



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JOANNE ALVES DE ABREU

**CASCAS DE COCO VERDE: VIABILIDADE DE
REAPROVEITAMENTO EM TERESINA-PI**

TERESINA

2019

JOANNE ALVES DE ABREU

**CASCAS DE COCO VERDE: VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO EM
TERESINA-PI**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina
Central.

Orientadora: Professora Dr^a Jacqueline Santos
Brito.

TERESINA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A158c Abreu, Joanne Alves de
CASCAS DE COCO VERDE : VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO EM
TERESINA-PI / Joanne Alves de Abreu - 2019.
75 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tecnologia em Gestão
Ambiental, 2019.

Orientadora : Profa Dra. Jacqueline Santos Brito.

1. Gerenciamento de resíduos sólidos. 2. Resíduos orgânicos. 3. Reaproveitamento.
4. Casca do coco verde. I.Título.

CDD 577

JOANNE ALVES DE ABREU

**CASCA DE COCO VERDE: VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO EM
TERESINA-PI**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em
Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, como requisito para
obtenção de grau de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Monografia aprovada em 18 de fevereiro de 2019.

Banca examinadora:

Assinado no original

Orientadora: Dr.^a Jacqueline Santos Brito

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Assinado no original

Examinadora: Ma. Ana Carolina Chaves Fortes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Assinado no original

Examinador: Dr. Paulo Borges da Cunha

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Agradecimentos

A Deus, fonte de toda a verdade.

A minha mãe, Janete Alves, e a meu namorado, José Monção, pelo amor e alegria.

A profª Drª Jacqueline, pela atenção, companheirismo e incentivo.

Ao professor Daniel Silva Veras e aos alunos do curso de Geoprocessamento Patrícia Simões, Alex Silva e Wodson Almeida pelas orientações, em especial, quanto ao Software Qgis.

Ao senhor Antônio Luís, responsável pela UCT, pela educação e gentileza.

Aos permissionários e responsáveis pelas envasadoras que doaram seu tempo e paciência para fornecerem informações utilizadas na realização deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho apresenta de que forma o reaproveitamento das cascas de coco verde podem auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos em Teresina-PI. A pesquisa tem como objetivo geral analisar a viabilidade do reaproveitamento da casca do coco verde proveniente das atividades da venda da água do fruto em atividades socioeconômicas em Teresina-PI. Com objetivos específicos de: descrever a situação atual da geração e destinação das cascas do coco no município de Teresina; mapear os permissionários que trabalham com a venda da água de coco verde no Centro de Teresina; apontar formas de reaproveitamento para as cascas de coco verde e verificar as formas de destinação final do coco verde em Teresina. Para atingir esses objetivos foram realizadas pesquisas bibliográficas e pesquisa de campo. Teresina apresenta potencial para reaproveitamento das cascas de coco, pois há disponibilidade de cascas, uma unidade de compostagem em funcionamento e parceria público-privada relacionada às cascas de coco.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos sólidos; compostagem; resíduos orgânicos, fibra de coco.

Abstract

This paper presents how the reuse of the green coconut husk can help in the management of solid waste in Teresina-PI. A research has as general objective to analyze the viability of reuse of the green coconut husk from the activities of the sale of fruit water in socioeconomic activities in Teresina-PI. With specific objectives: to describe the current situation of the generation and destination of the coconut husk in the municipality of Teresina; mapping permission holders working on the sale of green coconut water in the Teresina Center; to point out forms of reutilization for the green coconut husk and to verify the final destination of the green coconut in Teresina. To achieve these objectives, bibliographical research and field research were carried out. Teresina presents potential for reuse of coconut husk, because there is availability of husk, a composting unit in operation and public-private partnership related to coconut husk.

Keywords: Solid waste management; composting; organic residues, coir.

.

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	15
Figura 2 – As quatro principais áreas de programas relacionados com os resíduos.....	23
Figura 3 – Classificação dos resíduos sólidos segundo a NBR 10004.....	28
Figura 4 – Estrutura do coco verde.....	38
Figura 5 – Fibra e pó das cascas de coco.....	40
Figura 6 – Fluxograma operacional da etapa de produção de substrato agrícola e fibra de coco verde.....	41
Figura 7 – Processo de descarga das cascas e elevação para trituração.....	43
Figura 8- Vendedor de água de coco no centro de Teresina-PI.....	46
Figura 9 – Localização dos permissionários no Centro de Teresina.....	47
Figura 10 – Cascas descartadas após as atividades dos permissionários.....	48
Figura 11 – Área da Unidade de Compostagem de Teresina.....	50
Figura 12 – Sede da Unidade de Compostagem de Teresina.....	51
Figura 13 – Cozinha e depósito.....	51
Figura 14 – Banheiro.....	51
Figura 15 – Condições do processo de trituração das cascas.....	52
Figura 16 – Acúmulo de chorume e água da chuva.....	53
Figura 17 – Pilhas de compostagem.....	53
Figura 18 – Fibras da casca do coco verde.....	54
Figura 19 – Resíduos produzidos na Envasadora B.....	55

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Formas de acondicionamento das cascas pelos permissionários do Centro de Teresina.....	48
Gráfico 2 – Órgãos de cadastramento dos permissionários.....	49

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Produção de fibra de coco no mundo.....	43
Tabela 2 – Quantidade de cascas descartadas em Teresina.....	59
Tabela 3 – Quantidade, em peso, dos produtos de reaproveitamento das cascas de coco verde.....	59

Lista de Quadros

Quadro 1 – Impactos ambientais causados pela disposição irregular de resíduos sólidos.....	24
Quadro 2 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.....	27
Quadro 3 – Principais rotas para destinação para os resíduos sólidos pós-consumo.....	29
Quadro 4 – Resíduos fontes de carbono e nitrogênio.....	34
Quadro 5 – Métodos de compostagem.....	35
Quadro 6 – Informações comparativas entre os métodos de compostagem.....	36
Quadro 7 – Síntese de informações sobre as envasadoras.....	56
Quadro 8 – Subproduto da casca do coco verde.....	57
Quadro 9 – Listagem do mercado consumidor para a fibra e o pó da casca do coco verde.....	58

Sumário

1. Introdução.....	12
2. Objetivos.....	14
3. Área de Estudo.....	15
4. Metodologia.....	18
5. Embasamento teórico.....	21
5.1. Meio ambiente e Resíduos sólidos.....	22
5.2. Resíduos sólidos: conceito, classificação e características.....	26
5.3. Gerenciamento e gestão dos resíduos sólidos urbanos.....	28
5.4. Resíduos orgânicos.....	32
5.4.1. A casca do coco verde.....	38
6. Resultados e discussões.....	46
6.1.1. Permissionários vendedores de água de coco no Centro de Teresina.....	46
6.1.2. A Unidade de Compostagem de Teresina.....	50
6.1.3. As indústrias envasadoras de água de coco.....	54
6.2. Produtos do reaproveitamento da casca e mercado consumidor.....	56
7. Considerações finais e recomendações.....	61
8. Referências.....	64
9. Apêndices.....	69
10. Anexos.....	72

1. Introdução

Atualmente, os resíduos sólidos constituem um problema para as sociedades, pois a variedade e o volume crescente, aliados a complexidade do gerenciamento acarretam, em algumas localidades, o surgimento de danos ao meio ambiente e consequentemente a população.

A cidade de Teresina, no Estado do Piauí, conta com um aterro controlado que, somente em 2016, recebeu 409.813 toneladas de resíduos sólidos. Torna-se necessário propor formas de reaproveitamento que visem auxiliar o gerenciamento dos resíduos sólidos de uma cidade com 94% da população residente na Zona Urbana, que produz uma média de 1,9 kg/dia de resíduos domiciliares e públicos per capita.

Ademais esse tipo de local de disposição é considerado inadequado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, por não possuir formas eficientes de proteção ambiental. Desse modo, é imperativa a busca de soluções que visem auxiliar o gerenciamento dos resíduos sólidos, tendo em vista que não há fórmula definitiva nessa questão, as técnicas e tecnologias devem ser desenvolvidas para se contemplar a infinidade de resíduos e realidades existentes, e assim mitigar os impactos negativos.

Entre os resíduos produzidos em Teresina destaca-se a casca do coco verde (CCV) proveniente da venda da água do fruto. A cidade registra altas temperaturas anualmente e possui um intenso fluxo de pessoas e serviços em seus centros comerciais, com isso, a população acaba buscando na água de coco um paliativo natural para o calor, o resultado desses fatores é um grande volume de CCV.

A casca corresponde de 80% a 85% do fruto, em média 1,5 kg, o que contribui para que esse resíduo ocupe grandes espaços tanto nos caminhões de transporte quanto nos aterros, dessa forma onerando o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos municipal. O reaproveitamento desse resíduo é uma alternativa para evitar os impactos negativos causados pelas cascas, como a disposição irregular em logradouros públicos, que causa desconforto visual e problemas de locomoção; a obstrução do sistema de escoamento das águas pluviais e propensão para criadouros do mosquito transmissor da dengue, chicungunha e zika; o aumento das despesas com limpeza pública, como transporte e a disposição final, pois as cascas corresponde a um resíduo volumoso, levam 8 anos para se decompor e eliminam gás metano nesse processo.

A presente pesquisa se torna relevante e necessária por contribuir para a diminuição dos resíduos dispostos no aterro controlado da capital com base no reaproveitamento da casca

de coco em atividades socioeconômicas e na proposição de melhorias nas atividades da Unidade de Compostagem de Teresina (UCT). Além disso, as contribuições abrangem as esferas social, econômica e ambiental, uma vez que já existe uma unidade de processamento das cascas e o consumo dos produtos do reaproveitamento (pó e fibra) se dará em atividades sociais acessíveis, como artesanato e agricultura.

Conforme a Lei Federal 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos exige que os municípios apliquem aos seus planos de gestão integrada de resíduos sólidos um conteúdo mínimo de mecanismos que contemplem também a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos. E as CCV quando processadas resultam no pó, utilizado na compostagem; na fibra, produto de alto valor econômico, utilizado em diversas atividades como na produção de mantas, telas de proteção do solo, vassouras, tijolos ecológicos, carvão ecológico (briquetes), telhas ecológicas, isolamento acústico; e no líquido gerado durante a prensagem da casca de coco verde (LCCV), que apresenta diversas potencialidades que estão sendo alvo de pesquisas.

2. Objetivos

Objetivo geral: Analisar a viabilidade do reaproveitamento da casca do coco verde proveniente das atividades da venda da água do fruto em atividades socioeconômicas em Teresina-PI.

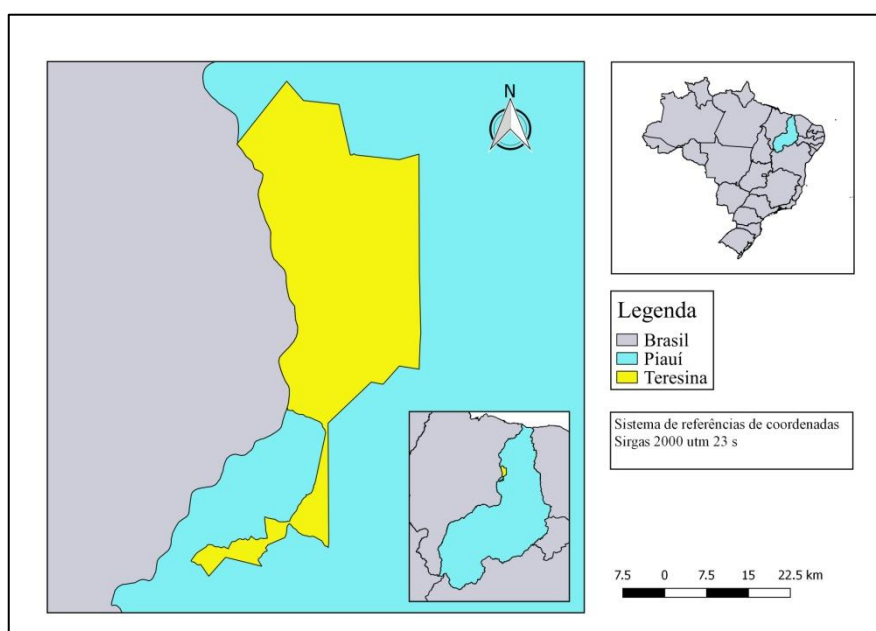
Objetivos específicos:

- 1-Descrever a situação atual da geração e destinação das cascas do coco no município de Teresina.
- 2-Mapear os permissionários que trabalham com a venda da água de coco verde no Centro de Teresina.
- 3-Apontar formas de reaproveitamento para as cascas de coco verde;
- 4-Verificar as formas de destinação final do coco verde em Teresina.

3. Área de Estudo

A cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, está localizada na região Norte do estado, Nordeste do Brasil, conforme mostra a Figura 1. Possui área territorial de 1.391,981 km², e suas coordenadas geográficas são de 05°05'' de latitude Sul e 42°48'' de longitude Oeste. (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2016). Segundo o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população de Teresina, em 2010, era de 814.230 pessoas, dessas, em média, 94% residem na Zona Urbana (IBGE, 2010). O produto interno bruto (PIB) teresinense, no ano de 2015, concentra-se na área de serviço (9.025.179), seguido pela indústria (3.618.379) e pela agropecuária (47.358) (preços correntes R\$ 1.000) (IBGE, 2010-2015).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: IBGE Adaptado pela autora (2018)

Teresina exerce uma forte influência regional devido sua localização estratégica. Em escala nacional, influencia os Estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Tocantins, devido especialmente à oferta de serviços essenciais, como nos segmentos de saúde e educação (TERESINA, 2011). Além disso, a capital piauiense faz parte da Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina composta pelos municípios de Altos, Beneditinos, Coivaras, Curralinhos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Teresina e União, no Estado do Piauí, e pelo Município de Timon, no Estado do Maranhão (BRASIL, 2001).

A população desses municípios realiza em Teresina movimento pendular ou diário, que conforme Feitosa (2010, p. 47) “corresponde às pessoas que deixam suas residências antes do horário comercial para chegar ao trabalho ou às instituições de ensino e depois de encerradas suas atividades retornam para casa em seus respectivos municípios”.

Em relação às características ambientais, a capital é qualificada popularmente como uma “cidade quente”, à medida que fatores naturais como a proximidade da linha do Equador, que contribui para que receba grande quantidade de radiação solar (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2008, citado por FEITOSA, 2010, p. 65); e “a relação entre a umidade relativa do ar; o sistema de chuvas; a ausência de ventos e as altas temperaturas durante o ano todo provocam um conjunto de condições que resultam em certo desconforto térmico” (TERESINA 2011, p. 17). Segundo Feitosa (2011), além dos fatores naturais o crescente processo de urbanização, a maior densidade de construções e a retirada da vegetação, quando realizada para atender ao crescimento da cidade, também são responsáveis pelo aumento das temperaturas.

O intenso fluxo de pessoas nas ruas dos centros comerciais e as altas temperaturas aliadas ao clima seco acabam por estimular diversos tipos de negócios, dentre estes os relacionados à venda de paliativos para o calor, como sombrinhas, guaraná da Amazônia, sorvetes, água e água de coco.

A comercialização da água de coco no Centro de Teresina acontece por meio de vendedores em carrinhos, denominados coqueiras. Esses vendedores são constantemente alvos da fiscalização municipal devido, principalmente, às dimensões da coqueira e ao volume dos cocos e das cascas, que ocupam um considerável espaço nas calçadas e praças, podendo prejudicar a locomoção das pessoas e descaracterizar os espaços públicos.

Teresina conta com uma unidade de compostagem, que processa 15 toneladas de coco por dia, as fibras são utilizadas para confecção de jarros de jardim, o pó é transformado em composto orgânico, e são trituradas 10 toneladas diárias de galhos, que também são encaminhadas para hortas comunitárias e para produção de mudas em viveiros segundo (TERESINA, 2015).

As cascas descartadas pelos permissionários não são reaproveitadas pela unidade e partem para o aterro controlado da capital, que é gerido pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEMDUH) e operado pela iniciativa privada.

O aterro controlado existe desde 2014, e recebeu, em 2016, 409.813 toneladas de resíduos sólidos. O local não possui impermeabilização de base ou captação e reaproveitamento de gases; porém apresenta sistema de drenagem pluvial e de chorume, este

último passa por recirculação no próprio aterro. Além disso, 94,43% da população urbana de Teresina é atendida pelo serviço de coleta domiciliar, gerando uma média de 1,9 kg/dia de resíduos domiciliares e públicos per capita em relação à população urbana (BRASIL, 2018).

