipal e uso do solo.....	43
Figura 6 : Aumento populacional referente ao período de 1970-2010 .....	44
Figura 7 : Relatório da coleta seletiva de Cunha Porã - SC .....	46
Figura 8 : Modelo de trabalho com mesa linear.....	53
Figura 9 : Descrição da coleta de resíduos .....	58
Figura 10: Valores por tonelada dos resíduos coletados por estados e cidades .....	60

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Aspectos relacionados à pátios de compostagem de diferentes portes	.41
Quadro 2: Quadro de funcionários necessários para o pátio de compostagem.....	51
Quadro 3 : Relação dos custos de equipamentos .....	54
Quadro 4: Despesas relativas à operação da UTC.....	55
Quadro 5: Relação de materiais coletados no município .....	56
Quadro 6: Custos .....	57
Quadro 7 - Composição gravimétrica dos resíduos em esfera nacional e estadual	59
Quadro 8 : Total de resíduos e retorno financeiro .....	61

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 : Porte populacional e a geração de resíduos.....	18
--	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL	16
<b>1.1.1 Objetivos Específicos</b>	<b>16</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
2.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	17
<b>2.1.1 Impactos</b>	<b>18</b>
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS	18
<b>2.2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Política Nacional Dos Resíduos Sólidos - PNRS</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3 Educação Ambiental</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4 Cooperativa de recicladores</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5 Coleta Seletiva</b>	<b>24</b>
2.3 FORMAS DE DISPOSIÇÃO / DESTINAÇÃO	25
<b>2.3.1 Aterros Sanitários</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2 Aterros Controlados</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3 Lixão</b>	<b>27</b>
<b>2.3.4 Compostagem</b>	<b>27</b>
<b>2.3.5 Fases da compostagem</b>	<b>28</b>
<b>2.3.5 Reciclagem</b>	<b>29</b>
<b>2.3.6 Reutilização</b>	<b>30</b>
<b>2.3.7 Rejeitos</b>	<b>30</b>
2.4 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM	31
2.5 ROTINA OPERACIONAL DE UMA USINA DE TRIAGEM DE RESÍDUOS	33
<b>2.5.1 Recebimento e separação dos resíduos</b>	<b>33</b>
<b>2.5.2 Triagem primária dos resíduos recicláveis</b>	<b>33</b>
<b>2.5.3 Transporte interno, pesagem e enfardamento dos recicláveis triados</b>	<b>35</b>
2.6 SETOR DE COMPOSTAGEM	35
<b>2.6.1 Compostagem com revolvimento de Leira – Método Natural</b>	<b>36</b>
<b>2.6.2 Leiras Estáticas com aeração</b>	<b>36</b>
<b>2.6.3 Compostagem em sistemas fechados (“REATORES”)</b>	<b>37</b>
<b>2.6.4 Leiras estáticas com aeração passiva (MÉTODO UFSC)</b>	<b>37</b>
2.7 ESTUDO DE CASO	38
<b>2.7.1 Central De Triagem Da Lapa - São Paulo</b>	<b>38</b>
<b>2.7.2 Usina De Triagem E Compostagem Como Alternativa De Destinação Final Adequada De Resíduos Sólidos Urbanos Para Municípios De Médio Porte: Estudo De Caso Em Um Município De Minas Gerais</b>	<b>39</b>

<b>3. ENQUADRAMENTO LEGAL DA CENTRAL DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA</b>	<b>40</b>
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>43</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	43
4.1.1 Aspectos Populacionais	44
4.1.2 IDH - Índice de Desenvolvimento Urbano	45
4.1.3 Tipos de domicílios presentes no município.	46
4.1.4 Condições de Saneamento Básico - Resíduos Sólidos	46
4.1.5 Quantificação dos Resíduos Sólidos Urbanos do município	46
<b>5. CONCEPÇÃO DE UMA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM</b>	<b>49</b>
5.1 ESTRUTURA DO PÁTIO DE COMPOSTAGEM	49
5.2 CONCEPÇÃO DE UMA USINA DE TRIAGEM	53
5.2.1 Instalações de Apoio	53
5.2.2 Organização do trabalho	54
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>57</b>
6.1 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTC	59
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Por conta dos crescentes avanços nos processos de industrialização e as diversas aquisições feitas pelas atividades humanas, o meio ambiente passa a receber diariamente diversos resíduos sólidos que acabam prejudicando o meio em que vivemos. Esses resíduos acabam sendo descartados, muitas vezes logo após seu uso único, como acontece muito com as embalagens plásticas e copos descartáveis.

Os resíduos que são gerados por nós, popularmente conhecidos como lixo, são oriundos de todos os nossos usos diários, como simples atividades em nossas casas, até os resíduos gerados em setores industriais. Com relação à sua geração, os mesmos são considerados como desejáveis, que podem ser reciclados, e indesejáveis, que constituem os rejeitos, sendo que esses deveriam ser os únicos a serem enviados aos aterros sanitários.

A velocidade de transformação no qual o mundo vem passando, deixa clara a necessidade de novas formas de lidar com a problemática dos resíduos, a qual deve ser abrangida por todos os setores presentes. Através dessa problemática cada vez mais presente, este trabalho busca ajudar a resolver essa dificuldade encontrada pelos municípios de pequeno porte, encontrando alternativas mais viáveis economicamente para destinar de forma adequada todos os resíduos produzidos dentro dos limites municipais.

Buscando ajudar a população a criar hábitos mais conscientes, mostrando que os resíduos podem ganhar sim, uma nova forma de uso, as usinas de triagem e compostagem vem para mostrar de forma prática que isso é sim possível de ser feito. Através dela será possível fazer o reaproveitamento dos resíduos recicláveis e compostar os resíduos orgânicos, dando uma nova utilidade aos materiais que antes iam direto para aterros sanitários, e que agora estarão gerando renda para o município na forma da venda desses resíduos e também proporcionando diversos empregos aos munícipes.

Desta forma, este trabalho de conclusão de curso está estruturado em 7 capítulos. O primeiro deles contempla a introdução e objetivos gerais e específicos do trabalho. Na sequência está a revisão bibliográfica, a mesma trata sobre a problemática ambiental; Os impactos que os resíduos vem causando ao meio ambiente; As definições e classificações dos resíduos; Suas formas de destinação/disposição; A estrutura e funcionamento das centrais de triagem e compostagem e ainda estudos de caso. Já o terceiro capítulo trata sobre o

enquadramento legal das centrais de triagem e compostagem para o estado de Santa Catarina. A seguir, o capítulo 4 apresenta o procedimento metodológico utilizado para a realização do trabalho, também a caracterização do município e dados referentes à coleta seletiva já presente no mesmo. A concepção da usina de triagem e compostagem está presente no capítulo 5, no qual está detalhado o dimensionamento das mesmas. Finalizando, os capítulos 6 e 7 contemplam os resultados, discussões e as conclusões encontradas no trabalho.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

- Realizar a proposição de uma usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos para o município de Cunha Porã - SC.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Diagnosticar a geração de resíduos sólidos urbanos no município;
- Realizar a coleta dos dados municipais; e
- Realizar uma avaliação da viabilidade de instalação da central de triagem e tempo de retorno do investimento.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Com o passar dos anos pudemos perceber um aumento na preocupação social com a questão dos resíduos sólidos que são descartados incorretamente, assim como também com a vontade de se alcançar um desenvolvimento sustentável. O resíduo sólido é uma questão existente em todos os lugares, precisando desta forma uma atenção especial para não acabar virando uma problemática ambiental para a sociedade.

Nas últimas décadas, os resíduos sólidos urbanos viraram motivo de estudos, buscando encontrar técnicas mais eficientes e seguras para dispô-lo no meio ambiente, ou ainda para dar uma nova destinação a ele (HOMMA, 2000). Levando em conta as formas já existentes, a reciclagem e a compostagem dos resíduos estão começando a serem vistas como soluções reais atrativas para a destinação final dos resíduos, aliadas à geração de riquezas (CHERMONT, 2000).

Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizados pela ABRELPE (2017), são gerados anualmente no Brasil um total de 78,4 milhões de toneladas de resíduos. Ainda, segundo o relatório, destes, 71,6 milhões de toneladas foram coletadas o que evidencia que 6,9 milhões de toneladas de resíduos tiveram uma destinação imprópria.

Com relação à disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que foram coletados, cerca de 59,1 %, o que representa 42,3 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos em aterros sanitários. Já o restante, representado por 40,9 % dos resíduos que tiveram coleta, foram depositados em locais inadequados por mais de 3.352 municípios, representando mais de 29 milhões de toneladas de resíduos que poderão vir a causar problemas pela sua disposição inadequada (ABRELPE, 2017).

A Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, realizada em 1992, indica que se deve minimizar os resíduos por meio dos 3R's: Reduzir, para gerar menos resíduos e evitar o desperdício; Reutilizar, objetivando prolongar a vida dos materiais e Reciclar, produzindo um novo produto a partir do que não é mais usado (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

### 2.1.1 Impactos

Em virtude da mudança do estilo de vida das pessoas, aliada com o desenvolvimento econômico, urbanização, crescimento populacional e também com a revolução tecnológica, desencadeou - se um aumento na produção de resíduos sólidos. Esse aumento está relacionado tanto com a quantidade que é descartada, como também com a diversificação do tipo de resíduo, que hoje passaram a ter em sua composição elementos sintéticos e perigosos ao ecossistema natural e também à saúde humana (GOUVEIA, 2012).

A Resolução nº 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), considera que o impacto ambiental é entendido como qualquer alteração sofrida pelas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, e que tenha sido causada por qualquer forma de interação causada pelas atividades humanas. Esse impacto pode afetar direta ou indiretamente a saúde, segurança e bem-estar da população; As atividades econômicas; A biota e a qualidade dos recursos ambientais, bem como as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.

Segundo estudos realizados pela Universidade Federal de Viçosa (2000), a fração de resíduos sólidos responsáveis pela maior insalubridade se refere à fração orgânica. Essa insalubridade ocorre devido ao acúmulo de grande parte desses resíduos a céu aberto, o que acarreta um processo de decomposição, liberando gases e gerando lixiviados, que apresentam características ácidas. Esse lixiviado acaba percolando no solo e entrando em contato com produtos químicos como tintas, resinas e vernizes provenientes de embalagens plásticas, de metais e papéis, e se tornando altamente tóxico à saúde e meio ambiente.

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

A NBR 10004/2004 (ABNT, 2004) diz respeito à classificação dos resíduos sólidos, e traz em seu conteúdo a definição deles, sendo entendida como:

Resíduos que estão nos estados sólido e semi-sólido, 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 técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 2).

Os resíduos sólidos possuem características diferentes de acordo com o lugar que são analisados, isso acontece em virtude de diversos fatores, como questões econômicas, culturais, geográficas e também climáticas. Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM (2001), os resíduos gerados diariamente sofrem influência de diversos fatores, se destacando entre eles, o porte populacional do município, como pode ser visto na Tabela 1.

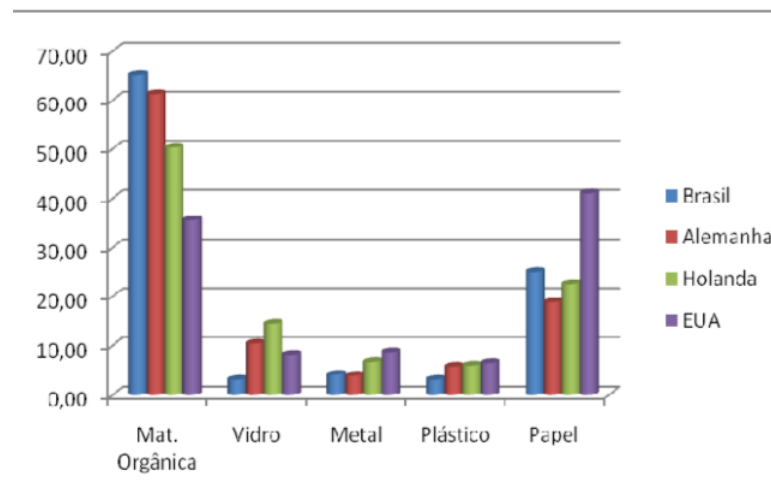
Tabela 1 - Porte populacional e a geração de resíduos

<b>Tamanho da cidade</b>	<b>População Urbana</b>	<b>Geração per capita ( Kg/ Hab.dia)</b>
<b>Pequena</b>	Até 30.000	0,50
<b>Média</b>	De 30.000 a 500.000	De 0,50 a 0,80
<b>Grande</b>	De 500.000 a 5.000.000	De 0,80 a 1,00
<b>Megalópode</b>	Acima de 5.000.000	Acima de 1,00

Fonte: Construído a partir de IBAM, 2001

Conforme analisado por Monteiro et al. (2001), as variações na composição dos resíduos estão também relacionadas com o desenvolvimento dos países. Em países mais desenvolvidos ou industrializados, tem - se uma menor geração de resíduos orgânicos, fato esse confirmado em virtude da grande quantidade de alimentos semi prontos disponíveis no mercado, em contrapartida apresenta uma maior fração de embalagens de papel, comparado a países menos desenvolvidos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Composição gravimétrica do resíduo de diversos países.



