



UNIVERSIDADE CEUMA
REITORIA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE

RAQUEL COSTA DA SILVA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DOS
RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS NA CEASA (MA): UMA
APLICAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR**

Orientador (a): Profa. Dra. Wolia Costa Gomes.

Co-orientador: Dr. Glauber Cruz.

São Luís - MA
2020

RAQUEL COSTA DA SILVA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
ORGÂNICOS GERADOS NA CEASA (MA): UMA APLICAÇÃO DA
ECONOMIA CIRCULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade CEUMA, como requisito para obtenção do grau de Mestre (a) em Meio Ambiente.

Orientador: Dra. Wolia Costa Gomes
Co-orientador: Glauber Cruz

São Luís - MA
2020

UNIVERSIDADE CEUMA
REITORIA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE

**Folha de aprovação da Dissertação de RAQUEL COSTA DA SILVA
defendida e aprovada pela Comissão Julgadora em 31/08/2020**

Raquel Costa da Silva

Dr. Darlan Ferreira da Silva
1º Titular

Dr. Maurício Dziedzic
2º Titular

Dr. Glauber Cruz
3º Titular

Dra. Wolia Costa Gomes
Presidente da Comissão

Prof. Dr. Fabrício Brito Silva
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

Resumo

O objetivo do artigo é propor a implementação de um modelo gerencial, o qual seja ambientalmente sustentável e economicamente viável a partir dos resíduos orgânicos gerados pela CEASA, justificado pela necessidade de se abordar e propor uma metodologia eficaz a fim de reaproveitar tais resíduos pautados no conceito da Economia Circular. O presente estudo se fundamenta pelo método hipotético-dedutivo que é definido como um método que busca uma solução, através de tentativas e eliminação de erros. A pesquisa foi realizada no período de junho a dezembro de 2019, e para este estudo serão analisadas as perdas ou desperdícios de gêneros alimentícios na Cooperativa de Hortifrutigranjeiros do Maranhão - CEASA, a fim de avaliar a importância da implantação dos conceitos da economia circular.

Palavras-chave: Economia circular; resíduos orgânicos; perdas; desperdício; cadeia de suprimento.

Abstract

The objective of the article is to propose the implementation of a management model, which is environmentally sustainable and economically viable from the organic waste generated by CEASA, justified by the need to approach and propose an effective methodology in order to reuse such waste based on the concept Circular Economy. The present study is based on the hypothetical-deductive method that is defined as a method that seeks a solution, through attempts and elimination of errors. The research was carried out from June to December 2019, and for this study the losses or waste of foodstuffs at the Cooperativa de Hortifrutigranjeiros do Maranhão - CEASA will be analyzed, in order to assess the importance of implementing the concepts of the circular economy.

Keywords: Circular economy; organic waste; losses; waste; supply chain.

**Independente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e
despidos de orgulho. (Daila Lama)**

Agradecimentos

Não tenhas medo, pois estou contigo, não te angusties, pois eu sou teu Deus, eu te fortaleço e te ajudo, eu te sustento com minha mão direita vitoriosa (Isaías 41:10). Agradeço a Deus pelo dom da vida e por nunca me desamparar, sem Ele nada seria.

Aos meus pais Ana e Ari, por todo o amor e doação que tem para comigo, são o meu porto seguro e eu amo de todo o coração.

Meu amado noivo Felipe Alef, por todo o amor, apoio, paciência e por todas as orientações.

Manifesto meu agradecimento a minha orientadora Wolia Costa Gomes e ao meu Co-orientador Glauber Cruz

Agradeço todo o corpo docente do Mestrado em Meio Ambiente, em especial ao professor Dr. Fabrício Brito Silva, quem sempre me incentivou e apoiou o meu crescimento profissional.

Enfim, agradeço a todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho tornasse uma realidade.

Lista de Quadros

Quadro 1. Aplicação da Matriz SWOT ao ambiente interno da CEASA – MA	37
Quadro 2. Aplicação da matriz SWOT ao ambiente externo da CEASA – MA	39
Quadro 3. Quantidade de alimentos comercializados (em toneladas) por região	41
Quadro 4. Classificação em quantidades de alimentos comercializados nos CEASA's (em toneladas)	42
Quadro 5. Relação entre as quantidades de alimentos comercializados e os resíduos orgânicos gerados pela CEASA-MA	43
Quadro 6. Massa de Resíduos Sólidos Orgânicos	44

Lista de Figuras

Figura 1. Representação esquemática de um biodigestor do tipo contínuo, modelo indiano	19
Figura 2. Esquemático de um biodigestor contínuo do tipo modelo chinês.....	19
Figura 3. Representação de um biodigestor do tipo modelo canadense.....	20
Figura 4. Representação esquemática de um modelo de Economia Circular de ciclo fechado	23
Figura 5. Localização da CEASA – MA	32
Figura 6. Pirâmide Invertida da Hierarquia de Recuperação de Alimentos	37
Figura 7. Quantidade de resíduos orgânicos nos anos de 2016, 2017 e 2018	40

Lista de Abreviaturas

CEASA - Centrais Estaduais de Abastecimento

CMA - Cúpula Mundial de Alimentação

CSA - Cadeia de Suprimentos Alimentares

CO² - Dióxido de Carbono

CH₄ - Gás Metano

DA - Digestão Anaeróbica

CE - Economia Circular

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GGE - Gás de Efeito Estufa

H₂O - Água

H₂ - Hidrogênio

H₂S - Gás Sulfúrico

N₂ - Nitrogênio

ONU - Organização das Nações Unidas

PERDA - Projeto de Estudo e Reflexão sobre o Desperdício Alimentar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 A produção de alimentos e o desperdício no Brasil e Mundo	14
2.2. Principais fatores que afetam o desperdício na cadeia produtiva	15
2.3 Biodigestores	18
2.4 Economia Circular	20
Capítulo I: Artigo a ser submetido na Revista Internacional de Desenvolvimento Local. Qualis A3	23
1. INTRODUÇÃO	24
2. A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E O DESPERDÍCIO NO BRASIL E NO MUNDO	26
3. PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM O DESPERDÍCIO NA CADEIA PRODUTIVA	27
4. BIODIGESTORES	28
4.1 Conceito de Economia Circular	29
5. MATERIAIS E MÉTODOS	31
5.1 Identificação do atual modelo de gestão de resíduos	32
5.2 Levantamento das quantidades de produtos comercializados e desperdiçados na ceasa-ma	32
5.3 Proposta de implantação de um biodigestor	32
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1 Análise da Matriz SWOT	36
6.2 Levantamentos das quantidades de produtos comercializados e desperdiçados na CEASA- MA	38
6.3 Proposta de um modelo de gestão mais abrangente para os resíduos orgânicos, pautado nos princípios da Economia Circular	42
7. CONCLUSÕES	45
8. REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial, crescimento populacional e consumo exacerbado de bens e/ou serviços para a satisfação das demandas da população mundial, observa-se uma grande preocupação da sociedade civil e comunidade científica acerca da escassez e/ou diminuição dos recursos naturais (BALKAU; SONNEMANN, 2010).

A temática geral sobre o desperdício de alimentos envolve aspectos ambientais, sociais e econômicos (CREUS, 2018). Questões como o desperdício de água e energia, desmatamentos, geração de resíduos sólidos, poluição gerada pelos veículos que transportam alimentos e pelo moderno maquinário utilizado no processo de fabricação fazem com que a pressão exercida ao meio ambiente seja cada vez mais elevada e devastadora (GÖBEL et al., 2015; CARVALHO; OLIVEIRA; CRUZ, 2019).

Ao analisar questões no âmbito social, constata-se o conceito de segurança alimentar, pois a maioria dos alimentos produzidos para o consumo humano é perdido ou desperdiçado, fazendo com que problemas como fome, pobreza e desnutrição alcancem grandes proporções e tornem-se casos de saúde pública (FAO, 2011).