Tendo em vista que a casca do coco verde é um resíduo orgânico com volume e peso consideráveis, que podem onerar o serviço de limpeza público e diminuir a vida útil dos aterros, torna-se necessário propor formas de reaproveitamento que visem auxiliar o gerenciamento dos resíduos sólidos em Teresina.

4. Metodologia

O presente trabalho estudou a viabilidade do reaproveitamento da casca do coco verde proveniente das atividades da venda da água do fruto de forma *in natura* pelos permissionários no centro de Teresina-PI. O reaproveitamento das cascas visa o fomento de atividades socioeconômicas e diminuição da quantidade de resíduos mandados diariamente ao aterro controlado de Teresina.

Foi utilizado o método de abordagem indutivo, o qual se parte de algo particular para uma questão mais ampla, mais geral. Conforme Prodanov; Freitas (2013), no raciocínio indutivo, a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta que se objetiva conhecer. A partir das conclusões obtidas com base nessas observações, podem-se fazer generalizações, se acrescentado conteúdo mais amplo às premissas iniciais. A observação da situação atual da destinação das cascas de coco verde em Teresina-PI pode fornecer conhecimento aplicáveis a outras cidades com as mesmas características da capital piauiense.

Para Prodanov; Freitas (2013) a pesquisa científica visa a conhecer cientificamente um ou mais aspectos de determinado assunto, de forma sistêmica, metódica e crítica. O resultado da pesquisa contribui para ampliar o saber sobre o assunto escolhido, e assim para o avanço do conhecimento humano.

Realizou-se uma pesquisa aplicada, pois esta “gera conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos presentes no ambiente natural, envolvendo verdades e interesses locais” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51). Utilizou-se procedimentos metodológicos relacionados à pesquisa bibliográfica (pesquisa aplicada quantitativa) feita por meio de livros, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, dados da internet de fontes confiáveis. Posteriormente, fez-se uma pesquisa de campo (pesquisa aplicada qualitativa explicativa) para observação da situação atual da produção e destinação das cascas de coco.

Para a coleta de dados na pesquisa de campo utilizou-se a observação direta intensiva, que, segundo Prodanov; Freitas (2013, p. 102) “é realizada por meio da observação e da entrevista”. As entrevistas aplicadas aos permissionários foram feitas com a finalidade investigar seus locais de trabalho, rotina das vendas, a quantidade descartada e o modo de acondicionamento das CCV. Inicialmente foi proposto realizar entrevista com os 69 permissionários listados pelo Decreto Municipal nº 10.067, de 18 de março de 2010 (Anexo 1), porém, em campo, verificou-se a existência de 75 vendedores de água de coco na área delimitada para estudo, desses, 71 responderam as perguntas e três se recusaram a responder.

As entrevistas continham perguntas abertas e fechadas, de acordo com o Roteiro do Apêndice A. Utilizou-se smartphone como meio de coleta de dados e o Google Forms para armazenamento de dados e montagem de gráficos para melhor entendimento das informações obtidas. Além disso, foram marcados pontos de localização por meio de aparelho de GPS de navegação da marca Garmin Etrex 30x.

Além disso, foram realizadas visitas a Unidade de Compostagem de Teresina (UCT) nos dias 28 de junho de 2018 e 01 de fevereiro de 2019, ambas no horário da manhã. A primeira foi acompanhada pelo servidor da Superintendência Rural de Teresina, responsável pela UCT, na qual se aplicou o Roteiro de entrevista presente no Apêndice C, foram marcados pontos de localização no aparelho de GPS de navegação da marca Garmin Etrex 30x para posterior formulação de mapa utilizando o software livre QGIS, versão 2.0 (Las Palmas). Já a segunda foi acompanhada pelo responsável pelo processo de compostagem, e teve como objetivo a sanar dúvidas que surgiram após a análise das informações obtidas na primeira visita. Utilizou-se também o software gratuito Google Earth, que conforme Lima (2012, p. 17) é um “software livre que combina imagens de satélite com características do terreno para fornecer uma renderização digital em 3D da superfície da Terra”, para marcação de ponto coordenada geográfica e observação da área da UCT.

Também foram investigadas duas indústrias envasadoras, identificadas com base na pesquisa de campo realizada na UCT. Cabe mencionar que essas indústrias não representam o total de envasadoras existentes em Teresina, ou seja, a quantidade de cascas descartadas no município por esse tipo de estabelecimento pode ultrapassar os valores apresentados nesse trabalho. As entrevistas nas envasadoras foram realizadas conforme o Roteiro do Apêndice B, e o contato com a envasadora A foi feito por meio de email, enquanto na envasadora B foi permitido acesso ao estabelecimento e registro fotográfico.

Os pontos de coordenadas geográficas marcados junto aos permissionários serviram de base para localizar os alvos da pesquisa, e posterior formulação de um mapa utilizando o software livre QGIS, versão 2.0 (Las Palmas), que consiste em Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O mapa contém a localização dos permissionários, e objetiva fornecer informações relevantes para melhor tomada de decisões dos órgãos públicos, caso decida-se incorporar as cascas de coco descartadas à dinâmica da UCT.

Para a análise do mercado consumidor, estudou-se a literatura referente ao processamento das cascas de coco e seus resultados, levaram-se em conta os tipos de produto e suas possibilidades. A partir daí montou-se um quadro conforme o Roteiro do Apêndice D,

com informações que foram comparadas a realidade da cidade de Teresina, esse quadro não possui caráter de análise de mercado, visa somente demonstrar que os produtos teriam um destino inicial, ou seja, uma “matriz de oportunidades”, conforme RIBEIRO e MORELLI, (2009, p. 88).

5. Embasamento teórico

5.1. Meio ambiente e Resíduos sólidos

Miller e Scott (2015) entendem que ambiente é tudo que está ao nosso redor, as coisas vivas e inanimadas que nos cercam e com as quais interagimos em uma rede complexa de relações que nos conectam uns aos outros e com o mundo em que vivemos.

Já para a Lei Federal nº 6938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas (BRASIL, 1981).

Para o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) Resolução nº 306, de 5 de julho de 2002, meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

Sánchez (2008) considera que o conceito de ambiente é:

Amplo porque pode incluir tanto a natureza como a sociedade. Multifacetado porque pode ser apreendido sob diferentes perspectivas. Maleável porque, ao ser amplo e multifacetado, pode ser reduzido ou ampliado de acordo com as necessidades do analista ou os interessados (Sánchez, 2008, p. 18).

O conceito de meio ambiente para Sánchez (2008) não é definitivo, pois com o aprofundamento dos estudos ambientais, gerou-se uma gama de especialidades que se complementam em seus conhecimentos, principalmente quando se trata de planejamento e gestão ambiental. Esses especialistas dividem-se em três grandes grupos, meio ambiente físico, biológico e antropológico, em que cada um apresenta sua visão característica do que seria meio ambiente.

O ambiente é o campo de estudo da gestão ambiental (SÁNCHEZ, 2008), e com a maior influência do conceito de preservação ambiental nas empresas, em especial na década de 90 e primeira década de 2000, a gestão ambiental moldou-se para auxiliar na geração de lucro aliada à preservação ambiental, com entendimento de que os recursos ambientais são finitos e a sustentabilidade ecológica fundamental para os negócios (SEIFFER, 2007).

A consciência ambiental começa a ganhar espaço em muitos países na década de 90, os investimentos em qualidade ambiental passam a ser vistos como importantes para a manutenção da qualidade de vida. Essa década foi marcada pelas discussões acerca dos problemas climáticos, da necessidade de racionalização do uso de energia e matéria-prima e da minimização do desperdício por meio da reciclagem e reutilização (SEIFFERT, 2007).

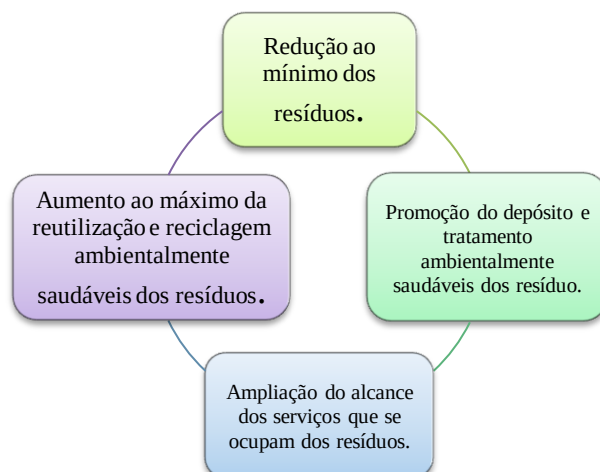
Foi nesse período que ocorreu a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92 ou Cúpula da Terra), no Rio de Janeiro em 1992. Nesse evento formularam-se cinco acordos oficiais internacionais: a declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento, Agenda 21 e meios para sua implementação; Convenção - Quadro sobre Mudanças Climáticas; Convenção sobre Diversidade Biológica e Declaração de Floresta (SEIFFERT, 2007).

Entre esses acordos está Agenda 21, um importante instrumento de nível macro que engloba as esferas federal, estadual e municipal no processo de gestão ambiental. A Agenda 21 estabeleceu diretrizes gerais para a erradicação da pobreza e mudanças dos padrões insustentáveis de produção e consumo de recursos naturais (TINICO; KRAEMER citados por SEIFFERT, 2007). Em seu capítulo vigésimo primeiro, a Agenda 21 trata do manejo ambientalmente saudável dos resíduos, que se encontra entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente da Terra e, principalmente, para alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável.

Cabe destacar que desenvolvimento sustentável envolve a economia, a sociedade e o meio ambiente, em que a satisfação das necessidades básicas da população sempre deve considerar a preservação ambiental, para que as futuras gerações tenham a mesma chance de sobreviver (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010). Visando, dessa forma, à compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981).

A Agenda 21 define quatro principais áreas que devem ser desenvolvidas nos programas relacionadas com os resíduos, conforme a Figura 2:

Figura 2 – As quatro principais áreas de programas relacionadas com os resíduos



Fonte: Adaptado pela autora de Agenda 21 (1992).

Conforme a Agenda 21 (1992), as quatro áreas de programas estão correlacionadas e se apoiam mutuamente, devem estar integradas para formar uma estrutura eficiente de manejo dos resíduos sólidos. Os municipais devem combinar essas áreas e definir a importância de cada uma delas segundo suas condições socioeconômicas, físicas e locais; taxas de produção de resíduos e a composição destes.

Kligerman (2000) destaca os resíduos como um dos problemas da humanidade sob os aspectos sanitário, econômico e social, e a preocupação com os impactos ambientais que os resíduos podem causar parte da percepção da quantidade crescente do volume e da falta de locais adequados para destinação. Além disso, as tecnologias para tratamento e disposição são caras ou insatisfatórias, sendo acrescentada ainda a complexidade dos materiais descartados, o que dificulta os processos de reaproveitamento, reciclagem e compostagem. Ferreira (2000) afirma também que os resíduos sólidos podem causar impactos e resultar em danos à saúde e ao meio ambiente, saber a dimensão desses impactos depende do conhecimento sobre os resíduos, seus componentes e sua produção (da trajetória a destinação final).

Sánchez (2008) considera, de forma ampla, que impacto ambiental é a alteração, benéfica ou adversa, da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada pela ação humana.

Na Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986, o impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e

econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Conclui-se que impacto ambiental consiste em uma alteração benéfica ou adversa da qualidade ambiental, causada por uma matéria ou energia resultante de atividades humanas. Em se tratando da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos os impactos possuem aspectos negativos, haja vista a quantidade e heterogeneidade dos resíduos, além das limitações técnicas e tecnológicas para o reaproveitamento e reciclagem e da produção de espaços adequados à disposição final. O Quadro 1 enumera os principais impactos ambientais negativos causados pela disposição inadequada de RSU e seus respectivos efeitos sociais e ambientais.

Quadro 1 – Impactos ambientais causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos.

IMPACTOS AMBIENTAIS	EFEITOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A POPULAÇÃO
Poluição do ar	• Intensificação do efeito estufa causado pela liberação de metano (biogás) no processo de decomposição/estabilização. • Maus odores emanados do gás sulfídrico (H₂S) e da decomposição de materiais orgânicos. • Fumaça proveniente da queima irregular do lixo • Problemas respiratórios causados pela poeira, fumaça e mau cheiro. • Problemas de visão, como irritação e inflamação das mucosas oculares.
Poluição das águas superficiais e subterrâneas	• Contaminação das águas por componentes físicas, químicas e biológicas provenientes do lixo. • Poluição das águas por chorume, em especial das águas subterrâneas. • Transferência de gases produzidos na decomposição do lixo por difusão e convecção. • Contaminação de plantas e animais. • Obstrução de canais de escoamento de água.
Poluição do solo	• Contaminação e alteração das características físicas, químicas e biológicas do solo pelo resíduo e os componentes de sua decomposição, como o chorume. • Empobrecimento do solo. • Acumulação de poluentes em vegetais e animais.
Proliferação de vetores e contaminação da cadeia alimentar	• Criação de condições favoráveis para reprodução de macrovetores, como ratos, baratas, moscas, cachorros, suínos, aves, equinos; e microvetores, como vermes, bactérias, fungos, actinomicetos e vírus, transmissores de doenças aos seres humanos. • Maior consumo de inseticida.
Poluição visual	• Impactos emocionais, como depressão, medo, nojo, mal-estar etc.

Fonte: Adaptado pela autora de Sisinnio (2000), Sisinnio; Oliveira (2000)

No Brasil, tendo em vista os impactos negativos provocados pela má gestão dos resíduos, foi promulgada a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, ou Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), após quase 20 anos de discussões no Congresso Nacional. A Lei trata tanto de aspectos técnicos relativos ao gerenciamento dos resíduos, como as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento dos resíduos, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Também discorre sobre desenvolvimento sustentável, por meio da gestão integrada, caracteriza um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social.

Conforme a PNRS os Municípios passam a ser responsáveis pela gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sendo a elaboração de plano municipal de gestão integrada condição necessária para que esses entes públicos tenham acesso a recursos federais destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Para Maiello, Britto, Valle (2018) muitos municípios brasileiros encontram dificuldades para realizar adequadamente os serviços de manejo de resíduos sólidos, sobretudo, em razão de deficiências como pouco recurso financeiro e limitada capacidade institucional e de gerenciamento, especialmente em municípios de pequeno porte.

No Brasil, segundo dados do Panorama de Resíduos Sólidos, lançado pela Abrelpe, em 2016, 71,3 milhões de toneladas de resíduos foram coletados (91% da cobertura nacional), desses 41,7 milhões de toneladas foram enviadas para aterros sanitários, ao mesmo tempo em que 3.331 municípios brasileiros lançaram 29,7 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações.

A Agenda 21(1992) destaca que os custos dos serviços de depósito dos resíduos podem aumentar à medida que se esgotam os locais de despejo tradicionais. Ademais, quando se incrementa a aplicação de controles ambientais nos depósitos e se aumenta a quantidade de resíduos de maior persistência, o que ocorre especialmente em países industrializados, o custo com a gestão dos resíduos sólidos tende a subir. Uma das soluções propostas pela Agenda 21(1992) é a maximização ambientalmente correta do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos, entendendo-se que quando se modifica a economia dos serviços de gerenciamento de resíduos, a reciclagem deles e recuperação de recursos tornam-se mais rentáveis. E acrescenta:

Os futuros programas de manejo de resíduos devem aproveitar ao máximo as abordagens do controle de resíduos baseadas no rendimento dos recursos. Essas atividades devem realizar-se em conjunto com programas de educação do público. É importante que se identifiquem os mercados para os produtos procedentes de materiais reaproveitados ao elaborar os programas de reutilização e reciclagem (AGENDA 21, 1992, p. 345).

É necessário então realizar um manejo de resíduos sólidos que busque agregar valor, ou seja, um ganho tanto no aspecto financeiro por meio do reaproveitamento e reciclagem, quanto social, com programas de educação ambiental e atividades socioeconômicas. A Agenda 21 e a PNRS apontam que antes de discutir a ponta final do manejo dos resíduos sólidos deve-se priorizar a educação ambiental para redução da produção de lixo pela população e a implantação de políticas públicas que favoreçam a coleta seletiva e a logística reversa. Além disso, os programas de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos podem representar uma alternativa lucrativa para minimizar os impactos ambientais negativos.

