



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS**

JOSÉ WALBER FARIAS GOUVEIA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE OPERACIONALIZAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO
DE UMA USINA DE TRIAGEM E DIMENSIONAMENTO DE UM PÁTIO DE
COMPOSTAGEM NO MUNICÍPIO DE SERRA BRANCA-PB**

SUMÉ - PB

2021

JOSÉ WALBER FARIAS GOUVEIA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE OPERACIONALIZAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO
DE UMA USINA DE TRIAGEM E DIMENSIONAMENTO DE UM PÁTIO DE
COMPOSTAGEM NO MUNICÍPIO DE SERRA BRANCA – PB**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.

SUMÉ - PB

2021



G719p Gouveia, José Walber Farias.

Proposta de um modelo de operacionalização para implantação de uma usina de triagem e dimensionamento de um pátio de compostagem no município de Serra Branca - PB. / José Walber Farias Gouveia. - 2021.

34 f.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

1. Resíduos sólidos. 2. Reciclagem. 3. Compostagem. 4. Usina de triagem e compostagem de resíduos. 5. Coleta seletiva. 6. Política nacional de resíduos sólidos - Brasil. 7. Pátio de compostagem. 8. Serra Branca - PB - resíduos sólidos. 9. Sustentabilidade. I. Araújo, Tiago Gonçalves Pereira. II. Título.

CDU: 574:35 (043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

JOSÉ WALBER FARIAS GOUVEIA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE OPERACIONALIZAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO
DE UMA USINA DE TRIAGEM E DIMENSIONAMENTO DE UM PÁTIO DE
COMPOSTAGEM NO MUNICÍPIO DE SERRA BRANCA – PB**

**Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
do Centro de Desenvolvimento Sustentável
do Semiárido da Universidade Federal de
Campina Grande, como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.**

BANCA EXAMINADORA:



**Professor Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.
Orientador - UFCG/CDSA**



**Professor Ma. Ana Cristina Chacon Lisboa
Examinadora I - UFCG/CDSA**



**Talles Chateaubriand de Macêdo.
Examinador II - Prefeitura Municipal de Serra Branca/
Secretaria do Meio Ambiente.**

Trabalho aprovado em: 19 de outubro de 2021.

**SUMÉ - PB
2021**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter me dado forças para superar os momentos difíceis que passei nos últimos meses e nunca ter me abandonado quando mais precisei.

À minha mãe, Maria Eliane, e ao meu pai, José Walter, por todo o esforço que fizeram para que eu chegasse até aqui.

À minha namorada, Thalita Moreira, que esteve comigo por todo esse tempo de graduação e que me ajudou muito nos momentos em que mais precisei.

Ao meu irmão, Wagner Gouveia, pelo apoio e companheirismo.

A todos os amigos que fiz durante a graduação, eles são parte fundamental para que eu concluísse essa etapa da minha vida acadêmica.

Ao GEPAAL, onde aprendi que o trabalho em equipe é essencial para o sucesso de qualquer atividade realizada.

Ao meu grande amigo e orientador, Prof. Dr. Tiago Gonçalves, que me acolheu no GEPAAL com maior afeto e confiança, sempre ensinando e me fortalecendo. Obrigado por tudo!

No geral, agradeço a todos os profissionais que compõem a Universidade Federal de Campina Grande, em especial o Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Obrigado a todo corpo docente que faz parte dessa instituição.

RESUMO

A geração desenfreada de resíduos sólidos nos municípios vem sendo um dos graves problemas para o meio ambiente. A proposta de implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem é uma das alternativas viáveis para qualquer município que se disponha a reduzir os problemas ambientais, além de gerar recursos econômicos para a população. Nesse sentido, é objetivo deste trabalho analisar a viabilidade de implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem no município de Serra Branca – PB, com o propósito de tratar de modo adequado os resíduos sólidos urbanos gerados na cidade. O presente documento visa fomentar um modelo de gestão de resíduos sólidos orgânicos e a consequente adequação de municípios à Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS), trazendo consigo a valorização da fração orgânica dos resíduos produzidos nas seguintes cidades: Coxixola, Gurjão, Parari, São João do Cariri, São José dos Cordeiros e Serra Branca, a fim de dirimir os impactos ambientais causados pela geração dos resíduos e criar uma nova fonte de renda aos municípios, transformando o que seria lixo em produto a ser comercializado localmente e dentro do Estado.

Palavras-chave: reciclagem; resíduos sólidos; sustentabilidade.

ABSTRACT

The unbridled generation of solid waste in municipalities has been one of the serious problems for the environment. The proposal to implement a Sorting and Composting Plant is one of the viable alternatives for any municipality willing to reduce environmental problems, in addition to generating economic resources for the population. In this sense, the objective of this work is to analyze the feasibility of implementing a Sorting and Composting Plant in the Municipality of Serra Branca – PB, with the purpose of properly treating urban solid waste generated in the city. This document aims to promote a model of organic solid waste management and the consequent adaptation of municipalities to Law 12,305/2010 (National Policy on Solid Waste - PNRS), bringing with it the recovery of the organic fraction of waste produced in the following cities: Coxixola, Gurjão, Parari, São João do Cariri, São José dos Cordeiros and Serra Branca, in order to reduce the environmental impacts caused by the generation of waste and create a new source of income for the municipalities, transforming what would be garbage into a product to be marketed locally and within the state.