Do ponto de vista econômico, o desperdício de alimentos afeta o preço dos produtos que serão entregues aos consumidores (PAPARGYROPOULOU et al., 2014). Apesar dos inúmeros esforços para a criação de políticas públicas para reduzir a aplicação de matérias-primas nas indústrias, repensar, reutilizar e reciclar, ainda se observa uma produção linear, ou seja, onde os recursos são extraídos de uma fonte finita e ao final do ciclo de produção estes são descartados de forma inadequada (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

A investigação incessante por uma economia sustentável e ambientalmente eficaz fez surgir uma conscientização a respeito da economia linear, abordando um novo paradigma de organização econômica, ou seja, a economia circular (WAUTELET, 2018). Partindo da abordagem da (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015), a qual definiu a economia circular como um sistema regenerativo, no qual a entrada de novos materiais, recursos escassos, o vazamento de resíduos, as emissões de poluentes e o desperdício de energia são minimizados, atuando de uma forma mais sustentável.

A economia circular surge com o propósito de manter o fluxo dos materiais dentro da cadeia produtiva, buscando transformar os resíduos gerados em insumos para diferentes processos de produção, utilizando-se de fontes renováveis e recursos ambientalmente amigáveis (WAUTELET, 2018).

Dados divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2012), ao analisar o atual cenário brasileiro indicam que o problema não vem da falta de alimentos, mas das perdas e desperdícios que ocorrem durante o percurso ou transporte na cadeia produtiva, por exemplo, más condições de manipulação, armazenamento e acondicionamento, pós-colheita, produção em excesso e transportes de alimentos (FAO, 2011).

No contexto do desperdício de alimentos, observa-se a importância e necessidade de fazer um gerenciamento correto da destinação dos resíduos, buscando evitar as perdas no processo de produção e distribuição (BORGES et al., 2019). Para tanto, o presente projeto objetiva avaliar a importância da implantação da Economia Circular na CEASA - MA (Centrais Estaduais de Abastecimento).

Verificou-se que não existe um modelo ideal para a destinação final de resíduos orgânicos produzidos em feiras ou mercados populares, fazendo com que os mesmos sejam dispostos em locais irregulares, afetando assim a qualidade do solo e da água, além de contribuir para a proliferação de vetores de doenças e pragas. E partindo, dessa premissa o presente estudo surge com o seguinte questionamento: **Como implantar um modelo de gestão de resíduos orgânicos que seja ambientalmente sustentável e economicamente viável?**

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A produção de alimentos e o desperdício no Brasil e Mundo

Aproximadamente mais de 1300 toneladas por anos de alimentos produzidos para o consumo humano são desperdiçadas em todo o mundo. Essa perda acontece desde o início da cadeia produtiva até o consumidor final (FAO, 2012).

Atualmente, o Brasil é uma das maiores economias do mundo, e um grande exportador no ramo alimentício, dentro dos estágios que compõem a cadeia de produção alimentar, observa-se que o maior número de perda e/ou desperdício de alimentos se encontra no pós-colheita e final da cadeia produtiva, fazendo com que o Brasil seja um dos países que mais desperdiça alimentos no consumo e varejo (PORPINO; PARENTE; WANSINK, 2015)

Durante as etapas do processo de produção, a falta de cuidados no transporte, manuseio e embalagem dos alimentos provocam perda e desperdício dentro da cadeia produtiva destes alimentos, bem como a armazenagem, refrigeração e conservação dos mesmos (RAAK et al., 2017).

Países e organizações internacionais abordam o tema de desperdício de alimentos associado a vários fatores, como os aspectos ambientais, sociais e éticos (GJERRIS; GAIANI, 2013; PARFITT; BARTHEL; MACNAUGHTON, 2010).

O desperdício de alimentos no âmbito social pode ser analisado, considerando o conceito de segurança alimentar. Em 1996, a Cúpula Mundial de Alimentação (CMA) definiu a segurança alimentar com base na existência de quantidade suficiente de alimentos, teor nutritivo, seguridade no consumo e com o acesso econômico para atender e promover uma vida mais saudável (CAPONE et al., 2014).

Em 2016, Portugal criou o projeto conhecido como PERDA - Projeto de Estudo e Reflexão sobre o Desperdício Alimentar, e de acordo com esse projeto, as fases iniciais e finais da cadeia de produção são aquelas nas quais ocorrem as maiores perdas e desperdícios. A maioria das perdas ocorre com produtos horto frutícolas, cereais e laticínios. A média nacional de perdas de alimentos por ano em Portugal foi de 97 kg por habitantes, com 31% das perdas e desperdícios ocorrendo na fase do consumo (BAPTISTA *et al.*, 2012).

Partindo da abordagem de Chalak et al., (2016), alguns fatores como nível de renda, desenvolvimento e industrialização influenciaram a quantidade de alimentos perdidos ou desperdiçados. O desperdício de alimentos é consequência de uma sociedade consumista e da disponibilidade dos alimentos a preços acessíveis. Os alimentos se caracterizam para a maioria

da população como um produto industrializado infinito, barato e disponível em qualquer lugar e momento (GJERRIS; GAIANI, 2013).

Segundo Parfitt, Barthel e Macnaughton (2010), por exemplo, fatores como o aumento da globalização, a redução do setor agrícola, mudança para um padrão de consumo excessivo e afastamento da população do processo de produção de alimentos fazem com que sejam tão elevados os níveis de desperdícios por parte dos consumidores.

Os desperdícios de alimentos implicam em uso de recursos naturais como água doce e terrenos agrícolas submetidos à aplicação de fertilizantes, recursos naturais finitos e, em muitos locais já estão escassos (KUMMU et al., 2012). A prioridade é a proteção da água e do solo, pois a escassez de tais recursos naturais diminui a produção de alimentos e a capacidade de produzir de forma ambientalmente sustentável (WUNDERLICH; MARTINEZ, 2018).

Com a grande quantidade de desperdícios alimentares, os resíduos sólidos gerados são apresentados atualmente como sendo um grande problema socioambiental, e os grandes centros urbanos sofrem pela falta de locais adequados para descartar tais resíduos (JACOB; BESEN, 2011).

2.2. Principais fatores que afetam o desperdício na cadeia produtiva

A Cadeia de Suprimentos Alimentares (CSA) possui um processo de gerenciamento que abrange diversas etapas, desde a produção até o consumidor final. Tais etapas são definidas como colheita, transporte, armazenamento, manuseio, processamento, embalagem, distribuição, comercialização e entrega do produto ao consumidor (WUNDERLICH; MARTINEZ, 2018; GUSTAVSSON *et al.*, 2011).

É importante salientar a necessidade da preocupação com o desperdício e perdas de alimentos, levando em consideração a disponibilidade (SALIHOGU et al., 2018; PARFITT; BARTHEL; MACNAUGHTON, 2010).

Em 2010, a cadeia produtiva alimentar produziu quase 5,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO_2). Nesse contexto, o sistema alimentar ocupava 12,6 milhões de km^2 de solo cultivado e utilizava o volume de 1.810 km^3 de água (SPRINGMANN et al., 2018).

As organizações necessitam de informações suficientes sobre quanto, porque e onde os alimentos são perdidos na cadeia de suprimentos. A falta de informações dificulta a criação de estratégias e ações que possam impedir a perda e o desperdício de alimentos (LIPINSKI; ROBERTSON, 2017).

A mensuração das perdas e desperdícios de alimentos forma uma base relevante para ações de redução que ocasionam diversos benefícios, por exemplo, a redução de custos, descarte

excessivo, emissões de gases do efeito estufa (GEE) ou projetos de apoio à erradicação da fome (LIPINSKI; ROBERTSON, 2017).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos de forma eficiente para reduzir as perdas e desperdícios, representa uma maneira de garantir a segurança alimentar e nutricional no mundo e gerar uma maior margem de lucro para os agentes envolvidos na cadeia de suprimentos (WEISS; SANTOS, 2015).

A cadeia de suprimentos alimentares envolve diferentes representantes, por exemplo, produtores, fornecedores, distribuidores, comerciantes e consumidores, além de exportadores e importadores (AUNG; CHANG, 2014). E partindo desse contexto, entende-se que para o bom gerenciamento da cadeia de suprimentos alimentares é necessário à participação conjunta de todos os agentes incluídos no processo de produção.