5.2. Resíduos sólidos: conceito, classificação e características

Lixo é tudo aquilo que é descartado nas atividades humana, é o que não possui mais uso. Depois que se tornou destaque nas discussões acerca da defesa ambiental, o lixo ganhou nova denominação e torna-se resíduo sólido, esse novo conceito tenta, de certa forma, transmitir a complexidade desse elemento. Para a Lei 12.305/2010, resíduo sólido é:

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

A PNRS classifica os resíduos quanto à periculosidade e à origem. Sendo a primeira subdividida em: resíduos perigosos, aqueles que apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental em razão de suas características; e resíduos não perigosos, os que não oferecem riscos à saúde ou à qualidade ambiental. Quanto à origem se classificam conforme o Quadro 2:

Quadro 2 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem

Resíduos domiciliares	Os originários de atividades domésticas em residências urbanas.
Resíduos de limpeza urbana	Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
Resíduos sólidos urbanos	Os resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana.
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes.
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos.
Resíduos industriais	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos de serviços de saúde	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama (Sistema Nacional de Meio Ambiente) e do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária).
Resíduos da construção civil	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
Resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
Resíduos de serviços de transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
Resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

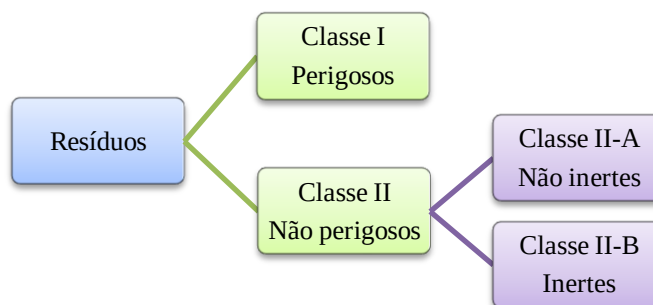
Fonte: Adaptado pela autora de Brasil (2010).

Por sua vez, a NBR 10004 (2004, p. 1), define resíduos sólidos como:

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

Segundo essa norma, os resíduos classificam-se em perigosos e não perigosos, como ilustra a Figura 3:

Figura 3 – Classificação dos resíduos sólidos segundo a NBR 10004



Fonte: Adaptado pela autora de NBR 10004 (2004).

Os resíduos perigosos, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresentam as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Já os resíduos não perigosos são divididos em dois grupos: os não inertes, que são biodegradáveis, combustíveis e solúveis em água; e os inertes, que não são solúveis em água (NBR 10004, 2004).

Compreende mencionar que, conforme Ferreira (2000), determinar as características físico-químicas dos resíduos, sua composição quantitativa e qualitativa é o ponto de partida para qualquer projeto de gerenciamento adequado.

5.3. Gerenciamento e gestão dos resíduos sólidos urbanos

Conforme a Lei Federal 12.305/2010, entende-se por gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Enquanto a gestão integrada de resíduos sólidos envolve o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, cabe mencionar as considerações de Seiffert (2007, p. 55) em relação à gestão e ao gerenciamento ambientais, os quais possuem um caráter diferente “à medida que o processo de gerenciamento está associado a medidas de caráter tático na organização, enquanto a gestão implica em processos de ordem mais estratégica”. A autora afirma que o

gerenciamento pode ser entendido como uma parte do conceito de gestão ambiental, respeitando-se sempre os princípios e metas da política ambiental que orienta a gestão.

Outro tópico importante, e inerente ao gerenciamento dos resíduos sólidos, é a diferença entre destinação e disposição ambientalmente adequadas. Destinação inclui todas as possibilidades de destino dos resíduos, como a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, como, por exemplo, a disposição final, que é aplicada aos rejeitos, elementos sem possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. O Quadro 3 ilustra as principais formas de destinação dos resíduos sólidos brasileiros.

Quadro 3 – Principais rotas para a destinação dos resíduos sólidos urbanos pós consumo

Rota		Vantagens	Desvantagens
Aterro	Vazadouro	• Custo baixo • Ausência de técnica especial	• Falta de espaço para aterro • Contaminação • Reação negativa da população • Falta de legislação municipal • Custo de transporte
	Aterro controlado	• Maior simplicidade de técnica • Menor custo que o aterro sanitário	• Não há tratamento completo de efluentes
	Aterro sanitário	• Ausência de contaminação do aterro • Possibilidade de reurbanização do local	• Falta de espaço para aterro sanitário • Ausência de legislação municipal • Custos de transporte
Reciclagem		• Despoluição ambiental • Reposição parcial de matéria-prima • Possibilidade de criação de cooperativas de mão de obra • Redução de material enviado aos aterros • Autofinanciável	• Grande volume de estoque de resíduos • Dificuldade/impossibilidade de obtenção de materiais reciclados competitivos • Alta heterogeneidade e composição irregular da matéria-prima • Disponibilidade irregular de resíduos

Compostagem	• Obtenção de adubo orgânico • Eliminação do refugo orgânico	• Eventual contaminação com materiais tóxicos • Baixa qualidade do adubo
Incineração	• Disposição de resíduos orgânicos • Decréscimo de volume do resíduo	• Corrosão de equipamentos • Alto custo no tratamento dos efluentes
Logística reversa	• Retorno do resíduo ao ciclo de vida dos produtos. • Responsabilização dos fabricantes, importadores distribuidores e comerciantes.	• Implantação de postos de entrega. • Serviço de fiscalização do cumprimento da legislação. • Pouca informação por parte do consumidor.

Fonte: Adaptado pela autora de E. B. Mano e C.M.C. Bonelli – Recycling of addition polymers versus environmental pollution. Degradable and Recyclable Polymers on Latin America – WEDPLA'98. – CD-ROM, Campinas, 1998, In: Mano; Pacheco e Bonelli (2010, p.116) e Brasil (2010).

Mano; Pacheco e Bonelli (2010) entendem por vazadouro ou lixão uma forma inadequada de disposição final dos resíduos. Os rejeitos são despejados a céu aberto, sem medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde. Os impactos ambientais como poluição do solo e subsolo, dos corpos d'água, do ar e a proliferação de vetores de doenças, são intensificados nessa forma de despejo. Cabe destacar que o chorume produzido na decomposição de materiais orgânicos, quando em contato com produtos tóxicos, como pilhas e baterias, contamina-se com metais pesados e outras substâncias e penetra o solo e posteriormente os corpos hídricos subterrâneos, poluindo ambos.

No caso de aterros controlados esse tipo de poluição também acontece, pois não há sistema de tratamento de chorume ou impermeabilização de base. A diferença entre o vazadouro e o aterro controlado é que neste os resíduos recebem diariamente uma cobertura de material inerte. Segundo Lima (1995, citado por MAZZER; CALVACANT, 2004) esta cobertura não resolve os problemas de poluição gerados pelos resíduos, porque não são levados em conta os mecanismos de formação de gases e líquidos.

Sendo assim, a PNRS, impõe a substituição de formas inadequadas de despejo por formas que garantam a segurança ambiental. Nesse sentido, o aterro sanitário é uma opção que busca evitar ou minimizar riscos e danos à saúde pública e ao ambiente, uma vez que utiliza princípios de engenharia para a construção do aterro e considerando a topografia do relevo. O confinamento dos resíduos acontece em camadas recobertas com material inerte, geralmente solo, há um sistema de drenagem de gases e chorume e a impermeabilização do

solo. Os aterros sanitários seguem normas operacionais específicas, que garantem a mitigação de impactos ambientais (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010).

A incineração, por sua vez, é outra forma de destinação dos rejeitos. Consiste em um processo de oxidação térmica à alta temperatura, normalmente variando de 800°C a 1.300°C, de acordo com a quantidade e composição do rejeito. Utilizada para a destruição de resíduos e para a redução de volume e toxicidade, a incineração gera escórias, cinzas e gases, que demandam tratamento específico (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010).

Entre formas de destinação, há aquelas que reintroduzem os resíduos ao ciclo produtivo, de forma direta ou indireta, ou seja, os resíduos retornam a dinâmica de produção, que envolve a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. Dessa forma, a PNRS adota como um de seus princípios o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Compete aos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos o dever de apresentar um conteúdo mínimo que contemple a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.

As formas de destinação que reintroduzem os resíduos no ciclo produtivo demandam a elaboração de centros de coleta seletiva, que possibilitem a segregação previa dos resíduos, conforme sua constituição ou composição. Esses centros contariam com a participação, prioritariamente, de cooperativas ou associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, sendo um instrumento de inclusão social e valorização do importante trabalho desses agentes ambientais.

O poder público municipal pode efetivar a participação da sociedade nos centros de coleta seletiva quando, na elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, responsabilizar os consumidores pelo acondicionamento diferenciado dos resíduos sólidos gerados, de forma a disponibilizar adequadamente os reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. E como forma de estímulo o poder público municipal pode instituir incentivos econômicos àqueles que participem do sistema de coleta seletiva.

Entre os processos convencionais de reintrodução dos resíduos ao ciclo de vida dos produtos está a reciclagem, “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010). De acordo com Abrelpe (2015), foram reciclados no Brasil 602 mil toneladas de alumínio, recuperou-se 63,4% de papéis com potencial de reciclagem e, dentre os diversos tipos de plásticos utilizados, a reciclagem de PET apresentou um índice de 51%.

A logística reversa é outra forma de destinação final ambientalmente adequada, e segundo a PNRS, é “um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos”. Atribui-se aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, produtos eletrônicos e de lâmpadas fluorescentes a vapor de sódio ou mercúrio e mista a obrigação de estruturarem um sistema de logística reversa para recuperar seus produtos. Segundo dados da Abrelpe (2016), registrou-se no Brasil, em 2016, o retorno à cadeia produtiva de 44.528 toneladas de embalagens vazias de defensivos, das quais 90% das embalagens foram enviadas para reciclagem e 4% para incineração; e de 5.015 toneladas de embalagens de óleos lubrificantes.

Depreende-se, conforme as informações apresentadas, que além das formas convencionais de disposição final, há alternativas de reintrodução dos resíduos ao ciclo de vida dos produtos. Isso possibilita o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento ambientalmente adequado, que vise diminuir a quantidade de resíduos dispostos permanentemente. Esses possíveis destinos necessitam de uma política de educação ambiental que demonstre à população que os tratamentos dos resíduos têm altos custos, mas caso se negligencie esses procedimentos os danos causados ao meio ambiente e consequentemente às pessoas podem ser irreversíveis. Não há fórmula definitiva na questão dos resíduos sólidos, as técnicas e tecnologias devem ser desenvolvidas para se contemplar a infinidade de resíduos e realidades existentes para assim mitigar impactos ambientais.

5.4. Resíduos orgânicos

Entre os diversos resíduos produzidos, encontram-se os orgânicos ou biodegradáveis, isto é, eles se decompõem por ação microbiológica, de invertebrados e de pequenos animais quando dispostos no ambiente natural (INÁCIO; MILLER, 2009). Embora esses resíduos pareçam menos danosos ao ambiente por serem biodegradáveis, a grande quantidade, contato com resíduos perigosos e a falta de ações promotoras de reciclagem/reaproveitamento/tratamento podem torná-los danosos aos meios rural e urbano.

No Brasil, o tratamento dos resíduos orgânicos é ainda incipiente. O Ministério das Cidades e o SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em sua décima quinta edição do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016, apresentaram informações sobre as características e a situação dos serviços de manejo de resíduos sólidos

de 3.670 municípios brasileiros, dos quais 80 são piauienses, entre eles Teresina. Destaca-se que o Diagnóstico não retratou a situação de todos os 5.570 municípios porque o SNIS não recebeu respostas válidas de 1.900 municípios, por razões, conforme Brasil (2018, p. 11), que “vão desde o desinteresse às dificuldades internas que têm alguns municípios para obter seus dados”. Assim, foram obtidas respostas de 65,9 % dos municípios brasileiros.

O documento pôde inferir o destino final de 85,2% da massa coletada no País, desse valor total 59,0% foram dispostos em aterros sanitários, 9,6% em aterros controlados, 10,3% em lixões, 3,4% encaminhados para unidades de triagem e de compostagem, e 17,7% permaneceram sem informação (BRASIL, 2018).

Segundo os dados do Diagnóstico, existem apenas 67 unidades de compostagem (pátio ou usina), sendo 51 delas localizadas na região Sudeste, 10 na região Sul, 3 na região Nordeste, 2 na região Centro-Oeste e 1 na região Norte. Essas unidades processaram 315.983 toneladas de resíduos no ano de 2016, dos quais 2.106 toneladas correspondem a Região Nordeste. Para Brasil (2018, p. 130) “há a possibilidade de estes números estarem subestimados, mas isso expõe a enorme deficiência do País nesse campo, especialmente por a matéria orgânica representar aproximadamente 50% da massa de resíduos domiciliares”.

Entre os impactos ambientais negativos causados pelo gerenciamento inadequado dos resíduos orgânicos pode-se citar o comprometimento da salubridade ambiental devido à proliferação de vetores; contaminação dos recursos hídricos e do solo, devido ao chorume contaminado por substâncias tóxicas provenientes, por exemplo, de pilhas e baterias; poluição do ar, devido os gases liberados no processo de decomposição, em especial o metano, gás intensificador do efeito estufa.

Existem diversos métodos para o tratamento e a destinação dos resíduos orgânicos, tais como: vermicompostagem (com minhocas), enterramento, biodigestão, incineração e compostagem (BRASIL, 2017). Esses resíduos são importantes na ciclagem de nutrientes e destiná-los para aterros sanitários, além de ser um desperdício econômico, está em desacordo com a PNRS, que prevê que somente rejeitos devem seguir para disposição final.

Cabe frisar que entre as diversas técnicas aplicáveis ao gerenciamento dos resíduos orgânicos, a compostagem é bastante eficiente no tratamento, pois traz como benefícios ambientais, tais como: a redução da poluição de recursos hídricos; aumento da vida útil dos aterros sanitários e a mitigação de emissões de metano oriundo da disposição de resíduos urbanos (INÁCIO; MILLER, 2009). Para Brasil (2017), a compostagem resgata uma alternativa ambientalmente adequada de destinação dos resíduos orgânicos, de baixo custo,

que produz um composto orgânico de alta qualidade, que serve como fertilizante orgânico para diferentes objetivos.

A compostagem é “uma técnica de biodecomposição da matéria orgânica dependente de oxigênio e com geração de calor, levando a temperaturas típicas de 50°C a 65°C, e picos que podem chegar a mais de 70°C” (INÁCIO; MILLER, 2009, p. 31). Ela procura “reproduzir algumas condições ideais de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura, evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos” (BRASIL, 2017, p.25).

Um importante elemento do processo de compostagem é a relação carbono-nitrogênio (C/N) determinada pelo tipo de resíduos a serem compostados. A proporção de carbono e nitrogênio influencia as atividades microbianas responsáveis pela decomposição dos resíduos, pois o carbono é fonte de energia e essencial para a formação celular desses organismos, enquanto o nitrogênio é a base para a formação das proteínas, como do DNA e do RNA microbiano (INÁCIO; MILLER, 2009). O Quadro 4 apresenta alguns resíduos orgânicos que são fontes de carbono e nitrogênio.

Quadro 4 – Resíduos fontes de carbono e nitrogênio

Fontes de Carbono	Fontes de nitrogênio
Serragem	Esterco de aves e suínos
Palha	Cascas de frutas e verduras
Folhas secas	Folhas verdes de árvores
Aparas de madeira	Restos de carne

Fonte: Adaptado pela autora de INÁCIO e MILLER (2009) e Brasil (2017)

Sugere-se que a relação C/N deve obedecer à ordem de 30 a 40/1, ou seja, 30 a 40 partes de carbono para uma parte de nitrogênio. Porém, não é necessário que essa proporção seja exata, o importante é observar as características da leira em virtude dos resíduos disponíveis para a compostagem, pois essa observação fornece o conhecimento necessário para a condução do processo. Sendo preferível que se coloque uma pequena quantidade a mais de material rico em nitrogênio, mesmo que ocorra pequena perda desse nutriente, a fim de garantir o seu suprimento durante a decomposição. (PARANÁ, 2012).

Brasil (2017) e Paraná (2012) acrescentam que quando há quantidade elevada de carbono mais lenta é a decomposição; e no caso de menor quantidade de carbono maior será a

perda de nitrogênio em forma de gás amônia, provocando mau cheiro. Além disso, a relação C/N influencia a estrutura das leiras, sua porosidade ou aeração, fundamental para a manutenção dos micro-organismos, retenção de umidade e calor (INÁCIO; MILLER, 2009).