Fonte: Monteiro et al. (2001).

### 2.2.1 Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas. Vilhena (2010) mostra uma forma de classificação que leva em conta a sua natureza física, havendo desta forma, distinção entre seco e molhado, e também em relação a sua composição química, dividindo - se em matéria orgânica e inorgânica.

Já a Norma NBR10004/2004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos em diversas classes, sendo elas:

1. Resíduo Classe I - Perigosos  
São aqueles resíduos que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, apresentando ainda características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
2. Resíduos Classe II - Não perigosos  
Compostos por resíduos que não apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente.
3. Resíduo Classe II A - Não Inertes  
São os resíduos que não se enquadram na classe I - Perigosos e nem na Classe II B.  
- Não Inertes. Os resíduos desta classe podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
4. Resíduo Classe II B - Inertes

Composto por qualquer resíduo que submetidos à um contato com a água destilada, não apresente nenhum constituinte solubilizado em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

### **2.2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS**

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída no dia 02 de agosto de 2010 pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), dispõe sobre as diretrizes voltadas à gestão integrada bem como aos aspectos que envolvem o gerenciamento dos resíduos sólidos. A lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7404, também do ano de 2010, o qual regulamentou a política e estabeleceu normas para sua execução.

Em seu artigo 3º, inciso XVI, a PNRS traz o conceito dos resíduos sólidos que é adotado e seguido até os dias de hoje. Sendo o mesmo entendido como:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Assim como citado anteriormente, existem diversas formas de classificação de resíduos, sendo que a PNRS possui uma que envolve a origem dos mesmos. De acordo com este critério, os resíduos se agrupam em onze classes diferentes, sendo elas:

- Resíduos domiciliares; Resíduos de limpeza urbana; Resíduos sólidos urbanos; Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; Resíduos industriais; Resíduos de serviços de saúde; Resíduos da construção civil; Resíduos agrossilvopastoris; Resíduos de serviços de transportes e Resíduos de mineração.

Além disso, a Brasil (2010) conceitua gestão integrada dos resíduos sólidos, sendo entendida como um conjunto de ações que visam a busca de soluções para a questão dos resíduos sólidos, buscando considerar sempre as dimensões políticas, econômicas, ambientais,

culturais e sociais, estando sempre com um controle social e buscando atingir o desenvolvimento sustentável.

Na estrutura da PNRS, estão presentes alguns princípios estabelecidos, sendo eles:

- I. A prevenção e a precaução;
- II. A visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- III. O desenvolvimento sustentável;
- IV. A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- V. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VI. O respeito às diversidades locais e regionais; e
- VII. O direito da sociedade à informação e ao controle social.

A PNRS também apresenta alguns instrumentos importantes relacionados aos resíduos sólidos. Os mesmos são compreendidos como: os planos de resíduos sólidos; a coleta seletiva; os sistemas de logística reversa; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores; a pesquisa científica e tecnológica; e a educação ambiental entre outros.

Destes instrumentos, o Plano de Resíduos Sólidos, que pode ser exclusivo de um município, ou em parceria com municípios vizinhos (De maneira consorciada), se mostra um dos instrumentos mais importantes apresentados pela política. O mesmo estabelece a responsabilidade para todos os envolvidos na geração de resíduos, desde sua produção, consumo e pós-consumo, distribuição e comercialização de produtos.

O plano está norteado por uma ordem de prioridade, que precisa ser seguida sempre que possível, sendo ela estabelecida como a não geração de resíduos, se não for possível, é importante buscar a redução dos resíduos gerados. Após se busca a reutilização, reciclagem, seu tratamento e só depois de tudo isso é que se pensa na hipótese de destinar os mesmos para os aterros sanitários.

### **2.2.3 Educação Ambiental**

Um importante passo para alcançar o desenvolvimento sustentável está relacionado com a educação ambiental. Através do conhecimento e entendimento do que realmente importa é possível proteger o meio ambiente de uma forma que alcançamos a qualidade de vida almejada sem provocar um desequilíbrio ecológico. Guimarães (2004) cita que a educação ambiental precisa ser um processo contínuo e permanente, o qual deve iniciar no nível pré-escolar e estendendo-se por todas as etapas da educação formal ou informal.

Segundo Medeiros et al. (2011), a educação ambiental pode ser entendida como um longo caminho ao qual precisamos percorrer para obter conhecimentos relacionados às questões ambientais, passando assim a ter uma nova visão sobre o meio ambiente e passando a ser um agente transformador em busca da conservação ambiental.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1999), a educação ambiental possui algumas metas básicas, que se baseiam em conseguir fazer com que as pessoas e a comunidade em geral compreendam que todas as ações que tomamos impactam de alguma forma no meio natural e artificial. Desta forma, se faz necessário que todos os indivíduos presentes na sociedade possuem conhecimentos e que possam participar de uma forma responsável e eficaz em busca de solucionar diariamente os problemas ambientais encontrados.

#### **2.2.4 Cooperativa de recicladores**

A criação de cooperativas de catadores objetiva muitas vezes proporcionar uma melhor organização dos trabalhadores autônomos que usam da venda de materiais coletados como forma de sobrevivência. Monteiro e Zveibil (2001) citam, que as principais vantagens da criação de cooperativas estão relacionadas com a criação de novos empregos e aumento de renda. Também se relacionam com a redução de eventuais despesas com programas de reciclagem, além de manter de uma forma organizada o trabalho dos catadores, evitando problemas de coleta e armazenamento de materiais em logradouros.

Desta forma, ainda que o propósito das cooperativas seja para melhorias da comunidade e também da vida dos catadores, os benefícios ambientais obtidos são diversos. Primeiramente pela grande quantidade de resíduos que são coletados e que deixam de serem encaminhados para os aterros sanitários e também pelo reaproveitamento de uma grande

quantidade de materiais, o que tornam essas cooperativas uma grande incentivadora da logística reversa (FRANKENBERG, 2011).

Portanto, a criação de cooperativas de catadores além de todos os benefícios já citados anteriormente, também atua de uma maneira significativa na inclusão e resgate da cidadania de diversos municípios. A maioria desses catadores são vítimas da desigualdade social, apresentando ainda uma baixa escolaridade e sofrendo muitas vezes problemas psicológicos ou decorrentes de uso de drogas. São então pessoas que têm dificuldade para encontrar um outro meio de sobrevivência (SLIVNIK; FALVO; SATO, 2012).

### **2.2.5 Coleta seletiva**

Segundo estudos realizados pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) Review (CEMPRE, 2019), somente um total de 35 milhões de brasileiros, o que representa 17 % do total de habitantes possui acesso aos programas de coleta seletiva desenvolvidos nos municípios. O estudo também destacou que três quartos do resíduo urbano é composto por materiais que podem ser reciclados.

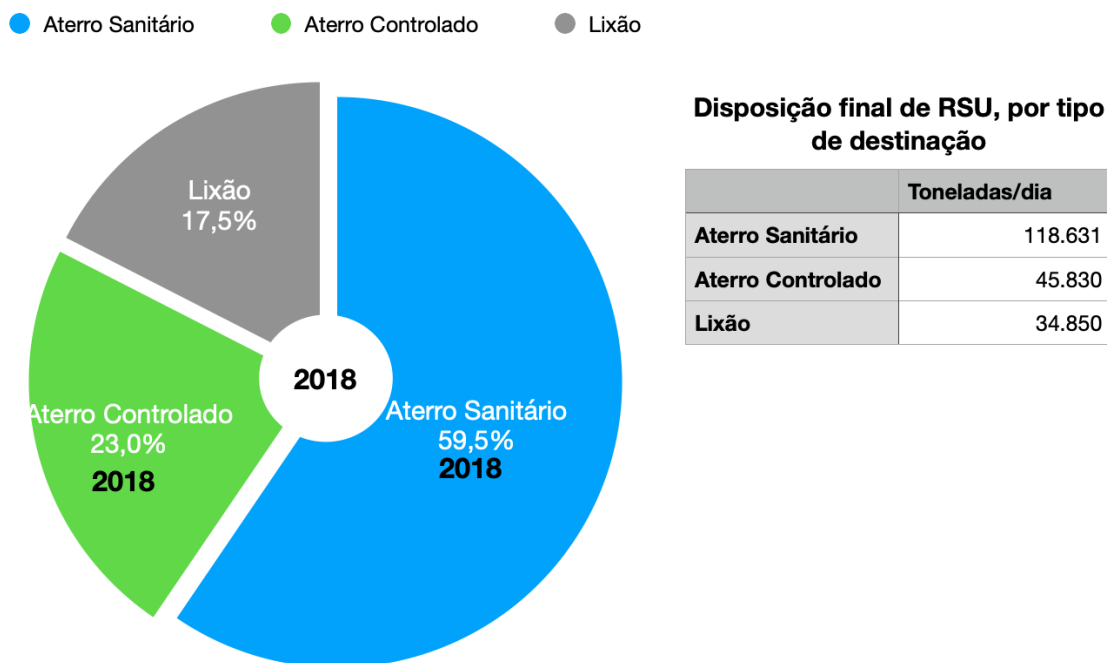
A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2016), realizou um levantamento o qual demonstrou que em cada 10 kg de resíduos que chegam à coleta seletiva, somente são aproveitadas 360 gramas. São dados preocupantes, que mostram que, embora a coleta seletiva apresenta avanços, ela ainda se encontra em um patamar muito falho.

## **2.3 FORMAS DE DISPOSIÇÃO/DESTINAÇÃO**

Segundo o Panorama ABRELPE (2019), das 72,7 milhões de toneladas de resíduos coletadas no Brasil no ano de 2018, um total de 59,5 % obteve uma disposição final de forma adequada, sendo encaminhadas para aterro sanitário. Porém os dados são preocupantes, as unidades inadequadas como lixões e aterros controlados ainda possuem um uso significativo, sendo 23 % e 17,5 % respectivamente, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Formas de disposição final de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados ABRELPE (2019).

### 2.3.1 Aterros sanitários

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2007), o aterro sanitário é entendido como uma obra construída pela engenharia, seguindo diversos critérios técnicos. O mesmo tem como finalidade garantir uma disposição segura dos resíduos sólidos urbanos, objetivando não causar nenhum dano à saúde pública e ao meio ambiente.

Os aterros sanitários são considerados uma das técnicas mais eficientes e seguras de destinação dos resíduos. Além disso, é possível controlar todo o processo e garantir uma relação de custo-benefício atrativa.

Com relação aos materiais recebidos, o aterro sanitário é capaz de receber resíduos de diversos tipos e em quantidades diferentes, sendo adaptável a todos os tamanhos. Seu funcionamento é parecido com o de um reator, por conta da produção de reações químicas e

biológicas, pela emissão de biogás, efluentes líquidos, lixiviados e húmus, oriundo da decomposição da matéria orgânica (MMA, 2007).

Os aterros sanitários precisam ser construídos fora das áreas de influência direta, distantes 200 metros de rios, nascentes e demais corpos hídricos; Além disso, distantes a 1.500 metros de núcleos populacionais e 300 metros de qualquer residência. Com relação à estrutura, o mesmo possui um sistema de impermeabilização, com cobertura diária dos resíduos, projeção de vida útil maior que 15 anos e ainda precisa possuir um sistema de monitoramento de águas subterrâneas e tratamento de lixiviado (CETESB, 2017).

### **2.3.2 Aterros controlados**

De acordo com a Cetesb (2017), os aterros controlados são entendidos como um lugar onde os resíduos são dispostos e possuem algum tipo de controle, mas ainda assim não estão dentro das normas ambientais. Geralmente cumprem algumas exigências mínimas, como isolamento da área, acesso restrito a pessoas autorizadas, algum tipo de cobertura dos resíduos, mas ainda assim não cumprem o que está recomendado na PNRS.

### **2.3.3 Lixão**

É um ambiente à céu aberto, onde os resíduos são simplesmente descartados sem nenhum tratamento e controle ambiental. É considerado a pior situação, tanto ambiental como social, que pode ser encontrada quando falamos de disposição de resíduos.

### **2.3.4 Compostagem**

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2011), a compostagem é um processo de decomposição biológica de materiais orgânicos que ocorre de forma natural, através da ação de microrganismos. A decomposição natural ocorre em materiais que possuem carbono em sua estrutura, podendo ser de origem animal e também vegetal.

Os resíduos a serem compostados são geralmente de origem domiciliar, compostos basicamente por cascas de frutas, restos de verduras, restos de alimentos e ainda pode conter folhagens e podas de árvores (CAMPBELL, 1999).

Através da compostagem é possível repor nutrientes ao solo e ainda dar uma destinação adequada ao resíduo que antes era considerado um problema. Ainda, a mesma serve como uma fonte de renda, gerando emprego e lucro para associações envolvidas, e conseqüentemente contribui no aumento de renda para o município.