Uma grande perda de alimentos ocorridas no campo ocorre pelo descarte dos agricultores na hora da colheita, devido aos padrões de boa qualidade exigidos pelo mercado consumidor (AULAKH et al., 2013).

É visível o grande impacto ambiental causado pelo desperdício alimentar, recursos como o solo, água e energia são utilizados e até mesmo esgotados no processo de produção de alimentos, que são desperdiçados e acabam sendo jogados como lixo orgânico em aterros sanitários de forma irregular, gerando emissões de gases metano (CH_4), um grande responsável pelo efeito estufa (BORGES et al., 2019).

Os lixos orgânicos gerados, ou seja, os resíduos de origem animal e/ou vegetal tornam-se cada vez mais um problema global. Estes precisam ser tratados corretamente para que não afetem o meio ambiente (ZAGO; BARROS, 2019). A partir dessa premissa, nasce a necessidade de criar sistemas que agreguem eficácia, baixos custos de construção, operação, produção e também geração de energia limpa, uma solução alternativa que apresenta bons resultados e é difundida em vários países, contempla a utilização de diversos substratos orgânicos, que por meio da utilização de biodigestores produz biogás e biofertilizante (ZANANDREA et al., 2009).

Sagula (2012) afirmou que a diminuição do volume orgânico presente no resíduo, a produção de metano, redução do poder de poluição e os riscos sanitários dos substratos são as vantagens essenciais de um processo anaeróbio.

O biogás é o produto da ação digestiva de bactérias metanogênicas de matérias orgânicas, produzindo um composto gasoso constituído principalmente por metano (CH_4), gás

carbônico ou dióxido de metano (CO_2), amostras de nitrogênio (N_2), hidrogênio (H_2) e gás sulfúrico (H_2S) (GIACOBBO; ZENATTI, 2013).

Deganuti et al., (2002) definiram que o elemento principal do biogás é o metano, caracterizando cerca de 60% a 80% no composto total da mistura. O metano é caracterizado como um gás incolor, altamente combustível, queimando com chama azul-lilás, sem resíduos de fuligem e com mínima poluição. Não oferece perigo e pode ser utilizado em ambientes fechados.

A digestão anaeróbica (DA), a qual é empregada no tratamento de resíduos orgânicos tem surgido como uma alternativa altamente promissora, tanto pela diminuição dos volumes desses substratos, como também pela produção de biogás. Nesse processo, a decomposição da matéria orgânica é realizada pela ação de distintos grupos de microrganismos, que transformam a matéria orgânica complexa em um substrato mais simples e, são absorvidas e convertidas em biogás (KONDUSAMY; KALAMDHAD, 2014).

A digestão anaeróbica é um processo complexo, no qual alterações mínimas nos padrões de controle, como temperatura, pH podem acarretar em um mau funcionamento do processo. Contudo, o biogás produzido como resultado final da DA, é uma fonte importante de energia e apresenta um baixo custo. Tal energia é caracterizada como sendo uma energia limpa na matriz energética global, pois, diminui a dependência de fontes energéticas derivadas de combustíveis fósseis (ABDEL-SHAIFY; MANSOUR, 2018).

Bauer et al., (2008) caracterizaram a decomposição anaeróbica em três estágios. Por exemplo, a primeira fase é descrita como a hidrólise enzimática, a qual é responsável pela liberação de enzimas e bactérias, para que aconteça a degradação dos substratos orgânicos complexos, tais como polissacarídeos e gorduras. Na segunda etapa, definida como tratamento ácido, os microrganismos produtores de ácido transformam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos (ácido láctico e butílico), etanol, hidrogênio, amônia, dióxido de carbono entre outros. No terceiro estágio, chamada de metanogênese, as bactérias metanogênicas, hidrogenotróficas e metilotróficas, agem sobre o hidrogênio e dióxido de carbono, transformando-os em metano.

2.3 Biodigestores

O biodigestor consiste de um compartimento fechado, onde os resíduos depositados no interior do mesmo são processados, ocorrendo à fermentação por meio da digestão anaeróbica de toda a biomassa.

Os biodigestores são classificados como do tipo batelada e contínuo, e também de acordo com a forma de abastecimento. O biodigestor em batelada é considerado um sistema mais simples e de fácil manutenção operacional, o qual é constituído de uma câmara de fermentação construída de alvenaria e um tanque de gás móvel feito de chapa metálica. No modelo em batelada é feita a reposição de toda a matéria orgânica somente após o período de conclusão da digestão do lote anterior (FRIGO *et al.*, 2015).

Os biodigestores do tipo contínuo têm sua especificidade no método de operação e na construção, onde o processo de despejo da biomassa ocorre por meio de recipientes ou bombas comunicantes, sendo realizado em intervalos de tempos determinados, para facilitar o manejo e assim evitar o entupimento na mangueira de entrada. Os modelos de alimentação de biodigestores em batelada mais utilizados são os indianos e chineses (FRIGO *et al.*, 2015).

O modelo indiano surgiu por volta de 1900 na cidade de Mumbai na Índia, nesse modelo a câmara de fermentação é dividida de forma que os resíduos sejam movimentados por meio de duas etapas de fermentação (FRIGO *et al.*, 2015).

Partindo da abordagem de Santos *et al.* (2018), o biodigestor indiano (Figura 1) tem um gasômetro (válvula) que serve para reter o gás, possuindo uma caixa de entrada e saída dos resíduos. Tal modelo apresenta um custo elevado, devido a uma alta corrosão da chapa metálica, que dura aproximadamente cinco anos (CALZA *et al.*, 2015).

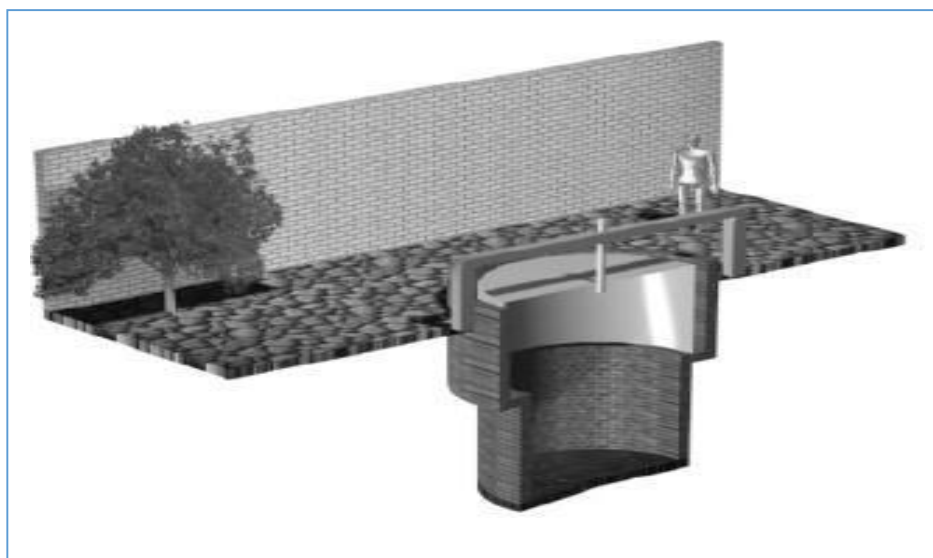


Figura 1: Representação esquemática de um biodigestor do tipo contínuo, modelo indiano
Fonte: Frigo *et al.* (2015).

O biodigestor modelo chinês (Figura 2) foi criado com base no modelo indiano, mas como havia a necessidade de corte de gastos, a utilização do gasômetro, que representa altos custos na construção do modelo indiano, foi suprimida (SILVA, 2019). O modelo chinês foi elaborado sob a forma de uma câmara de fermentação cilíndrica, construída em tijolos e impermeabilizada no teto para o armazenamento do biogás, por ser construído de alvenaria não era necessário a utilização do gasômetro em chapa de aço (FRIGO *et al.* 2015). O modelo chinês funciona por meio de uma pressão hidráulica, onde a pressão no interior do mesmo resulta na concentração do biogás dentro da câmara de fermentação, empurrando o biogás para a caixa de saída (CARLOS *et al.*, 2018).