Há diversas técnicas de compostagem, Inácio e Miller (2009) destacam alguns métodos que se diferenciam de acordo com o tipo de aeração, grau de revolvimento das leiras, utilização de confinamento (biorreatores), o Quadro 5 apresenta alguns aspectos importantes dos métodos de compostagem:

Quadro 5 – Métodos de compostagem

Método de compostagem	Características
Compostagem com revolvimento de leiras	Método mais comum no Brasil Utiliza maquinário e transporte para revolver o material das leiras para recuperar a aeração do processo. Indicado para compostagem de grandes volumes de material vegetal, restos de poda, grama e folhas secas.
Leiras estáticas com aeração forçada	Utiliza equipamentos para a insuflação ou aspiração de ar no interior da leira, como compressores e ventiladores.
Compostagem em reatores (confinada)	Utiliza estruturas fechadas como, container, grandes cilindros de material metálico ou em concreto e alvenaria. Depende de aeração forçada e revolvimento mecânico da massa compostada.
Leiras estáticas com aeração natural ou passiva (método UFSC)	Método de baixo custo, em que o principal elemento é a organização das leira em formato retangular, visando assim a aeração natural do composto.

Fonte: Adaptado pela autora de Inácio e Miller (2009)

Para a escolha de um método devem-se levar em conta as vantagens e desvantagens de cada um, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Informações comparativas entre os métodos de compostagem.

Métodos de compostagem	Leiras estáticas com aeração natural ou passiva (método UFSC)	Leiras com revolvimento periódico	Leiras com aeração forçada	Compostagem em reatores (In –vessel systems)
Vantagens	Baixo custo de implantação. Simplicidade de operação. Necessita áreas menores em relação ao método de leiras revolvidas. Não utiliza energia extra. Satisfatório controle de odores. Minimização da geração de chorume. Pouca exigibilidade de máquinas e equipamentos.	Baixo custo de implantação. Simplicidade de operação e uso de máquinas comuns. Menor exigência de acompanhamento técnico especializado em comparação com outros métodos. Flexibilidade de processar grandes volumes de resíduos. Produção de composto homogêneo.	Médio investimento inicial. Maior controle do processo, temperatura e aeração. Permite menor tempo de compostagem que as leiras revolvidas. Melhor controle de odores, possibilidade de uso de biofiltros. Menor necessidade de área que as leiras revolvidas.	Aceleração da fase de degradação ativa (maturação mais prolongada). Melhor controle de processo de compostagem, aeração e temperatura. Possibilidade de automação. Menor demanda por área. Possibilidade para controlar odores via biofiltros. Potencial para recuperação de energia térmica (dependendo do sistema). Independência de agentes climáticos.
Desvantagens	Dependente de operadores bem treinados e com conhecimento do processo de compostagem. Utiliza muito material vegetal de lenta degradação (ex.: serragem). O que pode ser difícil de ser conseguido em alguns locais e elevar o custo da operação. A montagem das leiras é mais demorada. Em alguns casos pode exigir o peneiramento do composto para retirada de materiais de lenta degradação como a serragem remanescente, por exemplo.	Necessidade de áreas maiores em relação ao método de leiras estáticas. Necessidade de máquinas para o revolvimento e maior intensidade de uso, elevando o custo de manutenção e operação. Elevada produção de chorume e difícil controle de odores. A constante movimentação de máquinas fica dificultada em períodos chuvosos.	Custo de implantação com equipamentos de aeração específicos. Utiliza energia externa, eletricidade. Necessidade de bom dimensionamento do sistema de aeração e controle dos aeradores. Custo com manutenção de equipamentos, aeradores e tubos perfurados.	Elevado investimento inicial. Maior custo de operação e manutenção com os equipamentos (sistemas mecânicos especializados). Maior produção de chorume na fase de degradação ativa. Utiliza energia externa. Menor flexibilidade operacional para tratar volumes variáveis de resíduos. Risco de erro difícil de ser reparado se o sistema for mal dimensionado ou a tecnologia proposta for inadequada. Tecnologias licenciadas.

Fonte: Inácio e Miller, 2009, p. 72.

A escolha dos métodos de compostagem, segundo os autores, depende do tipo de resíduo, sua quantidade, da área disponível para a compostagem, da localização, da

proximidade de núcleos habitacionais, da disponibilidade de recursos a ser investido e os custos para manutenção do projeto, da mão de obra disponível, do clima local, etc. A escolha do método mais adequado garante a eficiência do projeto de compostagem.

Destaca-se que um pátio de compostagem precisa possuir no mínimo: área para as leiras; áreas para armazenagem dos materiais ricos em carbono (como serragem, palha, folhas e podas de árvores); área para lavagem e armazenagem das bombonas (quando os resíduos forem provenientes de coleta seletiva); e área para o período de maturação do composto. Se o composto for comercializado será necessária uma área para peneiramento, empacotamento e armazenagem deste (BRASIL, 2017). Ressalta-se ainda que “no processo de concepção, instalação e operação de um sistema de compostagem, há a necessidade de consulta ao órgão ambiental a fim de verificar a obrigatoriedade de licença ou autorização ambiental, visando atender à legislação vigente” (PARANÁ, 2012, p. 17).

A compostagem pode gerar impactos negativos ao meio ambiente e à vizinhança, mas para Inácio e Miller (2009, p. 97) “não há um potencial preocupante, pois quando o processo é controlado representa uma biotecnologia transformadora de resíduos orgânicos em benefício ambiental”. Os autores salientam que para garantir o bom andamento do processo utilizam-se indicadores de qualidade do pátio de compostagem que envolvem o controle de aspectos ambientais como produção de chorume (efluente); proliferação de vetores como moscas, ratos; ocorrência de odores fortes; produto final sem risco de contaminação do solo, água e pessoas que o manuseiam.

O controle e monitoramento no pátio de compostagem devem ser constantes, com enfoque especial nas qualidades do composto produzido, das coleções hídricas superficiais, dos efluentes líquidos gerados na unidade e do corpo hídrico receptor desses líquidos. Devem-se avaliar frequentemente os impactos proporcionados à vizinhança devido à operação com máquinas, transporte, poeira e odores, sendo importante o plantio de uma barreira arbórea no perímetro do pátio para amenizar de aspectos ambientais (INÁCIO; MILLER, 2009; BRASIL, 2017).

Paraná (2012) sugere que o monitoramento do processo pode ser feito por meio de fichas, para o controle das leiras, com dados sobre temperatura da leira (medida diariamente), tempo de compostagem, medidas de controle (correspondentes à presença de odores, moscas ou vegetação, situação da umidade, produção de chorume); e controle de revolvimento, com informações sobre as datas em que foram aeradas as leiras e o teor de umidade antes do reviramento. Esse acompanhamento deve ser realizado diariamente por operadores treinados,

os quais de preferência devem ser fixos nesta atividade, pois a troca constante de operador dificulta a aprendizagem prática sobre o processo.

O produto da compostagem é constituído de material orgânico de cor escura, parcialmente estabilizado, homogêneo (não se pode distinguir os materiais de origem), quando úmido possui aspectos plástico, e seco tende a esfacelar-se. Pode ser aplicado diretamente ao solo agrícola ou servir de substrato para a produção de mudas. Seu uso pode ser isolado, em sistemas de agricultura orgânica, ou pode ser associado a fertilizantes químicos, intensificando a eficiência destes. Entre os benefícios do composto orgânico estão: o fornecimento de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio; elevação de troca de cátions no solo, reduzindo as perdas por lixiviação; aumento da estabilidade do pH do solo; incremento da microbiota do solo, melhoramento da aeração e drenagem do solo (INÁCIO; 2009).

5.4.1. A casca do coco verde

Em se tratando das cascas do coco verde (CCV), resíduo orgânico proveniente tanto de atividades comerciais quanto de processos industriais, conforme Mattos et al. (2012, p. 3), “este resíduo é constituído pelo mesocarpo, que é a parte espessa e fibrosa do fruto, pelo exocarpo ou epicarpo, que constitui a epiderme, e pelo endocarpo, que no fruto imaturo ainda não se apresenta tão duro e rígido como no coco maduro”, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Estrutura do coco verde



Fonte: Mattos et al. (2012, p. 3)

“A composição química da casca do coco varia conforme a fonte, a época do ano e a quantidade de chuvas” (KÄMPF & FERMINO, 2000 citados por ROSA et. al., 2002, p. 16),

mas em geral as CCV apresentam de média à alta concentração de sais, o que provoca uma condutividade elétrica (CE) proporcional. Essa característica é uma das mais importantes a serem consideradas no processamento das cascas, pois o alto teor de sais nas fibras e no pó pode comprometer a germinação e limitar o crescimento das plantas sensíveis à salinidade (MATTOS et al., 2012).

As CCV são resíduos altamente reutilizáveis, apresentando dois produtos principais, o pó e as fibras. O pó pode ser utilizado na compostagem ou como substrato agrícola, já a fibra, produto de alto valor econômico, pode ser utilizada em diversos subprodutos, como assentos e revestimento internos de veículos produção de mantas, telas de proteção do solo, vassouras, tijolos ecológicos, carvão ecológico (briquetes), telhas ecológicas, isolamento acústico. O líquido gerado durante a prensagem da casca de coco verde (LCCV), o qual pode ser considerado um resíduo do processamento, apresenta diversas potencialidades. Mattos et al. (2012, p. 15) destaca que o LCCV é “fonte de taninos para formulação de resinas fenólicas e para fins fitoterápicos; fonte de açúcar em processos fermentativos e geração de biogás; e fonte de potássio, na fertilização de cultivos agrícolas”.

A produção do coco verde no Brasil, durante os últimos anos, vem sendo reorganizada e ganhou moldes da agricultura de mercado e da agricultura científica. Cavalcanti (2006, citado por CAVALCANTE, 2015) aponta que o consumo da água de coco é uma moda impulsionada pelas qualidades nutricionais do líquido e, por isso, explorada pelo mercado. Seja *in natura* ou acondicionada em caixinhas Tetra Pak e garrafas plásticas, a água de coco deixou de ser um produto tipicamente associado ao litoral do Nordeste, transforma-se em um sinônimo de verão e difundindo-se para as demais regiões do país, inclusive em centros urbanos.

Mattos et al. (2012) afirma que o aumento da produção passou a ser uma tendência natural, causando uma consequente elevação na geração de resíduos sólidos (cascas). Entre os diversos problemas relacionados à disposição inadequadas da CCV, Rocha et al. (2010) destacam: a difícil degradação dos resíduos; os grandes espaços necessários para disposição; a geração de gás metano, formado no processo de decomposição; a produção de chorume; a proliferação de vetores como moscas e mosquitos devido ao acúmulo de água nas cascas.

Quando comparado com a casca do coco maduro, que possui fácil processamento para obtenção da fibra e do pó, a fibra do coco verde apresenta características indesejadas, em especial a alta umidade de 85%, as quais desencorajam algumas aplicações e, dessa forma, suas fibras não são beneficiadas, sendo a casca geralmente descartada (ROSA et al., 2001b). Ademais, a CCV acentua-se entre os resíduos produzidos atualmente, pois é volumoso e pesa

1,5 kg (CUENCA, 2007 citado por SILVEIRA, 2016, p. 74; EMPARN, 2009, citado por Rocha et al., 2010, p. 7), as cascas são de difícil decomposição levando, na natureza, mais de oito anos (MELO et al., 2015; ROCHA et al., 2010).

Os avanços nas pesquisas tecnológicas de processamento das cascas pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) Agroindústria Tropical, em parceria com a metalúrgica FORTALMAG, possibilitaram a elaboração de maquinário que processa as CCV. O resultando desse processamento são a fibra e o pó, conforme mostra a Figura 5, respectivamente.

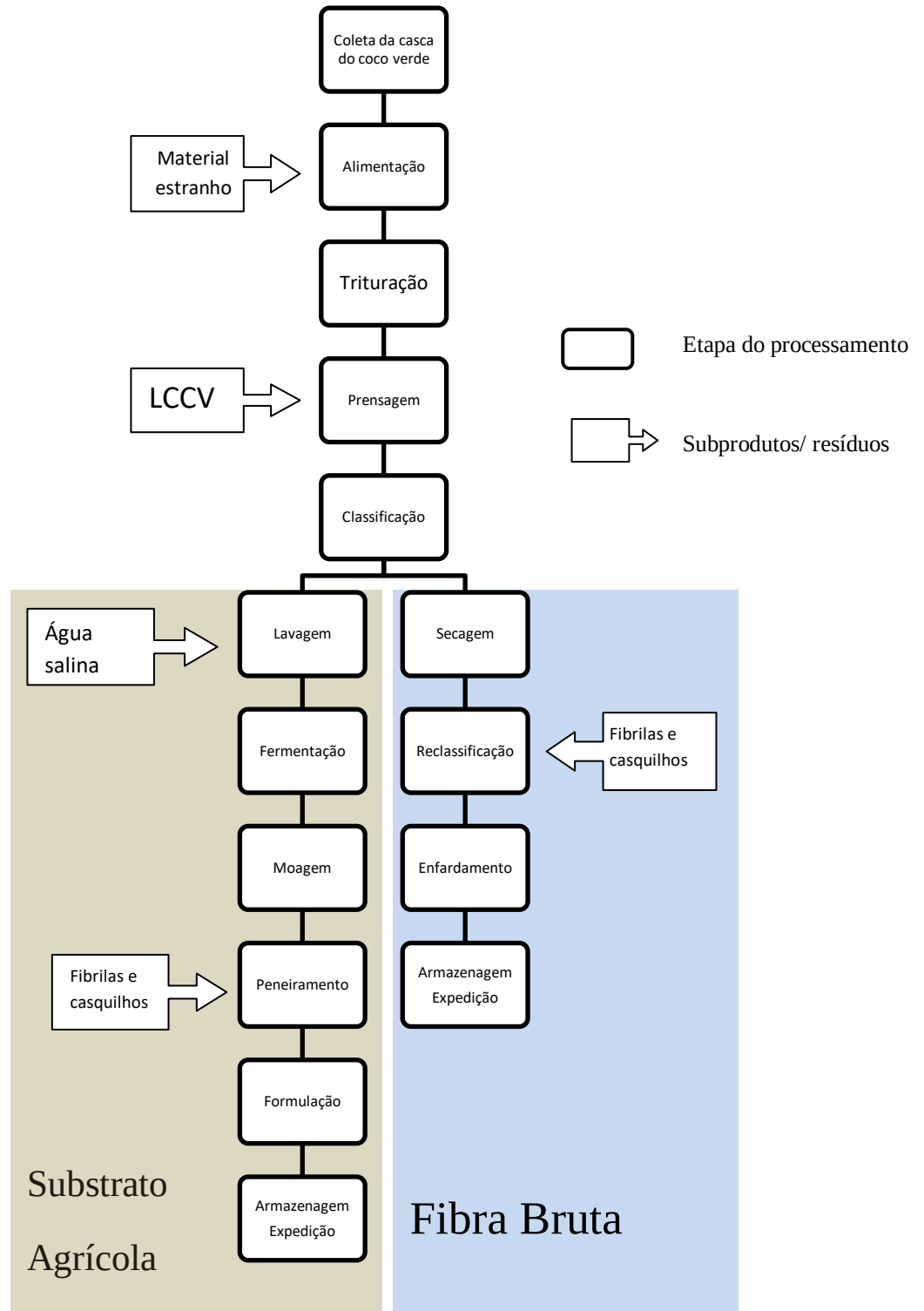
Figura 5 – Fibra e pó das cascas de coco



Fonte: Mattos et al. (2011, p. 2)

O processo segue, de forma resumida, as etapas de trituração das cascas, com o esmagamento da parte fibrosa do fruto; prensagem do material, em que se extrai o excesso de líquido do produto triturado; e seleção dos produtos, os quais, após a prensagem, são as fibras, que correspondem a 30%, e o pó, equivalente a 70% do produto. A Figura 6 apresenta as etapas do processo de obtenção de substrato agrícola inerte e fibra bruta elaboradas pela EMBRAPA (Mattos et al. 2012).

Figura 6 - Fluxograma operacional da etapa de produção de substrato agrícola e fibra de coco verde



Fonte: Adaptado pela autora de Mattos et al. (2012, p.17)

Mattos et al.(2012) afirma que para o bom funcionamento das máquinas e economia de energia em uma unidade de processamento são necessárias no mínimo 1500 cascas de

cocos por hora. E chama atenção para os elementos que devem compor uma unidade de beneficiamento de casca de coco verde, sendo eles: área de recepção, área de beneficiamento da casca, área de lavagem, pátio de secagem, baías de fermentação, área de beneficiamento da fibra, área de beneficiamento do substrato, secador e área de armazenagem, sistema de tratamento de efluentes. Esses elementos têm o objetivo de sistematizar o processamento, garantir maior qualidade aos produtos e mitigando os impactos ambientais negativos.