De acordo com Silva (2000), através da compostagem é possível diminuir pela metade a problemática dos resíduos sólidos urbanos, dando um destino útil a esses resíduos e evitando assim a sua acumulação em locais inadequados ou ainda provocando o enchimento dos aterros sanitários. O composto formado é capaz de devolver a terra os nutrientes necessários, também oferece uma melhora na capacidade do solo em reter água, controlando desta forma a erosão e diminuindo a necessidade do uso de fertilizantes sintéticos (APOSTILA PARA GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, 2012).

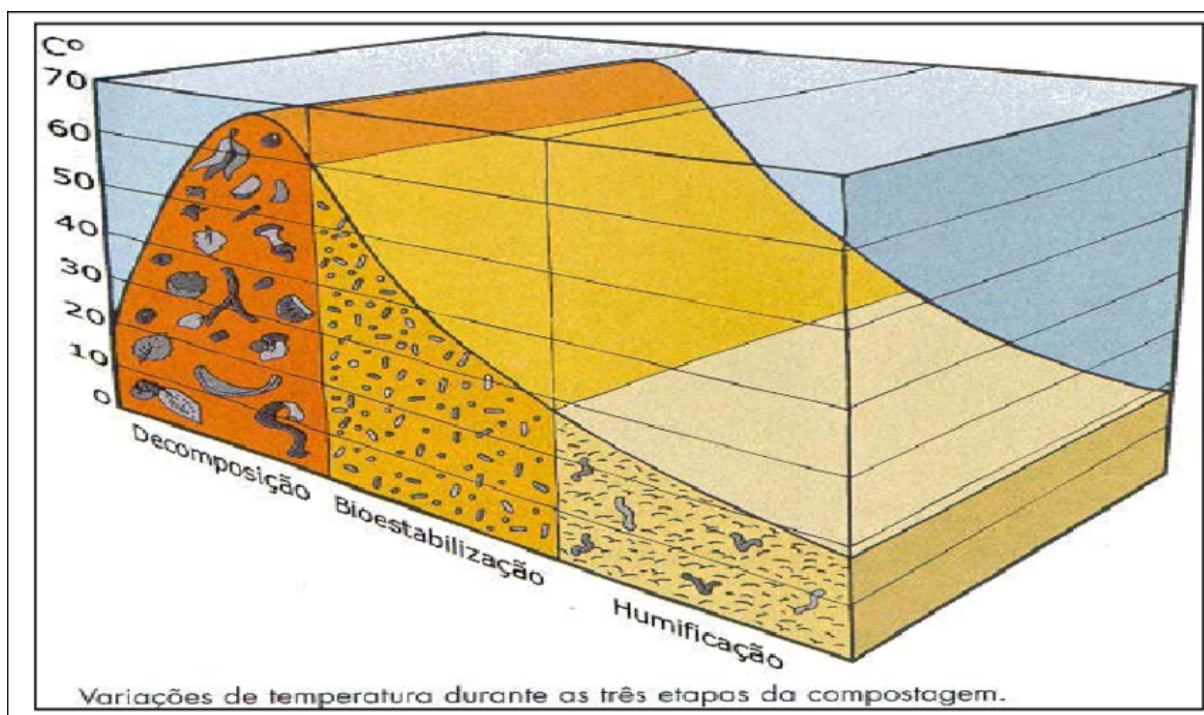
A utilização do composto orgânico oriundo da compostagem apresenta várias vantagens no uso agrícola, dentre as quais se destacam:

- Atua como uma fonte de macro e micronutriente para as plantas;
- Reduz as oscilações diárias de temperatura do solo;
- Funciona como um condicionador do solo, possibilitando uma melhor aeração, permeabilidade e retenção de água;
- Melhora a tratabilidade do solo.

### **2.3.5 Fases da compostagem**

Para se efetivar a compostagem, o resíduo passa por uma série de fases, que estão representadas pela Figura 3, objetivando o composto orgânico como sendo o produto final.

Figura 3: Fases da compostagem e sua relação com a temperatura.



Fonte: EMBRAPA (2010).

A primeira fase é conhecida como a fase de degradação ativa, nela vão ocorrer reações de decomposição da matéria orgânica que é facilmente degradável. A temperatura nessa fase pode chegar a 70 °C, o que possibilita eliminar as bactérias patogênicas. Esta fase demora de 10 a 15 dias.

Já a fase seguinte é denominada fase de semi maturação/ bioestabilização. Nessa etapa, os participantes frequentes desta fase são as bactérias, actinomicetos e fungos. A temperatura fica na faixa de 30 a 45 °C e o tempo pode variar de 2 a 4 meses.

Já a terceira fase é conhecida como maturação/humificação, nesta fase, os compostos mais resistentes como celulose e lignina são transformados em substâncias húmicas através da ação de pequenos animais presentes no solo, como as minhocas por exemplo. A temperatura cai na faixa de 25 à 30° C (AMBIENTE BRASIL, 2019).

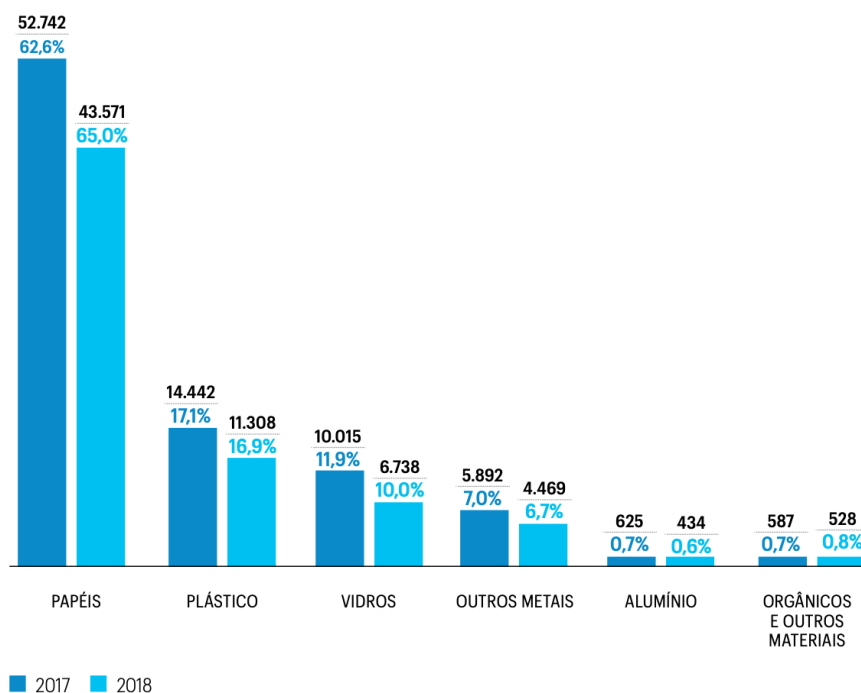
### 2.3.5 Reciclagem

A reciclagem é entendida como um sistema que busca tornar possível a recuperação de materiais que antes seriam descartados. É um processo basicamente industrial, que transforma esse resíduo em substâncias e materiais úteis à sociedade, sendo considerado um material secundário (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Para conseguir atingir esse propósito se faz necessária a criação de galpões de triagem/reciclagem. Os resíduos que irão chegar nesses galpões serão separados, após passarão por um processo de prensagem ou ainda são picotados, e após são adequados de diversas formas, podendo ser enfardados ou embalados, por exemplo (VILHENA, 2010). O autor ainda destaca que essas centrais de triagem podem ainda servir para promover um pré-beneficiamento, para agregar valor aos resíduos, como por exemplo a retirada dos rótulos, lavagem e separação por cor das embalagens plásticas.

O processo de reciclagem, além da preservação ao meio ambiente, também é responsável pela geração de riquezas por meio da venda dos materiais que possam ser reciclados, como também pela economia nos custos de produção das empresas. (FONSECA, 2013). Segundo a ABRELPE (2018), os materiais que expressaram a maior participação nas atividades de reciclagem do país foram os papéis representando 65 % dos materiais coletados, os Plástico com 16,9 % e vidro 10,0 % entre outros metais, como apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Volume total coletado pelas cooperativas e associações de catadores em 2017 e 2018 (Toneladas e % do total).



Fonte: ABRELPE (2018).

### 2.3.6 Reutilização

A reutilização dos resíduos sólidos está definida no artigo 3º da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), sendo entendida como:

Processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química. Devem ser observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa). (BRASIL, 2010).

Ainda, segundo a PNRS, o resíduo pode ser reutilizado através do uso de novas tecnologias que visam à recuperação energética dos mesmos. Porém deve sempre ser levada em conta uma ordem de prioridade, que se baseia na não geração de resíduos, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e só então a disposição final ambientalmente adequada.

### 2.3.7 Rejeitos

Todos os resíduos que não possuírem mais nenhuma forma de destinação possível, seja através da reciclagem, compostagem, é classificado como rejeito. O mesmo deve ser encaminhado para uma disposição final adequada, sendo ela os aterros sanitários.

## 2.4 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

As primeiras usinas de triagem e compostagem foram construídas no final do século XIX, tendo exemplares construídos em Budapeste e Munique, objetivando principalmente fazer a triagem para poder reutilizar e reciclar os componentes de resíduo em larga escala e aproveitar o material orgânico para a produção de adubo orgânico (EIGENHEER; FERREIRA; ADLER, 2005).

Segundo Coelho (2016), com o uso de uma usina de triagem e compostagem de resíduos, após serem processados, cerca de 40 % do total recebido é transformado em adubo orgânico e outros 12 % do total podem ser reciclados em indústrias de papel, metal, plástico e vidro. Somente o restante, que é o rejeito, é enviado para aterro sanitário.

O produto final obtido com a utilização dessas usinas apresenta diversas vantagens pois funciona como um adubo orgânico, melhorando as condições físicas do solo. Além disso aumenta o teor de micronutrientes no solo, ativando a microbiota existente, resulta ainda em uma maior produção agrícola, diminuindo os custos com o uso de fertilizantes, gerando mais empregos, alimento e renda para a população e ainda promove a redução de volume de resíduos que são destinados aos aterros sanitários.

Se faz necessário considerar uma série de fatores quando se pretende instalar uma usina de triagem e compostagem. Kiehl (1985) frisa que em relação à compostagem, os componentes presentes no resíduo podem ser divididos em duas categorias, sendo elas:

- *Materiais biologicamente decomponíveis*: Estes correspondem com aproximadamente 50 % de matéria orgânica, sendo denominados como resíduos que não estão sujeitos à decomposição rápida, como retalhos de couro, madeira, cortiça ...).
- *Materiais Inorgânicos*: São aqueles separados de forma manual ou peneiração, sendo denominados como rejeitos.

O mesmo autor também destaca que existem três formas de classificação dos resíduos que serão destinados à usina de triagem e compostagem. Elas são divididas em:

- Resíduos compostáveis;
- *Rejeitos recicláveis*: Compreendem aqueles que serão estocados no pátio da usina até serem adquiridos;
- *Rejeitos desprezíveis*: Aqueles que se não houver compradores, precisarão ser encaminhados para o aterro sanitário ou incineração.

Ainda outros fatores precisam ser levados em conta, conforme Monteiro et al. (2001):

- Possuir existência de mercado para os resíduos recicláveis e compostos orgânicos na região;
- Existir um serviço de coleta que seja eficiente e também apresenta regularidade na coleta;
- Existir uma coleta que seja diferenciada para o lixo domiciliar, público e também hospitalar;
- Possuir disponibilidade e recurso para arcar com investimentos e operação da usina;
- Possuir uma área suficiente para instalar a usina de reciclagem e o pátio de compostagem.

## 2.5 ROTINA OPERACIONAL DE UMA USINA DE TRIAGEM DE RESÍDUOS

### 2.5.1 Recebimento e separação dos resíduos

Os resíduos que chegam à usina serão recepcionados em uma área com piso concretado, possuindo uma cobertura e sistemas de drenagem dos efluentes gerados. Este galpão possuirá uma altura coberta que possibilitará uma fácil descarga do resíduo, inclusive possibilitando o uso de um caminhão basculante.

Com relação aos resíduos oriundos das podas de árvores e capinas, os mesmos serão encaminhados a um pátio de compostagem e serão agregados diretamente a leira de compostagem. Os resíduos de serviço de saúde serão encaminhados para uma correta disposição final, bem como os rejeitos serão encaminhados para o aterro sanitário.



Os resíduos serão descarregados em uma rampa, que deverá ser construída de concreto, possuindo paredes lisas e inclinação necessária para gerar um escoamento dos resíduos até a mesa de triagem. Os resíduos mais distantes serão encaminhados manualmente com o auxílio de pás e enxadas.

### **2.5.2 Triagem primária dos resíduos recicláveis**

Os materiais recicláveis que chegarão à usina serão triados de forma manual pelos funcionários postados na esteira de separação. Os funcionários responsáveis pela triagem estarão dispostos ao longo da esteira e terão em torno de si recipientes para o acondicionamento correto dos recicláveis bem como a separação dos rejeitos que são poderão ser aproveitados. Estes recipientes deverão ser próprios para os materiais, e devem possibilitar o seu transporte até o setor seguinte, podendo ser compostos por tambores, bombonas, big bags entre outros.