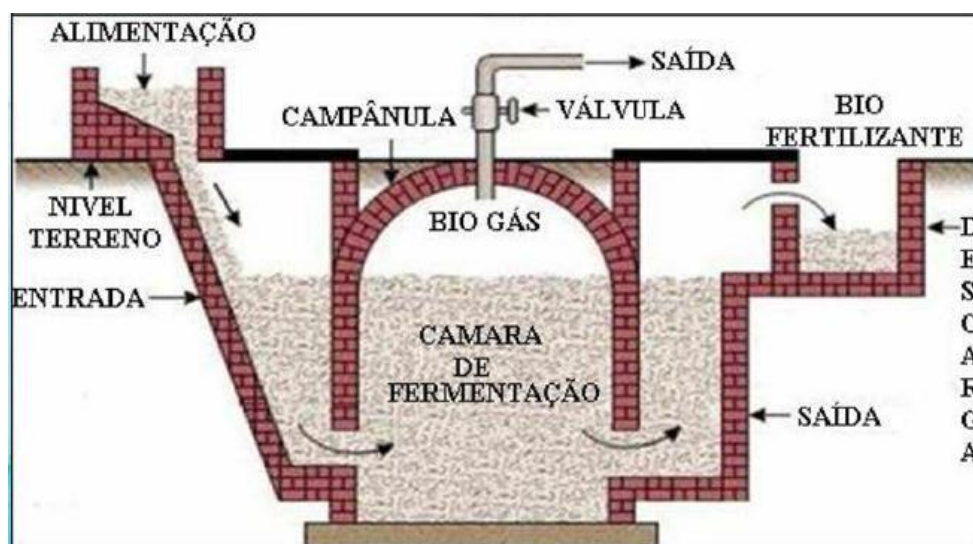


Figura 2: Esquemático de um biodigestor contínuo do tipo modelo chinês.
Fonte: Fernandes Filho *et al.* (2018).

No Brasil, o biodigestor do tipo canadense (Figura 3) vem sendo regularmente utilizado. Este modelo possui uma tecnologia avançada, sendo feito no formato horizontal, a caixa é de alvenaria e na construção a largura é maior que a profundidade, apresenta uma exposição maior ao sol, pois, dessa forma auxilia na maior produção do biogás e evita o entupimento do biodigestor. A cúpula é feita com material polimérico (plástico), que infla no momento que a produção do biogás acontece (REZENDE, 2017).

Apesar das vantagens mencionadas na construção, o biodigestor do tipo canadense apresenta uma menor durabilidade por conta da lona plástica que é utilizada e ao ser perfurada acontecerá perda do biogás produzido (FRIGO *et al.*, 2015).

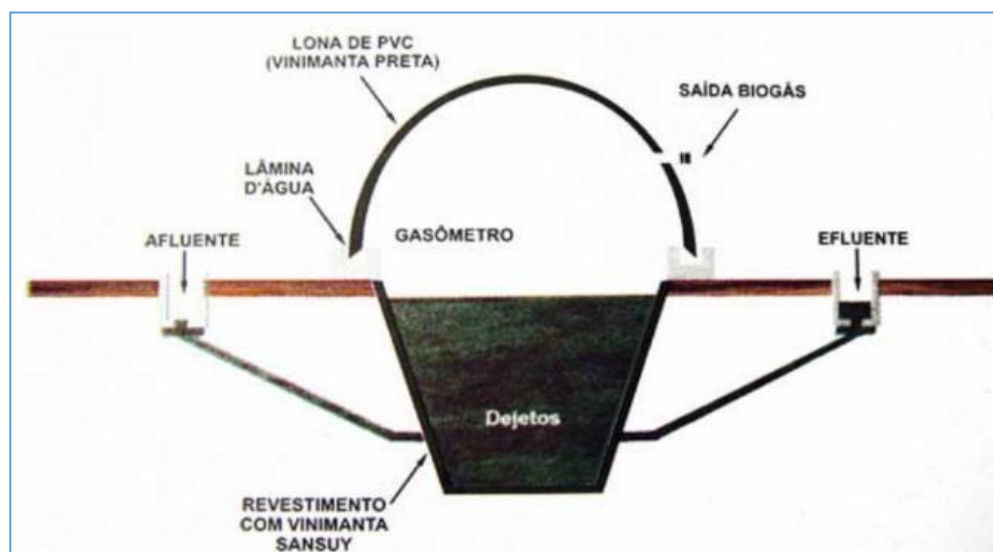


Figura 3. Representação de um biodigestor do tipo modelo canadense. Fonte: Rezende (2018).
 processo de tratamento dos diversos resíduos orgânicos, os quais são ricos na produção de gases combustíveis e que podem ser utilizados em diferentes processos térmicos reais (DHANALAKSHMI; RAMANUJAM, 2012).

2.4 Economia Circular

O conceito de Economia Circular ganhou destaque a partir do ano de 2010, com o conceito de guarda-chuva, ou seja, abrange conceitos e práticas de diversas escolas do pensamento, tais como simbiose industrial, lixo zero, reciclagem e logística reversa e destacando a capacidade de prolongar o uso dos recursos e gerenciamento dos resíduos (BLOMSMA; BRENNAN, 2017). Segundo kirchherr, Reike e Hekkert (2017), a economia circular é definida por ações que substituem o conceito de um fim convencional para o ciclo de vida de um determinado produto, fazendo com que haja a recuperação dos materiais em processo de produção, distribuição e consumo, de forma que reduzir, reciclar e recuperar sejam prioridades.

Para Masullo (2017), os resíduos orgânicos são caracterizados como uma instabilidade dentro do ciclo da biodiversidade, tendo em vista que a matéria orgânica não é devolvida para que a terra possa fechar o ciclo ecológico. O autor também destacou que as partes não consumidas são descartadas em sua maioria em aterros sanitários, produzindo um líquido conhecido como chorume, o qual apresenta um mau cheiro e polui os rios e as bacias hidrográficas, ocasionando a emissão de gases metano e de efeito estufa.

A gestão adequada da perda e desperdício de alimentos, dentro do sistema da Economia Circular (CE) apresenta um fluxo novo de pesquisas, o qual é direcionado para a compreensão

das perdas de alimentos nos estágios iniciais da cadeia de suprimentos alimentares (PRINCIPATO et al., 2019).

É fundamental entender as principais causas da perda e desperdício de alimentos e as possíveis ações para minimização destes problemas são por meio de reutilização e/ou reciclagem, baseando-se nos conceitos da economia circular (PRINCIPATO et al., 2019). A economia circular pode ser destacada como uma abordagem apropriada para a recuperação da resiliência do planeta, ou seja, a capacidade deste recuperar as propriedades ou características naturais e/ou ambientais, e ao mesmo tempo trazer retornos econômicos e sociais (SCHEEL, 2016).

Transformar a economia linear em economia circular significa reduzir a extração de recursos naturais e gerenciar os desperdícios, consequentemente, reduzindo o impacto ambiental causado principalmente pelos setores industriais (STAHEL, 2016)

Outra definição usada para Economia Circular pode ser um sistema restaurador ou regenerativo, que atua de forma sustentável a fim de eliminar o uso de produtos químicos tóxicos, que prejudicam a reutilização e o retorno à biosfera (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Laso et al. (2018) destacaram a necessidade de aprimoramento da economia circular no setor de alimentos, aproveitando os resíduos orgânicos como matéria-prima para originar novos produtos ou sistemas, diminuindo a utilização de novos recursos. Portanto, a economia circular continua sendo um conceito pouco disseminado, necessitando de uma análise mais significativa na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

No setor agroalimentar é preciso mensurar as principais adversidades da economia circular para colaborar para a sustentabilidade geral, em especial com as opções de gestão de resíduos alimentares (LASO et al., 2018). Os resíduos sólidos são hoje uma das maiores preocupações da Administração Pública e entender como funciona o processo de geração, gestão e destinação final desses resíduos, colaborando para o reaproveitamento, diminuição e reutilização, seja na produção de novos materiais ou de energia (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

De acordo com ABRELPE (2017), a população brasileira cresceu 0,75% entre os anos de 2016 e 2017, aumentando a produção total de resíduos sólidos em 1,0%. A falta de um sistema de gestão de resíduos sólidos pode gerar impactos socioambientais, como a poluição ambiental (água, solo e ar), contaminando as águas superficiais e subterrâneas e também o solo

com a proliferação de vetores transmissores de doenças (CARVALHO; OLIVEIRA; CRUZ, 2019).