Keywords: recycling; solid waste; sustainability.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Padrão de cores da coleta seletiva.....	15
Quadro 2 -	Dimensionamento do pátio de compostagem.....	26
Quadro 3 -	Equipamentos necessários para funcionamento da usina de triagem compostagem.....	27
Quadro 4 -	Quadro funcional da usina de compostagem.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVOS DA PROPOSTA.....	9
2.1	GERAL.....	9
2.2	ESPECÍFICOS.....	9
3	JUSTIFICATIVA.....	10
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
4.1	RESÍDUOS SÓLIDOS.....	11
4.2	LEGISLAÇÃO.....	12
4.3	GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	13
4.4	COLETA SELETIVA.....	13
4.5	TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	15
4.6	COMPOSTAGEM.....	16
4.6.1	Umidade.....	17
4.6.2	Aeração.....	17
4.6.3	Temperatura.....	17
4.6.4	Granulometria.....	18
4.6.5	pH.....	18
4.6.6	Relação C:N.....	18
4.7	USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	19
5	METODOLOGIA.....	21
5.1	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RSU GERADOS NO MUNICÍPIO DE SERRA BRANCA-PB.....	22
5.2	FUNCIONAMENTO DA UNIDADE.....	23
6	ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO.....	25
7	PÁTIO DE COMPOSTAGEM.....	26
8	MATERIAL E PESSOAL NECESSÁRIO.....	27
9	MATERIAIS QUE NÃO PODEM SER INCLUÍDOS NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	28
10	RESPONSABILIDADES.....	29
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Com a migração da população de pessoas da zona rural para a zona urbana e o crescimento da população urbana, a praticidade no consumo de alimentos desencadeou um aumento considerável na geração de resíduos sólidos.

De acordo com a Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE, 2019), o Brasil produz 37 milhões de toneladas de lixo orgânico todos os anos. No entanto, apenas 1% de todo esse material é reaproveitado. Todo esse lixo descartado tem potencial econômico para geração de adubo natural, gás e até energia. A maior parte da população brasileira está concentrada na zona urbana, estima-se 85%, onde são geradas cerca de 29 milhões de toneladas anuais de resíduos orgânicos, resíduos esses que são depositados em lixões ou dispostos em aterros sanitários (IBGE, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei 12.305/2010), em seu art. 36, inciso V, evidencia a necessidade de implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos pelos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em conjunto com agentes econômicos e sociais, buscando formas de utilização do composto produzido. Um dos objetivos fundamentais estabelecidos pela Lei 12.305 é a obrigatoriedade da gestão de resíduos, trazendo consigo compromissos aos geradores e ao poder público, buscando destinar corretamente os resíduos sólidos. A mesma regra exige planos de gestão de resíduos sólidos estaduais, municipais e também para alguns geradores específicos. O não cumprimento desses planos faz com que os recursos federais sejam bloqueados.

Diante da necessidade de implantação de um sistema de gestão de resíduos sólidos no município de Serra Branca – PB, a implantação de uma Unidade de Gerenciamento de Resíduos Sólidos demonstra-se como uma opção para destinação ambientalmente correta de resíduos sólidos do município.

2 OBJETIVOS DA PROPOSTA

2.1 GERAL

Elaborar uma proposta de projeto para implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem no município de Serra Branca – PB.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Propor o método da reciclagem e compostagem para o município de Serra Branca – PB;
2. Realizar o dimensionamento da Usina de Compostagem;
3. Apresentar a importância e os requisitos necessários para implantação da Usina de Compostagem no município;

3 JUSTIFICATIVA

O município de Serra Branca – PB possui área territorial total de 698,102 km² e está localizado na microrregião do cariri ocidental do estado da Paraíba com latitude de 07° 29' 00" S e longitude 36° 39' 54" W. De acordo com o IBGE (2010), a população estimada em 2021 é de 13.807, representando um aumento de, aproximadamente, 6,43% em relação ao último censo de 2010.

O município de Serra Branca está inserido no Polígono das Secas, apresentando um regime pluviométrico bastante irregular, causando um forte entrave no desenvolvimento socioeconômico. Segundo a classificação de Köppen, o município apresenta clima seco, desértico (temperatura anual média igual ou superior a 18°C), com chuvas entre 250 e 500 mm (BRASIL, 1972).

Sua economia é baseada no setor primário, mais especificamente, pela agricultura de subsistência, comércio e funcionalismo público. Assim sendo, a geração de resíduos sólidos urbanos, decorrente do consumismo, provoca grandes preocupações na preservação do meio ambiente, visto que o não tratamento desses resíduos podem causar impactos socioambientais negativos. Vimos na presente proposta uma oportunidade para transformar lixo em produto.

Assim, torna-se importante a implantação dessa unidade de gerenciamento de resíduos sólidos, como as usinas de triagem e compostagem, uma vez que viabilizam a separação dos diferentes tipos de materiais que constituem os resíduos sólidos, fazendo com que os mesmos possam ser reutilizados. Além disso, esse tipo de atividade representa uma alternativa para redução dos impactos ambientais e melhorias na esfera socioeconômica do município de Serra Branca – PB. Corroborando isso, Leite et al. (2019) ressaltam a importância dessas unidades nos municípios, considerando que o investimento é relativamente baixo, trazendo um custo benefício imediato na redução dos impactos ambientais causados pelos resíduos.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Lei nº 1.2305/2010 (BRASIL, 2010), os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, gerados a partir de atividades socioeconômicas, cuja disposição final se propõe nos estados sólido ou semissólido, como também os gases contidos em recipientes, e líquidos, onde se torna inviável o lançamento em corpos d'água ou na rede pública de esgoto, ou que sejam inviáveis tecnicamente ou economicamente as tecnologias para as soluções disponíveis.

Conforme a PNRS (BRASIL, 2010), esses materiais são classificados de acordo com sua origem. Quanto a isso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005, p. 5) estabelece os seguintes critérios de classificação:

1. **Resíduos sólidos domiciliares:** são gerados a partir de atividades em residências urbanas;
2. **Resíduos de limpeza urbana:** têm origem a partir das atividades de saneamento básico;
3. **Resíduos da construção civil:** todos os restos da construção civil (concreto, asfalto, solo etc.);
4. **Resíduos da saúde pública:** engloba os resíduos biológicos e infectantes, materiais perfurocortantes, entre outros;
5. **Resíduos industriais:** são resíduos ligados aos processos de produção de indústrias;
6. **Resíduos agrossilvopastoris:** são resíduos que são gerados a partir das atividades agropecuárias;
7. **Resíduos de serviços terrestres:** são oriundos através de atividades no setor de transportes rodoviário, ferroviário, aéreo e aquaviário;
8. **Resíduos de mineração:** são gerados a partir de atividades de pesquisa, extração e beneficiamento de minérios.