Cabe mencionar o LCCV, que corresponde à “água de embebição, ou seja, líquido que se encontra livre dentro dos elementos anatômicos do fruto” (ESTEVES, 2014, p. 33). Segundo Sousa (2007), esse líquido apresenta alto teor de matéria orgânica e salinidade, mas o componente que causa maior dificuldade no processo de decomposição do líquido é o tanino, o qual, conforme Bhat; Singh; Sharma (1998, citados por SOUSA, 2007, p. 18), “é resistente ao ataque microbiano e tóxico para vários tipos de organismos”. Mattos et. al. (2012) sugere o tratamento anaeróbio, em virtude a alta taxa de matéria orgânica presente no líquido, podem ser usados os sistemas de reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA ou UASB) e as lagoa anaeróbia. Ademais, podem ser utilizados os sistemas aeróbios, como lagoas facultativas, de maturação ou polimento, lodos ativados ou processos como leitos de secagem e disposição no solo. Em todos os casos será necessária mão de obra especializada e o resultado do tratamento deverá passar por controles de qualidade periódicos para garantir a adequação aos parâmetros necessários a disposição dos efluentes tratados no meio ambiente.

No Nordeste, um exemplo de unidade de processamento de cascas de coco verde está localizado na cidade de Fortaleza, Ceará, na área de triagem e transbordo de resíduos sólidos, Bairro Jangurussu (SILVEIRA, 2008). Esta foi primeira unidade de beneficiamento de casca de coco verde do Nordeste, instalada em 2005 (MOREIRA; SILVEIRA; GÓES, 2017).

Silveira (2008), a partir de entrevista com Luís Veras, técnico da Embrapa Agroindústria Tropical, apresenta características importantes em relação a essa unidade. No local, as cascas são coletas diariamente, e seu processamento acontece nas primeiras 24 horas, pois a desidratação das cascas prejudica as etapas subsequentes do processo. Mattos et al (2012) considera que o beneficiamento pode ocorrer em até três dias após a extração da água, pois a desidratação da casca aumenta a sua densidade e afeta a retirada do líquido na etapa de prensagem e da separação das fibras na etapa de classificação.

O caminhão descarrega as CCV em uma bacia de recepção, e por meio de um elevador as cascas são transportadas até a máquina trituradora. O fluxo do processo deve ser uniforme, para isso a velocidade do elevador deve ser controlada para garantir a eficiência das próximas etapas (Figura 7).

Figura 7 – Processo de descarga das CCV e elevação para trituração



Fonte: Adaptado pela autora de Silveira (2008)

Na prensagem remove-se 60% do LCCV, sendo a eficiência desse procedimento, de acordo com Silveira (2008), importante para as etapas subsequentes, sendo o LCCV responsável pela alta salinidade das cascas, o que pode vir a comprometer a qualidade da fibra e do pó. O líquido é conduzido por uma calha até a rede sanitária municipal de esgoto para tratamento.

Após a prensagem o material é peneirado e separado, as fibras são postas para secar (ao sol, ao vento ou utilizando ar quente) por aproximadamente 02 horas para remoção de umidade. A partir delas são produzidos mandas e vasos, que são posteriormente comercializados. O pó segue para uma área coberta e é colocado em leiras para que haja a estabilização do produto final (em torno de 90 dias), o qual passa por peneiramento para retirada de fibras curtas.

Moreira, Silveira, Góes, (2017) salientam que o sucesso de empreendimentos que trabalham com o reaproveitamento da casca do coco verde depende de diversos fatores como: disponibilidade de coco, apoio da prefeitura, parcerias públicas e privadas, montagem de um portfólio de produtos, automação do maquinário e logística reversa; de modo que a cadeia produtiva funcione para se minimizar os custos.

Mattos et al.(2012) afirma que as fibras do coco verde apresentam-se como mais uma opção para o mercado consumidor e seu uso vem sendo atestado positivamente com resultados equivalentes aos obtidos com a fibra do coco maduro. Enquanto o pó pode ser usado como substrato agrícola, compondo um meio inerte para a sustentação e desenvolvimento de plantas, podendo ser utilizado puro (após compostagem) ou em composição com outros materiais.

O material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto, também denominada “coir”, “bonote” ou fibra, é tradicionalmente processado em países como Índia e o Sri Lanka, onde se gera empregos, principalmente para mulheres, o processamento das cascas de coco é visto como uma atividade atrativa e estratégica do ponto de vista social. A demanda crescente por fibras de coco, em razão do interesse por produtos ecologicamente corretos provenientes de uma fonte renovável, biodegradável e de baixo custo gera diversas possibilidades comerciais (MATTOS et al., 2012).

Tabela 1 – Produção de fibra de coco no mundo

	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (preliminar)
	Milhares de toneladas					
Índia	415.5	425.0	431.5	455.8	458.8	460.6
Sri Lanka	149.8	135.0	131.2	123.7	150.4	112.5
Tailândia	63.7	49.9	61.7	64.8	68.1	80.5
Vietnã	103.0	97.6	115.1	105.9	143.3	135.6
Outros países	66.5	81.9	85.6	82.8	99.4	87.9
Total	798.5	789.5	825.2	832.9	920.1	877.1

Fonte: FAO (2016, p. 26)

Conforme apresentado na Tabela 1, a quantidade de produção de fibra de coco vem crescendo constantemente. O maior importador da fibra é a China, com cerca de 570 milhares de toneladas, em 2015, seguido pela União Europeia, que importou 116.2 milhares de toneladas e EUA, com 82.3 milhares de toneladas, no mesmo ano (FAO, 2016).

Outro tipo de processamento das cascas de coco é citado por Rosa et al. (2001a) e Rosa et al. (2001b), em que não se separa as fibras do pó, segue-se as etapas de dilaceração das cascas de coco, para aumento da superfície de contato; moagem, por meio de um moinho granulador com motor de indução trifásico; classificação, utilizando-se peneira de malha de 4 mm de abertura; lavagem e secagem.

Uma particularidade desse tipo de processamento é que após a dilaceração, pode-se acrescentar a etapa de secagem das cascas, que dura um período de 4 dias. Essa secagem após a dilaceração reduz a umidade das cascas de 85% para valores entre 15% a 20%, e após a moagem o resultado é um material mais homogêneo e com menor granulometria. Já as cascas que não passaram pela secagem prévia apresentam partículas maiores com aspecto mais grosseiro e aglomerado (ROSA et al. 2001b). Em ambos os casos, a lavagem deve ser considerada para remoção dos sais e nutrientes que conferem aspectos prejudiciais no caso de

utilização do pó da casca de coco em cultivos agrícolas (ROSA et al., 2001a). As duas formas devem ser analisadas de acordo com o uso que se pretende dar ao resultado do processamento.

O Brasil encontra-se entre os principais produtores de coco verde do mundo, produzindo 2.888.532 toneladas de coco verde em 257.742 hectares de área colhida, o que representa uma produtividade de 11,21 mil toneladas por hectare em 2012 (MARTINS; JESUS, JUNIOR, 2014). Porém, em se tratando de reaproveitamento das cascas do fruto, a processamento da fibra e do pó ainda está voltada mais para o mercado interno, não alcançando patamares de países como Índia, Sri Lanka, Tailândia e Vietnã (FAO, 2016).

No Brasil, apesar da tecnologia de processamento da casca do coco ser conhecida há algum tempo, a produção nacional visa principalmente o mercado interno (MATTOS et. al., 2012). Em virtude da tecnologia existente e da grande produção e consumo do coco verde, torna-se importante investigar os possíveis nichos de mercados relacionados à fibra e o pó das cascas. Os resultados poderiam fortalecer a Política Nacional de Resíduos Sólidos por meio da demonstração da geração de benefícios econômico-sociais advindos desse reaproveitamento. A avaliação da quantidade do resíduo, a análise da literatura, do mercado-alvo, a investigação das leis e normas vigentes relacionadas aos produtos e a viabilidade técnica-econômica, favorecem a formulação de um plano de gerenciamento que devolva os resíduos ao ciclo de vida dos produtos.

6. Resultados e Discussões

6.1.1. Permissionários vendedores de água de coco no Centro de Teresina

O intenso fluxo de pessoas nas ruas dos centros comerciais de Teresina aliado às altas temperaturas e clima seco estimulam diversos tipos de negócios, dentre estes a comercialização de água de coco *in natura* realizada por vendedores em seus carrinhos denominados coqueira, conforme apresenta a Figura 8.

Figura 8 – Vendedor de água de coco verde no Centro de Teresina-PI



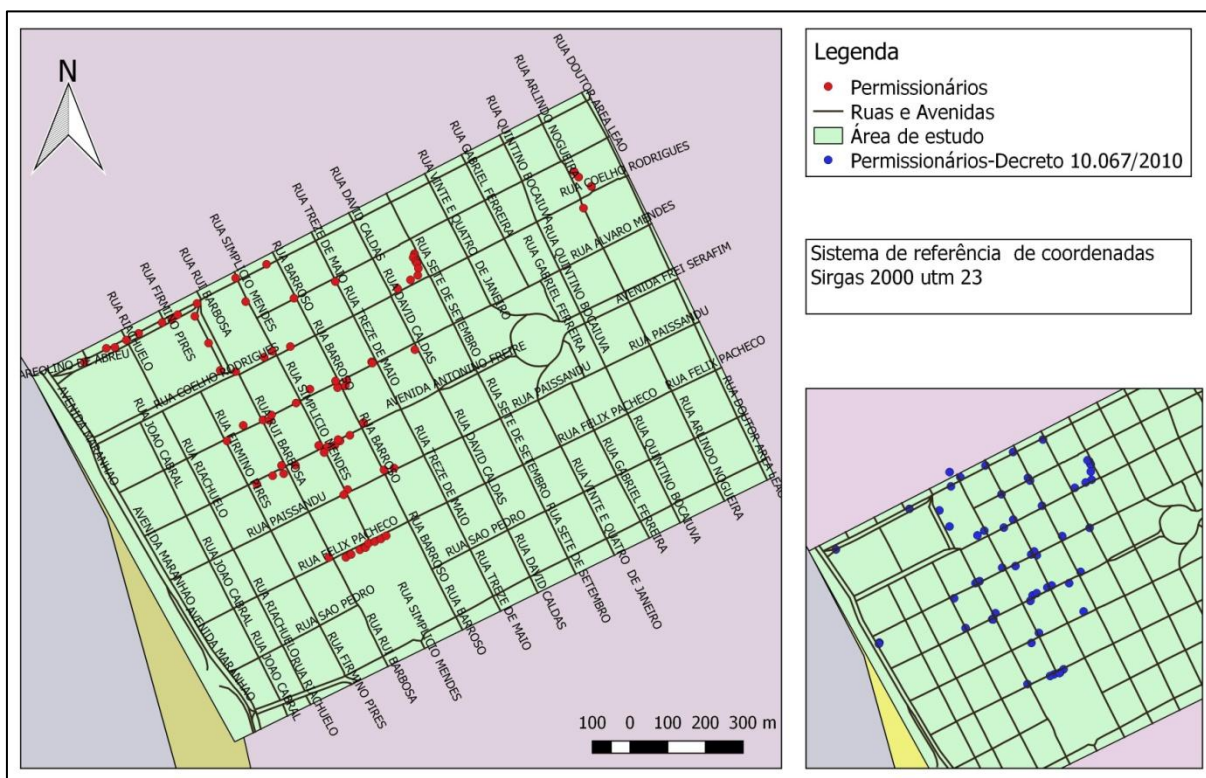
Fonte: A autora (2018)

Tendo em vista a necessidade de regular essa atividade, em 2010, foi promulgado o Decreto nº 10.067, que permitiu o uso do bem público municipal para comercialização de coco, água de coco e água mineral por 69 permissionários (Anexo 1). O documento apresenta obrigações e proibições inerentes ao uso dos espaços pelos vendedores. Destacando-se a preocupação com a limpeza e varrição das áreas de localização dos carrinhos e as de circulação adjacentes, e com o recolhimento e acondicionamento adequado dos resíduos e detritos após o encerramento das atividades diárias, para fins transporte e posterior disposição final no aterro controlado da capital.

Por meio da pesquisa de campo, identificou-se 75 vendedores de água de coco e água mineral. Desses, 4 pessoas se recuram a realizar a entrevista, mas foi possível marcar suas coordenadas geográficas com o aparelho de GPS, assim como as coordenadas dos demais que concederam entrevistas.

De acordo com a Figura 9 pode-se perceber a distribuição espacial dos permissionários no Centro de Teresina. Os pontos em azul representam os locais indicados pelo Decreto Municipal 10.067/2010 em que os permissionários deveriam trabalhar, e os pontos em vermelho no mapa maior representam os permissionários entrevistados e que tiveram suas localizações marcadas por meio do aparelho de GPS.

Figura 9 – Localização dos permissionários no Centro de Teresina



Fonte: A autora (2018)

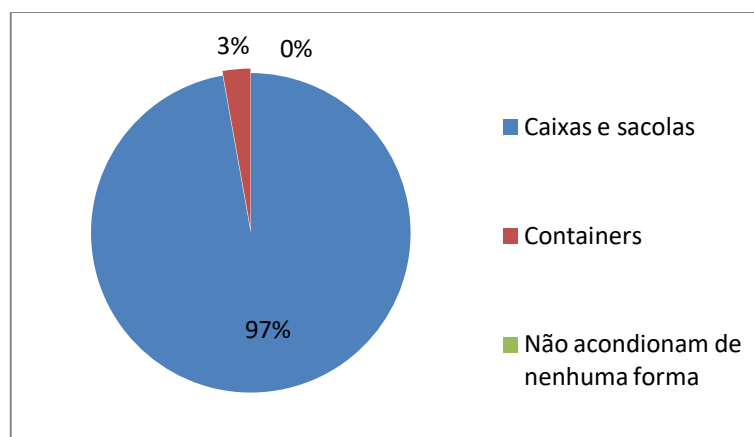
Além do número do permissionário ser maior do que define o Decreto Municipal, outro aspecto é a localização, muitos vendedores se encontram em pontos diferentes do que foi estabelecido, pois estes novos locais possuem maior fluxo de pessoas.

Constatou-se que 44 dos permissionários entrevistados vendem somente água de coco e mineral, enquanto 27 vendem bombons, pastilhas, gomas de mascar, castanhas e salgadinhos. A justificativa para isso seria a baixa nas vendas de água e água de coco, então se complementa a renda com outros produtos. Os permissionários afirmam também que a venda da água de coco varia especialmente em relação ao fluxo de pessoas, que se intensifica no começo de cada mês.

Segundo as entrevistas, 50 dos permissionários afirmaram trabalhar de segunda a sexta, enquanto 21 trabalham também aos sábados, em horário comercial. Quase a totalidade,

67 entrevistados, afirma acondicionar as cascas em caixas e sacolas para a coleta regular de lixo, conforme mostra o Gráfico 1.

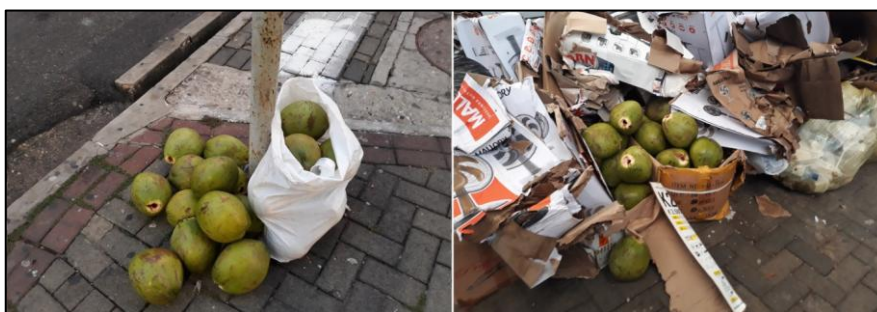
Gráfico 1 – Formas de acondicionamentos das cascas pelos permissionários do Centro de Teresina



Fonte: A autora (2019)

Porém, foi possível observar que após as atividades comerciais, as cascas eram acondicionadas de forma irregular (Figura 10), o que pode vir a dificultar a coleta dos resíduos pelo serviço de limpeza público.