As bancadas para a triagem deverão ser largas o suficiente para facilitar a seleção dos materiais, ainda, devem possuir uma altura suficiente para que a triagem seja realizada em condições ergonômicas corretas. Além disso, as bancadas precisam ter abas para impedir a queda dos materiais durante o processo de seleção.

Para facilitar o processo de triagem, o Ministério do Meio Ambiente (2008), recomenda que a triagem deve ser realizada em duas etapas:

→ **Triagem primária:** Consiste em uma separação inicial. nesta etapa podem ser separados até 16 tipos de materiais em tambores, “bags” e sacos pendurados próximos aos triadores;

A eficiência desta etapa vai refletir em todo o funcionamento da usina, portanto, sugere-se que ocorra a separação em Matéria orgânica, Materiais recicláveis e rejeitos; e

→ **Triagem secundária:** Nesta etapa, os materiais já triados passarão por uma nova separação. A reciclagem secundária é realizada com os resíduos previamente separados, esta fase de separação consiste basicamente na transformação de um resíduo em um item de valor agregado.

Para haver um correto funcionamento de qualquer atividade, se faz importante seguir uma rotina de operação. Com ela é possível identificar possíveis falhas e corrigir de uma forma mais ágeis as mesmas, promovendo um ambiente de trabalho agradável.

Desta forma, a rotina de operação esperada para a usina de triagem se baseia em alguns itens, conforme sugeridos pela Prefeitura de Boa Esperança - ES, em seu Projeto básico de uma usina de reciclagem e compostagem (2013), que estão descritos abaixo:

→ Procedimentos diários:

Os funcionários devem:

- Utilizar respirador individual, botas, luvas e aventais;
- Receber nesta área exclusivamente resíduo doméstico e comercial;
- Retirar os materiais volumosos e promover um acondicionamento adequado;
- Cobrir com lona o resíduo que não foi processado no dia da coleta;
- Evitar que os componentes separados caiam no chão;
- Lavar com detergente e desinfetante a área de triagem e também os tambores utilizados no transporte da matéria orgânica e dos rejeitos;
- Impedir a entrada de animais na área de separação
- Manter a esteira de triagem e a área de recepção limpas e desinfetadas.

Para os procedimentos mensais, estão previstas atividades como:

- Limpar os ralos e as canaletas de drenagem;
- Efetuar a substituição de tambores, bombonas e bags eventualmente danificados;
- Repor equipamentos de proteção individual e uniformes, quando danificados;
- Pintar a unidade de triagem e dedetizar o local.

### **2.5.3 Transporte interno, pesagem e enfardamento dos recicláveis triados**

O transporte interno dos resíduos poderá ser realizado por um funcionário, através do uso de carrinhos metálicos. Os mesmos suportam o uso de bags, tambores e outros materiais que possam ser utilizados para armazenamento durante a triagem.

Após realizada a triagem dos resíduos, ocorre o acondicionamento dos mesmos em uma área adequada, buscando atingir um volume necessário para o enfardamento. Depois de atingir o volume necessário, os resíduos são prensados e posteriormente estocados para a venda.

A estocagem desses fardos deverá ser feita em uma área específica e que contemple a acumulação de ao menos uma semana de produção. Os fardos poderão ser estocados até o limite de 3 ou 4 camadas.

É necessário que essa estocagem seja realizada em um galpão coberto, com vedações resistentes à ação das chuvas. Na área externa do galpão deverá ser previsto um espaço para armazenamento provisório dos rejeitos inservíveis e também uma área para estacionamento de possíveis caçambas estacionárias para alguns tipos de materiais.

## 2.6 SETOR DE COMPOSTAGEM

A compostagem ocorre através da decomposição aeróbia da matéria orgânica através da ação dos organismos biológicos, estando em condições químicas e físicas adequadas. Esse material que é destinado a compostagem é composto de matéria orgânica de restos de frutas, legumes, restos de alimentos, poda de árvores, gramas, etc.

Na literatura existem alguns métodos existentes para compostagem de Resíduos Orgânicos, sendo os mesmos citados abaixo:

### 2.6.1 Compostagem com revolvimento de leira – Método Natural

Este é atualmente o método mais utilizado nas usinas de triagem e compostagem. A mesma se baseia em leiras em forma de pirâmide, que são revolvidas com uma alta periodicidade. Este revolvimento ocorre em toda a leira, remexendo com toda sua estrutura.

FAPESC (2017) destaca que esse é um método que apresenta um elevado desempenho para a compostagem de grandes volumes de materiais vegetais, que contemplam restos de poda, grama e também folhas secas. Os materiais mais pesados e que apresentam um elevado conteúdo de água, como os restos de comida domésticos não possuem um grande desempenho quando comparado aos materiais vegetais.

### 2.6.2 Leiras Estáticas com aeração

Este método de compostagem faz o uso de equipamentos responsáveis pela aspiração do ar no interior das leiras. Através da maior entrada de oxigênio, se consegue atingir o controle de odores e o processo de decomposição ocorre em um tempo mais reduzido.

A estrutura utilizada por este método possui um custo elevado na implantação e também na operação, assim como também necessita um maior cuidado no manejo das leiras. Além disso, este método requer uma introdução de água e também utiliza energia elétrica para a manutenção do sistema de aeração.

### **2.6.3 Compostagem em sistemas fechados (Reatores)**

A compostagem conhecida pelo modelo de reatores, consiste basicamente em uma estrutura fechada, a qual contém grandes cilindros, dentro de outros recipientes, e por meio de um movimento rotação contínua proporciona a aeração da massa.

É um modelo que requer alto investimento na implantação, porém, através dele é possível realizar o controle dos fatores externos como chuva e clima. É utilizado quando se tem grandes volumes de resíduos orgânicos (FAPESC, 2017).

### **2.6.4 Leiras estáticas com aeração passiva (Método UFSC)**

Este tipo de leira é montado com camadas ordenadas de materiais que oferecem a estrutura, como palha e serragem, e resíduos orgânicos, oferecendo assim condições favoráveis para a ação microbiológica. Esse ambiente é favorável para a ação das bactérias termofílicas, sendo que sua ação eleva a temperatura do material, e provoca a eliminação de patógenos, bem como a degradação facilitada de resíduos.

Em sequência, ocorre o resfriamento natural da leira, a maturação do material pelos macro-organismos, como minhocas, e por fim a produção de um material orgânico estabilizado e rico em nutrientes. Este tipo de leira apresenta um custo de implantação baixo, porém em contrapartida necessita uma mão de obra para manutenção. Além disso, esse tipo de leira apresenta uma menor emissão de odores, por conta do revolvimento feito, se tornando adequada para ser feita em áreas urbanas.

O método leiras estáticas com aeração passiva é o sugerido para a Usina de Triagem e Compostagem para Cunha Porã. O mesmo foi proposto pois a população de microrganismos presente nos resíduos destinados à usina é bastante diversificada, e com as condições adequadas as mesmas se multiplicam e aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica, sendo as principais responsáveis pelo sucesso do processo.

## 2.7 ESTUDO DE CASO

### 2.7.1 Central de Triagem da Lapa - São Paulo

Um dos municípios que recebeu recursos para implantação desse modelo de central de triagem foi São Paulo, que tem um programa de coleta seletiva desde 2007 (regulamentado pelo decreto no 48799). Em 2010, o volume coletado pelas centrais de triagem paulistanas alcançou uma média de 155 toneladas por dia, de acordo com a prefeitura. Hoje 20 centrais de triagem estão em funcionamento na cidade.

Em junho de 2010 foi construída a central de triagem da Lapa, na zona Oeste de São Paulo. A obra teve um custo total de 1,4 milhão de reais e sua concepção se baseia inicialmente na aquisição de um terreno de 3.202 m<sup>2</sup>, onde foi construído um galpão de 1.148 m<sup>2</sup> em estrutura metálica arqueada, possuindo 6 metros de altura no ponto mais elevado. Suas paredes foram feitas com blocos, possuindo ventilação por janelas e o piso é de concreto.

Aos arredores foram construídos muros, para manter o local cercado e protegido. Ainda, na parte da frente foram instalados portões de entrada com largura de 10 metros, facilitando a entrada de caminhões e a guarita de acesso. Com relação ao paisagismo, ao entorno da área construída realizaram o plantio de grama e espécies arbóreas.

O interior do barracão é composto por duas esteiras, possuindo 14 metros de comprimento cada, e uma distância de 5,72 metros. A mesma foi construída com um desnível, que busca facilitar a passagem dos resíduos do caminhão para os fossos. Ainda, foram construídos 15 boxes com 12 m<sup>2</sup> para armazenamento de materiais e prensagem

O projeto pensou em pessoas com restrições de locomoção, desta forma, toda a edificação possui piso tátil no início e término das rampas e escadas. Além disso, todas as maçanetas, interruptores e portas são acessíveis à essas pessoas. Com relação à refeitórios e áreas de

descanso, foram construídos 3 sanitários para pessoas com deficiência, além de 2 sanitários (Feminino e masculino). Uma área de serviço e copa ocupam 4 m<sup>2</sup>, uma sala de lazer com computador, som, vídeo e impressora contando com 60 m<sup>2</sup>, além de cozinha com 7 m<sup>2</sup>.

O projeto foi pensado na melhor acomodação possível para que seus colaboradores possam ter um ambiente agradável de trabalho, aumentando assim a produtividade e também a permanência no cargo.

### **2.7.2 Usina de triagem e compostagem como alternativa de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte: Estudo de caso em um Município de Minas Gerais**

Em 2001 foi inaugurada no estado de Minas Gerais uma usina de triagem e compostagem. A mesma foi construída como uma alternativa adequada para os resíduos sólidos urbanos gerados nos municípios de médio porte.

De acordo com Côrtes (2017), em contato com a prefeitura do município estudado, o autor pode ver a composição da infraestrutura da usina, sendo apresentada abaixo:

- Portaria com controle de fluxos de entrada;
- Muro nas fronteiras de empreendimento com as vias públicas;
- Sede administrativa com cozinha e sanitários;
- Pátio de descarga coberto;
- Sistema de tratamento de efluentes sanitários;
- Esteira de seleção e triagem com área de acondicionamento coberta; - Galpão de recicláveis com vestiários;
- Pátio de compostagem impermeabilizado;
- Valas de aterramento de rejeitos;

A usina recebe todos os resíduos gerados pela população do município, bem como o gerado na unidade prisional existente. Esses resíduos são coletados por três caminhões diariamente, em roteiros definidos pelo Departamento de Limpeza Urbana do município.

Após coletados, os mesmos são descarregados no pátio coberto existente em um nível mais elevado da usina, onde serão rastelados pelos funcionários, à favor da gravidade para serem separados. Um total de 52 funcionários, trabalhando oito horas por dia, são responsáveis por fazer a separação desses resíduos.

Com relação à separação, a mesma acontece inicialmente em três categorias, sendo elas: Recicláveis, orgânicos e rejeitos. Após separados os mesmos recebem um destino adequado para cada categoria. Os recicláveis são acondicionados para nova triagem; A matéria orgânica é destinada ao pátio de compostagem e o rejeito é acondicionado temporariamente em uma caçamba estacionária e após destinado ao aterro sanitário.

Após todo o processo de separação dos recicláveis, os mesmos são acondicionados em bag's, caixas ou carrinhos, para posteriormente serem pesados, prensados, enfardados e vendidos.

### **3. ENQUADRAMENTO LEGAL DA CENTRAL DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Segundo a Resolução CONSEMA N° 98 DE 05/07/2017 (CONSEMA, 2017), que traz em seu conteúdo a listagem de atividades que são consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental e que são passíveis de licenciamento ambiental no estado de Santa Catarina. A mesma também aborda em seu conteúdo a identificação do órgão competente para a realização do estudo ambiental para fins de licenciamento, que varia de acordo com a atividade e seu porte.

Na seguinte Resolução, em seu item 34.41.12 possui informações específicas sobre a Central de triagem de resíduos sólidos urbanos que são oriundos da coleta convencional e que possui ou não compostagem. De acordo com ela, caso a central de triagem apresenta uma capacidade menor que 30 toneladas por dia, se faz necessário o Relatório Ambiental Prévio; Se o porte for de 30 à 50 toneladas, se enquadra em uma atividade de médio impacto, necessitando também um Relatório Ambiental Prévio e por fim, se a atividade possuir capacidade maior que 50 toneladas é enquadrado como grande porte, necessitando Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), lançou em 2017 um manual apresentando os critérios técnicos para a elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte (FAPESC, 2017). Neste manual, está apresentando um quadro comparativo (Quadro 1), entre o porte dos pátios de compostagem, considerando alguns critérios como a origem dos resíduos, o

melhor método de compostagem, bem como localização, área necessária e número de habitantes atendidos.

Quadro 1 - Aspectos relacionados à pátios de compostagem de diferentes portes.