Com relação à periculosidade dos resíduos, segundo a norma NBR – ABNT 10004/2004 – (BRASIL, 2004, p. 3), os resíduos sólidos são classificados em três categorias:

Classe I – São resíduos considerados perigosos que podem causar risco à saúde pública e ao meio ambiente. Esse tipo de resíduo é caracterizado por apresentar propriedades como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

Classe II – Compreende o tipo de resíduo não inerte, apresentando propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

Classe III – Compõe os tipos de resíduos categorizados como inertes, apresentando aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Os resíduos de classe III não apresentam nenhum constituinte quando solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

4.2 LEGISLAÇÃO

No Brasil, um conjunto de leis nacionais foram estabelecidas com o objetivo de melhorar a gestão de resíduos sólidos no país e a prestação de serviços públicos de limpeza urbana. Essas leis estão apresentadas em dois documentos que servem como um guia para seus aplicadores.

O primeiro documento se trata da Política Nacional de Saneamento Básico, estabelecida pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. A lei manifesta diretrizes e regulamentações a serem adotadas pelo poder público, onde são definidas atividades de coleta, transporte, transbordo, triagem para reuso e reciclagem, tratamento, compostagem e disposição final dos resíduos. Além disso, a lei estabelece a possibilidade de cobrança de taxa ou tarifa a fim de assegurar a sustentabilidade econômica e financeira dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007).

O segundo documento se trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) que, em seu art. 36, inciso V, evidencia a necessidade de implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos pelos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em conjunto com agentes econômicos e sociais, buscando formas de utilização do composto produzido. Um dos objetivos fundamentais estabelecidos pela Lei 12.305 é a obrigatoriedade da gestão de resíduos, trazendo consigo compromissos aos geradores e ao poder público, buscando destinar corretamente os resíduos sólidos. A mesma regra exige planos de gestão de resíduos sólidos estaduais, municipais e, também, para alguns geradores específicos.

4.3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Uma maneira de determinar a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é obtendo uma média de geração per capita através da quantidade de resíduos coletados em cidades beneficiadas por esses serviços (CAMPOS, 2012).

Segundo Erthal Neto (2006), fatores sociais como: poder aquisitivo, hábitos de consumo, nível educacional, fatores climáticos, características de gênero, variações na economia, migrações, turismo e idade dos grupos populacionais influenciam na geração de RSU.

Culturalmente, a geração de resíduos sólidos envolve hábitos de vida e não está apenas relacionado à capacidade econômica. Comparando outros países como Estados Unidos, onde são gerados, aproximadamente, 2 Kg. hab⁻¹.dia⁻¹ e no Japão, que também tem uma realidade econômica de alto poder aquisitivo, observa-se uma geração de pouco mais de 1 Kg. hab⁻¹.dia⁻¹ (GODECKE, et al. 2012).

De acordo com a ABELPRE (2018), em 2018, foram geradas, no Brasil, 79 milhões de toneladas de RSU, um aumento de 1,66% comparado a 2017.

Na região Nordeste, foram gerados 53.975 ton.dia⁻¹ de RSU, no ano de 2018, o que resulta em uma taxa per capita de 0,951 Kg.hab⁻¹.dia⁻¹, indicando uma queda de 2,73% em relação ao ano anterior que foi de 55.492 ton.dia⁻¹. No mesmo ano, o estado da Paraíba obteve uma geração de 2.294 ton.dia⁻¹ de RSU, com uma geração per capita de 0,568 Kg. hab⁻¹.dia⁻¹.

Os maiores geradores de RSU são as capitais dos estados, afirma o PCS (2020), isso se deve ao fato que 22% da população total reside nos grandes centros, sendo assim, aproximadamente, 46 milhões de pessoas, representando 0,48% dos municípios existentes no país.

4.4 COLETA SELETIVA

A PNRS, no capítulo I, Art. 2º (BRASIL, 2010), conceitua a coleta seletiva como sendo o recolhimento de resíduos sólidos previamente selecionados para serem destinados à reciclagem, compostagem, reuso, tratamentos e destinação final adequada, como, por exemplo: aterros sanitários, coprocessamento e incineração. Essa medida é caracterizada pela coleta de materiais recicláveis, anteriormente acondicionados na fonte geradora (ABNT/NBR, 1983), de acordo com sua composição conforme o padrão de cores estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), na resolução 275 do ano de 2001.

A coleta seletiva não é necessariamente apenas o recolhimento diferenciado do lixo, mas, sim, um ciclo que inicia com a geração e descarte do resíduo e se completa com a utilização desses resíduos em algum processo produtivo (GRIMBERG; BLAUTH, 1998; IBAM, 2001).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituiu que a coleta seletiva nas cidades deve admitir a segregação entre resíduos recicláveis e rejeito. Dentre a composição dos resíduos secos estão: metais, papel, papelão, plásticos, tetrapak e vidros. E os rejeitos (resíduos não recicláveis) são constituídos principalmente por resíduos de banheiros e limpeza de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016). Sendo assim, a criação de sistemas de coleta seletiva é uma das principais estratégias para diminuição da quantidade de resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários nos municípios (IPEA, 2012).

Dados da ABELPRE (2018) constata que os municípios com iniciativa de coleta seletiva no Brasil representam um percentual de 73,1% dos municípios no total, porém, em muitos casos, a prática de coleta seletiva não abrange todos os bairros.

A coleta seletiva permite a separação dos resíduos sólidos urbanos, assim, a separação dos resíduos nas centrais de triagem é bem mais eficiente. Além do mais, os resíduos orgânicos quando misturados com os resíduos inorgânicos acabam inviabilizando a reciclagem, necessitando de uma limpeza após a coleta (LOPES, 2008).

A resolução CONAMA N° 275, de 25 de abril de 2001, determina um padrão de cores que estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Padrão de cores da coleta seletiva

GRUPO	COR	COMPONENTES DO GRUPO
Papel	Azul	Papelão, papéis, revistas, embalagens e similares.
Plástico	Vermelho	PVC, PET, frascos plásticos, cartões magnéticos, copos descartáveis e similares.
Vidro	Verde	Copos, garrafas, cacos e diversos recipientes de vidro.
Metal	Amarelo	Parafusos, pregos, latas, clipes, engrenagens, alumínio, dentre outros semelhantes.
Madeira	Preto	Resíduos de madeira em geral
Resíduos de saúde	Branco	Resíduos que englobam os atendimentos na área da saúde em geral.
Resíduos radioativos	Roxo	Resíduos radioativos
Resíduos orgânicos	Marrom	Restos de alimentos, podas de árvores e similares.