A NBR 10.004 (ABNT, 2004), classificou os resíduos gerados nas feiras e centrais de abastecimento como A001, os quais são considerados não perigosos e classe II A – não inertes. Os resíduos encontrados em feiras livres e mercados são considerados resíduos sólidos orgânicos, que na perspectiva de Martins e Morais, (2011), são de origem animal e/ou vegetal e passíveis de decomposição, ou seja, biodegradáveis.

Reintegrar os resíduos na economia ou sociedade, enquanto recursos e maximizar a ciência destes ao longo de toda a cadeia de valor, proporciona aquilo que a Economia Circular denomina de um ciclo fechado (Figura 4), isto é, nada se perde, tudo se transforma em um perpétuo e constante reaproveitamento ecologicamente correto. Dessa maneira, um novo modelo econômico, que vai além das ações de gestão de resíduos e reciclagem e, que implicaria em gerir de modo sustentável os recursos disponíveis, contribui de forma promissora para o cumprimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável (JESUS; PIRES, 2018).

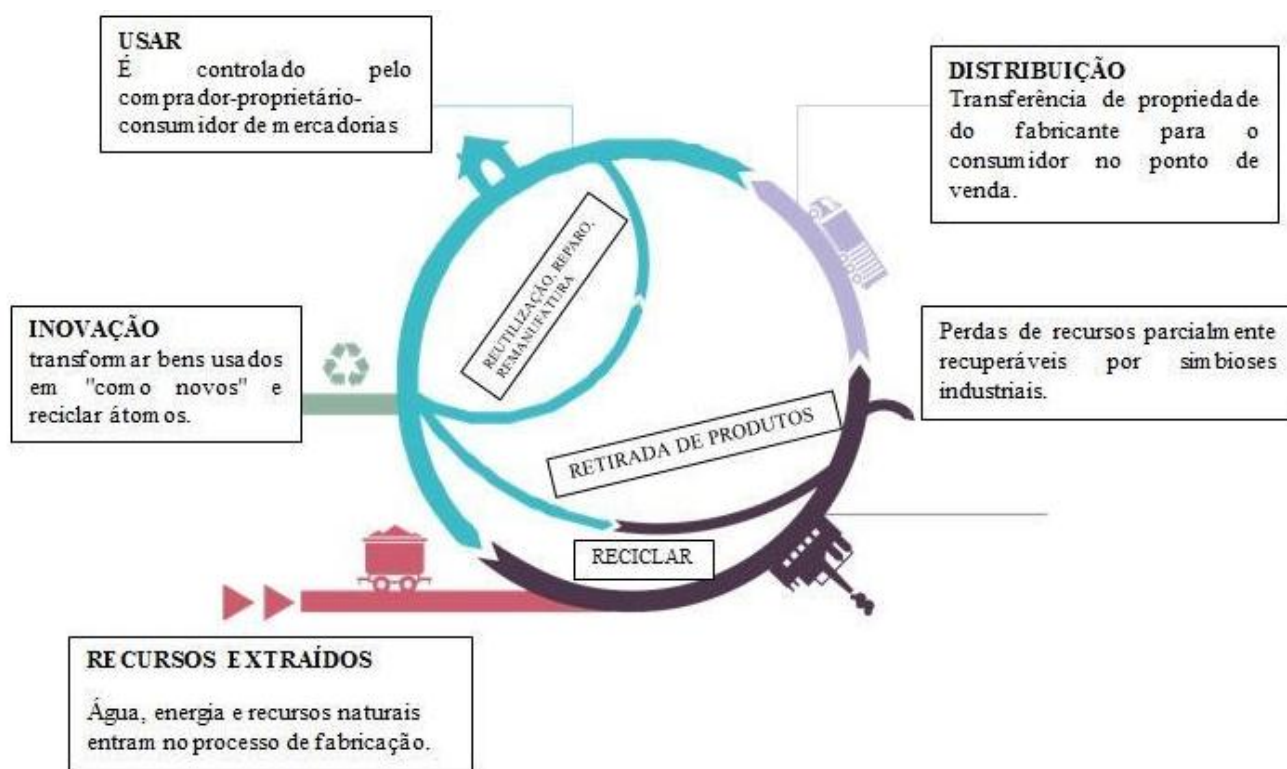


Figura 4: Representação esquemática de um modelo de Economia Circular de ciclo fechado
Fonte: Adaptado de Stahel (2016).

A Economia Circular emprega uma excelente aproximação, que procura evitar o esgotamento dos recursos naturais, sendo este um conceito que se concentra na reestruturação do sistema de manufatura e/ou serviços, reduzindo o fluxo de recursos na produção e no

consumo industrial (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Baseado no estudo de Stahel (2016) entende-se claramente que os produtos considerados rejeitos ou indesejáveis em um processo industrial real, podem ser usados como matérias-primas em um novo sistema industrial, contribuindo para a perfeita conservação dos recursos naturais.

De acordo com essa premissa, compreende-se que a economia circular e o sistema de círculo fechado possibilitaram o desenvolvimento sustentável no âmbito econômico, social e ambiental (CAMILLERI, 2017).

**Capítulo I: Artigo a ser submetido na Revista Internacional de Desenvolvimento Local.
Qualis A3**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
ORGÂNICOS GERADOS NA CEASA (MA): APLICAÇÃO DA ECONOMIA
CIRCULAR**

**PROPOSAL FOR A MANAGEMENT MODEL OF ORGANIC WASTE GENERATED
IN CEASA (MA): APPLICATION OF CIRCULAR ECONOMY**

**PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS
GENERADOS EN CEASA (MA): APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR**

Raquel Costa da Silva¹
Felipe Alef Maia Silva
Glauber Cruz
Wolia Costa Gomes

Resumo: O objetivo deste artigo é propor a implementação de um modelo gerencial, o qual seja ambientalmente sustentável e economicamente viável a partir dos resíduos orgânicos gerados pela CEASA, justificado pela necessidade de abordar e propor uma metodologia eficaz a fim de reaproveitar tais resíduos pautados no conceito da Economia Circular. O presente estudo se fundamenta pelo método hipotético-dedutivo que é definido como um método que busca uma solução, através de tentativas e eliminação de erros. A pesquisa foi realizada no período de junho a dezembro de 2019, e para este estudo serão analisadas as perdas ou desperdícios de gêneros alimentícios na Cooperativa de Hortifrutigranjeiros do Maranhão - CEASA, a fim de avaliar a importância da implantação dos conceitos da Economia Circular.

Palavras-chave: Economia circular; resíduos orgânicos; perdas; desperdício; cadeia de suprimentos.

Abstract: The objective of this article is to propose the implementation of a management model, which is environmentally sustainable and economically viable from the organic waste generated by CEASA, which is justified by the need to approach and propose an effective methodology in order to reuse such wastes based on the concept Circular Economy. The present study is based on the hypothetical-deductive method, which is defined as a method that seeks a solution, through attempts and errors elimination. This research was carried out from June to December 2019, and the losses or waste of foodstuffs at the Cooperative of Fruits, Vegetables and Foods of the Maranhão State - CEASA will be analyzed, in order to assess the importance of implementing of the Circular Economy concepts.

Keywords: Circular economy; organic waste; losses; waste; supply chain.

