



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

TALITA TÁSSIA DA COSTA

**PROPOSTA DE ECONOMIA CIRCULAR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN**

PAU DOS FERROS – RN

2020

TALITA TÁSSIA DA COSTA

**PROPOSTA DE ECONOMIA CIRCULAR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS- RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros, em cumprimento às exigências legais como requisito para à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Dr. Joel Medeiros Bezerra

PAU DOS FERROS – RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837p Costa, Talita Tássia da.
Proposta de economia circular na gestão de
resíduos sólidos no município de Pau dos Ferros - RN
/ Talita Tássia da Costa. - 2020.
46 f. : il.

Orientador: Joel Medeiros Bezerra.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2020.

1. Valoração dos materiais. 2. Reciclagem. 3.
Coleta seletiva. 4. Resíduos. 5. Gestão. I.
Bezerra, Joel Medeiros , orient. II. Título.

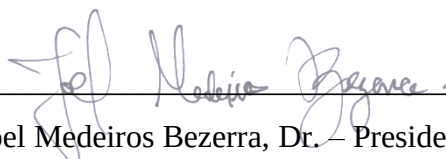
TALITA TÁSSIA DA COSTA

**PROPOSTA DE ECONOMIA CIRCULAR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS- RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, Campus Pau dos Ferros, em cumprimento às exigências legais como requisito para à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

DATA DE APROVAÇÃO 09 / 12 / 2020

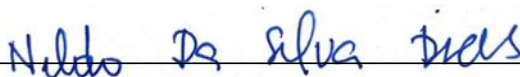
BANCA EXAMINADORA


Joel Medeiros Bezerra, Dr. – Presidente

**JOEL MEDEIROS
BEZERRA:**
06389468407

Assinado digitalmente por JOEL MEDEIROS BEZERRA:
06389468407
DN: CN=JOEL MEDEIROS BEZERRA:06389468407,
OU=UFRSA - Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Izidoro is the author of this document
Localização: Mossoró, RN - Brasil
Data: 2020.12.10 14:46:47
Foxit Reader Versão: 10.0.0

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA

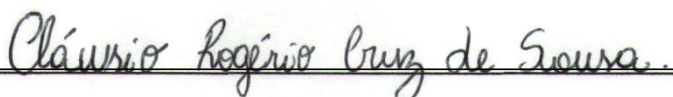


**NILDO DA SILVA
DIAS:024073824**
12

Assinado de forma digital
por NILDO DA SILVA
DIAS:02407382412
Dados: 2020.12.11
08:37:59 -03'00'

Nildo da Silva Dias, Dr. – Membro Examinador

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA



Cláudio Rogério Cruz
de Sousa UFRSA/
Campus Pau dos
Feros SIAPE:1992242

Assinado de forma digital por
Cláudio Rogério Cruz de Sousa
UFRSA/Campus Pau dos
Feros SIAPE:1992242
Dados: 2020.12.11 10:25:15
-03'00'

Cláudio Rogério Cruz de Sousa, Dr. – Membro Examinador

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pois Ele é o maior responsável por mais essa realização e a Nossa Senhora da Conceição por sempre me acolher em seus braços como uma dedicada Mãe.

Agradeço ao meu avô Antonio Francisco da Costa (*In Memoriam*) por me ensinar que os livros são grandes amigos na busca de sonhos e saberes, que mesmo numa origem humilde nunca foi obstáculo para conseguir realizar seus objetivos, levarei para sempre seu exemplo de esposo, pai, avô, sogro, irmão e pessoa pública.

Agradeço ao meu irmão Tobias Antônio da Costa (*In Memoriam*) por sempre acreditar que era capaz de conquistar o mundo, e por me deixar livre nas minhas escolhas, sei que a força que surge nos momentos mais difíceis é você me acolhendo em teus braços, te amo para todo sempre.

Agradeço em especial aos seres mais importantes da minha vida, minha FAMÍLIA, que consistem na base de tudo que me tornei. Em especial a Fernando Emanuel meu filho aquele que reflete no sorriso e abraço acolhedor a forma mais sublime de amor. A Alcidélia Costa (mãe) por sempre ser esse exemplo de fé e por sonhar junto sempre comigo. Ao meu irmão Talyson Costa por toda parceira, companheirismo e dedicação, muito obrigada! Ao meu pai Manoel Antonio por toda dedicação em garantir que possa realizar todos os meus objetivos, serei grata eternamente. A minha cunhada/irmã Priscyla por ser a melhor pessoa que Deus podia ter colocado na nossa Aos meus avós maternos (Sr. Alcides e Dona Francisca), tios (as), primos (as) e agregados sou muito grata por fazer parte desta família maravilhosa.

Ao meu orientador e amigo Dr. Joel Medeiros Bezerra, por sempre acreditar no meu potencial e confiar mesmo quando eu mesma não acredito, desejo que os elos criados na UFERSA permaneçam para parcerias futuras. Também por cada momento do seu tempo disponibilizado para me ajudar na conclusão dessa etapa de formação. Levarei todos os seus ensinamentos e conselhos para minha vida profissional.

Agradeço a minha avó Dona Inês (*In memoriam*), Karlinha (*In memoriam*) e Romana Barros (*In memoriam*) que sempre foram meu amparo e motivos de muito sorriso.

Agradeço a todos os professores que compartilharam conhecimento e acompanharam a construção deste sonho. Em especial aquele que fortaleci com laços de amizade Cláwsio Cruz. Sempre serei grata por tudo.

Agradeço a UFERSA campus Pau dos Ferros e a todos seus funcionários pela atenção e presteza que tem por nós. Em especial ao projeto ESNIS por me proporcionar experiências

singulares como profissional e ser humano, como também a Prefeitura Municipal de Pau dos Ferros pela oportunidade de estágio.

Agradeço a todos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de Bandarra que sempre me apoiaram nessa vida corrida com quilômetros de distância entre o trabalho, casa e estudo. Em especial a Fernanda, Ada, Jociélia, Eurileny, Petrucia, Fatinha e Aparecida, nunca esquecerei todo o amparo e carinho que tiveram por essa menina de Pau dos Ferros.

Agradeço ao Programa em Pós-Graduação em Ciências Naturais – PPGCN pela oportunidade de realizar esse objetivo de vida continuar na vida acadêmica. Em especial a minha orientadora Anne Gabriella e a professora Danyelle Medeiros.

Agradeço aos amigos que UFERSA me deu obrigada por cada palavra ou gestos que me fortaleceram neste caminho em especial: Valquíria, Lice, Indira, Lucas Ruan, Bianca, Ricassilly, Vitinho, Helves, Guilherme, Raul e Rafael.

Agradeço a Ewerton meu amigo por confiar, cuidar e torcer sempre pelas minhas vitórias. Obrigada por nunca me deixar desistir e sempre me lembrar da ponte (superação) e de pensar como engenheiros. Agradeço a Fábio Roque, minha dupla, aquele que abrigo e porto seguro, não sei se estaria aqui sem seu companheirismo. Obrigada sempre estarei aqui para o que precisar meu amigo. Agradeço a Samilly Nobre por me mostrar que opostos se encaixam e completam. Obrigada por tudo, só desejo sucesso sempre na sua vida. Agradeço também aos meus parceiros e amigos da UFERSA/PPGCN Alana Ticiane e Antonio Batista. Agradeço a minhas amigas de uma vida inteira Mariama Guimarães, Markinha e Renatinha.

Por fim agradeço a Talita Costa por não deixar que o medo e a insegurança limitassem seus objetivos, e por ter aprendido que a vida é um eterno aprendizado. Aponta para a fé e rema!

“Confiar, resistir, perseverar, mesmo quando tudo parecer desmoronar. Diante das dores e obstáculos nos tornamos mais fortes. E guerreiros, vencendo nossas próprias imperfeições”

(Mônica Christi)

RESUMO

O desenvolvimento econômico sem as devidas preocupações com a sustentabilidade fez emergir problemas ambientais e de saúde, sendo necessário discutir e buscar soluções para reduzir os impactos ambientais negativo decorrente do processo de industrialização. A gestão dos resíduos sólidos, especialmente nas áreas urbanas é motivo de grande preocupação da sociedade, especialmente de um gestor pública, tornado-se um grande entrave para as gestões municipais. O município de Pau dos Ferros destinada os resíduos sólidos produzidos em vazadouro a céu aberto almeja, configurando em sérios problemas de natureza ambiental e de saúde públicas. Deste modo, torna-se urgente e necessário medidas de gestão eficiente dos resíduos, preferencialmente incorporados a preceitos da economia circular por ser uma maneira de garantir um eficiente gerenciamento com o benefício social. Objetivando contribuir com a gestão dos resíduos do município de Pau dos Ferros (RN) na perspectiva da economia circular realizou-se um pesquisa diagnóstico do gerenciamento por meios do levantamento nos setores responsáveis *in loco*, obtenção de dados gravimétricos secundários realizando a distinção da tipologia e quantificação dos resíduos com potencial de comercialização e reutilização, como também valoração econômica na cotação de mercado local, além da proposição de três cenários de gerenciamento de resíduos que interagem ferramentas fundamentadas na economia circular. De acordo com a análise, o município de Pau dos Ferros – RN, detém um quantitativo de 60% de resíduos com potencial inserção no mercado da reutilização e reciclagem, mas estes são desperdiçados devido à destinação adequada. Pode-se inferir a viabilidade da inserção de práticas educativas como coleta seletiva, compostagem e reciclagem para fortalecimento dos trabalhos dos catadores em Associações e, adicionalmente, a vantagem dos ganhos ambientais devido ao gerenciamento eficiente, corroborando com a promoção da sustentabilidade local com inserção e valoração socioeconômico da mão-de-obra.