Fonte: Resolução CONAMA Nº 275, 2001.

A importância de um padrão de cores relacionado com o tipo de resíduo faz com que haja uma melhor participação da sociedade, visto que essa identificação facilita as campanhas informativas de coleta.

4.5 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Para se alcançar a eficiência em qualquer tratamento dos RSU é necessário, antes de tudo, que seja realizada a separação dos mesmos, considerando sua composição. Segundo o Ministério de Meio Ambiente (2014), a separação adequada dos resíduos evita misturas e reações químicas indesejadas, trazendo um aumento na possibilidade de reciclagem e segurança no manuseio dos resíduos.

De todo montante de RSU coletados no Brasil no ano 2018 (72 milhões de toneladas), 59,5% tiveram disposição final adequada, sendo encaminhados para aterros sanitários, isso representa um aumento de 2,4% com relação a 2017 (ABELPRE, 2018).

Com o passar do tempo, os RSU ganharam maior importância, agregando seu conceito à recuperação dos materiais que eram considerados inaproveitáveis. Para o tratamento desses resíduos, é necessário que seja feita uma triagem, considerando suas características físico-químicas. Quanto mais bem separado esses resíduos, maior o seu valor agregado (MARTINS et al., 2016; MACHADO, 2013).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (2001), o aterramento dos resíduos em aterros sanitários é uma das formas adequadas de disposição final dos resíduos sólidos, nos aterros sanitários há um confinamento sistemático no solo. Esses sistemas devem respeitar normas específicas de operação para evitar riscos à saúde, minimizando os impactos ambientais.

4.6 COMPOSTAGEM

Segundo Pereira Neto (1996), a compostagem é um processo aeróbio controlado que envolve uma população diversificada de micro-organismos e ocorre em duas fases distintas: reações bioquímicas mais intensas, denominadas de termofílicas; e a segunda fase, também chamada de fase de maturação, ocorre o processo de humificação.

Primeiramente, ocorre a etapa de degradação ativa, onde as reações bioquímicas de oxidação são mais intensas. Nessa etapa, há um aumento na temperatura, causando uma considerável sanitização do meio devido à eliminação de organismos patogênicos. Além disso, nessa fase, obtém-se a mineralização dos compostos orgânicos mais solúveis e com baixa relação C:N. Em seguida, vem a etapa de maturação, que é onde é produzido o composto propriamente dito. Nessa etapa, ocorrem reações bioquímicas que levam à produção de um composto parcialmente mineralizado e humificado (CAOPMA, 2013).

A coleta seletiva e separação da fração orgânica, bem como as ações de educação ambiental, são elementos fundamentais para o sucesso em sistemas de compostagem, isso requer um trabalho imprescindível de conscientização, orientando a população sobre a importância da triagem adequada dos resíduos (CHAVES; CONTRERA, 2017).

Diversos fatores podem influenciar no processo de compostagem, afetando direta ou indiretamente a atividade microbiológica e a qualidade final do produto.

4.6.1 Umidade

A umidade é um fator essencial para que ocorra atividade metabólica e fisiológica dos micro-organismos. Segundo Valente (2009), para compostagem, o percentual adequado varia de 50 a 60% de umidade. Materiais com umidade abaixo de 50% inibem a atividade microbiana, sendo que um meio com umidade acima de 65% acarreta uma lentidão no processo de decomposição, anaerobiose e lixiviação de nutrientes.

É essencial que haja verificação de umidade das leiras, havendo excesso de umidade, é adicionado palha ou materiais fibrosos. Caso o material esteja muito seco, é necessário a adição de água.

4.6.2 Aeração

Outro fator de extrema importância é a disponibilidade de oxigênio no processo. A aeração no processo de compostagem desempenha diversas funções como: controle de temperatura do processo, redução do excesso de umidade do material, diminuição da liberação de odores e o aumento na velocidade de oxidação. A presença de oxigênio acelera o processo de decomposição da matéria orgânica. Com isso, quanto mais oxigenação nas leiras, menor o tempo de compostagem (VALENTE, 2009).

É importante que haja um controle no teor de oxigênio nas leiras, para isso, deve-se realizar o revolvimento da matéria nas leiras, na frequência de 3 em 3 dias.

4.6.3 Temperatura

A temperatura das leiras é considerada como o fator mais importante para eficiência na produção do composto, pois está diretamente relacionada com a atividade metabólica dos micro-organismos. A medição da temperatura é um parâmetro primordial para indicar a taxa de decomposição e a maturidade do composto. Quando a temperatura atinge valores próximos à temperatura ambiente, é considerado um composto maduro. No entanto, considerando que a

variação da temperatura depende de outros fatores, como aeração, umidade, disponibilidade de nutrientes, bem como tamanho e manutenção das leiras, não se pode afirmar que o composto está maduro, quando a temperatura atingir valores próximos à temperatura ambiente (VALENTE, 2009).

De acordo com a CAOPMA (2013), se o teor de umidade, aeração, quantidade de nutrientes, ou seja, se o ambiente ecológico da leira estiver satisfatório, ela atingirá a fase termófila (temperatura >45 °C) em até 24 horas após a sua montagem. Quando a temperatura começar a baixar (< 45 °C), desde que os demais parâmetros estejam controlados, é iniciado o processo da fase de maturação.

4.6.4 Granulometria

O tamanho das partículas interfere consideravelmente no processo de compostagem, quanto menor a granulometria do material, maior será a área atacada e digerida pelos micro-organismos, acelerando o processo de compostagem.

De acordo com CAOPMA (2013), o tamanho ideal do material a ser compostado deve ser de 2 a 5cm, o que favorece a homogeneização, melhora a porosidade, reduz o grau de compactação e aumenta a capacidade de aeração. A redução dessas partículas pode ser feita através de um triturador ou cortes manuais.