Figura 10 – Cascas descartadas após atividades dos permissionários

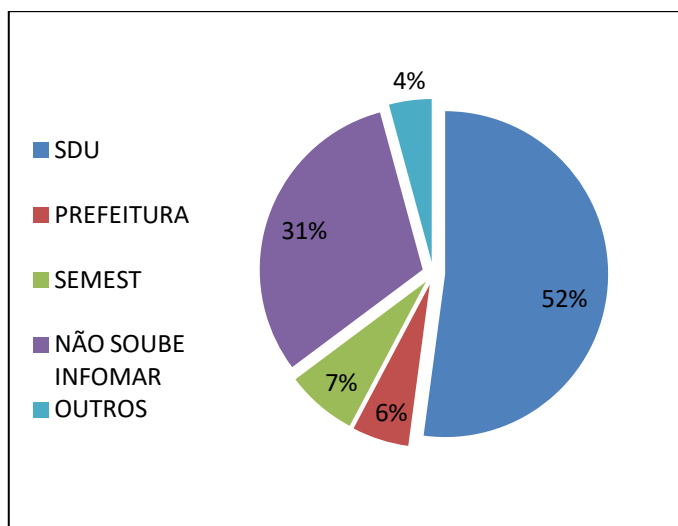


Fonte: A autora (2018)

Alguns permissionários não sabiam informar qual foi o órgão em que fizeram o cadastro (31%), porque alguns pontos haviam sido cedidos, seja por aluguel ou por relação de trabalho. Cerca da metade dos permissionários afirmaram ter realizado o cadastro na Superintendência de Desenvolvimento Urbano Centro/Norte. Somente 7% relataram haver realizado o cadastro na Secretaria de Economia Solidária de Teresina – SEMEST, embora a instituição tenha realizado um recadastramento, que, de acordo com o site da Prefeitura

Municipal de Teresina, iniciou-se no dia 12 de março de 2018, e tinha o objetivo de conhecer melhor os permissionários e assim desenvolver ações que ajudariam no desempenho de suas atividades. O Gráfico 2 demonstra a repartição das instituições que realizaram o cadastramento dos permissionários.

Gráfico 2 – Órgão de cadastramento dos permissionários



Fonte: A autora (2018)

Não se pode identificar o motivo das divergências existentes em relação ao cadastramento, porém três permissionários relataram que no processo de cadastramento, para obter a autorização de venda de água de coco e mineral, muitas pessoas não foram contempladas, tendo que encerrar suas atividades no centro da capital. Mas foram reconsideradas algumas autorizações, que tiveram seus cadastros realizados na Superintendência de Desenvolvimento Urbano Centro/Norte.

Em entrevista, o assessor especial responsável pelos permissionários na SEMEST, esclareceu que, após o recadastramento, foi realizada palestra para os permissionários na qual se tratou de pontos como atendimento ao cliente, vendas, associativismo e aspectos sanitários. O recadastramento, até o momento da finalização desse trabalho, não foi homologado, além disso, 15 permissionários não compareceram a Secretaria, sendo assim só foram atualizados os cadastros de 54 permissionários.

Diante das informações apresentadas, pode-se perceber que o processo de gerenciamento das atividades dos permissionários não é centralizado em um único órgão, há divergência de informações entre o Decreto Municipal nº 10.067/ 2010 e a realidade local em relação ao número de permissionários, aos locais que alguns deles ocupam e aos produtos que

vendem. Além disso, o modo de acondicionamento das cascas de coco acontece de forma irregular, o que pode prejudicar a coleta dos resíduos.

Os permissionários entrevistados descartam diariamente, em média, 1000 cascas de coco, o que representa mais de uma tonelada de resíduos depositados no aterro controlado da capital diariamente. Este resíduo poderia ser reaproveitado na Unidade de Compostagem, mas para que isso ocorra deve-se reformular seu processo de gerenciamento, e montar um sistema de logística reversa que possibilite a reintrodução das cascas descartadas no centro da capital à economia local.

7.1.2. A Unidade de Compostagem de Teresina

A Unidade de Compostagem de Teresina (UCT) está localizada na Rua Engenheiro José Costa Filho, nº 8287, Bairros Tabajaras, CEP 64067-240. Foi inaugurada em agosto de 2006, e contou com investimento da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). É mantida pela Superintendência de Desenvolvimento Rural (SDR) e processa as cascas de coco verde produzidas por envasadoras de água do fruto, também tritura os galhos provenientes das podas e cortes de árvores, cujos serviços são executados pela Eletrobrás.

Inicialmente a unidade estava no aterro controlado de Teresina, mas devido à insalubridade do local foi alterada para o endereço atual, onde funciona desde 2006. A área possui 2 hectares (20.000 m²) e está representada na Figura 11, delimitada em vermelho.

Figura 11 – Área da Unidade de Compostagem



Fonte: Google Earth (2019)

Há apenas uma construção que está dividida em área para máquinas, cozinha, depósito e banheiro, conforme mostram as Figuras 12, 13 e 14.

Figura 12 – Sede da Unidade de Compostagem de Teresina



Fonte: A autora (2018)

Figura 13 – Cozinha e depósito



Fonte: A autora (2019)

Figura 14 – Banheiro



Fonte: A autora (2019)

Segundo documento presente no Anexo 2, a UCT possui capacidade de processamento de 8000 cascas diárias, porém se processa por dia 4000 cascas de coco, entregues por duas indústrias ensadoras.

Dois funcionários trabalham com a trituração das podas, no horário de 7h30min a 17h30min, de segunda a sexta, com intervalo para almoço e pausas para descanso. Eles realizam a trituração de galhos de 1 a 4 polegadas de espessura utilizando uma máquina alimentada pela energia do trator que realiza o reviramento das pilhas de compostagem.

Já as cascas ficam sob a responsabilidade do senhor Francisco Gonçalves Soares, que trabalha das 7 h às 14 h de segunda a sexta e aos sábados das 7 h às 11 h. O funcionário opera as de máquina de trituração, prensagem e classificação. A Figura 15 apresenta as condições em que se dá o processamento das cascas de coco. Os resíduos ficam, assim como o material triturado, em contato direto com o solo, além disso, a área não é coberta, expondo funcionário e máquina de trituração às intempéries.

Figura 15 – Condições do processo de trituração das cascas



Fonte: A autora (2018)

Depois da trituração as fibras deveriam passar pela prensagem e classificação, porém as máquinas não estão funcionando, então o material triturado fica em pilhas, que depois de alguns dias passam pelo processo de compostagem. A UCT possui um sistema de captação do líquido da casca de coco com capacidade para 500 L, que não está em funcionamento, ou seja, parte do LCCV evapora ou infiltra no solo. Conforme já apresentado ao longo do trabalho, o LCCV possui alta quantidade de matéria orgânica, tanino e sais, que podem afetar a qualidade das fibras e do pó, além de causar a contaminação do solo e da água quando não tratado.

Os locais nos quais circulam os caminhões, carros e pessoas e onde ficam dispostas as cascas, as fibras e as pilhas de compostagem não são pavimentados e não possuem qualquer forma de captação do chorume ou da água da chuva, conforme demonstra a Figura 16, isso pode levar a contaminação do lençol freático e do solo da região.

Figura 16 – Acúmulo de chorume e água da chuva



Fonte: A autora (2019)

Para a realização da compostagem usa-se o pó e as fibras da casca de coco, os galhos triturados, esterco de gado e MB4 (pó de rocha). As pilhas de resíduo orgânico levam até 90 dias para estarem prontas e tornarem-se adubo orgânico (Figura 17). Esse composto é doado a 45 hortas urbanas e rurais em Teresina, em contrapartida os agricultores doam a UCT o esterco utilizado no processo de compostagem.

Figura 17 – Pilhas de compostagem



Fonte: A autora (2018)

O processo de compostagem não possui controle ou monitoramento, as pilhas de composto não são organizadas em relação ao local, não possuem identificação ou fichas de controle ou revolvimento. Além do que, o composto resultante não passa por qualquer tipo de análise de qualidade e não há técnico especializado na atividade para acompanhamento diário dos fatores que afetam a compostagem, como temperatura, umidade e aeração.

As fibras estão sendo integradas ao processo de compostagem ou deixadas em pilhas em local sem qualquer tipo de proteção, como mostra a Figura 18. Somente dois artesãos esporadicamente buscam as fibras, mas não se sabe suas identificações ou a quantidade que utilizam.

Figura 18 – Fibra da casca de coco verde



Fonte: A autora (2018)

Cabe destacar que a fibra do coco possui alto teor de lignina (SILVEIRA, 2009, p. 69), e nos resíduos orgânicos que apresentam esse elemento, de acordo com Inácio e Miller (2009), quanto maior a quantidade mais tempo necessitará para ser biodegradado, o que pode comprometer a qualidade do composto, especialmente se a relação carbono/nitrogênio não for equilibrada.

6.1.3. As indústrias envasadoras de água de coco

Foram analisadas as atividades de duas envasadoras, identificadas nesse trabalho como Envasadora A e Envasadora B. Cabe mencionar que essas indústrias não representam o total de envasadoras existentes em Teresina, ou seja, os valores de cascas descartadas no município por esse tipo de atividade pode ser maior que o apresentado.

A Envasadora A funciona desde 2003, e fornece água de coco e suco de laranja em garrafas de 300 ml e 1000 ml. O horário de funcionamento é das 8 h às 17 h, de segunda a sexta. Na indústria trabalham 05 funcionários, em uma carga horária de 8 horas diárias. São envasados 1300 litros de água de coco e descartadas 3000 cascas de coco verde diariamente. Por não possuírem formas próprias para reaproveitamento ou tratamento das cascas, a envasadora opta por destiná-las à Unidade de Compostagem de Teresina.

A Envasadora B funciona há 20 anos no fornecimento de água de coco, suco de laranja e de cajá. O horário de funcionamento é das 08 h às 17 h, de segunda a sexta, e aos sábados das 08 h às 12 h, e conta com 09 funcionários, que trabalham 44 horas semanais. A indústria engarrafa água de coco e suco de laranja em garrafas de 300 ml e 1000 ml, em um processo de envase automático. Seu processo de envasamento da água de coco segue as etapas de perfuração do fruto, engarrafamento da água e acondicionamento em câmara frigorífica. Em média são envasados 450 litros de água de coco por dia, são descartadas 2000 cascas a cada 2 dias, conforme a Figura 19.

Figura 19 – Resíduos produzidos na Envasadora B



Fonte: A autora (2018)

Após abertos, as CCV são armazenadas em uma caçamba basculante e são descartadas em uma indústria cerâmica, onde as cascas são secas e depois queimadas em caldeiras, ou são dispostas no aterro controlado de Teresina, mediante pagamento de R\$ 64,85 por tonelada. O responsável acrescenta que não há programa para reaproveitamento das

cascas e manifestou interesse pela ideia. Sugeriu que poderiam trabalhar com a confecção de vasos de xaxim ecológico, relatou ainda que as cascas de laranja representam outro resíduo que poderia ser reaproveitado.

Conforme o apresentado, somente a Envasadora A destina as cascas à UCT, enquanto a Envasadora B envia seus resíduos ao aterro controlado de Teresina. Quadro 7 sintetiza as informações referentes à quantidade de água envasada, cascas de coco descartadas e seus destinos.

Quadro 7 – Síntese das informações sobre as envasadoras

Envasadora	Água de coco envasada (Litros/dia)	Cascas de coco descartadas (Unidade/dia)	Destino das cascas
Envasadora A	1300	3000	Unidade de compostagem
Envasadora B	450	1000 (média)	Aterro Controlado

Fonte: A autora (2019)

Tendo por base a quantidade de cascas produzidas pelas duas envadoras, e considerando que a Envasadora B passe a destinar suas cascas a UCT, pode-se afirmar que diariamente, no mínimo, seriam destinadas 3000 cascas (Envasadora A), e a cada dois dias seriam destinadas 5000 cascas (Envasadora A + Envasadora B), sem se considerar que há outra envasadora que também manda seus resíduos a unidade e as cascas descartadas pelos permissionários.

6.2. Produtos do reaproveitamento das cascas e mercado consumidor

Ribeiro e Morelli (2009) enumeram algumas etapas importantes que devem estar presentes nos planos de gerenciamento de resíduos destinados a reciclagem/reaproveitamento, entre elas estão o estudo da literatura referente ao resíduo; a análise de mercado consumidor e possíveis clientes-alvos; e a análise da viabilidade técnico-econômica do projeto. Com base nessas informações montou-se uma “matriz de oportunidades” (RIBEIRO; MORELLI, 2009, p. 88), que não têm caráter de análise de mercado, visa somente demonstrar os possíveis subprodutos do processamento e seus respectivos destinos iniciais.

Os estudos da literatura e as possibilidades de utilização visam à busca de dados referentes aos resíduos, seus aproveitamentos e produtos. Em relação ao reaproveitamento da

fibra da casca do coco verde, pode-se constatar que esta é uma matéria-prima de alto valor econômico que pode ser utilizada em diversos subprodutos, conforme apresenta o Quadro 8.

Quadro 8 – Subprodutos das cascas do coco

Assentos e revestimento internos de veículos	A fibra do coco é melhor do que a espuma derivada do petróleo, por ser uma matéria-prima barata, como também por ser ecologicamente correta, resistente e durável.
Mantas e telas de proteção para o solo	Servem para proteção de solos, no controle e recuperação de áreas degradadas. Devido à lenta decomposição, as fibras aumentam a retenção de umidade e a atividade microbiana, criando as condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal.
Vassouras e cordas	Obtidas a partir de meadas de fibras que podem ser mais curtas e de tamanho diferentes. O processo produtivo é simples e não exige pessoal muito especializado.
Substrato agrícola e peças para jardinagem	O substrato obtido a partir do coco tem se mostrado como um dos melhores meios de cultivo de vegetais, principalmente da alta porosidade e alto potencial de retenção de umidade. (ROSA et al., 2001) Produtos como vasos, palitos e placas, dentre outros que substituem os artefatos produzidos com xaxim, palmeira da Mata Atlântica, em extinção, com extração regulamentada por lei.
Telhas	Incorporação das fibras em matriz de papel reciclado, para a produção de compósito, que após impermeabilização com cimento asfáltico recebeu a denominação de “telha ecológica”. (PASSOS, 2005)
Isolante térmico e acústico	A fibra de coco contribui para uma redução substancial dos níveis sonoros, superando largamente os resultados obtidos com a utilização de outros materiais. A resistência e durabilidade convertem esta fibra em um material versátil e indicado para os mercados de isolamento, térmico e acústico.
Briquetes	Briquetes são produtos de alto poder calorífico, obtido pela compactação dos resíduos de madeira como o pó de serragem e as cascas vegetais como a casca de coco. Este produto é muito utilizado para a geração de energia, sendo considerado uma lenha ou carvão ecológico de alta qualidade.

Fonte: Rocha et al., 2010, p. 4.

Ao considerar-se a fibra produto de maior valor no processamento das cascas de coco verde, e tendo em vista que, após passar pelas etapas de lavagem, secagem e empacotamento, pode ser vendida como matéria-prima para indústrias, artesãos e floriculturas, pode-se definir uma “matriz de oportunidades” em Teresina, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Listagem do mercado consumidor para a fibra e pó da casca do coco verde

	Produtos alvo	Sim	Não	Possível, com ajustes.
Artesãos	Fibra	X		
Indústria de estofados	Fibra	X		
Floriculturas	Fibra, mantas e telas de proteção para o solo, substrato agrícola e peças para jardinagem	X		
Viveiro de mudas	Substrato agrícola e peças para jardinagem	X		X
Padarias	Briquetes			X
Cerâmicas	Briquetes			X
Pizzarias	Briquetes			X
Indústrias	Fibra, briquetes	X		X
Casas de material construção	Telhas, isolante térmico e acústico			X

Fonte: A autora (2019)

O mercado consumidor apresentado no Quadro 9 não representa as únicas alternativas ou garantia de sucesso do projeto, mas sim possíveis nichos de mercado para fibra. As possibilidades foram analisadas também a partir do que pode ser oferecido pela UCT em um primeiro momento, pois alguns dos produtos apresentados no Quadro 8, como os briquetes, telhas, isolantes térmicos e acústicos, vasos, palitos e placas para jardinagem, necessitam de maquinário específico para sua produção, que exigiria um maior investimento por parte da Prefeitura, mas que se fosse feito agregaria maior rentabilidade a UCT, além disso, as empresas estariam adquirindo produtos ecologicamente corretos e produzidos localmente.

As fibras também podem ser reaproveitadas em atividades socioeconômicas na comunidade em que está inserida a UCT. Produtos como vasos, vassouras, cordas e tapetes, que exigem técnicas manuais e de simples aplicação.