Palavras-Chave: Valoração dos materiais; Reciclagem; Coleta Seletiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distintos tipos de resíduos sólidos de acordo com a fonte geradora	17
Figura 2 – Classes dos Resíduos Sólidos de acordo ABNT 1004/2004	18
Figura 3 – Formas de disposição e destinação dos resíduos sólidos	20
Figura 4 – Mapa de localização do município de Pau dos Ferros- RN	24
Figura 5 – Processos de valoração dos resíduos para comercialização	26
Figura 6 – Alternativas propostas para inserção no gerenciamento dos resíduos	27
Figura 7 – Propostas de cenários	27
Figura 8 – Processo de coleta dos resíduos até a destinação final	28
Figura 9 – Transbordo da poda e capina; Materiais diversos no vazadouro.	29
Figura 10 – Rejeitos domésticos; Plásticos; Carcaça animal	31
Figura 11 – Coleta; Materiais separados por tipologia; Preparo para transporte.....	33
Figura 12 – Síntese do cenário 1	35
Figura 13 – Síntese do cenário 2	36
Figura 14 – Síntese do cenário 3	37
Figura 15 – Vantagem da inserção do cenário	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de RSU gerada por região do Brasil	19
Gráfico 2 – Composição Gravimétrica do município de Pau dos Ferros - RN	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questões para a entrevista realizada na SEINFRA	25
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo dos materiais coletados no estudo em tonelada/dia	31
Tabela 2 – Valoração dos materiais coletados e comercializados	32
Tabela 3 – Projeção de valores contabilizados com a comercialização dos materiais com potencial de reciclagem.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAMARA – ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS
AGAMAMENON RECICLAGEM

EC - ECONOMIA CIRCULAR

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

PNRS - POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

RSU - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

SEINFRA - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	16
3 REVISÃO TEÓRICA	17
3.1 ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
3.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
3.4 ECONOMIA CIRCULAR	21
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	23
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
4.2.1 Coleta dos dados da pesquisa	24
4.2.2 Quantificação e tipificação dos resíduos	24
4.2.3 Valoração dos resíduos sólidos urbanos DO MUNICÍPIO	25
4.2.4 Projeções de cenários para o gerenciamento municipal integrado dos RSU	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DO RSU.....	27
5.2 TIPIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	28
5.3 VALORAÇÃO E ROTAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS	31
5.4 PROJEÇÕES DE CENÁRIOS PARA O GERENCIAMENTO MUNICIPAL INTEGRADO DOS RSU	33
5.4.1 Cenário 1	33
5.4.2 Cenário 2	35
5.4.3 Cenário 3	36
5.4.4 Perspectiva de implantação da economia circular para a gestão de resíduos sólidos.	37
6 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial e suas interconexões no aspecto temporal desencadearam transformações no uso dos recursos, relações sociais e organizações dos centros urbanos devido a interferências nos padrões de produção e consumo, ou seja, o fluxo em grande escala por curto espaço de tempo, associado a cultura do descarte tem construído um cenário de insalubridade quanto a disponibilidade e uso dos recursos naturais (CARVALHO; SILVA; ADOLFO, 2015; ARAÚJO, 2019).

Neste contexto surgem diferentes problemas nos aspectos sociais, econômicos, culturais, espaciais e ambientais, destacando-se a crescente geração dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU devido a interrelação com o desenvolvimento e os setores produtivos tanto no caráter global como nacional, portanto diante esse panorama surge a necessidade de estabelecer legislações que almejam garantir uma gestão adequada dos resíduos através de diretrizes, objetivos, responsabilidades, formas de descarte, tratamento, destinação e disposição (ROCHA; ROCHA; LUSTOSA, 2017; SILVA FILHO; SOLER, 2019).

Entretanto, apesar das prerrogativas legais da gestão dos resíduos sólidos eficiente ainda constitui um significativo entrave nos órgãos responsáveis, devido a problemas logísticos na prestação do serviço como também nos custos, já que o percentual reservado para essa demanda ainda é considerado insuficiente pela gestão (NASCIMENTO; SOBRAL; ANDRADE; OMETTO, 2015).

Diante dessa necessidade foram disseminados estudos, discussões, mecanismos e tecnologias que visam garantir esse objetivo como o uso de índices de satisfação dos serviços, indicadores de abrangência, mapeamento de áreas de vulnerabilidade ambiental, programas de monitoramento e inserção de novos paradigmas para organização (VENTURA; SUQUISAQUI, 2020; URBAN, 2016).

Inserida nesse perspectiva surge a economia circular, a qual vem se destacando neste âmbito por correlacionar o crescimento econômico e a sustentabilidade, ou seja, consiste numa alternativa viável para mitigar os impactos ambientais deste sistema atual produtivo, mas mantendo o equilíbrio entre demanda produtiva e destinação dos resíduos sólidos, já que através de seus preceitos propõe a geração de renda através da reutilização, reciclagem e incorporação dos referidos de forma *in situ* e *ex situ* no processo industrial e demais atividades (SANTOS; SILVA; SOUZA; EL- DEIR, 2018).

No panorama atual de grande parte dos pequenos e médios municípios brasileiros destaca-se uma preocupante cenário de destinação e disposição inadequada dos resíduos sólidos

urbanos em vazadouros a céu aberto sem prévia separação e tratamento, fatores que comprometem a posterior reutilização, reciclagem e reincorporação no processo produtivo, consequentemente desencadeando o desperdício na geração de renda através destes materiais, além de intensificar a situação de vulnerabilidade ambiental nos profissionais que desempenham atividades nesta área, como os catadores ou recicladores, por fim podendo potencializar a ocorrência da tríplice poluição.

O município de Pau dos Ferros- RN, não obstante a tal realidade, localiza-se numa área que tem característica de prestar serviços, no setor de comércio, educação e saúde, a regiões circunvizinhas, com uma população superior ao que é estipulado pelos órgãos diante a quantidade volante, fator este que proporciona um aumento na geração dos resíduos sólidos principalmente em determinadas localidades onde o fluxo é mais intenso (PAIVA; GIESTA, 2019; MACAMBIRA; MONTE; ALMEIDA; GÓIS, 2020).

Portanto diante esse cenário faz-se necessário a utilização de metodologias que possibilitem um gerenciamento eficiente dos RSU e com isso possa garantir a mitigação dos impactos ambientais e geração de renda através da utilização destes materiais descartados, proporcionando a inserção de ferramentas que auxiliem esse processo na gestão municipal de forma integrada

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Projetar cenários de promoção a economia circular inseridos no gerenciamento municipal de resíduos sólidos urbanos de Pau dos Ferros- RN visando a destinação sustentável dos materiais recicláveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diagnosticar o panorama do gerenciamento municipal de resíduos de Pau dos Ferros em termos de coleta e disposição;
- Caracterizar qualitativa e quantitativamente os resíduos sólidos urbanos;
- Elencar a valoração econômica dos resíduos sólidos urbanos a nível local;
- Projetar cenários voltados a promoção da economia circular dos resíduos sólidos visando a gestão integrada.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No processo evolutivo das relações sociais, econômicas e produtivas surgem transformações quanto a estrutura e organização das localidades como também quanto ao uso dos recursos essenciais, então nessa conjuntura macroespacial o crescimento na geração dos resíduos sólidos constitui um aspecto de grande relevância para diversos setores (MENDONÇA; CUNHA; LUIZ, 2016; GERBER; PASQUALI; BECHARA, 2015). Os resíduos sólidos são oriundos de diferentes atividades humanas setores e localidades (Figura 1), que podem ser encontrados nos estados sólidos, semi-sólidos, líquidos e gasosos, além de ser diferenciados quanto a sua fonte geradora (BRASIL, 2010).



Resíduos Sólidos Urbanos



Resíduos Industriais



Resíduos de Serviço de Saúde



Resíduos da Construção Civil



Resíduos de Serviço de Transporte



Resíduos da Mineração

Figura 1: Distintos tipos de resíduos sólidos de acordo com a fonte geradora.

Fonte: AUTORA (2020).

Diante de tal diversidade e sua periculosidade frente ao descarte aleatório no ambiente, faz-se necessário que sejam caracterizados e classificados de forma prévia para que exista um manuseio adequado e consequentemente um gerenciamento eficiente, através da análise dos

potenciais danos à saúde da população e ao ambiente de acordo com suas características químicas, físicas e biológicas, tanto no caráter qualitativo como quantitativo (ABNT, 2004).

Nesses aspectos o potencial de risco da mesma normativa define em classes de acordo com as características, onde os perigosos são enquadrados desta forma por deterem propriedades de periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, patogenicidade, reatividade e toxicidade, enquanto os não perigosos são aqueles que não se encaixam na definição anterior e podem ser inertes e não inertes diante a solubilidade em água (Figura 2).



Figura 2: Classes dos Resíduos Sólidos de acordo ABNT 10004/2004.

Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

Então devido a este contexto é fundamental a existência do controle e diferenciação de forma antecipada, para assim garantir segurança as pessoas que trabalham diretamente no setor evitando que os materiais possam gerar acidentes como através de reações químicas, além de possibilitar a reutilização eficiente no sistema produtivo por área (DINIZ; ABREU, 2018; GIACCOM- RIBEIRO; RIBEIRO, 2018).

É notório que êxito destas etapas e processos está condicionada a utilização de ferramentas para mapeamento quantitativo de resíduos gerados como também a geração e análise dos relatórios técnicos construídos a partir desses estudos no caráter macroespacial, pois garante dados que auxiliam na execução de planos organizacionais para a gestão e gerenciamento os RSU (GOMES; ALMEIDA, 2015; PEREIRA; CURI; CURI, 2018).

Diante a disseminação dos preceitos, padrões e formas de trabalho capitalista com o amplo consumo e fatores como obsolescência programada dos itens produzidos, tem proporcionado um expressivo acréscimo no quantitativo de resíduos sólidos em toda sua espacialidade com grande destaque em 30 países como maiores produtores chegando a valores de 1,4 bilhões ton/ano, ou seja, cerca de 1,2 kg percapita/dia (LIMA, 2015; CEZAR; BARBOSA; REIS; FONSECA JÚNIOR, 2015; EOS, 2020).

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos 2018/2019 da Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE são produzidos 79 milhões toneladas de RSU/ano com valor percapita de 1,039 kg/hab/dia, em municípios variados no país que realizam a coleta, ainda diante o relatório os percentuais variam de acordo com a região na qual estão inseridos (Gráfico 1), vale destacar que mesmo a região nordeste detendo o menor percentual ainda é expressivo para a população compreendida.