4.6.5 pH

A faixa de pH durante o processo de compostagem deve permanecer entre 4,5 e 9,5 (CAOPMA 2013). Segundo Valente (2009), durante o processo de compostagem ocorrem inúmeras reações químicas que produzem subprodutos ácidos ou básicos, fazendo com que o pH seja automaticamente regulado de acordo com a necessidade do meio. O produto final gerado tem pH entre 7,0 e 8,5.

4.6.6 Relação C:N

A eficiência do processo de compostagem está relacionada com a diversificação na população de micro-organismos, ou seja, quanto mais diversificado for o material, teremos uma

maior eficiência e melhor qualidade do composto gerado. Segundo CAOPMA (2013), os principais nutrientes utilizados pelos micro-organismos são: o carbono, como fonte de energia, e o nitrogênio, como fonte de reprodução celular.

A relação C:N é um parâmetro de grande relevância a ser considerado, é por ela que é feita a avaliação dos materiais que serão colocados no processo de compostagem. Na literatura, recomenda-se uma relação C/N entre 25/1 e 35/1, uma vez que, durante o processo de compostagem, há uma perda de 20 partes de C em forma de gás carbônico, onde 10 partes são incorporadas ao protoplasma celular dos micro-organismos. O índice de carbono e nitrogênio do processo deve estar equilibrado para que ocorra o processo de forma adequada. Uma mistura com relação C:N superior a 40/1 acarretará na lentidão da decomposição da matéria orgânica, no entanto, se a relação C:N estiver muito baixa ocorre a liberação de excesso de nitrogênio na forma de gás amônia, provocando mau cheiro. Nesses casos, deve-se adicionar resíduos palhaços e folhagem (materiais carbonáceos) a fim de elevar a relação C:N para níveis adequados (VALENTE, 2009).

É importante que haja identificação com placas numeradas até os 120 dias de compostagem, monitorando a temperatura durante a fase de degradação ativa (90 dias) e durante a fase de maturação (30 dias) até o final do ciclo da compostagem.

4.7 USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

As Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) consistem em áreas preparadas para receber os resíduos sólidos urbanos, nesses locais, ocorre a separação manual, automática ou semiautomática desses resíduos sólidos. Além disso, é realizado um trabalho de transformação dos resíduos orgânicos em um produto denominado de compostagem, assim, há uma diminuição no volume de resíduos. As Usinas de Triagem e Compostagem, em seu funcionamento adequado, auxiliam efetivamente no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida da população (ANJOS *et al.*, 2018).

O funcionamento de uma Usina de Triagem e Compostagem é iniciado com o recebimento do resíduo misturado, esses resíduos são despejados em uma mesa ou esteira, onde é realizada a separação dos materiais recicláveis da matéria orgânica e dos rejeitos. Posteriormente, os resíduos recicláveis são encaminhados para baias, prensagem e enfardamento, a matéria orgânica é

encaminhada para um pátio de compostagem e os rejeitos para um aterro sanitário ou lixão (LEITE et al., 2019).

Conforme a Lei nº 12.305 da PNRS (2010), a classificação para destino final dos resíduos sólidos é prevista pelo número de habitantes, assim, os municípios analisam e julgam a forma mais adequada para destinação final dos resíduos gerados em seu território.

A implantação de uma UTC é uma forma de atingir os princípios e objetivos da PNRS, pois são responsáveis pelos processos de separação e aproveitamento dos materiais. Essa atividade agrega valor ao resíduo, trazendo consigo o reconhecimento dos RSU como um bem econômico e de valor social, além de possibilitar a inclusão dos catadores de materiais (LEITE et al., 2019).