Resumen: El objetivo del artículo es proponer la implementación de un modelo de gestión, que sea ambientalmente sostenible y económicamente viable a partir de los residuos orgánicos generados por CEASA, justificado por la necesidad de abordar y proponer una metodología eficaz para reutilizar dichos residuos. en el concepto de economía circular. El presente estudio se basa en el método hipotético-deductivo que se define como un método que busca una solución, a través de intentos y eliminación de errores. La investigación se llevó a cabo de junio a diciembre de 2019, y para este estudio se analizarán las pérdidas o el desperdicio de alimentos en la Cooperativa de Hortifrutigranjeiros do Maranhão - CEASA, para evaluar la importancia de implementar los conceptos de la economía circular.

Palabras clave: economía circular; Residuos orgánicos; perdidas; desperdício; cadena de suministro.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial, crescimento populacional e consumo exacerbado de bens e/ou serviços para a satisfação das demandas da população mundial, observa-se uma grande preocupação da sociedade civil e comunidade científica acerca da escassez e/ou diminuição dos recursos naturais (BALKAU; SONNEMANN, 2010)

A temática geral sobre o desperdício de alimentos envolve aspectos ambientais, sociais e econômicos (CÁNOVAS, 2018). Questões como o desperdício de água e energia, desmatamentos, geração de resíduos sólidos, poluição gerada pelos veículos que transportam alimentos e pelo moderno maquinário utilizado no processo de fabricação fazem com que a pressão exercida ao meio ambiente seja cada vez mais elevada e devastadora (GÖBEL et al., 2015; CARVALHO, OLIVEIRA, CRUZ, 2019).

Ao analisar questões no âmbito social, é visto que a maioria dos alimentos produzidos para o consumo humano é perdido ou desperdiçado, fazendo com que problemas como fome, pobreza e desnutrição alcancem grandes proporções e tornem-se casos de saúde pública (FAO, 2011; GUSTAVSSON, 2011).

Do ponto de vista econômico, o desperdício de alimentos afeta o preço dos produtos que serão entregues aos consumidores (PAPARGYROPOULOU et al., 2016). Apesar dos inúmeros esforços para a criação de políticas públicas para reduzir a aplicação de matérias-primas nas indústrias, repensar, reutilizar e reciclar, ainda se observa uma produção linear, ou seja, onde os recursos são extraídos de uma fonte finita e ao final do ciclo de produção estes são descartados de forma inadequada (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Segundo a Ellen Macarthur Foundation (2015), a Economia Circular é definida como um sistema regenerativo, no qual a entrada de novos materiais, recursos escassos, o vazamento de resíduos, as emissões de poluentes atmosféricos e o desperdício de energia são minimizados, atuando de uma forma mais sustentável.

No contexto do desperdício de alimentos, observa-se a importância e necessidade de fazer um gerenciamento correto da destinação dos resíduos, evitando as principais perdas no processo de produção e distribuição (ZARO, 2018). Para tanto, o presente projeto objetiva avaliar a importância da implantação da Economia Circular na CEASA - MA (Centrais Estaduais de Abastecimento).

Verificou-se que não existe um modelo ideal para a destinação final de resíduos orgânicos produzidos em feiras ou mercados populares, fazendo com que os mesmos sejam dispostos em locais irregulares, afetando assim a qualidade do solo e da água, além de contribuir para a proliferação de vetores de doenças e pragas (VIEIRA, 2002). Diante dessa premissa o presente artigo tem como objetivo propor a implementação de um modelo gerencial, o qual seja ambientalmente sustentável a partir dos resíduos orgânicos gerados pela CEASA, empregando os conceitos da Economia Circular.

2. A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E O DESPERDÍCIO NO BRASIL E NO MUNDO

Aproximadamente mais de 1,3 bilhões de toneladas por anos de alimentos produzidos para o consumo humano são desperdiçadas ou perdidas em todo o mundo. Essa perda acontece desde o início da cadeia produtiva até o consumidor final (FAO, 2012). Estudos mostraram que o desperdício alimentar é um problema que vem se tornando uma prioridade pública (PAPARGYROPOULOU et al., 2016)

Atualmente, o Brasil está entre as maiores economias do mundo, e é um grande exportador no ramo alimentício (MENDES, 2019). Dentro do cenário de desperdício de alimentos, o Brasil chega a desperdiçar 35% da produção total desse segmento. De acordo com os estágios que compõem a cadeia de produção alimentar, observa-se que o maior número de perda e/ou desperdício de alimentos se encontra no pós-colheita e final da cadeia produtiva, fazendo com que o Brasil seja um dos países que mais desperdiça alimentos no consumo e varejo (PORPINO; PARENTE; WANSINK, 2015).

No Brasil, anualmente são desperdiçadas aproximadamente 26 milhões de toneladas de alimentos (BELIK, 2018). Durante as etapas do processo de produção, a falta de cuidados no transporte, manuseio e embalagem dos alimentos provocam perdas e desperdícios dentro da cadeia produtiva destes alimentos, bem como a armazenagem, refrigeração e conservação dos mesmos (RAAK et al., 2017).

Alguns países e organizações internacionais abordam o tema de desperdício de alimentos associado a vários fatores, como os aspectos ambientais, sociais e éticos (GJERRIS; GAIANI, 2013).

O desperdício de alimentos no âmbito social pode ser analisado, considerando o conceito de segurança alimentar. Em 1996, a Cúpula Mundial de Alimentação (CMA) definiu a segurança alimentar com base na existência de quantidade suficiente de alimentos, teor nutritivo, seguridade no consumo e o acesso econômico para atender e promover uma vida mais saudável à população (SAWAYA, 2017).

De acordo com Chalak et al. (2016), alguns fatores como nível de renda, desenvolvimento econômico e elevada industrialização influenciaram a quantidade de alimentos perdidos ou desperdiçados.

Os desperdícios de alimentos implicam em uso de recursos naturais como água doce e terrenos agrícolas submetidos à aplicação de fertilizantes, recursos naturais finitos e, em muitos locais escassos (KUMMU et al., 2010). Nesse contexto, a prioridade básica é a proteção da água e do solo, pois a escassez de tais recursos naturais diminui a produção de alimentos e a

capacidade de produzir de forma ambientalmente amigável e sustentável (WUNDERLICH; MARTINEZ, 2018).

3. PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM O DESPERDÍCIO NA CADEIA PRODUTIVA

A Cadeia de Suprimentos Alimentares (CSA) possui um processo de gerenciamento que abrange diversas etapas, desde a produção até o consumidor final. Tais etapas são definidas como colheita, transporte, armazenamento, manuseio, processamento, embalagem, distribuição, comercialização e entrega do produto ao consumidor (WUNDERLICH; MARTINEZ, 2018).

Em 2010, no Brasil, a cadeia produtiva alimentar produziu cerca de 5,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂). Nesse contexto, o sistema alimentar ocupava 12,6 milhões de km² de solo cultivado e utilizava o volume de 1.810 m³ de água (SPRINGMANN et al., 2018)

A mensuração das perdas e desperdícios de alimentos forma uma base relevante para ações de redução que ocasionam diversos benefícios, por exemplo, a redução de custos, mitigação das emissões de gases do efeito estufa (GEE) ou projetos de apoio à diminuição ou erradicação da fome (LIPINSKI; ROBERTSON, 2017).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos de forma eficiente com a finalidade de reduzir as perdas e desperdícios representa uma maneira de garantir a segurança alimentar e nutricional no mundo e gerar uma maior margem de lucro para os agentes envolvidos na cadeia de suprimentos (WEISS; SANTOS, 2015).

Uma grande parte das perdas de alimentos ocorridas no campo acontece pelo descarte dos agricultores na hora da colheita, devido aos padrões de boa qualidade exigidos pelo mercado consumidor nacional e internacional (AULAKH; REGMI, 2013).

É visível o grande impacto ambiental causado pelo desperdício alimentar, recursos como o solo, água e energia são utilizados e até mesmo esgotados no processo de produção de alimentos, que são desperdiçados e acabam sendo descartados como lixo orgânico em aterros sanitários de forma irregular, gerando emissões de gases metano (CH₄), o qual é um grande responsável pelo efeito estufa (MENDES, 2019).

O biogás é o produto da ação digestiva de bactérias metanogênicas de matérias orgânicas, produzindo um composto gasoso constituído principalmente por metano (CH₄), gás carbônico ou dióxido de carbono (CO₂), amostras de nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂) e gás sulfúrico (H₂S) (SILVA, 2014).