Em relação à quantidade de resíduos e produtos envolvidos na reciclagem/reaproveitamento, pode-se inferir que, tomando-se por base as informações obtidas por meio dos permissionários e indústrias envasadoras entrevistados, e considerando-

se que em média as cascas possuem 1,5 kg por unidade, pode-se ter um valor aproximado da quantidade de cascas descartadas diariamente em Teresina, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de cascas descartadas em Teresina

Fornecedores de CCV	Cascas (Unidade/dia)	Peso (kg)
Permissionários	1000	1500
Envasadora A	3000	4500
Envasadora B	1000 (média)	1500
TOTAL	5000	7500

Fonte: A autora (2019)

É importante destacar que estes dados não representam em sua totalidade a realidade da geração de resíduos do coco verde em Teresina. Embora haja uma tendência à subestimação do total produzido, há uma geração de 7,5 toneladas /dia. Contabilizando as cascas descartadas pelos permissionários e pela envasadora B, tem-se uma média de 2000 cascas/dia ou 1300 kg/dia encaminhados ao aterro controlado da capital. Segundo Silveira (2008, p. 144) as cascas 300 cascas de coco ocupam 1m³, sendo assim, pode-se inferir que as 2000 cascas apresentam o volume de 6,7 m³.

Desse peso, 85% são compostos por líquido ou água de embebição, que são extraídos no processamento da casca, após a retirada do LCCV, 70% corresponde ao pó e 30% à fibra. A partir dessas informações pode-se estimar a quantidade que seria produzida diariamente caso se recolhessem todas as cascas contabilizadas na pesquisa (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade, em peso, dos produtos do reaproveitamento das cascas de coco verde

Cascas de coco verde (kg)	Pó (kg)	Fibra (kg)	Água de embebição (L)
7.500	787,5	337,5	6.375

Fonte: A autora (2019)

Destarte, as cascas de coco processadas produzem 337,5 kg de fibra e 787,5 kg de pó diariamente, descartando-se 6.375 litros de líquido da casca de coco verde. Cabe mencionar que nem todo líquido necessita ser tratado ou descartado, pois no processamento indicado por Rosa (2001a), em que, após a dilaceração, as fibras passam pela etapa de secagem (na qual a quantidade de líquidos é diminuída para números entre 15% a 20%), que pode ocorrer de

forma natural e sem a necessidade de maquinário específico, sendo conveniente a existência de um local coberto e pavimentado adequado para a manutenção da qualidade das fibras.

Ribeiro e Morelli (2009) afirmam que a viabilidade técnico-econômica de um projeto de reciclagem/reaproveitamento deve levar em consideração seus benefícios sociais, geração de emprego, redução do volume de rejeitos, diminuição de consumo de recursos naturais e mitigação de impactos ambientais negativos. No caso do reaproveitamento das cascas é possível enumerar alguns pontos que tornam o projeto viável e atrativo do ponto de vista social, econômico e ambiental, pois as cascas podem passar por coleta seletiva na fonte, não há liberação ou produção de produtos tóxicos, resulta em produtos recicláveis, apresenta potencial de retorno financeiro, utiliza uma grande quantidade de resíduos, possui baixo custo operacional e pode ser utilizada em atividades socioeconômicas.

7. Considerações finais e recomendações

Em Teresina, há uma unidade de compostagem que trabalha com reaproveitamento de cascas de coco e podas de árvore, mas somente duas envasadoras mantêm parceria com a prefeitura para envio de seus resíduos. Enquanto isso as cascas descartadas pelos permissionários e outras indústrias que trabalham com o beneficiamento do coco são enviadas ao aterro controlado.

Sendo assim, há demanda para o tratamento das cascas, porém, conforme foi apresentado, a UCT não possui capacidade técnica e tecnológica para exercer suas atividades fins, uma vez que conta somente com 3 funcionários, entre os quais somente 1 é responsável pelo reaproveitamento das cascas, e este não possui formação técnica necessária para gerir e monitorar a compostagem.

Ademais, não há um local apropriado para o processamento das cascas, que ficam, assim como o material triturado e as fibras, em contato direto com o solo, sujeitos a ação das intempéries. Existe somente um sistema de captação do líquido da casca de coco com capacidade para 500 L, que não está em funcionamento. Não há qualquer forma de captação ou tratamento do chorume ou da água da chuva, as vias para circulação de pessoas e veículos não são pavimentadas, o processo de compostagem não possui controle de qualidade ou monitoramento e não há métodos ou barreiras que minimizem os impactos causados à vizinhança.

A Unidade logra êxito em relação ao composto, que chega a um consumidor final, no caso, as hortas comunitárias, porém em relação às fibras, não há a formação de um ciclo de retorno à cadeia produtiva, estão sendo integradas ao processo de compostagem ou deixadas em pilhas em local sem cobertura, somente dois artesãos esporadicamente buscam as fibras, mas não se sabe suas identificações ou a quantidade que utilizam.

Portanto, sugere-se, em um primeiro momento, a incorporação total das fibras ao processo de compostagem, porque são pouco utilizadas em outras atividades e demandam grandes espaços para acomodá-las. Conforme Brasil (2017), Paraná (2012) e Inácio e Miller, (2009) a utilização de fibras vegetais no processo de compostagem é necessária para a manutenção da relação C/N. Além disso, Melo et al. (2015) acrescenta que a casca de coco pode ser utilizada juntamente com outros resíduos, como folhas, cascas de vegetais e esterco bovino para a produção de adubo orgânico que podem ser aplicados no solo em cultivos de coqueiro e de outras espécies vegetais e em formulação de substratos.

Conforme haja a adequação da UCT aos padrões de qualidade, como os indicados por Mattos (2012), relacionados à estrutura, ao maquinário e à mitigação de impactos ambientais, pode-se sugerir outros usos para as cascas, como a venda das fibras, produção de briquetes, dentro outras atividades indicadas na matriz de oportunidades.

Cabe destacar, que o reaproveitamento é viável porque as cascas podem passar por coleta seletiva na fonte, não há liberação ou produção de produtos tóxicos, resultam em produtos recicláveis, apresentam potencial de retorno financeiro, utiliza-se uma grande quantidade de resíduos, o processo possui baixo custo operacional e pode resultar em atividades socioeconômicas direta ou indiretamente relacionadas à produção de resíduos.

O sucesso de empreendimentos que trabalham com o reaproveitamento da casca do coco verde depende de diversos fatores, como apoio da prefeitura e formação de parcerias públicas e privadas, por isso a Prefeitura de Teresina e as indústrias que beneficiam o coco verde poderiam ampliar a colaboração já existente e formar um acordo que delimitasse a atuação de cada em relação à UCT. Em que ambos se comprometessem com a melhoria da infraestrutura e gerenciamento da unidade, como o fornecimento do maquinário necessário; licenciamento ambiental; contratação de técnicos especializados, para orientar a cooperativa; ampliação; instalação de sistema de captação e tratamento do líquido da casca de coco verde, do chorume e das águas pluviais.

Aponta-se também a realização de novo cadastramento dos permissionários em um órgão municipal único, para que se conheçam os vendedores, suas rotinas e necessidades, para que se possa melhorar as condições de trabalho e assim propor por meio da educação ambiental a participação desses profissionais na logística da UCT.

Um ponto importante é a participação da comunidade vizinha nas atividades da unidade de compostagem, propõe-se um trabalho de conscientização em relação às atividades da unidade e posteriormente, a formação de um projeto social que permita a instalação de uma cooperativa formada especialmente pela população do Bairro Tabajaras, que ficaria responsável pela elaboração e venda dos produtos da UCT.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Agenda 21 reconhecem que para se alcançar um manejo eficiente dos resíduos deve-se maximizar a reutilização e o reaproveitamento por meio da geração de lucro. O melhor aproveitamento das cascas auxiliaria na diminuição com os custos do gerenciamento dos resíduos, à medida que as cascas não iriam para o aterro controlado.

O presente trabalho abre espaço para o desenvolvimento de diversos estudos entre eles sugere-se: a investigação das indústrias que beneficiam o coco em Teresina, em relação

aos produtos (coco ralado, água de coco, leite de coco, óleo de coco, etc.), a produção do resíduo e formas de destinação final; o estudo técnico da Unidade de Compostagem de Teresina, tanto em relação à estrutura física, maquinário, condições de trabalho, monitoramento e controle ambiental, impactos ambientais, etc.; estudo da viabilidade do reaproveitamento da casca de coco em usina de briquetagem; desenvolvimento de projeto de educação ambiental voltados às comunidades do entorno da UCT; e montagem de logística reversa das cascas descartadas pelos permissionários do Centro de Teresina.

Conforme exposto, a capital apresenta variáveis importantes para o reaproveitamento das cascas, mas um projeto de gestão ambiental necessita de uma política voltada a esse propósito, a Lei 12.305/2010 fornece apenas diretrizes e objetivos gerais, cabe vontade política por parte dos Poderes Estaduais e Municipais para fazerem esses projetos obterem sucesso. Vale lembrar que a variedade de resíduos demanda formas de tratamento e destinação específicas, e todo resíduo que se consegue reaproveitar e/ou reciclar, seja orgânico ou inorgânico, constitui um avanço para o desenvolvimento sustentável.

8. Referências

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. 2015 <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>> Acesso em 24 de fev. de 2018.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. 2016 <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso em 28 de dez. de 2017.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**, capítulo 21, Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992. P. 341-356. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>> Acesso em 01 de fev. de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>> Acesso em 21 de fev. de 2018.

BASTOS, Edson Alves; e ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares de. **Boletim agrometeorológico de 2015 para o município de Teresina, Piauí**. Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155068/1/Doc-239.pdf>> Acesso em 24 jun. de 2018.

BRASIL. Lei complementar nº 112, de 19 de setembro de 2001. **Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento da Grande Teresina**. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp112.htm> Acesso em 22 de jul. de 2018

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017. 168 p. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>> Acesso em 21 jun. de 2018.

BRASIL. Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**, 1981. Disponível em; <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em 18 de jul. de 2018.

BRASIL. Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em 05 de jan. de 2018.

CAVALCANTE, Leandro Vieira. **A nova geografia da produção de coco no Brasil**. XI Encontro Nacional da ANPEGE. 2015. Disponível em:
<<http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/9/262.pdf>> Acesso em 28 de dez. de 2017.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em:
<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 27 de dez. de 2018.

CONAMA. Resolução nº 306, de 5 de julho de 2002. Disponível em:
<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30602.html>> Acesso em: 27 de dez. de 2018.

ESTEVES, Mayara Raysa Lima. **Estudo do potencial energético das cascas de coco verde para produção de briquetes em Maceió-AL**. 2014. 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2014. Disponível em <
<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1186/1/Estudo%20do%20potencial%20energ%C3%A9tico%20e%20aproveitamento%20das%20cascas%20de%20coco%20verde%20para%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20briquete%20em%20Macei%C3%B3%20-%20AL.pdf>> Acesso em 22 de jan. de 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Jute, Kenaf, Sisal, Abaca, Coir and Allied Fibres. **STATISTICS**. December 2016. Disponível em
<<http://www.fao.org/3/a-i7162e.pdf>> Acesso em 26 dez. 2018.

FEITOSA, Sônia Maria Ribeiro. **Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes**. 2010. 112 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos sólidos: perspectivas atuais. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 19-40.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Infográficos: despesas e receitas orçamentárias e PIB**. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?codmun=221100>> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Teresina**. População no último censo 2010. 2010. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Tabelas 2010-2015, base de dados 2010-2015. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=resultados&c=2211001>> 24/06/2018

IBGE. **Sinopse do censo demográfico 2010 Piauí**. Tabela 2.1 - População residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e densidade demográfica, segundo as Unidades da Federação e os municípios. 2010 <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=1&uf=22>> 24/06/2018

INÁCIO, Caio de Teves; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

KLIGERMAN, Debóra Cynamon. A era da reciclagem x a era do desperdício. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 99-110.

LIMA, Raphael Nunes de Souza. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia. **Revista de ensino de Geografia**. Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, jul./dez.. 2012. Disponível em < <http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/N.5/Art2v3n5final.pdf>> Acesso em: 20 de dez. de 2018.

MAIELLO, Antonella; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; VALLE, Tatiana Freitas. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v 52(1), p. 24-51, jan.-fev. 2018. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rap/v52n1/1982-3134-rap-52-01-24.pdf>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

MANO, Eloisa Biasotto; PACHECO, Élen B.A.; BONELLI, Claudia M.C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. 2 edição. São Paulo: Blucher, 2010.

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. de. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Documentos 184. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>> Acesso em: 24 de mar. de 2019.

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. de F.; CRISÓSTOMO, L. A.; BEZZERA, F. C.; CORREIA, D.; VERAS, L. de G. C. **Beneficiamento da casca do coco**. 2012. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf> Acesso em: 05 de dez. de 2017.

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. de F.; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; MORAIS, J. P. S.; ARAÚJO JÚNIOR, C. P. de. **Painéis elaborados com resíduos da casca de coco-verde**. Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 35. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Dezembro, 2011. 3 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/917915/paineis-elaborados-com-residuos-da-casca-de-coco-verde>> Acesso em: 05 de dez. de 2017.

MAZZER, Cassiana; CAVALCANT, Osvaldo Albuquerque. **Introdução à gestão ambiental de resíduos**. Infarma – Ciências Farmacêuticas, v.16, n. 11-12, 2004. Disponível em: <<http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/77/i04-aintroducao.pdf>> Acesso em 21 de fev. de 2018.

MELO, Lenoir dos Santos; COSTA, Thayanne Loer Santos; SANTOS, Tássio Lucas Sousa; NUNES, Maria Urbana Corrêa. Avaliação de métodos alternativos de compostagem para biodegradação da casca de coco verde. In: Seminário de Iniciação Científica e Pós-Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 5., 2015, Aracaju. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 280. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1026161/avaliacao-de-metodos-alternativos-de-compostagem-para-biodegradacao-da-casca-de-coco-verde> > Acesso 12 de jan. de 2018

MILLER, G. Tyler; SCOTT, E. Spoolman. **Ciência ambiental**. 14º edição. 2015.

MOREIRA, Pedro Henrique da Silva; SILVEIRA, Catarina Ferreira; GÓES, Maria de Fátima Barbosa. Reaproveitamento da casca do coco verde: lições para a cidade de Salvador/BA a partir de experiências brasileiras. In: Simpósio de Engenharia de Produção – SIMEP, 5., 2017. **Anais...** 2017. Disponível em: <<https://even3.azureedge.net/anais/43508.pdf>> Acesso em 05 de dez. de 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>> Acesso em 19 de jul. de 2018.

RIBEIRO, Daniel Vêras; MORELLI, Marcio Raymundo. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidades?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ROCHA, Fernanda Barreto de Almeida; CAMPOS, Marianna Cruz; COLOMBO, Ciliana Regina; CELESTINO, Joyce Elanne Mateus. Gestão de resíduos como ferramenta aplicada ao beneficiamento do coco verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 30., 2010. São Carlos, **Anais...** São Carlos: ABREPO, 2010. 10 p. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_121_788_17278.pdf> Acesso em 11 de jan. de 2018.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAUJO, F. B. S.; NOROES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Comunicado Técnico 54. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Dezembro, 2001a. 6 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/423156/caracterizacao-do-po-da-casca-de-coco-verde-usado-como-substrato-agricola>> Acesso em 17 de dez. de 2017.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L., BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde**. Comunicado Técnico 61. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Dezembro, 2001b. 4 p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/425163/1/ct61.pdf> >. Acesso em 28 de dez. de 2017.

ROSA, Morsyleide de Freitas; BEZERRA, Fred Carvalho; CORREIA, Diva; SANTOS, Francisco José de Seixas; ABREU, Fernando Antônio Pinto de; FURTADO, Ângela Aparecida Lemos; BRÍGIDO, Ana Kéli Lisboa; NORÕES, Elis Regina de Vasconcelos. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria

Tropical, 2002. 24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 52). 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/425175/utilizacao-da-casca-de-coco-como-substrato-agricola>> Acesso em 16 jan de 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em Salvador – BA**. 2008. 167 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa). Escola Politécnica Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_monica_silveira.pdf> Acesso em 05 dez. de 2017.

SISINNO, Cristina Lucia Silveira. Resíduos sólidos e saúde pública. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. P. 41-57.

SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de. Impacto ambiental dos grandes depósitos de resíduos urbanos e industriais. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. P. 59-78.