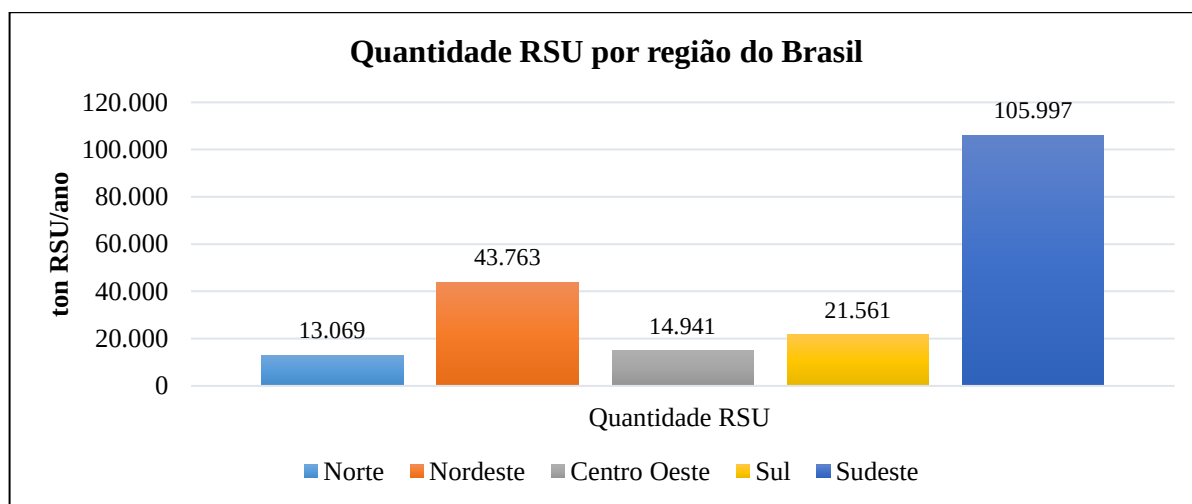


Gráfico 1: Quantidade de RSU gerada por região do Brasil.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2019).

A tipologia dos resíduos potencialmente recicláveis varia diante do contexto no qual estão inseridos como os processos nos quais são submetidos para posterior utilização, vale destacar que para obter uma otimização quanto a uso e comercialização devem está previamente limpos e em boas condições, mas comumente divide-se em papel, papelão, metais, plásticos, vidros e outros como os provenientes como construção civil (CAMPOS; BORJA, 2015; FRANCISCHETTO; PINHEIRO, 2016; GAUDÊNCIO; ENÉAS; NASCIMENTO; SOUSA, 2015).

Dentre estes a produção dos materiais plásticos no país ocupa o 4º lugar no ranking mundial com um total 11,3 milhões toneladas geradas e de onde destas apenas 9% é reciclada, ou seja, ação que a curto e médio prazo proporcionam danos ao ecossistema como a poluição dos oceanos e do solo devido ao grande volume sem uso específico (WWF, 2019).

Isso evidencia a ampla necessidade da delimitação de diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos como também definir responsabilidades quanto a essas atribuições em toda extensão territorial de forma coesa, transparente e eficiente (DEUS; BATTISTELLE; SILVA, 2015).

3.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Carvalho e Lorenzi Júnior (2018) a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS instituída pela lei nº 12.305/2010 consiste no marco brasileiro quanto a normativa legal desse setor, onde almeja-se através de definições, diferenciações e prospecções gerenciais o controle eficaz da problemática do lixo no país.

Em virtude destes objetivos faz-se necessário a aplicação da gestão dos resíduos sólidos, ou seja, conjunto de mecanismos e ações quanto a coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação e disposição final, para assim possibilitar o aproveitamento máximo destes recursos (BICALHO; PEREIRA, 2018).

Para isso utiliza prioridades que devem ser perpetuadas pelos potenciais geradores e atividades, que em suma estabelecem que quando for possível não existir a geração, mas quando ela for realmente necessária procurar obter processos mais econômicos e como também a utilização de tratamento, proporcionando assim um quantitativo menor de resíduos (KUHN; BOTELHO; ALVES, 2018).

De acordo com PNRS (2010) quanto ao que é produzido e descartado existem dois processos viáveis a destinação e disposição, onde a escolha de qual utilizar depende de como são classificados os resíduos, ou seja, aqueles que podem ser incorporados novamente no processo produtivo, ou rejeitos detentores de características físicas, químicas, biológicas e estruturais que impedem o posterior uso respectivamente (Figura 3).



Figura 3: Formas de disposição e destinação dos resíduos sólidos.

Fonte: Adaptado da PNRS (2010).

Vale destacar que mesmo existindo aparatos legais que delimitem quanto à disposição dos resíduos sólidos devam ocorrer em locais apropriados ainda são despejadas 80 mil toneladas em vazadouros a céu aberto, mas em aspecto os percentuais quanto a logística reversa e

reciclagem tem aumentado nos últimos anos principalmente com materiais como papel, pneus, óleos, metais, plásticos e outros (ABRELPE, 2019).

Dentre o panorama ineficaz a âmbito nacional tanto através de dados numéricos como impactos sócio- ambientais tem tornado –se evidente a necessidade de integrar nessa prestação de serviço o uso de técnicas alternativas que possibilitem resultados expressivos diante a qualidade, quantidade e fortalecimento do desenvolvimento econômico, já que os padrões delimitados exigem adequações ou incorporações de outros cenários (SOUZA; GUEDES, 2019; LEAL; ENGELMANN, 2019).

3.4 ECONOMIA CIRCULAR

A Economia Circular – EC, por incorporar diversos pensamentos, ideias e formas de trabalho estabelece como caminho a instauração de processo produtivo não linear, com extinção de preceitos como extrair, transformar e descartar, sendo assim propõe inserir na logística de trabalho e produção o uso de materiais que seriam descartados como fonte de matéria-prima para outras funcionalidades por meios de fluxos circulares (LEITÃO, 2015; SEHNEM; PEREIRA, 2019).

Quanto a sua forma de organização tem como base três princípios norteadores que são garantir a disponibilidade e otimização no uso dos recursos naturais, como também ecoeficiência no processo produtivo diminuindo o quantitativo de perdas (BERARDI; DIAS, 2018).

Vale destacar que de forma histórica esse modelo já tem grande difusão nos países da união europeia há alguns anos, devido a ampla necessidade dos mesmos em criar mecanismos inovadores, mas no Brasil a discussão para essa temática tem ganhado destaque de forma mais tardia mesmo diante o cenário de insustentabilidade quanto ao uso dos recursos naturais e os problemas ambientais principalmente devido a geração de resíduos sólidos (AZEVEDO, 2015).

Segundo Avila e Maciel (2018) mesmo perante as vantagens diretas tanto nos aspectos ambientais, sociais e econômicos como evidenciado nas projeções da implantação desse novo paradigma produtivo como também em exemplos de outras localidades, ainda existe entraves tanto estruturais, culturais e organizacionais que devem ser trabalhados para assim existir um firmamento dessa atividade no país.

No Brasil diversos setores se destacam com utilização da economia circular como forma organizacional, dentre estes tem-se o energético, automobilístico, vestuário e agronegócio com o crescimento exponencial em fontes de uso dos recursos naturais como a

biomassa, amplo aproveitamento das matérias primas limpas o que possibilita uma produção eficiente, mas com um controle efetivo entre as entradas e saídas do ciclo produtivo (BIANCHI, 2020).

Evidencia-se uma ampla consonância entre o estabelecido na PNRS e os preceitos da EC, já que ambas almejam a redução no desperdício de resíduos gerados, e como propõem para isso uma gestão e gerenciamento adequado com o uso de ferramentas que suma desempenham ações semelhantes a responsabilidade compartilhada e a logística reversa definidas na política (FREITAS; BESEN; JACOBI, 2017).

Segundo Freitas e Marques (2017) a alta geração dos resíduos sólidos influenciada pelos padrões produtivos tem ocasionado transformações em diversos aspectos o que tem proporcionado alterações no clima como em todo ecossistema demonstrando assim a necessidade de forma célere em mudanças em diversos setores.

Essa capacidade em romper com os paradigmas organizacionais padrões perante os seus pilares permiti ser uma alternativa quanto incorporação nos planos de gerenciamento de RSU com uso de estratégias diferenciadas, onde consegue proporcionar benefícios para o setor produtivo como o meio ambiente como já sendo desenvolvido com eficácia (GARCIA; HELNA, 2019; CARRIÈRE; DINIZ; MORA, 2020; NEVES, 2020).

Dentre os setores que mais se destacam por essa utilização atualmente já comprovada tem se a construção civil, agroindústrias, alimentícia e eletrônicos, o que tem possibilitado investimentos de baixo custo mas com retorno considerável de forma econômica, social e ambiental (ANDRADE, 2016; TAVARES; BORSCHIVER; FERREIRA, 2018; PASCHOALIN FILHO; FRASSON; CONTI, 2019)

Diante desse panorama tem se tornado viável a implantação de preceitos da economia circular e os instrumentos legais da gestão ambiental consiste em alternativa viável para a reutilização e incorporação dos resíduos sólidos em uma amplitude de setores com a instauração de caminhos produtivos onde utilizam menores quantitativos de matéria prima (STIVAL; BARROS; VEIGA, 2020).

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi executado no município de Pau dos Ferros- RN, localizado no Estado do Rio Grande do Norte que pertence à região geográfica intermediária de Mossoró e à região imediata de Pau dos Ferros, limítrofes a leste com cidades do Ceará e a oeste com demais cidade (Figura 4) e com uma extensão territorial de aproximadamente 259,959 km² (IBGE, 2017). Acho que é interessante a coordenadas geográficas – latitude, longitude e altitude.

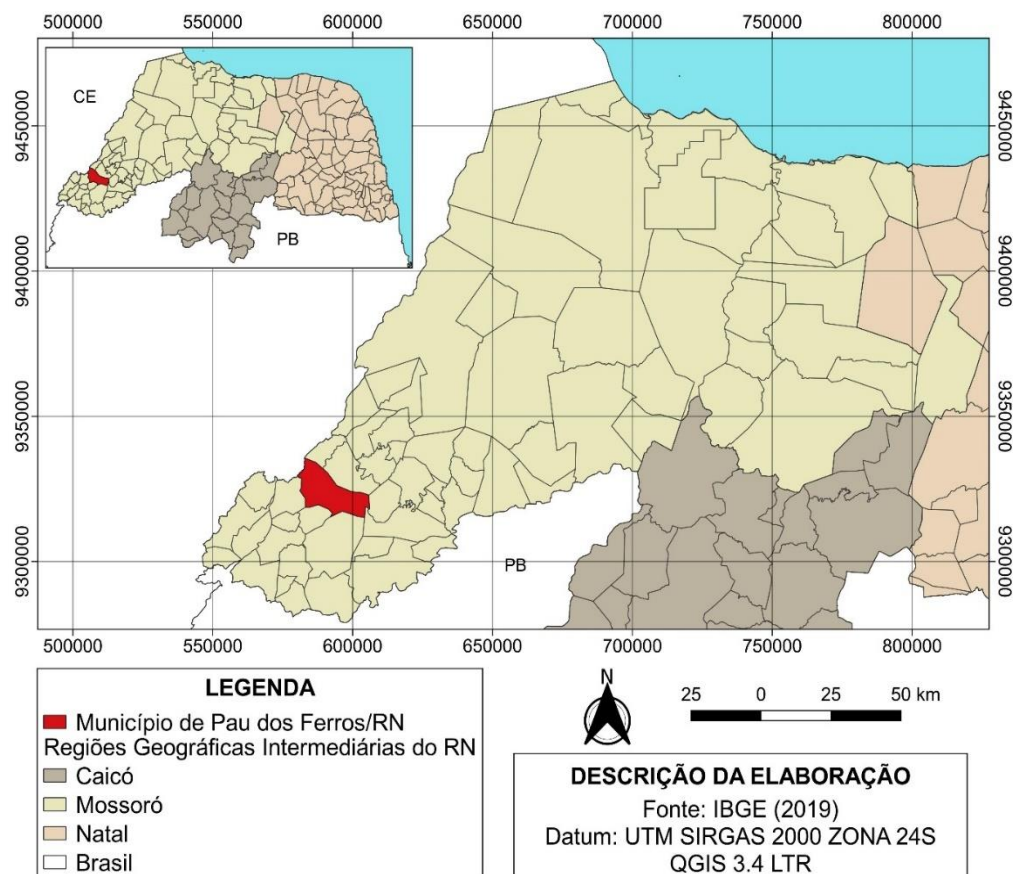


Figura 4: Mapa de Localização do município de Pau dos Ferros- RN.