Frigo et al. (2015) definiram que o elemento principal do biogás é o metano, caracterizando cerca de 60% a 80% no composto total da mistura. O metano é caracterizado como um gás incolor, altamente combustível, queimando com chama azul-lilás, sem resíduos de fuligem e com mínima poluição.

A digestão anaeróbica é um processo complexo, no qual existe alterações mínimas nos padrões de controle, como temperatura e pH (potencial hidrogeniônico), que podem acarretar em um mau funcionamento do processo (referencia). Contudo, o biogás produzido como resultado final da digestão anaeróbica, é uma fonte importante de energia e apresenta um baixo custo. Tal energia é caracterizada como sendo uma energia limpa na matriz energética global, pois, diminui a dependência de fontes energéticas derivadas de combustíveis fósseis (ABDEL-SHAFY; MANSOUR, 2018).

4. BIODIGESTORES

O biodigestor é um sistema de geração de gases combustíveis compostos por um compartimento fechado, onde os resíduos orgânicos depositados no interior do mesmo são processados, ocorrendo o processo de fermentação por meio da digestão anaeróbica de toda a biomassa (ECYCLE, 2017).

De acordo com alguns autores, por exemplo, Mondini et al., (2018), a digestão anaeróbia é uma tecnologia eficiente para o processo de tratamento dos resíduos orgânicos, obtendo como produtos da digestão a formação de fertilizantes sem a presença de produtos químicos e a formação de biogás.

A biodigestão anaeróbia é uma tecnologia eficiente para o processo de tratamento dos diversos resíduos orgânicos, os quais são ricos na produção de gases combustíveis e que podem ser utilizados em diferentes processos térmicos reais (MONDINI et al., 2018).

No Brasil, a confecção de biodigestores do tipo canadense vem sendo regularmente utilizado. Este modelo possui uma tecnologia avançada, sendo feito no formato horizontal, a construção da caixa é de alvenaria e a largura é maior que a profundidade, apresentando uma exposição maior ao sol, pois, dessa forma auxilia na maior produção do biogás e evita o

entupimento do biodigestor. A cúpula é feita com material polimérico (plástico), que infla no momento que a produção do biogás acontece (REZENDE, 2017).

Os biodigestores são classificados como do tipo batelada e contínuo, e também de acordo com a forma de abastecimento. O biodigestor em batelada é considerado um sistema mais simples e de fácil manutenção operacional, o qual é constituído de uma câmara de fermentação construída de alvenaria e um tanque de gás móvel feito de chapa metálica (DOMINGOS; PIRES MANSO; FARIA, 2015). Nesse modelo é feita a reposição de toda a matéria orgânica somente após o período de conclusão da digestão do lote anterior (FRIGO et al., 2015).

Os biodigestores do tipo contínuo têm sua especificidade no método de operação e na construção, onde o processo de despejo da biomassa ocorre por meio de recipientes ou bombas comunicantes, sendo realizado em intervalos de tempos determinados, para facilitar o manejo e assim evitar o entupimento na mangueira de entrada. Os modelos de alimentação de biodigestores em batelada mais utilizados são os indianos e chineses (FRIGO et al., 2015).

4.1 Conceito de Economia Circular

O conceito de Economia Circular ganhou destaque a partir do ano de 2010, com o conceito de guarda-chuva, ou seja, abrange conceitos e práticas de diversas escolas do pensamento, práticas como simbiose industrial, lixo zero, reciclagem e logística reversa e tendo como destaque a capacidade de prolongar o uso dos recursos e o gerenciamento dos resíduos (BLOMSMA; BRENNAN, 2017).

Diversos autores têm investigado e estudado sobre a Economia Circular e a efetividade desta na sustentabilidade ambiental (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018). Segundo Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), a Economia Circular é definida por ações que substituem o conceito de um fim convencional para o ciclo de vida de um determinado produto, fazendo com que haja a recuperação dos materiais em processo de produção, distribuição e consumo, de forma que reduzir, reciclar e recuperar sejam prioridades.

Para Masullo (2017), os resíduos orgânicos são caracterizados como uma instabilidade dentro do ciclo da biodiversidade, tendo em vista que a matéria orgânica não é devolvida para que a terra possa fechar o ciclo ecológico. O autor também destacou que as partes não consumidas são descartadas em sua maioria em aterros sanitários, produzindo um líquido conhecido como chorume, o qual apresenta um mau cheiro e polui os rios e as bacias hidrográficas, ocasionando a emissão de gases metano e de efeito estufa.

A gestão adequada da perda e desperdício de alimentos, dentro do sistema da Economia Circular (CE) apresenta um fluxo incomum de pesquisa, o qual é direcionado para a compreensão das perdas de alimentos nos estágios iniciais da cadeia de suprimentos alimentares (PRINCIPATO et al., 2019).

É fundamental entender as principais causas das perdas e desperdícios de alimentos e as possíveis ações para minimização destes problemas são por meio de reutilização e/ou reciclagem, baseando-se nos conceitos da Economia Circular (PRINCIPATO et al., 2019). A Economia Circular pode ser destacada como uma abordagem apropriada para a recuperação da resiliência do planeta, ou seja, a capacidade deste recuperar as propriedades ou características naturais e/ou ambientais, e ao mesmo tempo trazer retornos econômicos e sociais (SCHEEL, 2016).

Nesse cenário, transformar a Economia Linear em Economia Circular significa reduzir a extração de recursos naturais e gerenciar os desperdícios, consequentemente, reduzindo o impacto ambiental causado principalmente pelos setores industriais (STAHEL, 2016).

Destaca-se também que líderes empresariais, consumidores e até mesmo o governo analisaram que para a continuidade da geração de riquezas, deve-se ter um novo modelo industrial que seja menos dependente dos recursos naturais (SILVEIRA, 2017).

Laso et al. (2018) destacaram a necessidade de aprimoramento da Economia Circular no setor de alimentos, aproveitando os resíduos orgânicos como matéria-prima para originar novos produtos ou sistemas, diminuindo a utilização de novos recursos. Nessa premissa a Economia Circular continua sendo um conceito pouco disseminado, necessitando de uma análise mais significativa na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

A falta de um sistema de gestão de resíduos sólidos pode gerar impactos socioambientais, como a poluição ambiental (água, solo e ar), contaminando as águas superficiais e subterrâneas e também o solo com a proliferação de vetores transmissores de doenças (CARVALHO; OLIVEIRA; CRUZ, 2019).

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) classificou os resíduos gerados nas feiras e centrais de abastecimento como A001, os quais são considerados não perigosos e classe II A – não inertes. Os resíduos encontrados em feiras livres e mercados são considerados resíduos sólidos orgânicos, que na perspectiva de Vieira et al. (2016), são de origem animal e/ou vegetal e passíveis de decomposição, ou seja, biodegradáveis.

A Economia Circular emprega uma excelente aproximação, que procura evitar o esgotamento dos recursos naturais, sendo este um conceito que se concentra na reestruturação

do sistema de manufatura e/ou serviços, reduzindo o fluxo de recursos na produção e no consumo industrial (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Baseado no estudo de Stahel (2016), entende-se claramente que os produtos considerados rejeitos ou indesejáveis em um processo industrial real, podem ser usados como matérias-primas em um novo sistema industrial, contribuindo para a perfeita conservação dos recursos naturais.

De acordo com essa premissa, compreende-se que a Economia Circular e o sistema de círculo fechado possibilitaram o desenvolvimento sustentável no âmbito econômico, social e ambiental (CAMILLERI, 2017).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no período de junho a dezembro de 2019. Para este estudo foram analisadas as perdas ou desperdícios de gêneros alimentícios na Cooperativa de Hortifrutigranjeiros do Maranhão – CEASA (Figura 1), localizada na Avenida Jerônimo de Albuquerque, 53 - Cohafuma, São Luís - MA, 65071-750, a fim de avaliar a importância da implantação dos conceitos da Economia Circular.