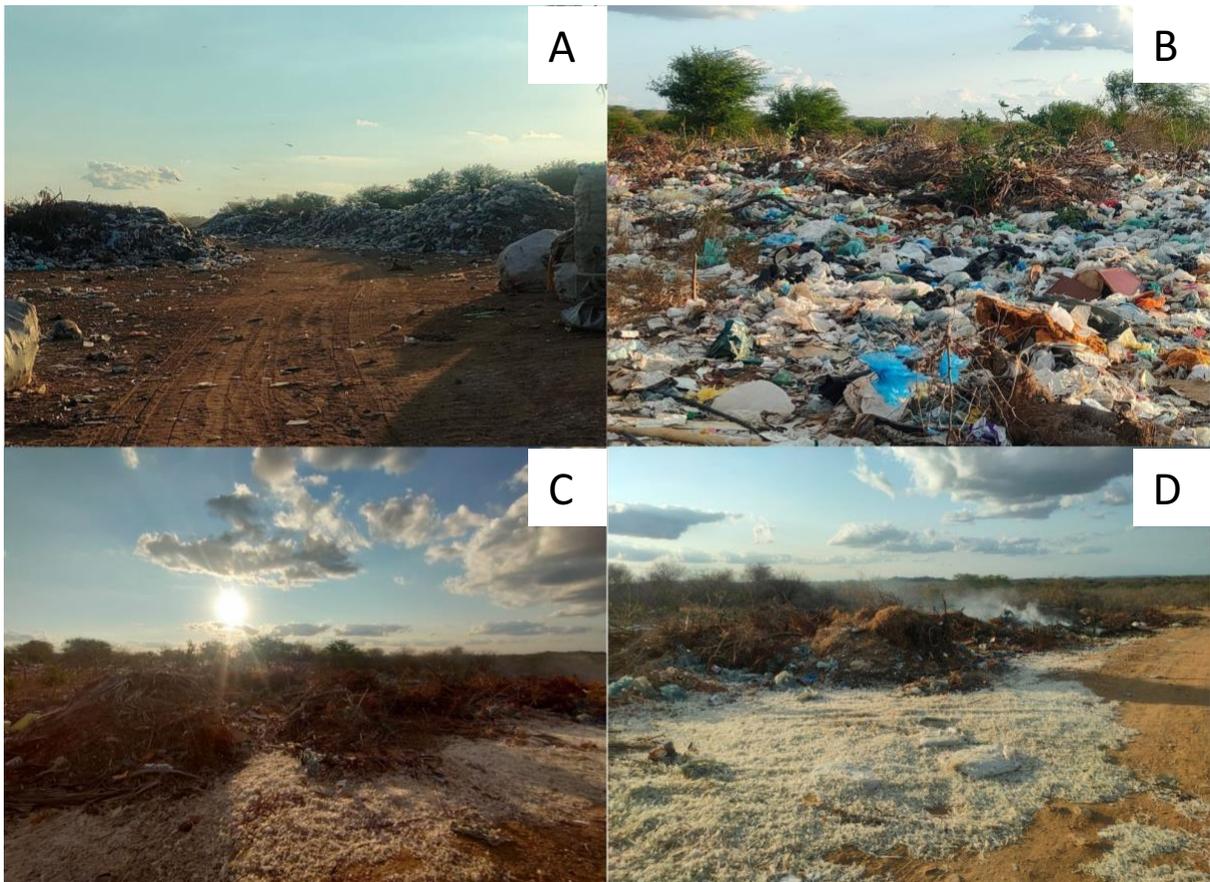
5 METODOLOGIA

A proposta deste projeto é que os resíduos gerados no município de Serra Branca – PB sejam destinados para a Unidade de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Os serviços de coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos serão realizados pela Prefeitura Municipal. Os resíduos domiciliares serão coletados por um caminhão compactador e os resíduos oriundos da construção civil por um caminhão aberto, bem como as podas de árvores. De acordo com informações fornecidas pela Prefeitura do município, a coleta é feita todos os dias da semana no centro da cidade e dois dias na semana para coleta nos bairros. Não foi especificado os dias de coletas nos bairros.

Os RSU coletados são destinados a um vazadouro a céu aberto (Fotografias), localizado no próprio município.

Fotografias - Vazadouro a céu aberto do município de Serra Branca – PB. (A) entrada de acesso ao vazadouro; (B) área próxima ao vazadouro; (C e D) estrada de acesso ao vazadouro



Fonte: próprio autor.

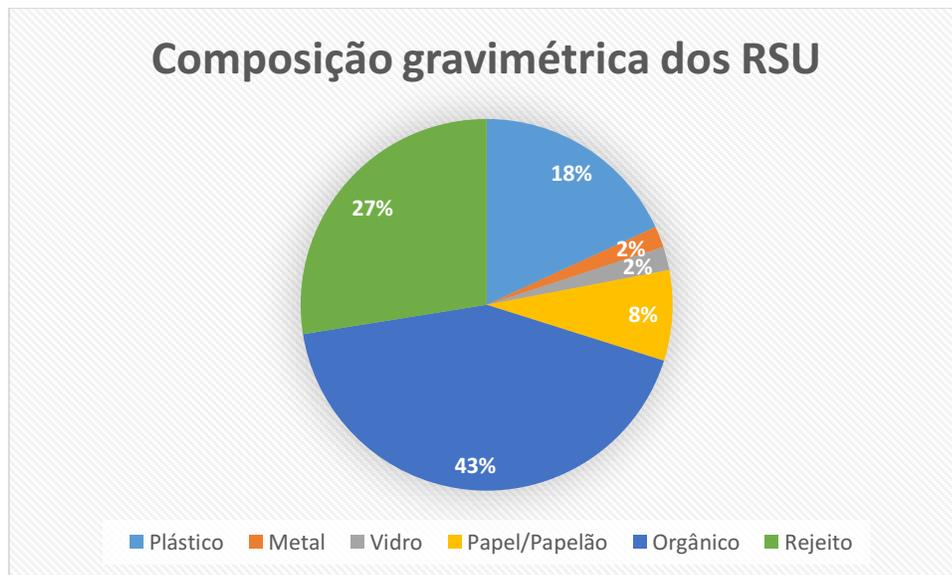
5.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RSU GERADOS NO MUNICÍPIO DE SERRA BRANCA – PB

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS do estado da Paraíba, o total de habitantes na zona urbana dos municípios envolvidos no projeto é de 15.945, assim, podemos estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados.

O total de RSU coletados nas cidades é de 3.300 toneladas de RSU por ano. O que resulta em uma geração per capita de $0,56 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

A composição gravimétrica dos resíduos gerados (Gráfico 1) foi feita através de dados presentes no PERS do estado da Paraíba, onde a fração de resíduos orgânicos representa 43%, plásticos 18%, papel/papelão 8%, metal e vidro representam 2% e o rejeito 27% do total.

Gráfico 1 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nos municípios



Fonte: PERS (2014). Adaptado pelo autor.

Observando os resíduos gerados, 30% são materiais recicláveis (plásticos, metais, vidros, papel e papelão), 43% são destinados à compostagem (matéria orgânica) e 27% rejeito. Considerando resíduos recicláveis e orgânicos, 73% dos RSU gerados nesses municípios serão reaproveitados, restando apenas 27% de rejeitos (materiais sanitários e têxtil) que serão encaminhados para um aterro sanitário.

5.2 FUNCIONAMENTO DA UNIDADE

As atividades técnicas, operacionais e administrativas da Unidade de Gerenciamento de Resíduos Sólidos serão iniciadas com campanhas de conscientização da importância da coleta seletiva e separação dos resíduos gerados por parte dos munícipes, o que ajudará bastante o trabalho dos garis envolvidos. Além disso, deverão ser contratados funcionários/colaboradores que irão desempenhar funções específicas na Unidade de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, isso gerará emprego e renda para o município.

Chegando na Unidade de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, o material passará pelas seguintes etapas:

1. Inicialmente, os resíduos sólidos passarão por uma balança para o controle de pesagem e, em seguida, serão encaminhados para o processo de triagem manual. A mesa de triagem deve ter altura de, aproximadamente, 90 cm para facilitar o trabalho dos funcionários durante o processo de triagem. Todo processo de separação manual dos resíduos secos, úmidos e recicláveis é de suma importância para a extração da matéria orgânica que será destinada à compostagem.
2. Após a triagem manual, os resíduos orgânicos serão encaminhados para o triturador, onde será ajustado à granulometria adequada e, após isso, serão conduzidos ao pátio de compostagem. O pátio de compostagem possuirá um sistema de drenagem e permitirá a incidência solar em toda área.
3. Como o sistema de aeração será feito manualmente, por reviramento da matéria orgânica, é recomendado que a leira seja de geometria triangular, com altura e base de 1,5 m.
4. Com o ciclo completo da compostagem, o composto gerado será conduzido a uma peneira onde serão realizadas a homogeneização das partículas do composto e a separação de rejeitos. Após o peneiramento, o composto deverá ser estocado em local seco, coberto, a fim de resguardar a qualidade do produto.