Fonte: AUTORA (2020).

O município detém uma população de aproximadamente 27.745 habitantes, sendo considerada na sub-região como área polo devido a ampla prestação de serviços nos setores de comércio, educação, saúde e dentre outros para as cidades circunvizinhas, fatores estes corroborados pela sua localização geográfica (DANTAS; CLEMENTINO; FRANÇA, 2015; IBGE, 2017).

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.2.1 Coleta dos dados da pesquisa

Para quantificar realizou-se entrevista a Secretaria de Infraestrutura e Transportes - SEINFRA do município, visando a coleta de dados quanto rotas, veículos e horários de recolhimento dos resíduos sólidos urbanos (Quadro 1). Além disso, durante à visita técnica a área de disposição dos materiais para registro fotográfico e análises espaciais quanto a distribuição e deposição (FRACASSO *et al.*, 2017).

Perguntas
1. Quantas rotas de coleta existem?
2. As rotas contemplam a área urbana e rural?
3. Quais tipos de veículos são realizados a coleta dos resíduos?
4. Todos os resíduos são coletados juntos? Se não como ocorre o processo?
5. Existe coleta seletiva no município?
6. Os profissionais usam Equipamentos de Proteção Individual – EPI’S?
7. Existe algum tratamento ou reutilização dos resíduos coletados? Se sim qual (is)

Quadro 1: Questões para entrevista realizada na SEINFRA.

Fonte: AUTORA (2020).

4.2.2 Quantificação e tipificação dos resíduos

Para caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos sólido utilizou-se os dados provenientes de levantamento bibliográfico técnico-científico em estudos gravimétricos para quantificação e tipologia dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU gerados na área de estudo, realizou-se a divisão em grupos com características físicas, químicas e biológicas semelhantes e com isso delimitou-se os possíveis usos e reuso dos materiais segregados, vale destacar que esses levantamento foi realizado durante uma semana durante um mês com o volume característico (MENDONÇA, 2019).

4.2.3 Valoração dos resíduos sólidos urbanos DO MUNICÍPIO

Por ser um material dotado de valor econômico, passível de ser reinserido a cadeia produtiva local/regional, os RSU's identificados foram valorados mediante levantamento realizado com caráter exploratório *in loco* com os representantes da associação de catadores local, para assim de forma posterior realizar a mensuração global do resíduos sólidos recicláveis da localidade (Figura 5) obteve-se dados como a projeção de quais resíduos podem ser comercializados, quantitativo gerado, preço unitário e rotas de distribuição dos materiais (AMÉRICO, 2019).

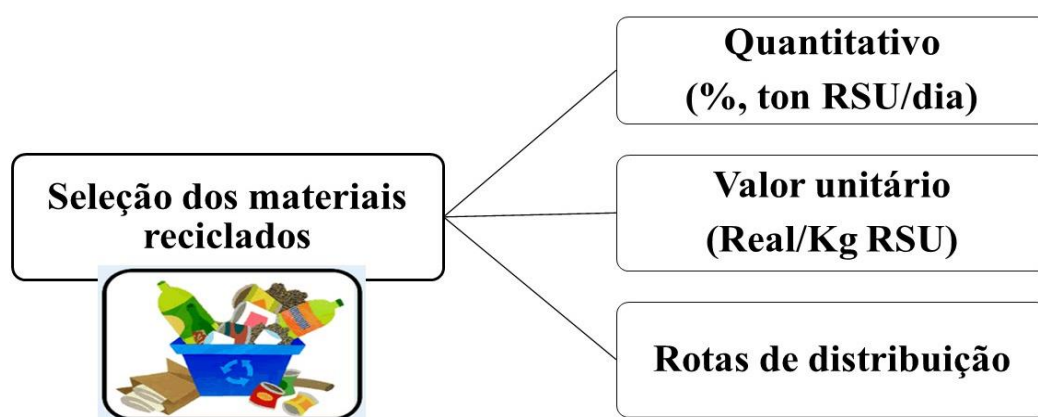


Figura 5: Processo de valoração dos resíduos para comercialização.

Fonte: AUTORA (2020).

4.2.4 Projeções de cenários para o gerenciamento municipal integrado dos RSU

Para garantir o gerenciamento eficiente quanto aos resíduos coletados no município realizou-se a proposição de alternativas para utilização, reutilização, reciclagem, tratamento e comercialização destes materiais para posterior uso tanto de forma direta como indireta no próprio ciclo produtivo, como também acoplado a outros sistemas como fonte energética, estrutural, comercial e nutricional como é identificado na Figura 6 que podem ser desenvolvidos pela gestão municipal em parceria com associação de catadores locais (MERSONI; REICHERT, 2017).

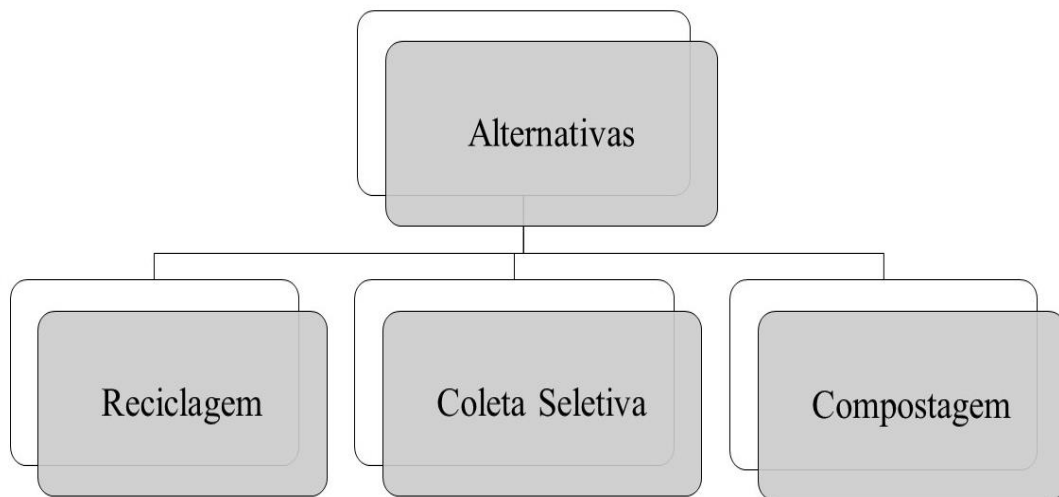


Figura 6: Alternativas propostas para inserção no gerenciamento dos resíduos.

Fonte: AUTORA (2020).

Propõe-se para fins de validação dos dados obtidos a projeção de cenários combinados (Figura 7) com as alternativas propostas para o período de geração equivalente a um ano dos resíduos sólidos, podendo se assim estimar os fatores associados com cada tipo de disposição final apresentado e seus impactos na geração econômica/ambiental/ social (CAETANO; DEPIZZOL; REIS, 2017; BERTICELLI; KORF, 2016).

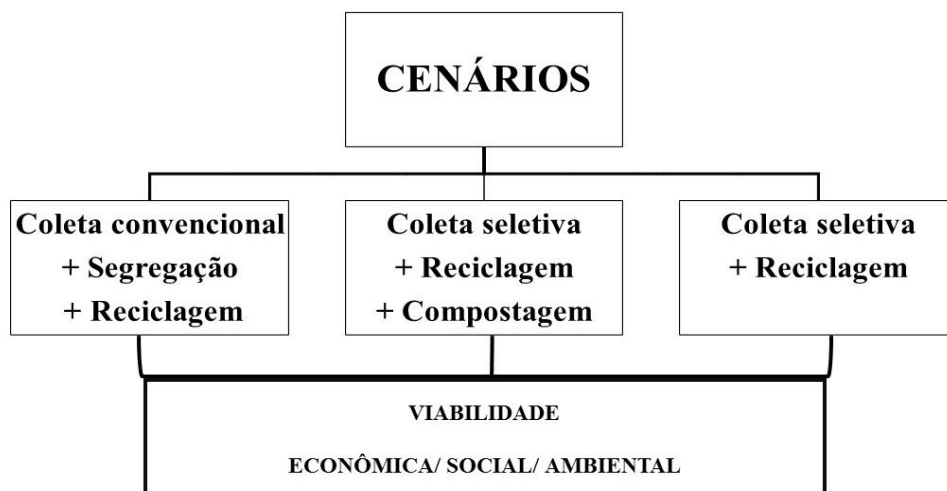


Figura 7: Propostas de cenários.

Fonte: AUTORA (2020).

Para proposição de rentabilidade quanto a comercialização dos resíduos o procedimento tomou como estimativa base a geração (Kg) de cada tipo de acordo com estudo gravimétrico, como também o preço (R\$) que os mesmos são repassados pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Agamenon Reciclagem – ACAMARA nas rotas de distribuição, além de

principais possibilidades de uso dos materiais que ainda não são utilizados para os respectivos fins comerciais e produtivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DO RSU

Quanto a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos são de responsabilidade do poder executivo com concentração das principais atividades na secretária de infraestrutura, desde alocação de profissionais, equipamentos, veículos e estrutura física (galpões e garagens) para os serviços de coleta e limpeza pública, vale destacar que essas atribuições são desempenhadas pela empresa terceirizada Dias e Castro Construtora Ltda. – EPP, de acordo com o estabelecido nas normas contratuais.