PORTE	<= 0,5 TONELADA/ DIA	0,5 a 10 TONELADAS/DIA (Pequeno)	10 a 30 TONELADAS/ DIA (Médio)	> 30 TONELADAS/ DIA (Grande)
Aspectos				
<b>Documento para licenciamento ambiental</b>	Cadastro ambiental	RAP	RAP	EAS
<b>Origem dos resíduos orgânicos</b>	Residencial, escolar, de condomínios, institucional e comunitária	Condomínios, comunidades, empresas, instituições e municípios	Empresas e indústrias do ramo alimentício, municípios e consórcios	Empresas e indústrias do ramo alimentício, municípios e consórcios
<b>Método de compostagem</b>	"Método UFSC" c/ aeração natural	"Método UFSC" c/ aeração natural ou forçada; semi ou mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Método UFSC" c/ aeração natural ou forçada; semi ou mecanizado;</li> <li>Método em sistemas fechados (reatores)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Método UFSC" c/ aeração natural ou forçada; mecanizado</li> <li>Método em sistemas fechados (reatores)</li> </ul>
<b>Localização</b>	Área urbana, periurbana e rural Residências, escolas e condomínios	Área urbana, periurbana e rural Em condomínios, comunidades, praças, parques, áreas verdes e áreas degradadas	Área periurbana e rural	Área periurbana e rural
<b>Responsável pela operação</b>	Qualquer pessoa que tenha recebido capacitação	Grupo de moradores capacitados, empresas prestadoras de serviços de tratamento de resíduos orgânicos, pequenas empresas, associações e cooperativas de compostagem Necessidade de técnico responsável	Funcionários de prefeituras, empresas prestadoras de serviços de tratamento de resíduos orgânicos, associações e cooperativas de compostagem Necessidade de técnico responsável	Funcionários de prefeituras, empresas prestadoras de serviços de tratamento de resíduos orgânicos, associações e cooperativas de compostagem Necessidade de técnico responsável
<b>Gestão do pátio</b>	Morador, grupos informais, associações e cooperativas	Associações e cooperativas, institucional, empresarial, pública	Social, privada, pública, consorciada	Social, privada, pública, consorciada
<b>Destino do composto</b>	Uso doméstico e jardinagem amadora	Uso doméstico e jardinagem amadora, hortas, paisagismo e uso agrícola	Uso doméstico e jardinagem amadora, hortas, paisagismo e uso agrícola e/ou florestal	Uso doméstico e jardinagem amadora, hortas, paisagismo, uso agrícola e/ou florestal
<b>Estimativa do nº pessoas ou famílias atendidas (Gestão comunitária de resíduos)</b>	Até 1.785 pessoas ou 445 famílias.	Até 35.714 pessoas ou 8.928 famílias.	---	---

\*Em acordo com o zoneamento municipal



Fonte: FAPESC (2017).

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho foi realizado no município de Cunha Porã, situado na região extremo oeste do estado de Santa Catarina. O mesmo teve um enfoque estratégico, onde foram realizadas conversas com os responsáveis pelas questões ambientais do município.

Além disso, realizou-se uma investigação e coleta de dados para poder apresentar dados concretos sobre a situação em que o município se encontra. Marconi e Lakatos (2010), alegam que a entrevista é um processo utilizado na investigação social, que visa a coleta de dados para ajudar no diagnóstico ou ainda no tratamento de um problema social.

Já com questão à revisão de literatura, a mesma foi realizada por meio de pesquisa em livros, artigos científicos, consultas a revistas científicas, dissertações, entre outros meios disponíveis para acesso. Ainda, o trabalho apresenta a contribuição de documentos cedidos pelo município, bem como leis municipais e estaduais que norteiam a questão dos resíduos.

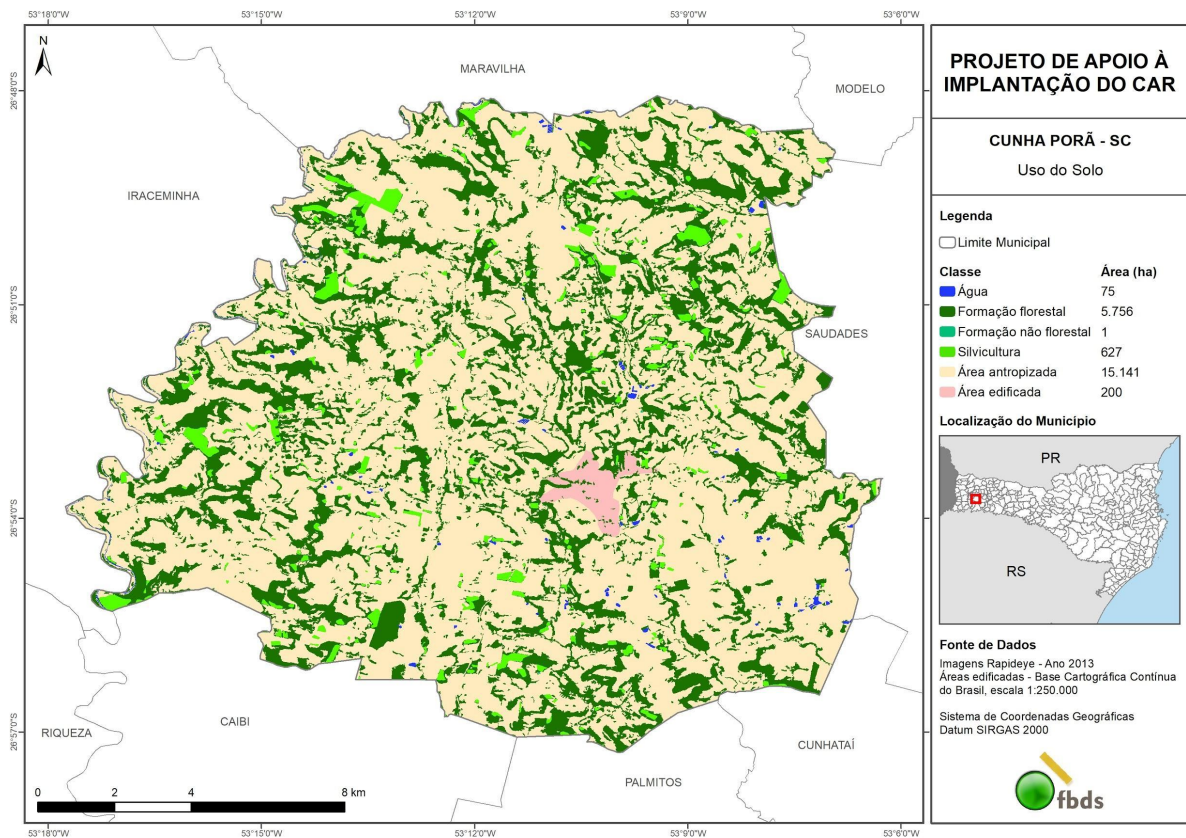
##### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO**

O local no qual o trabalho foi desenvolvido é o município de Cunha Porã - SC, que situa-se na região extremo oeste catarinense, situado nas coordenadas geográficas aproximadas em 27°55' S e 53°10' O. Com relação à população, a mesma foi estimada para o ano de 2019 em 11.086 habitantes através de dados do censo IBGE (2010).

Segundo IBGE (2010), o município possui uma área territorial de 220,09 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 48,70 hab/km<sup>2</sup>. A economia do município está vinculada principalmente à área agrícola, porém existem diversos empreendimentos responsáveis pelo acréscimo da renda como metalúrgicas, marmorarias, distribuidora de flores artificiais, fábrica de urnas funerárias, equipamentos agrícolas, móveis sob medida, produtos de ornamentação e cabine para caminhões (CHRIST; SALAZAR, 2014).

Na Figura 5, está representado o limite do município bem como seus usos do solo.

Figura 5 - Limite municipal e uso do solo.



Fonte: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (2018).

#### 4.1.1 Aspectos Populacionais

Segundo estudos do IBGE (2010), a região Entre Rios, ao qual pertence o local de estudo, contempla 17 municípios, sendo que a maior parte deles apresentam um baixo índice populacional, os quais não ultrapassam 5 mil habitantes. Destes, os municípios com maiores índices populacionais são Maravilha (23.602 habitantes), Cunha Porã (10.905) e Palmitos com 16.270 habitantes.

Ainda, percebe-se que o município de Cunha Porã apresenta um crescimento

**1970                      1980                      1990                      2000                      2010**

populacional nos últimos censos, como pode ser percebido na Figura 6:

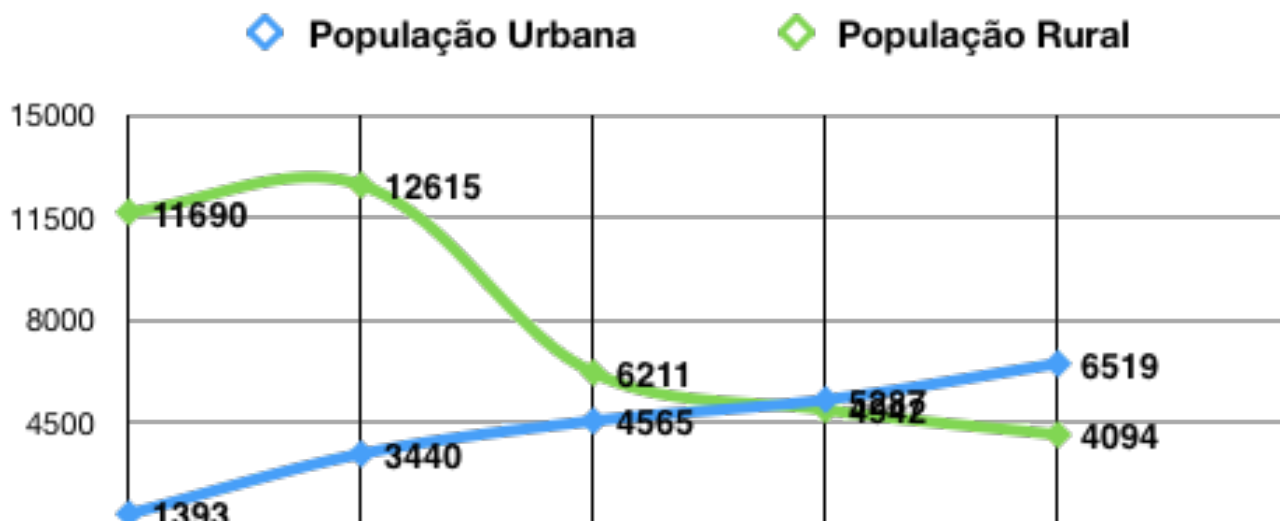


Figura 6 - Aumento populacional referente ao período de 1970-2010.

Fonte: Elaborado a partir do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2015).

Por meio da Figura 6, é possível perceber que o município de Cunha Porã possui um crescimento positivo nos últimos anos. Além disso, fica demonstrado que houve um aumento na população urbana e conseqüentemente diminuição da população rural.

#### **4.1.2 Índice de desenvolvimento humano**

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador que permite comparar a qualidade de vida entre os países. Esse índice leva em consideração os aspectos econômicos e também sociais, e através dele é possível averiguar quais são os setores falhos no lugar que se está analisando, como a saúde, educação e renda.

O Atlas de Desenvolvimento Humano (2000) possui uma classificação, sendo que o IDH abaixo de 0,510 demonstra que o IDH correspondente é baixo. Valores entre 0,522 e 0,698 representam um IDH médio. Os valores na faixa de 0,699 e 0,792 demonstram que o IDH do lugar é alto, e na faixa acima desse valor é tida como um IDH muito alto.

O município de Cunha Porã possui índices entre médio e muito alto. O IDH referente a renda está classificado em 0,744 o que demonstra que a renda dos munícipes é classificada como alta. Com relação à longevidade, a mesma possui um IDH de 0,804, sendo classificada como muito alta, e por fim o IDH referente a educação é de 0,682 o que também a classifica como possuinte de um índice médio.

#### **4.1.3 Tipos de domicílios presentes no município.**

Através do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2015), estima-se que a região da Amerios possua um total de 34.366 domicílios. O município de Cunha Porã possui um total de 3.579 domicílios sendo destes 3.349 domicílios do tipo casa, representando aproximadamente 93 % do total. O restante são residências do tipo apartamento.

#### **4.1.4 Condições de Saneamento Básico - Resíduos Sólidos**

Quando se trata de resíduos sólidos, os dados registrados sobre os índices de coleta são preocupantes em todos os municípios pertencentes à região da Entre Rios. No município em estudo, segundo dados do IBGE (2010), cerca de 66 % dos domicílios possui um tipo de coleta convencional, abrangendo 2369 domicílios. Já o restante possui outros tipos de disposição, onde se enquadram nessas categorias os resíduos que são queimados, enterrados ou ainda dispostos em locais inadequados.

#### **4.1.5 Quantificação dos resíduos sólidos urbanos do município**

O município de Cunha Porã aderiu no mês de julho de 2019 ao programa de coleta seletiva. Por conta disso, os resíduos orgânicos já se encontram separados da parte que pode ser reciclada, facilitando este trabalho. A coleta dos resíduos sólidos vem sendo realizada duas vezes por semana, nas quartas-feiras e sábados, a partir das 10h.