A verificação de umidade das leiras é de extrema importância, havendo excesso de umidade é necessário a adição de materiais fibrosos, caso contrário adiciona-se água. A identificação das leiras com placas enumeradas ajudará no monitoramento da temperatura durante a fase de degradação ativa (90 dias) e na fase ativa de maturação (30 dias). O reviramento das leiras deve ser a cada 3 dias para promover a aeração no sistema.

Após a fase de maturação do composto, o mesmo é encaminhado para o peneiramento, onde passará por uma peneira rotativa, na qual haverá a homogeneização das partículas, separando-o do rejeito que será levado para novas leiras ou aterro. O composto formado deverá ser estocado em um local seco e limpo, com o objetivo de garantir qualidade para ser utilizado posteriormente.

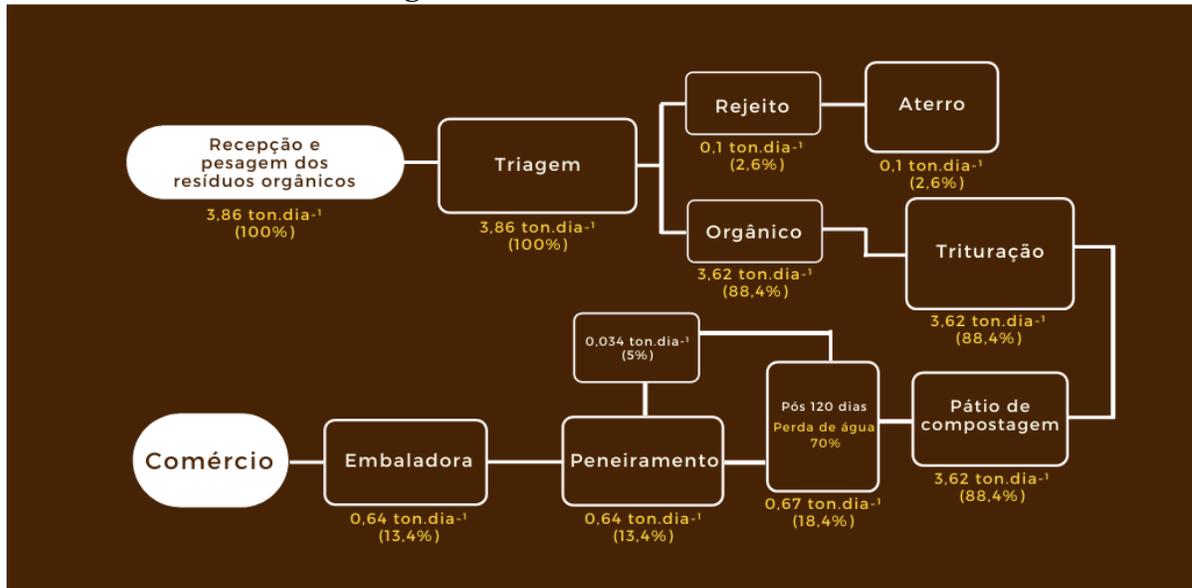
Todos os resíduos triados serão encaminhados para baias adequadas, as quais devem ter coberturas fixas e estarem localizadas em locais de fácil acesso. Os materiais recicláveis enfardados serão separados e organizados de acordo com o tipo de material.

Quanto aos turnos de trabalho, serão de oito horas, das 8h às 16h, de segunda a sábado, sendo o turno de sábado para manutenção e limpeza de toda a unidade. Também deverá haver prédios de apoio como escritório, copa, banheiros e área de serviços.

A utilização de EPIs durante o trabalho com os resíduos é de extrema importância, tanto para funcionários quanto para visitantes. Além disso, a realização da limpeza diária da unidade possibilita ter um ambiente de trabalho agradável e aumenta a vida útil dos equipamentos.

6 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO

Fluxograma 1 - Funcionamento da Unidade



Fonte: próprio autor.

7 PÁTIO DE COMPOSTAGEM

No pátio de compostagem da usina serão utilizados: leira de seção triangular, com dimensões de 1,5 m de base e 1,5 m de altura, a quantidade de matéria orgânica produzida no município estimada em 3.856,00 kg ao dia, a densidade da matéria orgânica estimada pelo MMA (2010) de 550 kg/m³, a produção do composto em dias (período de 120 dias) e o acréscimo de 10% na área calculada, como fator de segurança.

De acordo com o MMA, pode-se obter o dimensionamento do pátio através dos seguintes dados: número de habitantes, quantidade de resíduos sólidos gerados, base e altura da leira, densidade da mistura do resíduo orgânico (550 Kg/m³). Com esses dados em mãos, foram realizados os cálculos para dimensionamento do pátio onde serão dispostos os resíduos orgânicos recebidos, obtendo os resultados apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Dimensionamento do pátio de compostagem

Dimensões	Resultados
Área da seção triangular da leira	1,125 m ²
Volume da leira	7,01 m ³
Comprimento da leira	6,31 m ²
Área de ocupação da leira	9,46 m ²
Área de folga	9,46 m ²
Área útil	18,92 m ²
Área extra	20,81 m ²
Área total	2497,2 m ²

Fonte: próprio autor.

8 MATERIAL E PESSOAL NECESSÁRIO

Os equipamentos necessários para o funcionamento adequado da Usina de Compostagem foram escolhidos para ter capacidade de processar até 4 ton.dia⁻¹ de resíduos em turnos diários de 8 horas e estão divididos de acordo com cada unidade de processamento dentro da usina.

Quadro 3 - Equipamentos necessários para funcionamento da usina de triagem compostagem

Unidade de processamento	Equipamentos necessários
Recepção	1 balança mecânica (1000Kg) 1 tanque (20m ³) 2 carrinhos de mão
Triagem	1 mesa de triagem (6m). 2 carrinhos de mão. 15 bombonas de plástico (100L).
Trituração	1 Moinho triturador
Armazenamento	1 peneira rotativa 1 balança
Funcionários	25 kits de EPIs

Fonte: próprio autor.