A coleta dos resíduos do município de Pau dos Ferros é realizada periodicamente em toda extensão territorial, tanto na zona urbana quanto na rural, com o auxílio de caminhões compactadores (domiciliares) e tipos carroceria (podas e construção civil) em rotas diárias, exceto aos finais de semana, em horários distintos com destino final ao vazadouro a céu aberto localizado em setor limítrofe da cidade como é descrito na Figura 8.



Figura 8: Processo de coleta dos resíduos até a destinação final.

Fonte: AUTORA (2020).

De acordo com o levantamento perante os órgãos responsáveis ocorre de forma convencional, isto é, não há separação/seleção dos resíduos, embora estes sejam coletado por profissionais com a utilização de equipamento de segurança individual (luvas, botas, óculos e

vestimentas), após são descartados no mesmo local sem distinção da tipificação quanto as características físicas, químicas e biológicas (Figura 9). Vale destacar que de acordo com a Abrelpe (2019) esse consiste num cenário perpetuado em 3.001 municípios no Brasil, onde totalizam um valor 29,5 ton/RSU que são destinadas de forma inadequada em diversas regiões que ocasionam impactos diretos e indiretos ao meio.



Figura 9: A- Transbordo da poda e capina; B – Materiais diversos no vazadouro.

Fonte: AUTORA (2020).

Sendo assim diante esse panorama constatado, tem-se que o gerenciamento municipal de RSU não está em conformidade com as bases legais em todas as etapas do processo desde a coleta até o destino final, o que interligado a outros fatores e intensificados pela temporalidade tem evidenciado danos a biota, solo, recursos hídricos, saúde humana e valorização imobiliária. Corroborando ao cenário avaliado por Costa *et al.* (2016) no município de Cristalândia – PI que também realiza ações que proporcionam danos diretos e indiretos a qualidade ambiente por não ter a aplicação efetiva de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

5.2 TIPIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Quanto à tipificação e quantificação dos resíduos produzidos em Pau dos Ferros gera diariamente massa de 11.830 kg de resíduos sólidos urbanos, mas dentre eles destaca-se a predominância de rejeitos, plásticos e matéria orgânica com valores que ultrapassam os 60% do total da amostra (Gráfico 2).

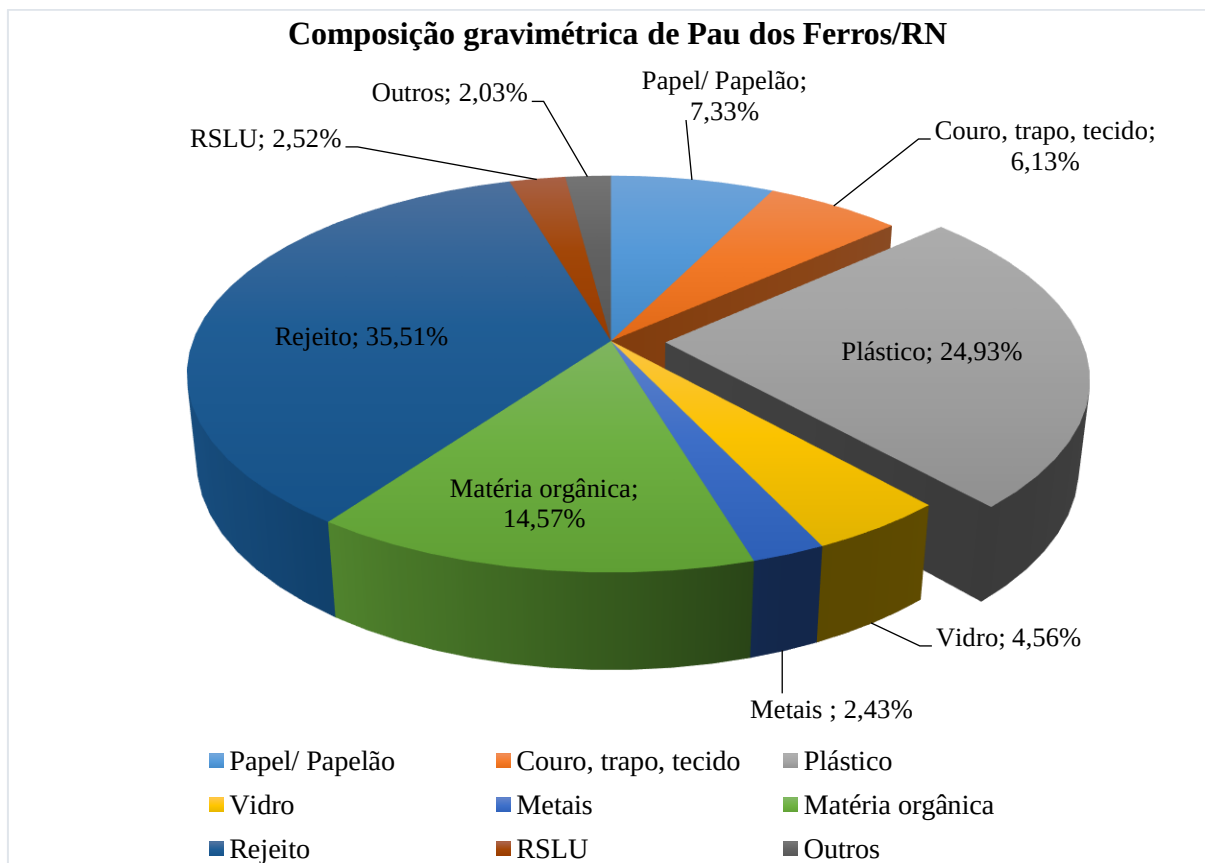


Gráfico 2: Composição Gravimétrica do município de Pau dos Ferros – RN.

Fonte: Adaptado de Mendonça (2019).

Corroborar-se com o panorama dos RSU no Brasil, em termos quantitativos e qualitativos, em que, mesmo perante uma temática ativa de discussão suplantada por arcabouço legal direcionado ainda se destaca a ausência de um sistema eficaz de coleta seletiva, principalmente na região nordeste com valores que não ultrapassam 60 % de cobertura em área, gerando assim um alto índice de materiais descartados e destinados de forma inadequada (ABRELPE, 2019).

Esta constatação pode ser observada, também, durante visita ao vazadouro a céu aberto, em que os resíduos são descartados sem controle quanto as propriedades inerentes do âmbito, físico, químico e microbiológico proporcionando assim uma condição de insalubridade ambiental para o local e seus usuários, devido a presença de materiais orgânicos como restos de alimentos, animais, vidros e outros produtos (Figura 10).



Figura 10: A – Rejeitos domésticos; B – Plásticos; C- Carcaça animal.

Fonte: AUTORA (2020).

Nesse contexto é imprescindível ampliar a disseminação de paradigmas organizacionais que auxiliam o aproveitamento dos materiais descartados tanto para fins energéticos, produtivos e no caráter ambiental, faz se, portanto necessário uma análise quanto aos atributos físicos, químicos e biológicos possibilitando adequar técnicas de tratamento, destinação e disposição diante as especificações da legislação (LIMA; DESTRO; BRAGA JUNIOR; FORTI, 2018; DIONIZIO *et al.*, 2019).

Partindo desse pressuposto pode-se comprovar de acordo com Tabela 1 a existência na área de estudo uma diversidade significativa quanto as características dos resíduos tanto no âmbito estrutural, propriedades inerentes e valores gerados significativos, evidenciando a necessidade de planos que possibilitem um uso adequado destes recursos.

Material	Quantitativo RSU (tonelada/dia)
Couro/Trapó/ Tecido	0,73
Matéria Orgânica	1,80
Metais	0,30
Outros	0,30
Papel/ Papelão	0,9
Plástico	3,00
Rejeito	4,2
Vidro	0,6
Total	11,83

Tabela 1: Quantitativo dos materiais coletados em toneladas/dia.

Fonte: AUTORA (2020).

Quanto ao aspecto dos tipos encontrados é possível definir que existe uma grande variabilidade diante as propriedades como também valores significativos que são desperdiçados (4,2 toneladas/dia) que por estarem misturados tornando-se rejeitos, além daqueles que foram delimitados como outros, ou seja, que podem ter características que necessitem de precauções quanto esse descarte conjunto, mas seria necessário para garantir prospecções direcionadas que um posterior fosse realizado um estudo gravimétrico que separa-se as classes diante o que é comercializado localmente.

5.3 VALORAÇÃO E ROTAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS

De acordo Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Agamenon Reciclagem – ACAMARA são coletados no vazadouro a céu aberto os resíduos potencialmente comercializáveis e vendidos de forma posterior por quilograma como é evidenciado na Tabela 2.

Material	Valor (Real/kg)
Cobre	16,00
Metal ferroso (ferro)	0,15
Metal não ferroso (alumínio)	3,50
Papel	0,15
Papelão	3,00
Plástico maleável	0,60
Plástico rígido	0,50
Sandália (borracha)	0,50
Vidro (garrafas)	0,30

Tabela 02: Valoração dos materiais coletados e comercializados.

Fonte: AUTORA (2020).

Vale destacar que em estudo realizado de forma anterior na mesma localidade por Martins (2019) nota-se a elevação de 10% quanto a precificação do plástico e metal, além da presença da borracha e o cobre, evidenciando assim que os profissionais estão abertos e interligados com novas possibilidades de mercado.

Nesse mercado de ascensão quanto ao uso destes materiais o desperdício na coleta diária de resíduos consiste num entrave evidente, pois são comprometidos diante a junção de diversos

fatores como: ausência de uma prévia separação, transporte e acondicionamento, que quando quantificados podem gerar perdas em capital de valores de R\$ 112,10 por dia, isso em municípios inseridos no contexto do nordeste com geração per capita e produtos semelhantes fatores estes que ratificam a urgente necessidade de inserção de ferramentas logísticas para o uso dessa fonte de recurso disponível (ARAÚJO; QUEIROZ; GUIMARÃES; GOMES, 2015).

Perante o levantamento *in loco* constatou-se que a triagem, separação e prensagem é realizada no vazadouro a céu aberto municipal, sendo posteriormente pesados e coletados em caminhões por atravessadores que realizam o destino do material para os municípios paraibanos de Pombal e Bom Sucesso, com distância em torno do local de origem de 112 km, o que acarreta uma diminuição do lucro inerente pelos associados (Figura 11).