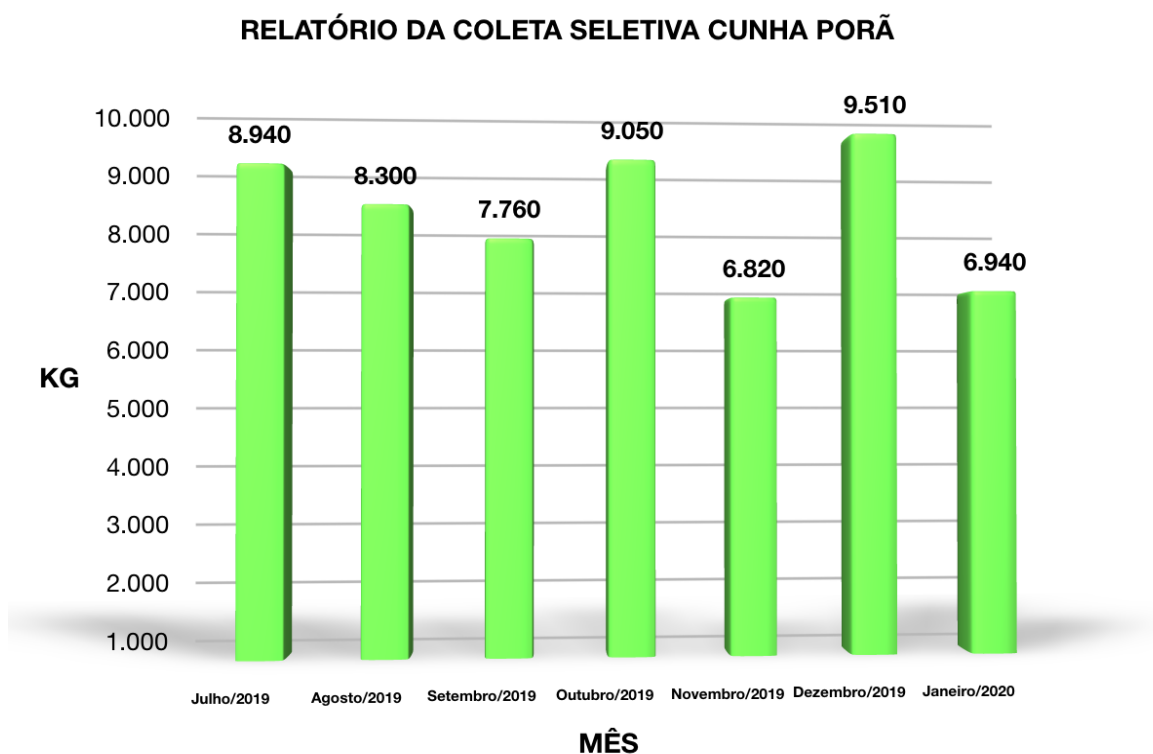
Com relação a coleta, o município orienta que cada munícipe separe seu resíduo, colocando em sacos plásticos de até 50 quilos, bem fechados, depositando nas lixeiras nos dias especificados.

Se tratando dos materiais que compõem a coleta, são recolhidos: Papéis como jornais, revistas, papel rascunho, cadernos e envelopes; caixinhas de leite; papelão e caixas em geral. Nos plásticos estão as garrafas pets, tampas e potes; embalagens de produtos de limpeza; sacolas plásticas e tubos de PVC.

Conforme contrato acordado entre Cunha Porã e o Grupo Tucano, por meio da T.O.S. Obras e Serviços Ambientais, cada quilo recolhido de material na coleta seletiva, resulta em um retorno de 0,065 reais.

Através de dados coletados com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Coordenadoria municipal da Defesa Civil, na pessoa de Sedenir César Kipper, pode-se desenvolver o seguinte relatório gráfico da coleta seletiva (Figura 7).

Figura 7 - Relatório da coleta seletiva de Cunha Porã - SC



Fonte: Elaborado pela autora a partir das informações da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Coordenadoria municipal da Defesa Civil.

Com esses dados, foi realizada uma média de quanto material é coletado, já separado e destinado para a empresa contratada. A média de resíduos recicláveis recolhidos pela coleta seletiva, nesses 7 meses, correspondentes aos dados recebidos é de 8.188 kg, desta forma, o retorno para o município foi em média 532,22 reais mensais, o que resulta em um total de 3.725,54 reais.

Com relação aos resíduos orgânicos, o município não possui informações sobre a pesagem recolhida em cada mês. Por conta disto, foi utilizado métodos literários para chegar em valores aproximados. O resultado encontrado é apresentado na Equação 1.

Por meio do Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil (ABRELPE, 2019), , tem-se que a região onde o município localiza-se, apresenta uma média de 0,759 kg de resíduos por habitante por dia. Em virtude disso, tem-se que (Equação 1):

$$\text{Equação 1: } 1 \text{ hab} \text{ ---- } \frac{\text{Total de resíduos}}{\text{hab} / \text{dia}}$$

$$\frac{\text{Total de habitantes}}{\text{dia}} \text{ --- } \frac{\text{Total resíduos}}{\text{pop} / \text{dia}}$$

Desta forma, temos que:

1 hab ----- 0,759 kg/dia

6.519 hab ----- x kg/ dia (1)

**X = Aproximadamente 5.000 Kg/dia**

Este valor encontrado representa o total de resíduos sólidos que a população cunhaporense gera diariamente, então, descontando os resíduos recicláveis recolhidos pela coleta seletiva (média de 280 kg/dia), tem-se que em média 4.720 kg/dia de resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem diariamente. Com esses dados em mãos, foi possível realizar o dimensionamento do pátio de compostagem.

## **5. CONCEPÇÃO DE UMA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM**

Como já abordado anteriormente, uma usina de triagem e compostagem é composta por ambos setores, ordenados de maneiras separadas. Por conta disto, este trabalho abordará um dimensionamento referente a cada uma das partes.

### **5.1 ESTRUTURA DO PÁTIO DE COMPOSTAGEM**

Dados necessários, segundo dimensionamento apresentado por RECESA (2007):

**Número de habitantes:** 6.519 hab

**Quantidade de resíduos gerados (kg) :** 4.720 kg /dia

**Total com mistura 3:1:** 14.160 kg

**Densidade da mistura:** 550 kg/ m<sup>3</sup>

**Período em dias:** 100 dias

**Fator de segurança:** 10 %

→ **Área da seção (Valor adotado):**

Segundo Cerri (2008), em uma leira de compostagem a altura interfere muito no produto final. Quando inferiores a 1,5 metros, as mesmas podem não conseguir manter uma temperatura adequada, desta forma não são recomendadas. O mesmo acontece para alturas

superiores a 1,80 metros, neste caso, as mesmas vão acumular muito peso, provocar a compactação do resíduo comprometendo a aeração e não resultando em um composto adequado.

Desta forma, foi adotada uma largura de 1,80 metros bem como uma altura com a mesma dimensão.

O cálculo da área da seção é o seguinte (Equação 2):

$$\begin{aligned} \textit{Área da seção: } & \frac{(\textit{Largura} \times \textit{Altura})}{2} \\ \textit{Área da seção: } & \frac{(1,80 \times 1,80)}{2} \\ \textit{Área da seção: } & 1,62 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

#### → Volume

Para o cálculo do volume é necessário realizar a soma dos resíduos orgânicos coletados, mais os resíduos pastosos que vão compor a mistura, e dividi-los pela densidade da mistura. Desta forma, conforme a Equação 3 tem-se:

- **Resíduos coletados:** 4.720 kg
- **Resíduos pastosos:** 14.160 kg
- **Densidade da mistura:** 550 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \textit{Volume: } & \frac{(\textit{Res. Coletado} + \textit{Res. Pastosos})}{\textit{Densidade}} \\ \textit{Volume: } & \frac{(4720 \text{ kg} + 14160 \text{ kg})}{550 \text{ kg/m}^3} \\ \textit{Volume: } & 34,32 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (3)$$

#### → Comprimento da Leira

Para calcular o comprimento da leira, é preciso saber o volume de resíduos gerados, bem como a área da seção, tem-se então (Equação 4):



$$\text{Comprimento da leira: } \frac{\text{Volume}}{\text{Área da seção}}$$

$$\text{Comprimento da leira: } \frac{34,33 \text{ m}^3}{1,62 \text{ m}^2}$$

$$\text{Comprimento da leira: 22 metros.} \quad (4)$$

Assim sendo, as dimensões da leira são: 1,80 m • 1,80 m • 22 m.

→ **Cálculo da área do pátio de compostagem:**

→ **Área da base da leira;**

Para saber a dimensão do pátio de compostagem é necessário saber quanto cada leira necessita de área, incluindo seu revolvimento.

Inicialmente se calcula a área da base que cada leira ocupará, para isso utiliza-se o valor da largura e comprimento anteriormente encontrados (Equação 5).

$$\text{Área da base da leira: Largura} \cdot \text{Comprimento} \quad (5)$$

$$\text{Área da base da leira: } 1,80 \text{ m} \cdot 22 \text{ m}$$

$$\text{Área da base da leira: 39,60 metros, adotado 40 metros}$$

→ **Área de folga para o reviramento da leira:**

Admite-se área de folga para o reviramento da leira o mesmo valor encontrado para sua área de base, desta forma, 40 metros.

Portanto, cada leira ocupará 80 metros.

Levando em conta que o material necessita de um período de 100 dias para maturar, tem-se que o pátio deverá ter a seguinte área (Equação 6):

$$\text{Área útil: Tempo} \cdot \text{Área de folga}$$

$$\text{Área útil: } 100 \text{ dias} \cdot 80 \text{ metros}$$

$$\text{Área útil: } 8000 \text{ m}^2$$

Ainda é importante reservar uma área referente à circulação de pessoas, tráfego de veículos e estacionamento. Para isso, recomenda-se um adicional de 10 % na área útil (Equação 7).

**Área total: Área útil + 10 %**

**Área total: 8.800 m<sup>2</sup>**

Segundo informações do CEMPRE (ANO), o composto orgânico oriundo de composteiras possui um valor comercial de R\$ 100,00 à 150,00 à tonelada. Além disso, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2010), cada quilo de resíduo colocado na composteira, gera 0,5 kg de composto. Desta forma, pode-se calcular o retorno que esse composto começará a render após os 100 dias iniciais do processo. Tem-se então:

→ Diariamente: 14.160 kg de resíduos, o que gera cerca de 7.000 kg de composto.

→ 1 tonelada de composto possui valor comercial médio de R\$ 125,00, desta forma, passados os 100 dias iniciais, a composteira passará a render R\$ 875,00 reais.

→ Mensalmente, o retorno será de aproximadamente R\$ 26.250,00.

Para o correto funcionamento do pátio de compostagem, será necessário realizar o treinamento contínuo com os colaboradores responsáveis pela sua montagem e monitoramento. Com relação a isso, serão necessários os funcionários descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Quadro de funcionários necessários para o pátio de compostagem

Função	Número	Valor (R\$)	Total
Montador/ Revirador Leira	5	R\$ 1.600,00	R\$8.000,00
Responsáveis pelo monitoramento	4	R\$ 1.800,00	R\$ 7.200,00
Supervisor	1	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
Serviços gerais	3	R\$ 1.600,00	R\$ 4.800,00
<b>Total</b>	-	-	<b>R\$ 22.200,00</b>

Fonte: Elaborado pela Autora.

## 5.2 CONCEPÇÃO DE UMA USINA DE TRIAGEM

Segundo proposto pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2008), para construir o galpão que compõe a usina de triagem, deve-se dar preferência pela escolha de materiais já pré-fabricados de concreto, metal ou ainda o uso de mezanino. Com relação ao fechamento de alvenaria, as mesmas devem promover uma segurança em relação à incêndios.

Já em relação à dimensão do galpão, o Ministério das cidades (2008), disponibilizou uma área adequada com relação ao total de resíduos recebidos diariamente na usina. Desta forma, as áreas são as seguintes:

- Uma tonelada por dia = Área do galpão de 300 m<sup>2</sup>;
- Duas toneladas por dia = Área do galpão de 650 m<sup>2</sup>; e
- Quatro toneladas por dia = Área do galpão de 1200 m<sup>2</sup>.

Levando em conta esses dados disponibilizados pelo Ministério das cidades, para o município de Cunha Porã será necessário um galpão de pequeno porte, sendo que o mesmo deverá ter em média 300 m<sup>2</sup> de área edificada. Com relação à valores, em pesquisa realizada com duas empresas distintas, cheguei ao custo de R\$ 260,00 o metro quadrado para a empresa A e R\$ 3200,00 o metro quadrado para a empresa B, ambos orçamentos são para barracões pré-moldados, com estrutura de concreto.

Com relação às instalações elétricas e hidros sanitárias, os valores ficaram em torno de R\$ 5.000,00 e os serviços preliminares como taxas e projetos em R\$ 22.000,00. Além disso, como o pátio de compostagem acaba gerando um chorume, se faz necessária a construção de um poço para armazenamento, o mesmo foi orçado em R\$ 10.000,00.

### 5.2.1 Instalações de apoio

Ainda de acordo com sugestões do Ministério das Cidades (2008), nas instalações destinadas a centrais de triagem, se faz necessário uma área de escritório, sendo que a mesma deve ter no mínimo 12 m<sup>2</sup>. Já com relação aos sanitários, o órgão indica que se faz necessários um vaso sanitário e um lavatório para cada 20 usuários. No caso dos chuveiros, o ideal seria um chuveiro para cada dez usuários, sendo ainda necessário a disponibilização de armários individuais com 1,5 m<sup>2</sup> por usuário.