SOUSA, O. L. **Tratamento do líquido gerado no beneficiamento da casca de coco verde em sistema de lodos ativados**. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-06112007-200110/pt-br.php>> Acesso em: 29 nov. de 2018.

TERESINA. Decreto nº 10.067, de 18 de março de 2010. **Diário Oficial do Município**. Poder Executivo, Teresina- PI, 18 mar. 2010. Nº 1.334, p. 2. <<http://dom.teresina.pi.gov.br/admin/upload/DOM1334-1-31032010.pdf>> Acesso em 01 de fev. de 2018.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN. Agenda Teresina 2030. **A cidade desejada**. Teresina, 2015. Disponível em <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/Teresina-Agenda-2030.pdf>> Acesso em 25 de fev. de 2018.

TERESINA. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo – SEMDEC . **Plano de desenvolvimento integrado do turismo sustentável – Teresina**. 2011. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/plano_de_desenvolvimento_integrado_do_turismo_sustentavel.pdf> Acesso em 01 de fev. de 2018.

9. Apêndices

Apêndice A – Roteiro de entrevista – Permissionários do Centro de Teresina-PI

Perfil do entrevistado		
Nome:		
Idade:	Sexo:	Escolaridade
1. Há quanto tempo trabalha com a venda da água de coco? 2. Como conseguiu ser permissionário? 3. Quais os dias e horários de trabalho? 4. Qual o fornecedor do coco verde? 5. Quais os modos de consumo da água de coco? a) Diretamente do coco b) Por meio da coqueira c) Em copos descartáveis d) Outros _____ 6. Qual a quantidade de coco verde utilizados diariamente? 7. Qual o modo de acondicionamento das cascas de coco verde após o consumo?		

Apêndice B – Roteiro de entrevista - Indústria de beneficiamento de água de coco

Perfil da empresa
Nome do entrevistado:
Cargo
1. Há quanto tempo funciona a indústria? 2. Qual o horário de funcionamento? 3. Quantos funcionários? Qual a carga horária de serviço? 4. Quais os tipos de serviços e produtos existentes? Quais os produtos relacionados ao coco verde? 5. Como é o processo de envasamento da água de coco verde? 6. Quantos litros de água de coco são envasados diariamente? 7. Qual a quantidade de cascas descartadas diariamente?

8. Qual o modo de acondicionamento e destino dado às cascas?
9. Sabe da existência da Unidade de Compostagem de Teresina? Se sim, envia as cascas para lá? Por que?

Apêndice C – Roteiro de entrevista - Unidade de compostagem de Teresina-PI

Responsável pela usina de compostagem junto à SDR (Superintendência de Desenvolvimento Rural)
Nome do entrevistado:
1. Quando foi criada a Unidade de Compostagem de Teresina? 2. Como é a estrutura da Unidade? Que tipo de construções existem no terreno, há impermeabilização do solo, existe sistema de drenagem de chorume, as leiras são identificadas por tipo de material o tempo de início de processo de compostagem? 3. Qual o horário de funcionamento? 4. Quais as atividades desenvolvidas na Unidade? 5. Que tipo de material é processado? Quem fornece esse material? 6. Quantos funcionários trabalham na Unidade? Quais as suas funções? Qual o horário de trabalho? 7. Quais as máquinas utilizadas na Unidade para processamento das cascas e dos restos de poda? 8. Quais os custos para manter a Unidade? 9. Como ocorre o processo de compostagem? Quanto tempo demora? 10. Qual o destino do composto produzido na Unidade? Como ocorre o transporte do material? 11. Qual o destino da fibra de coco? Como ocorre o transporte do material?

Apêndice D – Roteiro da listagem do mercado consumidor para a fibra e pó da casca do coco verde

	Sim	Não	Possível, com ajustes.
Artesãos			
Indústria de estofados			
Floriculturas			
Viveiro de mudas			
Padarias			
Olarias			

10. Anexo

Anexo 1 - Relação dos permissionários mencionados no Decreto nº 10.067, de 18 de março de 2010.

Nº	NOME DO VENDEDOR	LOCALIZAÇÃO DO PONTO
1	ALLAN KARDEC ALVES DE SOUSA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, LADO ESQUERDO DO ARMAZÉM PARAÍBA, AO LADO DA ÓTICA DINIZ
2	ANA CÉLIA DOS SANTOS ROCHA	RUA COELHO RODRIGUES, ESQUINA COM A RUA DAVID CALDAS, EM FRENTE A DROGALOPES (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA)
3	ANTONIA ADI LIMA SANTOS	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA DAVID CALDAS (CALÇADA DA PASTELARIA KINA-KANA)
4	ANTONIA MARIA DE MACÊDO AZEVEDO	RUA EUSEU MARTINS, ESQUINA COM A RUA TREZE DE MAIO OBS: CALÇADA DO BEP/B
5	ANTONIA NAIRANASCIMENTO DA SILVA	RUA SETE DE SETEMBRO (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA), AO LADO DA PARADA DE ÔNIBUS, EM FRENTE AO SABOR CASEIRO.
6	ANTONIO CARLA TAOR CORDEIRO	RUA SIMPLÍCIO MENDES, ESQUINA COM A RUA COELHO RODRIGUES, PRÓXIMO AO RELÓGIO DA PRAÇA RIO BRANCO.
7	ANTONIO HILÁRIO CARVALHO DE ARAÚJO	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA FIRMINO PIRES
8	ANTONIO MANOEL DA SILVA NERES (O AROEIRA)	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A BANCA DO IRMÃO
9	ANTONIO SOARES PEREIRA	RUA ALVARO MENDES, EM FRENTE A C & A
10	CONCEIÇÃO DE MARIA BATISTA RODRIGUES	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA BARROSO (CALÇADA DA LOJA INSINUANTE)
11	EDMILSON BARBOSA DA SILVA	RUA TREZE DE MAIO, ESQUINA COM A RUA COELHO RODRIGUES (CALÇADA DA CAQUIE EMPRESTIMO PESSOAL)
12	ELIZABETE TELES DE MELO	RUA FELIX PACHECO, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA (CALÇADA DA DROGARIA LEAL)
13	EVANILDO GOMES DE MELO	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA BARROSO
14	FÁBIO DE OLIVEIRA DAMASCENO	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A FARMÁCIA DO TRABALHADOR
15	FÁBIO WELLINGTON BRITO OLIVEIRA SILVA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, EM FRENTE A C&A (LADO DIREITO)
16	FABRICIANO DA COSTA RODRIGUES	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA SIMPLÍCIO MENDES
17	FABRÍCIO DA SILVA TORRES	RUA AREOLINO DE ABREU, EM FRENTE AO DEP. DE REDE CENTRAL
18	FLÁVIO DA COSTA RODRIGUES	RUA AREOLINO DE ABREU, AO LADO DA BANCA DE REVISTA ROBERVAL
19	FRANCIÊ DA CONCEIÇÃO	RUA BARROSO, ESQUINA COM A RUA SEN. TEODORO PACHECO (CALÇADA DA PINTOS CALÇADOS)
20	FRANCINALDO PEREIRA DA SILVA	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA TREZE DE MAIO OBS: (CALÇADA DA DROGACENTER)

21	FRANCISCA DAS CHAGAS DOS SANTOS SILVA	RUA TREZE DE MAIO, ESQUINA COM A RUA ELISEU MARTINS, EM FRENTE AO BONSUCESSO BANCO DE CRÉDITO OBS. CALÇADA DO B.B
22	FRANCISCARIBEIRO DOS ANJOS	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA BARROSO (CALÇADA DO UNIBANCO)
23	FRANCISCO ALVES DA SILVA	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A CASAS LINHAS
24	FRANCISCO DAS CHAGAS CARVALHO DE ARAÚJO	RUA COELHO RODRIGUES, EM FRENTE A GRAFITTE MÓVEIS, AO LADO DO MINISTÉRIO DA FAZENDA
25	FRANCISCO DAS CHAGAS MARIM DE ANDRADE	AV. MARANHÃO (BEIRA DO RIO), EM FRENTE A PARADA DE ÔNIBUS - JOTAL
26	FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA DE SOUSA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, AO LADO DA LOJA BY EXPRESS
27	FRANCISCO DOS SANTOS PEREIRA	RUA SETE DE SETEMBRO (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA), AO LADO DA PARADA DE ÔNIBUS, EM FRENTE A CASA SAMPÃO
28	FRANCISCO GOMES DE SOUSA	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), ENTRE A FARMÁCIA DO TRABALHADOR E A CASA DÔTA
29	FRANCISCO PEREIRA DA SILVA FILHO	RUA PAISSANDU, EM FRENTE A BY EXPRESS
30	FRANCISCO PEREIRA DOS SANTOS	RUA SEN. TEODORO PACHECO, EM FRENTE AO ARMAZÉM PARAÍBA (LADO DIREITO)
31	GEOVANE MARIA DO NASCIMENTO	RUA SETE DE SETEMBRO (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA), AO LADO DA PARADA DE ÔNIBUS, ENTRE A CASA SAMPÃO E A LOJA CENTER CELL
32	HELDER DOS SANTOS LEITE	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA (CALÇADA DO BRADESCO)
33	HENRIQUE MIRANDA COSTA	RUA BARROSO, AO LADO DO UNIBANCO
34	ILDELANE DE OLIVEIRA ALMEIDA	RUA PAISSANDU, ESQUINA COM A RUA SIMPLÍCIO MENDES (CALÇADA DO ARMAZÉM PARAÍBA)
35	ISAIAS CUNHA ARAÚJO	RUA SETE DE SETEMBRO (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA), AO LADO DA PARADA DE ÔNIBUS, EM FRENTE A CENTER CELL
36	ISRAEL DE SOUSA MENDONÇA	PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA, ATRÁS DA PARADA DE ÔNIBUS
37	JOÃO CARLOS SALES BRITO	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA SIMPLÍCIO MENDES
38	JOÃO DA CRUZ ALVES DE SOUSA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA (CALÇADA DO PALÁCIO DO COMÉRCIO, LADO DIREITO)
39	JOÃO GOULART BARBOSA	RUA RUI BARBOSA, ESQUINA COM A RUA ALVARO MENDES (LOJAS INSINUANTE)

40	JONAS DOS SANTOS REIS	RUA SEN. TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA (PARAISO DAS VARIEDADES)
41	JOSÉ ALVARO DE OLIVEIRA	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA DAVID CALDAS OBS: CALÇADA DA LOTERIA JOCELU
42	JOSÉ HAMILTON VIEIRA DE MORAIS	RUA AREOLINO DE ABREU, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA, CALÇADA DA IGREJA UNIVERSAL.
43	JOSÉ LUCAS CARVALHO DE SOUSA	RUA RUI BARBOSA, ENTRE O LUXO HOTEL E A IGREJA DE N. S. DO AMPARO
44	JOSÉ PESSOA DA PAZ	RUA PAISSANDÚ, ESTACIONAMENTO EM FRENTE A CITYLAR.
45	JOSÉ SOARES MARTINS	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), ESQUINA COM A RUA SIMPLICIO MENDES
46	JÚLIO VIEIRA DA SILVA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA FIRMINO PIRES (CALÇADA DO BANCO RURAL)
47	LEIDIANANUNES DASILVA FELIX	RUA COELHO RODRIGUES, AO LADO DA BANCA DE REVISTA HIPER BANCA, EM FRENTE A EDULAR (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA)
48	LENILSONDANTAS ESILVA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA
49	MANOEL ALVES DE ABREU	RUA RUI BARBOSA, ENTRE A IGREJA N.S. DO AMPARO E O MINISTÉRIO DA FAZENDA
50	MANOEL FERREIRA DA COSTA	RUA AREOLINO DE ABREU, EM FRENTE À LOJA REGINA CONFECÇÕES
51	MANOEL LEANDRO DA SILVA	RUA TREZE DE MAIO, ESQUINA COM A RUA SEN. TEODORO PACHECO (TEATRO 4 DE SETEMBRO) PRAÇA PEDRO II.
52	MARCOS CESAR RAMOS SILVA	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A JC VARIEDADES
53	MARIA ALICE RIBEIRO BORGES	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA BARROSO (CALÇADA DA JET)
54	MARIA DE JESUS MIRANDA	AV. MARANHÃO (BEIRA DO RIO), EM FRENTE A JOTAL, AO LADO DA PARADA DE ÔNIBUS
55	MARIA DE LOURDES FERREIRA POVES	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A "SABORES DA TERRA"
56	MARIA DO CARMO SILVA	AV. MARANHÃO (CALÇADA DA JOTAL), PRÓXIMO A RUA ALVARO MENDES
57	MARILENE CARDOSO DA COSTA SILVA	RUA COELHO RODRIGUES, AO LADO DA LOJA NOROESTE
58	MARILENE MENDES DA SILVA ARAÚJO	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A FARMÁCIA N.S. DE FÁTIMA
59	MEIRINALVA ALVES DOS SANTOS CÂNDIDO	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A O R R. CARNES
60	PEDRO ALVES DA COSTA NETO	RUA BARROSO, ESQUINA COM A RUA COELHO RODRIGUES, CALÇADA DA LOJA PARALELA
61	RAIMUNDO MACÊDO DE CARVALHO	RUA FIRMINO PIRES, ESQUINA COM A RUA ALVARO MENDES OBS: CALÇADA DO HSB C
62	RAIMUNDO PEREIRA LOPES	RUA ALVARO MENDES, ESQUINA COM A RUA TREZE DE MAIOS (CALÇADA DA LOJA JM)
63	REGINALDO OLIVEIRA PEREIRA DE ARAÚJO	RUA ELISEU MARTINS, CRUZAMENTO COM A RUA BARROSO OBS: RUA CLIMATIZADA
64	RENATO ALVES BARROS	RUA COELHO RODRIGUES, EM FRENTE À SOMA FINANCEIRA (PRAÇA JOÃO LUIS FERREIRA)
65	ROGÉRIO BORGES DE OLIVEIRA	RUA ALVARO MENDES, EM FRENTE A LOJA INSINUANTE
66	RUBENS FERREIRA DA SILVA TELES	TERMINAL DE ÔNIBUS (PRAÇA SARAIVA), EM FRENTE A CASA DÓTA
67	TATIANA SOARES RIBEIRO	RUA SENADOR TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA RUI BARBOSA, CALÇADA DO PALÁCIO DO COMÉRCIO.
68	VERALÚCIA DIAS BARBOSA SILVA	RUA SEN. TEODORO PACHECO, ESQUINA COM A RUA BARROSO (CALÇADA DO ED. DOM AVELAR)
69	YGO DA SILVA AGUIAR	RUA SEN. TEODORO PACHECO, AO LADO DA C&A, EM FRENTE A PRIMICIA ART'S COURO

Fonte: Teresina (2010).

**Anexo 2 – Custo do processamento da casca de coco na Unidade de compostagem de
Teresina**

CUSTO DE PROCESSAMENTO DO CÔCO			
MOTOR 1: Triturador	11,00	KW/h	Unidade
MOTOR 2: Prensa	2,20	KW/h	
MOTOR 3: classificador	3,70	KW/h	
Total consumo:	16,90	KW/h	
Preço Energia:	0,60	R\$/KW	
Custo Energia:	40,29	R\$/dia	
Horas Funcionamento:	20,00	dias/mês	
Total:	805,84	R\$/mês	
Mão de obra:	2.365,00	R\$/mês	
Funcionários:	2,00	un.	
Total:	4.730,00	R\$/mês	
Depreciação:			
Triturador:	23.000,00	R\$	
Prensa:	30.000,00		
Classificador:	15.000,00		
Total:	68.000,00		

Ano	Valor das Máquinas R\$	Depreciação	R\$/Mês
Total	68.000,00		
1		6.120,00	204,00
2		6.120,00	204,00
3		6.120,00	204,00
4		6.120,00	204,00
5		6.120,00	204,00
6		6.120,00	204,00
7		6.120,00	204,00
8		6.120,00	204,00
9		6.120,00	204,00
10		6.120,00	204,00
Valor residual 10%			6.800,00

*Método Linear de depreciação.

Total geral (mão de obra+energia+deprec.):	5.739,84	R\$/Mês
CUSTO R\$/DIA	191,33	
CÔCOS TRITURADOS/DIA	8.000,00	
R\$/unidade(coco)	0,024	
COCOS/m³	125	

Atualizado

Antônio Luiz Melo de Silva
 Técnico Agrícola - SDR
 CPF: 048.086.573-68
 Divisão de Horta
 CREA - 87 - TO / 14

Fonte: Superintendência de Desenvolvimento Rural (2018)