Figura 11: A – Coleta; B – Materiais separados por tipologia; C- Preparo para transporte.

Fonte: AUTORA (2020).

Diante análises é crucial para o fortalecimento do setor a implantação de medidas que possibilitem maior rentabilidade, condições de trabalho salubres e comercialização justa, através da implantação da coleta seletiva (aproveitamento dos resíduos), construção central de triagem, criação de rotas de distribuição da mercadoria e extinção do uso de atravessadores, fator dentre estes o mais limitante para o estabelecimento de uma economia solidária, participativa e rentável (LAVNITCK; BAUM; TONIAZZO; ROSS, 2016; SILVA, 2017; CRUZ, 2020).

Então os profissionais da associação já utilizam esse potencial dos materiais para comercialização em outros estados que recebem os mesmos através de terceiros, torna-se evidente como mais significativos entraves as perdas geradas (quantitativamente), devido ao comprometimento na fonte geradora, transporte e transbordo, como também em valores contábeis já que o comércio não ocorre de forma direta entre associação e empresa, ou seja,

faz-se necessário o fortalecimento de parcerias com o poder público como também a inserção de metodologias técnicas e práticas para otimizar o processo organizacional.

5.4 PROJEÇÕES DE CENÁRIOS PARA O GERENCIAMENTO MUNICIPAL INTEGRADO DOS RSU

5.4.1 Cenário 1

O aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos pode existir de diversas formas que nem sempre exigem custos elevados como no caso de implantação de prévia separação dos materiais nas residências ou estabelecimentos geradores como forma facilitar a logística realizada e torná-la mais eficaz (RIBEIRO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2020). Portanto diante esse pressuposto propõe-se que sejam efetivadas ações de sensibilização entre os beneficiários do serviço para que exista um preliminar seleção e distinção destes itens como garrafas, sacos, metais, orgânicos e vidros que serão dispostos em coletores comunitários para o recolhimento posterior.

Quanto a logística de rotas já que abrangem toda área do município em horários variados por localidades propõe-se a manutenção, mas com veículos diferenciados para dos resíduos que tem potencialidade para reciclagem para assim evitar danos em suas propriedades, na Figura 12 pode-se analisar a síntese da proposta quanto a manutenção de uma coleta convencional, mas com inserção de um prévia separação e posterior reciclagem sem a utilização de atravessadores, mas sim com parcerias do poder público e catadores locais.

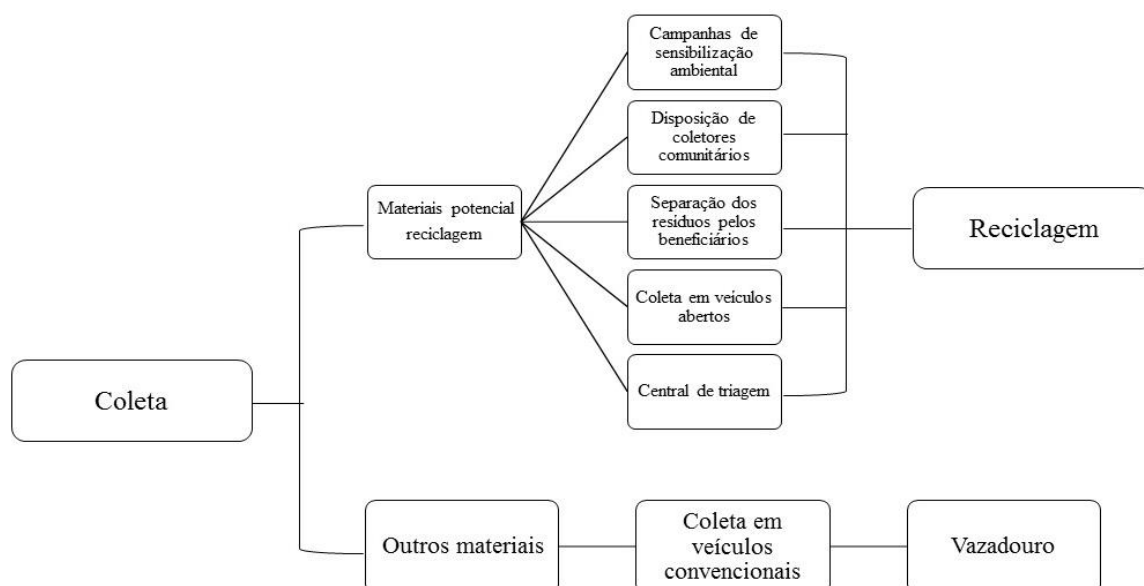


Figura 12: Síntese do cenário 1.

Fonte: AUTORA (2020).

Nessa perspectiva da situação 1 quanto a incorporação do processo de reciclagem dos materiais já comercializados pelos catadores obteve-se a projeção dos valores contabilizados diariamente caso exista a singular separação dos materiais na fonte geradora, já que os mesmos são desperdiçados diante os sistemas de coleta convencional e descarte inadequado (Tabela 3).

Material	Quantidade kg	Preço Real/kg	Valor obtido Real
Metal	287,69	3,50	1.0006,915
Papel/Papelão	867,139	0,15	130,071
Plástico	2.949,219	0,60	1.769,531
Vidro (garrafas)	539,448	0,30	161,834
Total			3.068,351

Tabela 3: Projeção de valores contabilizados com a comercialização dos materiais com potencial de reciclagem.

Fonte: AUTORA (2020).

Diante valorização dos materiais com potencial para comercialização e reutilização pode-se obter uma rentabilidade diária de R\$ 3.068,351 pelos profissionais da associação local, surge assim a viabilidade na inserção da incorporação no gerenciamento de rotas alternativas de baixo custo que são adicionadas ao processo convencional de coleta e destinação, vale destacar que nessa contabilidade ainda não estão inclusos todos os materiais que tem impacto como cobre e a borracha, ou seja, os valores rentáveis são superiores ao estimado.

5.4.2 Cenário 2

A implantação da coleta seletiva e o local de destinação adequado constituem diretrizes exigidas, sendo assim diante perspectivas técnicas através da separação eficaz dos resíduos sólidos na fonte e coparticipação de todos no processo consegue-se obter a efetivação de preceitos como: redução, reutilização e reciclagem, além de obter facilidade quanto a ações perante logística reversa e responsabilidade compartilhada de forma integrativa nos amplos setores envolvidos e contemplados (SOUSA; CAMPOS; OLIVEIRA, 2016; MIRANDA; MATTOS, 2018).

Nessa situação almeja-se integrar a coleta seletiva em toda extensão da prestação do serviço, como também garantir que os materiais coletados de acordo com seus atributos possam ser comercializados como também o material orgânico possa ser utilizado para compostagem, implementando mais um nicho de mercado para esses subprodutos (Figura 14).

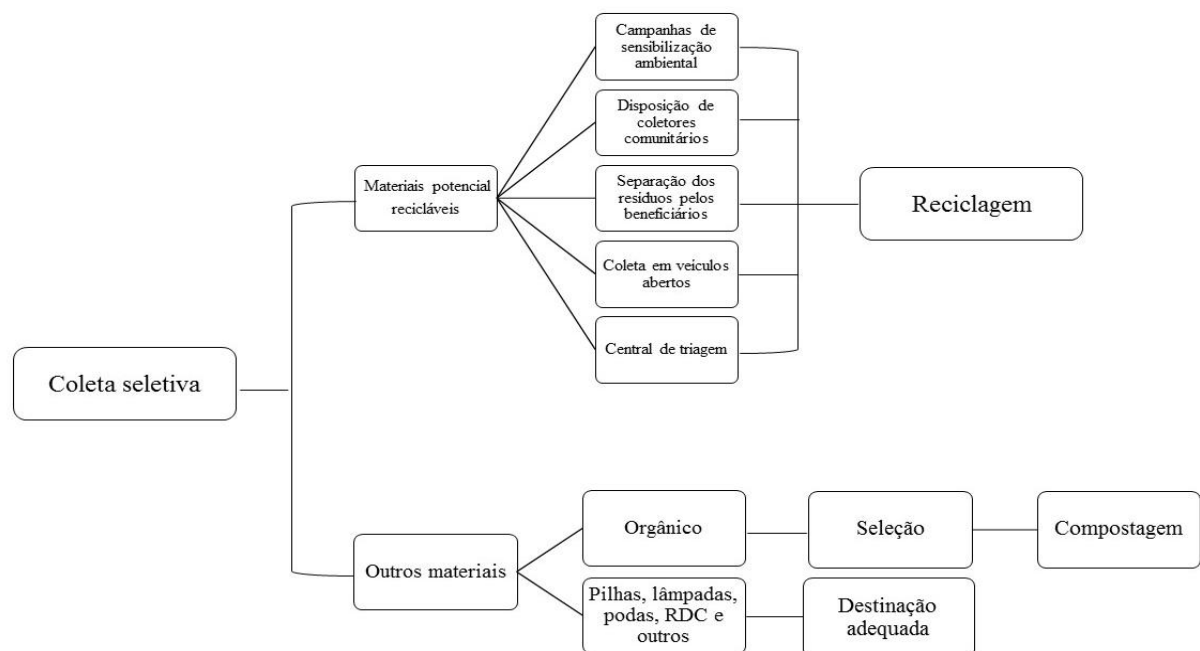


Figura 13: Síntese do cenário 2.

Fonte: AUTORA (2020).

Vale ressaltar essa proposição exige de caráter imediato a adequação logística quanto a frota veicular, rotas, horários, locais e profissionais para uma eficaz implementação, já que corresponde coexistência da coleta seletiva em totalidade territorial, reciclagem e destinação adequada de outros materiais.

Mas mesmo diante essas prerrogativas estruturais, espaciais e humanas os benefícios diretos, indiretos, financeiros, sociais, ambientais são significativos devido conseguir agregar o lucro físico através da potencialização da reciclagem (semelhante ao cenário 1) com o aproveitamento da matéria orgânica para uso em adubação e aspectos energéticos.

5.4.3 Cenário 3

A situação três consiste na forma intermediária entre a realidade local e o que delimitado pelos órgãos como o uso da coleta seletiva em junção da utilização de práticas quanto a reciclagem e destinação adequada dos resíduos em aterro sanitário como pode ser observado na Figura 14.