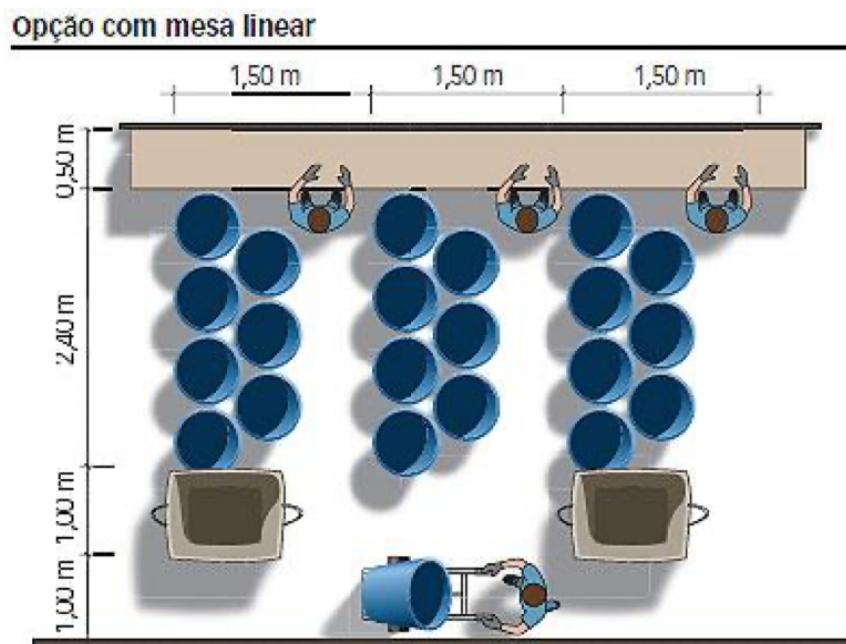
Deve-se prever também um refeitório coletivo, disponibilizando a área de 1m<sup>2</sup> por funcionário, e o mesmo deve possuir pia, bebedouro, forno e fogão.

### 5.2.2 Organização do trabalho

Para promover um ambiente acolhedor de trabalho aos funcionários, é necessário definir uma área adequada de movimentação para cada usuário. Em uma central de triagem que possua um sistema linear, cada trabalhador ocupará cerca de 1,5 metros na esteira, desta forma, precisará em torno de 2,4 metros para a colocação de tambores de separação de materiais. Ainda é necessário um corredor livre de 1 metro para que seja possível efetuar o deslocamento destes tambores quando estiverem saturados.

A imagem da Figura 8, mostra a situação ideal de trabalho para a opção de mesa linear.

Figura 8 - Modelo de trabalho com mesa linear.



Fonte: MMA (2008).

Com relação aos equipamentos necessários, será preciso uma prensa enfardadeira com capacidade para 20 toneladas; Uma balança mecânica com capacidade mínima de 1000 kg; Um carrinho plataforma para facilitar o transporte e uma empilhadeira simples, para acondicionar de maneira mais fácil os fardos já prensados.

Com relação aos custos dos equipamentos, foi realizada uma pesquisa virtual para facilitar a cotação de preços. Foram consultadas em 2 fornecedores distintos para se ter uma média de valores o mais próximo do real possível. Os mesmos estão apresentados no Quadro 3:

Quadro 3 - Relação dos custos de equipamentos.

Produtos	Modelo	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Prensa Enfardadeira	PAV- 3000	R\$ 14.750,00	R\$ 11.700,00
Balança	Balança mecânica 1000Kg	R\$ 2.499,00	R\$ 2.499,00
Carrinho plataforma	Comprimento:1,5 metros. Largura: 0,80 metros. Altura 0,45 m. Capacidade 800 kg	R\$ 1.493,00	R\$ 1.975,60
Empilhadeira simples	Le 1034 C	R\$ 9.334,00	R\$ 9.238,00
<b>Total</b>		<b>R\$ 28,076,00</b>	<b>R\$ 25.412,00</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Ainda, de acordo com o Ministério das Cidades (2008), o número de funcionários necessários para a unidade de triagem leva em conta o valor que será processado diariamente. Desta forma fica estipulado que:

- Para cada 200 kg de material processado será necessário um triador;
- 1 administrador a cada 20 triadores;
- 1 deslocador de tambores à cada 05 triadores
- Cada enfardador processa 600 kg de material por dia.

Desta forma, no Quadro 4 está apresentado as despesas relativas à operação da Usina de Triagem e Compostagem - UTC.

Quadro 4 - Despesas relativas à operação da UTC.

<b>Função</b>	<b>Número</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Total</b>
Triadores	2	R\$ 1.600,00	R\$ 3.200,00
Deslocador de tambores	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Enfardador	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Vigia	2	R\$ 1.800,00	R\$ 3.600,00
Técnico Administrativo	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
<b>Total</b>	7	-	<b>R\$ 11.800,00</b>

Fonte: Elaborado pela Autora

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme dados da coleta seletiva apresentados foi possível obter a relação de quantidades de materiais recicláveis e matéria orgânica coletadas no município. As mesmas estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Relação de materiais coletados no município.

<b>Materiais</b>	<b>Média Diária (kg)</b>
Materiais recicláveis	273 kg
Materiais orgânicos	4.720 kg

Fonte: Elaborado pela Autora.

Se tratando de uma forma de coleta recente, à qual ainda está sendo adequada a realidade vivenciada no município, bem como com o interesse na participação dos moradores, percebe - se que o volume coletado está sofrendo pequenas variações ao longo dos meses, o que possivelmente estabilizará ao longo do tempo.

A partir dos dados, ainda se percebe que o empreendimento é oneroso, pois almeja um investimento significativo, porém resulta em diversos benefícios tanto para o meio ambiente, como retorno em empregos e materiais produzidos pela UTC.

Para o pátio de compostagem, será necessário a impermeabilização com geomembrana. Em pesquisa de preço efetuada de modo virtual, o custo por m<sup>2</sup> de geomembrana está em torno de R\$ 3,00, o que resultaria em um investimento de R\$ 24.000,00 para a área necessária (8.000 m<sup>2</sup>). Além disso, será necessária a instalação de um poço para armazenamento do chorume, investimento esse resultante em R\$ 10.000,00. Ainda, com relação à manutenção e funcionamento do pátio de compostagem será necessária a contratação de 13 funcionários, que resultarão em um investimento de R\$ 22.200,00 reais mensalmente.

Com relação a triagem dos resíduos, será necessária a utilização de um galpão de 300 m<sup>2</sup>, o que custará em torno de R\$ 87.000,00 em média, de acordo com pesquisas realizadas. As instalações elétricas e sanitárias acarretarão em um investimento médio de R\$ 5.000,00 e os custos com os 7 funcionários resultarão em uma saída de R\$ 11.800,00 mensalmente. No Quadro 6 estão apresentados os custos:

Ainda é importante ressaltar os gastos oriundos da tributação proveniente da venda desses materiais, bem como custos relacionados ao licenciamento ambiental da atividade. Os mesmos não foram citados mas merecem uma atenção caso a UTC se instale em algum município.

Quadro 6: Custos de implementação.

<b>PÁTIO DE COMPOSTAGEM</b>		<b>CENTRAL DE TRIAGEM</b>	
Funcionários	R\$ 22.200,00 (mensal)	Funcionários	R\$ 11.800,00 (mensal)
Impermeabilização	R\$ 24.000,00	Barracão	R\$ 87.000,00

Poço armazenamento	R\$ 10.000,00	Instalações	R\$ 8.000,00
Taxas e Projetos 22.000,00			
<b>Total: R\$ 185.000,00</b>			

Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação ao composto oriundo da compostagem, o município obterá um retorno mensal, após os 3 meses iniciais, de R\$ 26.250,00, caso realize a venda desses resíduos. É importante ressaltar que para ser possível realizar a venda do resíduo o mesmo deve estar de acordo com diversos parâmetros constantes em lei. Ainda, o município pode optar pelo uso desse composto gerado para a adubação dos canteiros presentes na cidade, bem como contribuir com hortas presentes em creches, jardins, escolas e hospital presente no município.

Já se tratando da central de triagem, mensalmente a mesma recebeu um montante médio de R\$ 532,22. Esse valor corresponde ao que é repassado para o município pela empresa terceirizada, responsável pela coleta seletiva. Portanto, com a construção de uma usina independente, esse valor pode ter um aumento considerável, levando em conta a melhor separação e venda direta do produto final.

Atualmente, o município possui contrato de 4 anos com a empresa da T.O.S. Obras e Serviços Ambientais, sendo essa empresa responsável pela coleta dos seguintes tipos de resíduos gerados no município, bem como valor recebido mensalmente por cada categoria. A descrição de suas obrigações está presente na Figura 9.

Figura 9 - Descrição da coleta de resíduos.



1. **Objeto:** CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA A EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, COMERCIAIS E OS PROVENIENTES DO SERVIÇO DA SAÚDE PARA O MUNICÍPIO DE CUNHA PORÁ/SC, conforme segue:

ITEM	UND	QUAT	DESCRIÇÃO	Valor máx. R\$
1	MÊS	12	COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CUNHA PORÁ. SENDO: I - LIXO DOMICILIAR – ENTENDIDO COMO OS RESÍDUOS SÓLIDOS, CLASSIFICADOS COMO CLASSE II, PELA NBR Nº 10004/04, DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, TAMBÉM CONHECIDO COMO LIXO RESIDENCIAL OU DOMÉSTICO, GERALMENTE CONSTITUÍDO DE RESÍDUOS INAPROVEITÁVEIS RESULTANTES DO PREPARO E REFEIÇÕES, SOBRAS DE ALIMENTOS, INVÓLUCROS, PAPÉIS, PAPELÕES, PLÁSTICOS, VIDROS, VASILHAMES, METAIS E OUTROS INERENTES AS ATIVIDADES DOMÉSTICAS. II – LIXO COMERCIAL – ENTENDIDO COMO OS RESÍDUOS SÓLIDOS, CLASSIFICADOS COMO CLASSE II, PELA NORMA NBR Nº 10004/04, ORIGINÁRIOS DE ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS, COMO LOJAS EM GERAL, LANCHONETES, RESTAURANTES, ESTABELECIMENTOS BANCÁRIOS, ESCRITÓRIOS, HOTÉIS E OUTROS, CONSTITUINDO-SE COMUMENTE DE PAPÉIS, PAPELÕES, PLÁSTICO, RESTOS DE REFEIÇÕES E RESÍDUOS DECORRENTES DE SEU PREPARO, EMBALAGENS DIVERSAS, INCLUSIVE DE MADEIRA, METAIS E OUTROS.	25.018,36
2	MÊS	12	DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS URBANOS, BEM COMO TRATAMENTO (ESTERILIZAÇÃO EM AUTOCLAVE) E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE CUNHA PORÁ, ATRAVES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM ÁREA DE RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA, POSSUIDORA DAS LICENÇAS AMBIENTAIS EXIGÍVEIS.	14.601,52
3	MÊS	12	COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE CUNHA PORÁ (PSF I E II).	1.500,00

Fonte: Prefeitura municipal.

O contrato teve início no ano de 2017, sendo que é válido até o ano de 2021. Pode - se perceber que o município desembolsa o valor médio de R\$ 41.000,00 por mês para a empresa responsável.

### 6.1 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTC

Buscando melhor entendimento, todos os custos e retornos mensurados neste trabalho estão reunidos neste item. É importante ressaltar que os dados foram obtidos através de consultas bibliográficas e leitura de diversos materiais.

Levando em conta isto, a composição gravimétrica dos resíduos, Quadro 7, foi baseada de dois modos, objetivando uma comparação. Uma delas é na esfera nacional, segundo dados da ABRELPE (2001), e a outra em esfera estadual, seguindo o trabalho de Guadagnin (2001).

Quadro 7 - Composição gravimétrica dos resíduos em esfera nacional e estadual.

<b>Nacional</b>		<b>Estadual</b>	
Matéria Orgânica	51,40 %	Matéria Orgânica	45,22 %
Papel/Papelão	13,10 %	Papel/Papelão	21,06 %
Plástico	13,50 %	Plástico	17,13 %
Vidro	2,40 %	Vidro	2,11 %
Metais	2,90 %	Metais	3,25 %
Outros	16,70 %	Outros	11,23 %
Total	100,00 %	Total	100,00 %

Fonte: Construído a partir de Guadagnin (2001) e ABRELPE (2011).

Com esses dados em mãos foi possível fazer uma determinação da gravimetria dos resíduos coletados no município de Cunha Porã - SC. Além disso, também foi possível estimar o valor que pode ser conseguido com a venda dos mesmos, Figura 10. O valor referente à tonelada de determinado resíduo foi obtido através de dados do CEMPRE. Esses valores buscam nortear as cooperativas e outros programas de reciclagem que possuem um papel importantíssimo em todo o país.

Figura 10 - Valores por tonelada dos resíduos coletados por Estados e Municípios.