O Quadro 4 apresenta o quadro funcional da usina com 14 funcionários, sendo 8 destinados à triagem, 2 para transporte de resíduos, 1 responsável pela gerência, 1 administrador e 2 funcionários responsáveis pela vigilância, garantido segurança contra roubos ou furtos de equipamentos.

Quadro 4 - Quadro funcional da usina de compostagem

Quantidade	Função
8	Triagem
2	Transporte de resíduos
1	Gerencia
1	Administração
2	Segurança pouco

Fonte: próprio autor

9 MATERIAIS QUE NÃO PODEM SER INCLUÍDOS NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Alguns materiais não podem ser incluídos no processo e devem ser descartados já no processo de triagem. São esses: resíduos inorgânicos, não biodegradáveis ou resíduos que, mesmo sendo orgânicos, sejam potenciais fontes de contaminação para o produto final. Dentre os materiais que não podem ser utilizados no processo estão:

- Plásticos, vidros, metais, embalagens, papel;
- Fraudas descartáveis e absorventes;
- Papel higiênico;
- Excrementos de animais domésticos (cães e gatos);
- Medicamentos;
- Filtro de cigarros;
- Produtos de varrição (exceto folhas).

10 RESPONSABILIDADES

O projeto será financiado pelas Prefeituras das seguintes cidades: Coxixola, Gurjão, Parari, São João do Cariri, São José dos Cordeiros e Serra Branca. A operacionalização e a manutenção da unidade serão de responsabilidade de uma cooperativa a ser formalizada.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto, a implantação de uma Usina de Compostagem no município de Serra Branca – PB, com o apoio dos municípios de Coxixola, Gurjão, Parari, São João do Cariri, São José dos Cordeiros e Serra Branca, é viável, trazendo para o município e região oportunidades de emprego, principalmente para os catadores. Além disso, contribui para movimentação da economia local, redução de resíduos nos lixões a céu aberto, preservação dos recursos naturais e do meio ambiente como um todo. Este projeto também vai ajudar na conscientização da população local e demais regiões, servindo como exemplo para gestão de RSU.

É importante lembrar que o sucesso do empreendimento não é dado somente com a quantidade de resíduos que chegarão à Usina de Compostagem. O projeto possibilitará a relação entre os setores administrativo e social, atuando em conjunto para realização de programas de educação ambiental, para conscientização da população, além do monitoramento da Usina de Compostagem e a participação política para continuidade e aperfeiçoamento do projeto.

Espera-se que este estudo contribua para o aperfeiçoamento na gestão de resíduos sólidos dos municípios, considerando a proposta de implantação da Usina de Compostagem aqui presente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 set. 2021.

ANJOS, Ana.; PENNA, Luiz.; AMORIM, Rômulo *et al.* Triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso na usina de triagem e compostagem – UTC - de Tarumirim - MG. *In*: CONGRESSO SUL - AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2018, Gramado - RS. **CONRESOL**. v. 1, p. 1-8. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/IV-027.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

APENAS 1% DO LIXO ORGÂNICO É REAPROVEITADO NO BRASIL. *Assemae*, 05 de fevereiro de 2019. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12980**: coleta, varrição e acondicionamento de resíduo sólido urbano. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BEZERRA, Vanessa Rosales.; MONTERO, Luis Reyes Rosales.; LEITE, Valderi Duarte *et al.* Proposta de Implantação de uma Central de Triagem de Resíduos Sólidos em Campina Grande-PB. *MIX Sustentável*, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 19-26, abr. 2021. ISSN 24473073. Disponível em: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BRASIL. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Resíduos Sólidos. São Paulo: Abrelpe, 2018.

BRASIL. **Lei nº11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 18 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 18 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura. I - Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II - Interpretação Para Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba.

MA/CONTAP/USAID/BRASIL. **Boletim EPFS.EPE-MA**, 15, Pedologia, 8. Rio de Janeiro. 1972. 683p.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 275/2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Data 62 da legislação: 25/04/2001 - Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, São Carlos, v. 17, n. 2. abr./jun., 2012.

CENTRO DE APOIO OPERACIONAL ÀS PROMOTORIAS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE – CAOPMA. **Unidade de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos**: apostila para gestão municipal de resíduos sólidos urbanos. Curitiba: Ministério Público do Estado do Paraná, 2013. 2 ed.

CHAVES, Vitor; CONTRERA, Ronan. COMPOSTAGEM DESCENTRALIZADA – UMA TECNOLOGIA APROPRIADA PARA A IMPLEMENTAÇÃO EFETIVA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/147>. Acesso em: 01 out. 2021.

ERTHAL NETO, E. L. **Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Rio de Janeiro e a Aplicação dos Instrumentos de Regulamentação e Controle Ambiental**: uma Abordagem Crítica. Rio de Janeiro, RJ: 2006. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, 2006.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba**. Brasília:Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, 2014.

GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. Coleta seletiva de lixo: reciclando materiais, reciclando valores. **Polis**, 31, 1-100, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. Manual: gerenciamento integrado de resíduos sólidos. **Censo demográfico – 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/serra-branca.html>. Acesso em: 20 jul. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**: Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

LEITE, Nirlania *et al.* Influência da Política Nacional de Resíduos Sólidos sobre o Número de Unidades de Triagem e Compostagem do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 30. **Congresso ABES 2019**. Natal, RN, p. 1-10, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55140>. Acesso em: 1 out. 2021.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos Urbanos no município de São Carlos – SP**. 2003. 194 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MACHADO, G. B. **Central de Triagem**. Portal Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/central-de-triagem/>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, e1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41718/0>. Acesso em: 20 set. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>. Acesso em: 07 set. 2021.

MMA. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2011.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS – PCS. **Mapa da Desigualdade entre as Capitais Brasileiras**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/link/mapa-das-desigualdades.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.

SOARES, Joyce Aristercia Siqueira; PEREIRA, Suellen Silva; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Gestão de Resíduos Sólidos e Percepção Ambiental: um Estudo com Colaboradores do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 39-54, 2017.

VALENTE, B. S. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, p. 59-85, 2 abril. 2009.