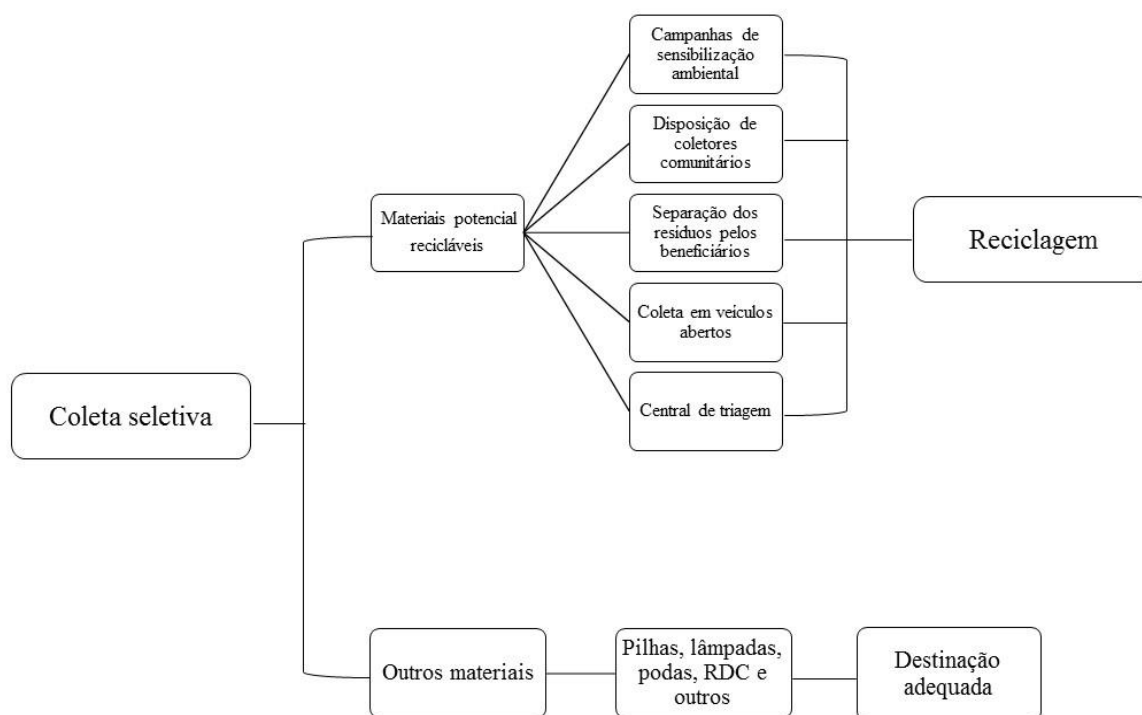


Figura 14: Síntese do cenário 3.

Fonte: AUTORA (2020).

Nessa alternativa também se obtêm um lucro inerente destacado no cenário 1 pela reciclagem, só que difere quanto a presença do impacto ambiental devido destinação adequada de outros materiais, quanto a proposta 2 torna-se vantajosa por ter o custo de implantação e manutenção inferior, ou seja, tornando-se uma alternativa diferenciada.

Vale ressaltar que a proposta intermediária não torna restritiva a incorporação no decorrer da estabilização dos processos de outras ações já citadas nos cenários anteriores, no

tocante elas podem ser mutáveis e adaptáveis diante o contexto como também as necessidades locais que forem surgindo nos contextos e aspectos.

5.4.4 Perspectiva de implantação da economia circular para a gestão de resíduos sólidos.

Surge no paradigma de equilibrar o gerenciamento dos resíduos sólidos e seus requisitos legais com manutenção das necessidades do setor produtivo, a economia circular, onde através da materialização de uma estrutura organizacional com mecanismos e ferramentas que garantem a diversificação, validação e incorporações de ações que utilizam como base os preceitos econômicos, sociais e ambientais (SANTOS, 2019; SILVA, 2019; COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020).

Então a proposição de diferentes cenários com a junção de alternativas que englobam aspectos em âmbitos complementares consiste em métodos de implantação desta economia que produzirá efeitos diretos e indiretos nessa perspectiva como evidenciado na Figura 15 com as principais vantagens da inserção dessas formas de gerenciamento dos resíduos através do fortalecimento do equilíbrio entre as entradas e saídas do sistema produtivo.

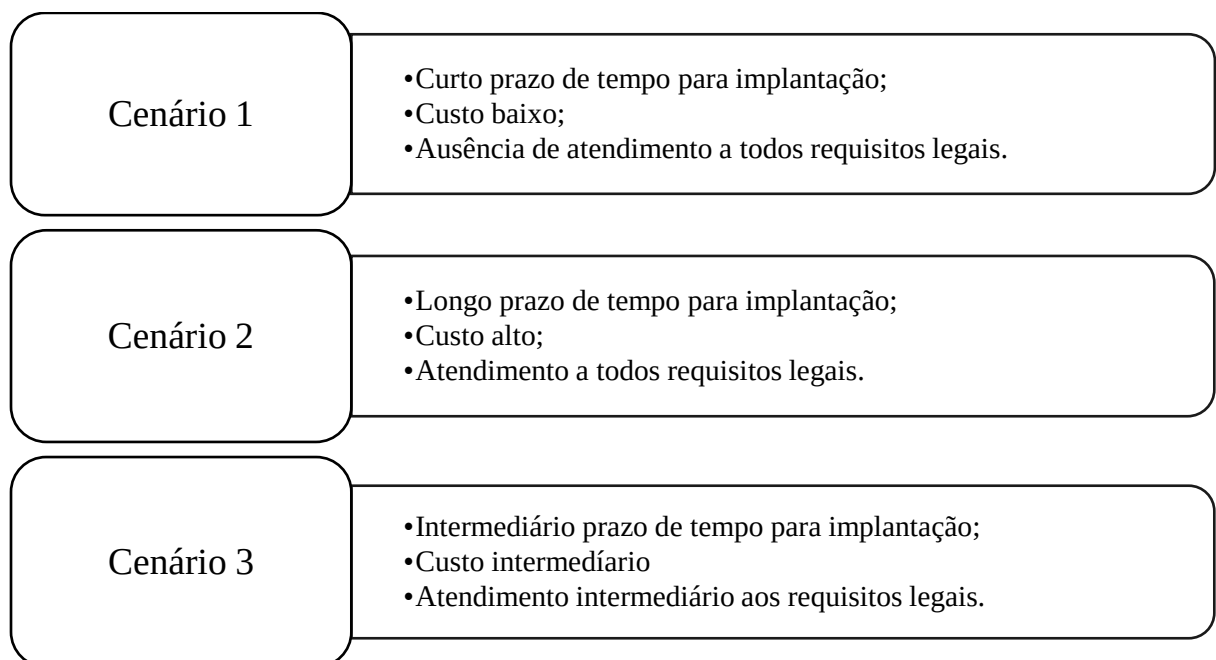


Figura 15: Vantagens da inserção dos cenários.

Fonte: AUTORA (2020).

6 CONCLUSÃO

O município de Pau dos Ferros – RN quanto ao gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos utiliza o sistema de coleta convencional e uma disposição em vazadouro a céu aberto sendo assim delimitado como uma gestão não conforme aos aspectos legais o que corroborado com o desperdício de 4,2 toneladas/dia em forma de rejeito.

Então perante a existência de uma fração de 60% de resíduos com potencial de comercialização que são coletados e distribuídos pela associação de catadores para rotas em estado circunvizinho através de atravessadores, faz-se necessário e viável a proposição e a implantação de cenários com uso de alternativas como compostagem, reciclagem, coleta seletiva e fortalecimento do cooperativismo.

REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a, 1p.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

AMÉRICO, J. C. P. **Panorama dos resíduos comercializados pela Cooperativa Resíduo Solidário de Campo Mourão-Paraná**. 2019. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

ANDRADE, J. M. O. Gestão do lixo eletrônico a partir da visão teórica da economia cíclica no Pontal do Paranapanema. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, vol. 12, no. 1, 2016.

ARAÚJO, G. S. O capitalismo e a apropriação da natureza: usos consequências e resistências. **GEOUSP Espaço e Tempo (online)**, vol. 23, no. 1, p. 112-123, 2019. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2019.115218>.

ARAÚJO, N. C.; QUEIROZ, A. J. P.; GUIMARÃES, P. L. F.; GOMES, A. A. Gravimetria e abordagem econômica dos resíduos sólidos urbanos em um município no estado da Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, vol. 19, no. 3, p. 67-72, 2015. <https://doi.org/10.5902/2236117017584>.

AVILA, A. P. S.; MACIEL, D. M. H. Sustentabilidade e Moda: desafios e resultados. **ModaPalavra e-periódico**, vol. 11, no. 21, p. 188-193, 2018. <https://doi.org/10.5965/1982615x11212018188>.

AZEVEDO, J. L. A Economia circular aplicado no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para logística reversa. In: **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. 2015.

BERARDI, P.; DIAS, J. M. O mercado da economia circular. **GV EXECUTIVO**, vol. 17, no.5, p. 3-37, 2018.

BERTICELLI, R.; KORF, E. P. Diretrizes para elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista de Engenharia Civil IMED**, vol. 3, no. 1, p. 19-2, 2016. <https://doi.org/10.18256/2358-6508/rec-imed.v3n1p19-24>.

BIANCHI, N. A importância da economia circular para o aproveitamento inteligente dos recursos naturais. **Revista Interface Tecnológica**, vol. 17, no. 1, p. 53-554, 2020. <https://doi.org/10.31510/infa.v17il.718>.

BICALHO, M. L.; PEREIRA, J. R. Participação social e a gestão dos resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso de Lavras (MG). **Gestão & Regionalidade**, vol. 3, no. 100, 2018.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

CAETANO, M. D. D. E.; DEPIZZOL, D. B.; REIS, A. O. P. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, vol. 24, no. 2, p. 382-394, 2017. <https://doi.org/10.1590/0104-530x1413-16>.

CARRIÈRE, J. P.; DINIZ, F.; MORA, L. Economia circular: Preservação de Recursos naturais e práticas urbanas. Uma análise comparativa (Tours, França e Recife, Brasil). **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)**, vol. 18, no. 2, p. 35-49, 2020.

CARVALHO, S. A.; SILVA, D. F.; ADOLFO, L. G. S. Direitos Humanos, Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, vol. 10, no. 1, p. 1-24, 2015. <https://doi.org/10.5902/1981369415383>.

CARVALHO, G.; JÚNIOR LORENZI, D. Política nacional de resíduos sólidos: o cenário brasileiro em números. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, vol. 11, no. 32, p. 15, 2018.

CAMPOS, R. F. F.; BORGA, T. Caracterização gravimétrica do material reciclável destinado à Coocima pelo programa de coleta seletiva do município de Caçador-SC. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, vol. 19, no. 3, p. 325-338, 2015. <https://doi.org/105902/2236117018288>.