	PAPELÃO	PAPEL BRANCO	LATAS DE AÇO	ALUMÍNIO	VIDRO INCOLOR	VIDRO COLORIDO	PLÁSTICO RIGIDO	PET	PLÁSTICO FILME	LONGA VIDA
<b>MG</b>										
ITABIRA	480PL	680PL	220PL	3800P	215L	-	1455P	1780P	1700	380PL
BELO HORIZONTE	430PL	630PL	300L	3400P	70L		1400P	1700P	1500P	200PL
LAVRAS	410PL	450PL	150PL	2700P	180P		1400P	1400P	1150P	200PL
<b>RS</b>										
CANOAS	230P	400PL	120P	2200	70	-	300	1360P	700P	120P
PORTO ALEGRE	320PL	550PL	160PL	2700P	45L	-	900PL	1400P	800P	200P
<b>SP</b>										
SÃO PAULO	580PL	600PL	280L	3500P	150	-	600L	1400P	800	250P
GUARULHOS	210PL	480L	350L	3000P	130L		1000L	1400P	1450	250PL
GUARUJÁ	400PL	250L	240L	2900L	80		700L	900PL	1250P	270PL
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	350PL	120		2900P	190PL		1650P	1400P	480PL	250PL
<b>RJ</b>										
MESQUITA	180L	500L	200L	3700P	300L		1000P	800PL	1000P	150PL
RIO DE JANEIRO	270PL	300P	170L	3500P			1200P	1400P	1300P	200P
<b>SC</b>										
FLORIANÓPOLIS	480	480	140	3500	80		1550	1600	850	260

Fonte: Compromisso Empresarial com a Reciclagem - CEMPRE (2019).

Legenda: P = prensado; L = limpo; I = inteiro; C = cacos e UN = unidade.

Portanto, no Quadro 8 está presente o total de resíduos e quanto o município poderá arrecadar com a venda dos mesmos. É importante lembrar que a coleta seletiva foi implantada recentemente no município, sendo que o percentual de resíduos coletados tende a aumentar com a maior participação da sociedade.

Quadro 8 - Total de resíduos e retorno financeiro.

Material	Nacional			Estadual		
	Peso (kg)	Valor (kg)	Total (R\$)	Peso (kg)	Valor (kg)	Total (R\$)
Papel/Papelão	1703	0,48	817,44	2737,8	0,48	1.314,14
Plástico	1755	1,60	2.808,00	2226,9	1,60	3.563,04
Vidro	312	0,08	24,96	274,3	0,08	21,94
Metais	377	3,50	1.319,50	422,5	3,50	1.478,75
Outros	2171	-	-	1459,9	-	-
<b>Total</b>			<b>4.969,90</b>			<b>6.377,90</b>

Fonte: Elaborado pela Autora.

Através das projeções de venda dos resíduos foi possível estipular o tempo de retorno que o investimento demanda. Ressalta-se que o objetivo principal não é a venda do composto orgânico, mas sim sua utilização, fato esse contrário aos resíduos recicláveis.

Suponha-se que  $\frac{1}{3}$  do composto orgânico esteja em condições adequadas de venda, com isso, o valor resultaria em aproximadamente R\$ 8.750,00; Com relação aos recicláveis, a venda seria realizada em sua totalidade, somando então R\$ 6.377,90. Através desses dados, é possível calcular o tempo de retorno, Equação 8, sendo ele:

$$\text{Tempo de retorno: } \frac{\text{Investimento}}{\text{Rentabilidade}}$$

$$\text{Tempo de Retorno : } \frac{185.000,00}{15.127,90} \quad (8)$$

**Tempo de retorno: 12,23 meses - Aproximadamente 13 meses**

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto durante o trabalho, pode-se averiguar que o município possui potencial para criar uma alternativa secundária de destinação dos resíduos, tornando - se independente e criando uma nova forma de renda e emprego para muitos munícipes.

Pensando nas questões ambientais, as unidades de triagem e compostagem possuem um papel bem importante, pois evitam que toneladas de resíduos vão para aterros sanitários sem necessidade, saturando-os e desperdiçando recursos que possuem alto valor comercial. As mesmas também contribuem para a diminuição de danos ambientais causadas pelo descarte incorreto dos resíduos, como é o caso do entupimento de bocas de lobo e consequentes enchentes, que ocorrem no município.

Uma unidade de triagem e compostagem vem a agregar benefícios ambientais e também financeiros para os municípios em virtude da reciclagem e compostagem, assim como na geração de empregos, principalmente para as pessoas com menos estudos, que terão uma fonte de renda amparada pela legislação.

Com relação aos resíduos triados, em um primeiro momento, a venda dos mesmos gera uma renda que pode ser aplicada na melhoria e adequação da infraestrutura, conforme vai aumentando a demanda. Assim, novos maquinários podem ser adquiridos e também mais mão de obra, integrando trabalhadores, que antes eram inexistentes, para a economia formal do município.

Como conclusão, espera-se que esse trabalho possa contribuir para a futura implantação de uma unidade de triagem e compostagem no município, ou ainda, que sirva de incentivo para outros municípios a adotar medidas secundárias para os resíduos gerados. Que os mesmos possam ser vistos com o valor que tem e não apenas como produtos sem uso, desta forma a população e principalmente o meio ambiente agradecem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2017. Disponível em: <[http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf)> Acesso em: 28 fev 2020..

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004 -- Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77p.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Central de triagem**. Disponível em: <[http://www.web-resol.org/textos/central\\_de\\_triagem-ministerio\\_das\\_cidades.pdf](http://www.web-resol.org/textos/central_de_triagem-ministerio_das_cidades.pdf)> Acesso em: 09 mai. 2020

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem**. Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 53p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos: Processamento de resíduos sólidos orgânicos: Guia do Profissional**. Belo Horizonte: RECESA, 2007. Disponível em: < [https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/recesa/processamentoderesiduossolicosorganicos-nivel2.pdf](https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/processamentoderesiduossolicosorganicos-nivel2.pdf)> Acesso em: 11 jun. 2020.

CAMPBELL, S. Manual de Compostagem para hortas e jardins: Como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. São Paulo: Nobel,1999. 149p.

CEMPRE. COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **CEMPRE review (2019)**. São Paulo: CEMPRE, 2019. Disponível em: <<http://cempre.org.br/upload/CEMPRE-Review2019.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2020.

CEMPRE. COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Composto urbano**. São Paulo: CEMPRE. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

CERRI, C. E. P. **Compostagem**. 2008. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem\\_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2020.

CETESB. **Aterros controlados e lixões**. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/biogas/2017/08/01/aterros-sanitarios-aterros-controlados-e-lixoes-entenda-o-destino-do-lixo-no-parana/>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

CHERMONT, L. **Educação ambiental e fontes de financiamento**. In: SIMPÓSIO SOBRE A RECICLAGEM DE LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, Belém, 1998. **Anais...** Belém, PA, Embrapa Amazônia Ocidental, 2000, p. 201-202.

CHRIST, L. G; SALAZAR, R. F. dos S. Classificação de resíduos sólidos industriais - histórico, perspectivas e gestão ambiental no Município de Cunha Porã - SC. *Disciplinarum Scientia*, Santa Maria, v.14., n.2., p.181-193, 2013.

COELHO, P. **Usinas de triagem e compostagem - produção de adubo orgânico**. 2016. Disponível em: <<https://www.engquimicasantosp.com.br/2016/02/usinas-de-triagem-e-compostagem.html>> Acesso em:

CONSEMA. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONSEMA. Resolução CONSEMA nº 98 de 05 - 05 - 2017. **Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental no Estado de Santa Catarina**.

CORTÊS, G. de M. **Análise da usina de triagem e compostagem como alternativa de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte: Estudo de caso em um município de Minas Gerais**. 2017. 106f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A.; ADLER, R. R. **Usinas de triagem e compostagem no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UERJ, 2005. Disponível em:< > Acesso em: 04 abr. 2020

FAPESC. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DE SANTA CATARINA. **Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte**. FAPESC: Florianópolis, 2017. 48p.

FBDS. FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mapas**. Disponível em: <[http://geo.fbds.org.br/SC/CUNHA\\_PORA/MAPAS/](http://geo.fbds.org.br/SC/CUNHA_PORA/MAPAS/)> Acesso em: 05 fev. 2020.

FONSECA, L. H. **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental**. 2013. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/reciclagem.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2020.

FRANKENBERG, C. L. C. Resíduos sólidos: geração, gestão e responsabilidades. **Textual**, Porto Alegre - RS, v.1., p. 4 - 9., 2011.

FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Orientações básicas para operação de usina de triagem e compostagem de lixo**. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 27p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Usina2.pdf> Acesso em: 18 abr. 2020.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 17., n. 6., p. 1503 - 1510, 2012. 2012.

GUADAGNIN, M. R.; BIANCHINI, M.; QUEIROZ, G. C.; NOLLA, S.; GUARESI, A. M.; RODRIGUES, C.; BRESOLA, R. C.; MORONA, W. F. Classificação, determinação e análise da composição gravimétrica dos resíduos urbanos dos municípios de Criciúma, Içara e Nova Veneza, do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v. 7., n. 2., 2001.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papirus, 2004. 174f.

HOMMA, A. K. O. **Criando um Preço Positivo para o Lixo Urbano: A Reciclagem e a Coleta Informal**. In: SIMPÓSIO SOBRE A RECICLAGEM DE LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, Belém, 1998. **Anais...** Belém, PA, Embrapa Amazônia Ocidental, 2000, p.137-145.

IBAM. INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS E RENOVÁVEIS. Instrução Normativa no 02/2012. **Estabelece as bases técnicas para programas de educação ambiental apresentados como medidas mitigadoras ou compensatórias, em cumprimento às condicionantes das licenças ambientais emitidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA**. Disponível em: <[https://www.lex.com.br/legis\\_23133441\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_2\\_DE\\_27\\_DE\\_MARCO\\_DE\\_2012.aspx](https://www.lex.com.br/legis_23133441_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_2_DE_27_DE_MARCO_DE_2012.aspx)> Acesso em:

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/cunha-pora/panorama>>. Acesso em: 10 mai. de 2020.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

MONTEIRO et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p. Acesso em: 17 jan 2020

**MANUAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. 2011. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/residuossolidos/residuossolidos.php>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2010. 311p.



MARTINS, K.; CRUZ, C. S. da.; COUTO, M. C. L. Composição de custos de implantação e operação de centrais de valorização de resíduos sólidos urbanos secos. **Revista Científica Faesa**, Vitória, ES, v.12., n. 1., p. 23-30, 2016.

MEDEIROS, A. B.; MENDONÇA, M.; LEMES, J. S; SOUSA, G. L. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 4, n. 1, 2011.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos – Manual de orientação**. Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo - Cepagro; Serviço Social do Comércio – Departamento Regional de Santa Catarina - SESC/SC. Brasília: 2017. 66p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. 2008. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_publicacao/125\\_publicacao20012011032243.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao20012011032243.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2020.

MONTEIRO, J. H. P.; ZVEIBIL, V. Z. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 200p.

PITA, M. **Central de triagem da lapa**. Disponível em: <[http://www.web-resol.org/textos/central\\_de\\_triagem-ministerio\\_das\\_cidades.pdf](http://www.web-resol.org/textos/central_de_triagem-ministerio_das_cidades.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2020.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Lei 12.305. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/.../lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/.../lei/112305.htm)> Acesso em: 22 jan. 2013.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. D. Coleta seletiva de lixo domiciliar. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, MG, p. 50 - 69, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE - ES. **Projeto básico e executivo da unidade de recuperação de recicláveis - Usina de reciclagem e compostagem de lixo urbano do Município de Boa Esperança – ES**, 2013. Disponível em: <<http://www.amunes.com.br/arquivos/comment/3F81825D338365C4A91C8F9E533360E0.pdf>> Acesso em:

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014**. Brasília. SNSA, 2016. 154p. Disponível em: <<http://www.SINIS-RS.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>>. Acesso em:

SILVA, S. S. **Cidadania ambiental: Novos direitos no Brasil**. São Paulo: Humanitas. 2000. 203p.

SLIVNIK, A.; FALVO, J. F.; SATO, N. K. Cooperativas de manejo de resíduos sólidos urbanos: apontamentos para uma política de geração de trabalho e de renda. **Revista ABET**, Campina Grande - PB, v. XI., n. 1., 2012.

SOARES, L. M. LIMA, J. H.; BOMFIM, N. A. S.; CASAIS, V. O.; ANUNCIACÃO, J. L. P.; MORAIS, M. F.; FERREIRA, A. C. S.; GOMES JÚNIOR, W. A.; SOARES, V. R. B.; COUTINHO, J. G. E. Avaliação de diferentes técnicas de compostagem para aproveitamento de resíduos orgânicos no IFBA Campus de Salvador: Uma abordagem multi-critério. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7., p. 74-97, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Identificação e sistematização de tecnologias de baixo custo para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos. 2012.** Disponível em: <<http://www.cepis.org.pe/bvsars/p/fulltext/identi/identi.html>> Acesso em: 02 jun. de 2020,

VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: CEMPRE, 2010. 374p.