CEZAR, L. C.; BARBOSA, T. R. C. G.; REIS, M. C. T.; FONSECA JÚNIOR, F. Panorama Acadêmico sobre Resíduos Sólidos: Análise da produção científica a partir do marco legal do setor. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, vol. 5, no. 2, p. 14-33, 2015.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, G. M. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, vol. 9, no. 1, p. 16147, 2020.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; CASTRO, C. P.; COELHO, J. V.; CLEMENTINO, G. E. S.; CUNHA, L. M. Impactos ambientais de lixo a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, vol. 3, no. 4, p. 79-86, 2016. <https://doi.org/10.21438/rbgas.030408>

CRUZ, U. R. X. A relação entre o trabalho dos catadores de materiais recicláveis da rede de reciclagem do Estado do Rio de Janeiro e a manutenção da indústria de reciclagem. **Revista Tamoios**, vol. 16, no. 2, 2020. <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.43890>.

DANTAS, J. R. Q.; CLEMENTINO, M. L. M.; FRANÇA, R. S. A cidade média interiorizada: Pau dos Ferros no desenvolvimento regional. **Revista Tecnologia e Sociedade**, vol. 11, no. 23, p. 129-148, 2015.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 20, no. 4, p. 685-698, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522015020040129347>.

DINIZ, G. M.; ABREU, M. C. S. Disposição (ir) responsável de resíduos sólidos urbanos no estado do Ceará: desafios para alcançar a conformidade legal. **Revista de gestão social e ambiental**, vol. 12, no. 2, p. 21-37, 2018. <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v12i2.1412>.

DIONIZIO, A. F.; VALE, A. T.; MOREIRA, A. C. O.; GALVÃO, L. G. O.; CHAVES, B. S.; COSTA, M. A. Agregação de valor a resíduos agroindustriais para fins energéticos. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 42, no. 2, p. 251-260, 2019. <http://dx.doi.org/10.19084/rca.15129>.

EOS, Organizações e Sistemas. **Os números dos resíduos sólidos no mundo**. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/os-numeros-dos-residuos-solidos-no-mundo>. Acesso em: 14 set. 2020.

FRACASSO, M.; DALEPIANE, R. M.; PORSCH, M. R. M. H.; PFULLER, E. E.; SILVA, R. S. Diagnóstico e prognóstico dos RSU para município de Sananduva/RS. **Holos**, vol. 4, p. 282-298, 2017. <https://doi.org/10.15628/holos.2017.3699>

FREITAS, L. C.; BESEN, G. R.; JACOBI, P. R. Panorama da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: resíduos urbanos. **Política nacional de resíduos sólidos: implementação**, p. 11, São Paulo – SP, 2017.

FREITAS, N. M. S.; MARQUES, C. A. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã. **Educar em Revista**, no. 65, p. 219-235, 2017.

FRANCISCETTO, G. P. P.; PINHEIRO, P. T. A política nacional de resíduos sólidos como mecanismo de fortalecimento das associações de catadores de materiais recicláveis. **Derecho y cambio social**, vol. 1, no. 1, p. 1- 24, 2016.

GARCIA, A. L. C.; H., T. M. S. economia circular e o movimento Slow Fashion: Estratégias na sociedade de risco. **Revista Relicário**, vol. 6, no. 11, p. 117-135, 2019.

GAUDÊNCIO, H. R. S. C.; ENÉAS, A. P. S.; NASCIMENTO, L. L. S.; SOUSA, D. M. M. Gerenciamento de Resíduos Sólidos: estudo de caso em uma associação de catadores na cidade de Mossoró-RN. **Ambiência**, vol. 11, no. 3, p. 685-698, 2015.
<https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.03.12>.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F. C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, vol. 6, no. 1, p. 293-306, 2015. <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023>.

GIACCOM- RIBEIRO, B. M.; MENDES, C. A. B. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, vol. 7, no. 3, p. 422-443, 2018.

GOMES, A. A.; ALMEIDA, V. G. Gestão de resíduos sólidos e sua importância no planejamento de eventos em busca da sustentabilidade. **Fólio-Revista Científica Digital-Jornalismo, Publicidade e Turismo**, vol. 1, no. 1, p. 2015. <https://doi.org/10.15602/1981-3422/folio.n1p1-16>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidade e Estados. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/pau-dos-ferros.html?>. Acesso em: 25 set. 2020.

KUHN, N.; BOTELHO, L. L. R.; ALVES, A. A. A. A coleta seletiva à luz da PNRS nos estados brasileiros: uma revisão sistemática integrativa. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, vol. 7, no. 5, p. 646-669, 2018.

LAVNITCKI, L.; BAUM, C. A.; TONIAZZO, F.; ROSS, C. O. Diagnóstico da situação da central de triagem e compostagem com aterro sanitário durante a operação e após a desativação no município de Planalto - RS. **Revista Geográfica Acadêmica**, vol. 10, no. 2, p. 5-17, 2016.

LEAL, D. W. S.; ENGELMANN, W. Estratégias autorregulatórias do direito no cenário de riscos dos resíduos nanotecnológicos a partir da sustentabilidade empresarial e economia circular. **Revista Em Tempo**, vol. 18, no. 01, p. 67-95, 2019.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, vol. 1, no. 2, p. 150-171, 2015.

LIMA, G. F. C. Consumo e resíduos sólidos no Brasil: as contribuições da educação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, no. 37, p. 47-57, 2015. <http://dx.doi.org/10.5327/Z2176-9478201513714>.

LIMA, P. G.; DESTRO, G. E.; BRAGA JUNIOR, S. S.; FORTI, J. C. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de um aterro sanitário. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, vol. 12, no. 4, p. 410-426, 2018. <https://dx.doi.org/10.18011/bioeng2018v12n4p410-226>.

MACAMBIRA, A. S.; MONTE, W. S.; ALMEIDA, E. N.; GÓIS, B. V. The demand for specialized services in the retail sector: a study with entrepreneurs in the city of Pau dos Ferros / RN. **Brazilian Applied Science Review**, vol. 4, no. 3, p. 1572-1577, 2020. <http://dx.doi.org/10.34115/basrv4n3-067>.

MARTINS, B. Valoração de resíduos sólidos urbanos incorporados a uma cooperativa de cata. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2019.

MENDONÇA, F.; CUNHA, F. C. A.; LUIZ, G. C. Problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, vol. 12, no. 18, p. 331-352, 2016. <http://dx.doi.org/10.5418/RA2016.1218.0017>.

MENDONÇA, E. V. P. **Análise do manejo de resíduos sólidos na cidade de Pau dos Ferros/RN**. 2019. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2019.

MERSONI, C.; REICHERT, G. A. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 22, no. 5, p. 863-875, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017150351>.

MIRANDA, N. M.; MATTOS, U. A. O. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade & Natureza**, vol. 30, no. 2, p. 1-22, 2018. <https://doi.org/10.15675/gepros.v12i1.1587>.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**, vol. 10, no. 4, p. 889-902, 2015. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>.

NEVES, F. O. Inovações sociais e territoriais na gestão de resíduos sólidos urbanos. **Sociedade e Território**, vol. 32, no. 1, p. 132-151, 2020. <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2020v32n1ID19446>.

PAIVA, F. C. S.; GIESTA, L. C. Gestão socioambiental em micro e pequenas indústrias de Pau dos Ferros-RN. **Gestão & Produção**, vol. 26, no. 2, 2019. <https://doi.org/10.1590/0104-530x2984-19>.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; FRASSON, S. A.; CONTI, D. M. Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**, vol. 17, no. 49, p. 136-157, 2019. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.136-157>

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 23, no. 3, p. 471-483, 2018. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018162872>.

RIBEIRO, E. N.; ALMEIDA, F. R.; OLIVEIRA, M. C. Ações de sensibilização na implementação da coleta seletiva solidária em um campus universitário. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, vol. 15, no. 5, p. 124-141, 2020. <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10633>

ROCHA, S. M.; ROCHA, R. R. C.; LUSTOSA, K. B. Política brasileira de resíduos sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas-TO. **REVISTA ESMAT**, vol. 9, no 13, p. 29-44, 2017.

SANTOS, J. P.; SILVA, E. V. L.; SOUZA, A.L.; EL-DEIR, S. G. Economia circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos. **Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**. Recife: EDUFRPE, p. 8-17, 2018.

SANTOS, G. M. S. Economia circular como política governamental de gestão de resíduos sólidos: Implicações de sua Implementação no Brasil. **Episteme Transversalis**, vol. 10, no. 1, 2019.

SEHNEM, S.; PEREIRA, S. C. F. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, vol. 18, no. 1, p. 35-62, 2019.

SILVA FILHO, C. R. V.; SOLER, F. D. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei**. Editora Trevisan, 2019.

SILVA, M. C. P. O trabalho dos catadores de materiais recicláveis de Uberaba-MG e a relação com os dois circuitos econômicos da reciclagem. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, vol. 18, no. 3, 2017. <https://doi.org/10.33026/peg.v18i3.5257>.

SILVA, C. L. Política pública para o planejamento urbano territorial a partir da economia circular: reflexões e alinhamentos propositivos para as cidades brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, vol. 15, no. 6, 2019.

SOUSA, C. A. F.; CAMPOS, J. C. B.; OLIVEIRA, B. M. Panorama do gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil e no Nordeste após a implementação do PNRS. *Revista Científica ANAP Brasil*, vol. 9, no. 15, 2016.

SOUZA, L. M. M.; GUEDES, L. G. R. Consórcios intermunicipais em municípios de pequeno porte: uma alternativa para gestão de resíduos sólidos urbanos. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, vol. 9, p. 421-433, 2019. <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.1914>.

STIVAL, L. T.; BARROS, R. G.; VEIGA, R. M. Os instrumentos legais de gestão ambiental e sua relação com os princípios da economia circular. **Caminhos de Geografia**, vol. 21, no. 73, p. 70- 85, 2020. <https://doi.org/10.14393/RCG217347214>.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; FRASSON, S. A.; CONTI, D. M. Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**, vol. 17, no. 49, p. 136-157, 2019. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.136-157>

URBAN, R. C. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 21, no. 2, p. 367-377, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1413-4152201614053>.

VENTURA, K. S.; SUQUISAQUI, A. B. V. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Construído**, vol. 20, no. 1, p. 333-349, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100378>.

WWF, Fundo Mundial da Natureza. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em: 14 set. 2020.