Figura 5. Localização da CEASA - Ma
Fonte: Google Maps (2016)

5.1 Identificação do atual modelo de gestão de resíduos

Na primeira etapa, foi identificado o atual modelo de gerenciamento dos resíduos orgânicos da CEASA-MA, por meio de visita in loco e documentos disponibilizados pela empresa que administra a CEASA.

5.2 Levantamento das quantidades de produtos comercializados e desperdiçados na ceasa-ma

Na segunda etapa, analisou-se a quantidade de resíduos orgânicos gerados e comercializados, baseando-se por relatórios divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB e nos relatórios da própria Central de Abastecimento do Maranhão.

5.3 Proposta de implantação de um biodigestor

O substrato utilizado nesta pesquisa foram os resíduos orgânicos gerados na CEASA-MA, derivado do descarte de produtos hortifrutigranjeiros, que por alguma razão perderam seu valor comercial e não podem ser doados e/ou utilizados pelos serviços de assistencialismo para a população mais carente, ou seja, o banco de alimentos.

A metodologia utilizada para a implantação de um biodigestor ocorreu por meio da avaliação do potencial energético e estimativa de produção do gás metano (com elevado poder calorífico) gerado a partir do teor de degradabilidade do substrato de resíduos orgânicos obtidos de frutas, verduras e legumes. A caracterização da matéria orgânica foi baseada a partir do estudos de Pinto (2000) e tendo como média dos resíduos sólidos apresentados mensalmente pela CEASA-MA foi possível determinar o dimensionamento do biodigestor.

O peso total que alimentará o biodigestor, foi dado pela soma mensal dos resíduos sólidos, do NaCO₃ (tamponamento), do Inoculante e do Teor de umidade da mistura. Pinto (2000) definiu os seguintes parâmetros para o cálculo:

Inoculante (Si) – FI (fator de inoculação) = 0,2

Tamponamento – NaCO₃ = 0,06kg/kg de inoculante

Teor de Umidade (T.U) = 0,58 L/Kg de inoculante

Os valores representados para a mistura serão apresentados nas seguintes equações.

Inoculante (Lodo de esgoto) :

Para o calculo foi utilizado a equação

Onde, (1)

$$FI = \frac{ST_i ST_i}{+ST_s}$$

Fi = fator de inoculação;

ST_i = Massa de
inoculante (kg); ST_s =
Massa total de sólidos
(kg).

NaCO₃ (carbonato de cálcio)

$$\text{Tamponamento} = 0,06 \text{ kg/kg} \times ST_i \quad (2)$$

Onde,
0,06 (kg/kg) = fator que relaciona o tamponamento com o
inoculante; ST_i = Inoculante (kg)

H₂O (água)

$$H_2O = 0,58 \text{ L/kg} \times ST_i \quad (3)$$

Onde,
0,58 L/kg = fator que relaciona o percentual de H₂O com o teor de
umidade encontrado na matéria orgânica.
ST_i = Massa de inoculante (kg)

O cálculo do peso total da mistura – diária (PTMd) é dado por:

$$PTMd = ST_s \text{ (kg)} + ST_i \text{ (kg)} + NaCO_3 \text{ (kg)} + H_2O \text{ (L)} \quad (4)$$

Tempo de detenção hidráulica

O Tempo de Retenção Hidráulica (TDH) é o tempo necessário para que ocorra a digestão anaeróbia da mistura, quando ocorre a máxima produção gás, definindo o ponto de melhor qualidade do biogás no processo de biodigestão anaeróbia. O tempo de detenção é determinado, num processo contínuo, pela relação entre volume do digestor e o volume diário de carga introduzida, isto é, de matéria orgânica adicionada (Magalhães, 1986). O tempo de detenção hidráulica e a eficiência do biodigestor serão obtidos em função do inoculante utilizado.

Volume diário da mistura

Ainda baseado-se no estudo de Pinto (2000) o volume diário da mistura pode ser determinado com a seguinte equação:

$$V_d = PTM_d / \rho_a \quad (5)$$

Sendo,

V_d = Volume do biodigestor;

PTM_d = Massa total da mistura diária

(kg); ρ_a = densidade da água.

Volume total do Biodigestor

A equação do volume do biodigestor deve contemplar o volume ocupado pela mistura durante o tempo de detenção hidráulica e o volume ocupado pelos gases produzidos ao longo da fermentação anaeróbica. Sendo calculado pela seguinte equação

$$\text{Volume do tanque} = (V_d \times TDH) \times (1 + f) \quad (6)$$

Na qual,

V_d = Volume do biodigestor;

TDH = Tempo de detenção hidráulica (dias);

f = fator do volume da mistura ocupado pelos gases produzidos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o modelo de gestão de resíduos orgânicos da CEASA-MA, observou-se que os alimentos que perderam o valor comercial foram doados para projetos sociais, como exemplo, o Banco de Alimentos da Prefeitura Municipal de São Luís- MA. Esse projeto objetiva a promoção do acesso a alimentos que apresentam adequado valor nutritivo e estão em conformidade do ponto de vista de segurança alimentar para as famílias carentes.

O banco de alimentos surgiu no Brasil por volta da década de 1990, com o apoio do SESC (Serviço Social do Comércio) e com o incentivo da sociedade civil por meio de Organizações Não Governamentais - ONG's (RIZZO, 2016).

O banco de alimentos, segundo o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS, 2015) tem como principal objetivo a arrecadação de alimentos, que por alguma razão perderam o padrão para a comercialização, mas que ainda apresentam as propriedades nutritivas inalteradas, não apresentando risco para o consumo humano, ou seja, sem qualquer tipo de contaminação microbiológica. Vale ressaltar que as doações recebidas pelo Banco de Alimentos em sua maioria são de grandes empresas varejistas e Centrais de Abastecimento, como é o caso da CEASA-MA.

A Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA, 2018) definiu a Hierarquia de Recuperação de Alimentos (Figura 2), a qual tem como objetivo orientar as instituições e pessoas como manejar os resíduos de alimentos, evitando dessa forma o desperdício. A hierarquia da EPA demonstra e prioriza em cada nível (ordem de preferência) as ações e estratégias para o gerenciamento desses resíduos orgânicos, conforme é mostrado na Figura 2.



Figura 6: Pirâmide Invertida da Hierarquia de Recuperação de Alimentos
Fonte: EPA (2018).

Observou-se que uma das principais estratégias estabelecidas pela Hierarquia de Recuperação dos Alimentos da EPA, é o banco de alimentos.

De acordo com a Secretária de Estado de Desenvolvimento Social (SEDES, 2019) em julho/2019, o banco de alimentos do Estado do Maranhão arrecadou cerca de 40 toneladas de alimentos, sendo esta quantidade distribuída para as famílias de baixa renda.

6.1 Análise da Matriz SWOT

Este estudo analisou por meio da matriz SWOT as vantagens e desvantagens do atual modelo de gestão da Central de Abastecimento do Maranhão (CEASA-MA).

	FORÇA	FRAQUEZA
AMBIENTE INTERNO	• Grande número de pessoas; • Variedades de produtos;	• Mão-de-obra não qualificada no transporte e armazenamento; • Estacionamento e ponto de descarga precário; • Instrumentos, caixas ou equipamentos sujos e expostos indevidamente ao sol;

Quadro 1: Aplicação da Matriz SWOT ao ambiente interno da CEASA – MA

Ao serem analisados os ambientes internos e externos do local de estudo, observou-se que no ambiente interno, as forças e fraquezas apresentaram os seguintes pontos:

a) Forças:

Grande número de pessoas: a CEASA-MA está localizada em um ponto, onde é possível atrair um grande e variado público, desde consumidores, pequenos produtores e fornecedores.

Variedades de produtos: dentro da CEASA-MA é possível encontrar uma diversidade de produtos, carnes, hortaliças, grãos, cereais, farinhas, frutas, verduras etc. A CEASA trabalha com fornecedores e parceiros cadastrados para intensificar a diversidade dos produtos.

b) Fraquezas:

Mão-de-obra não qualificada: um dos pontos identificados como fraqueza pela matriz SWOT foi à mão-de-obra não qualificada, pois, no setor de movimentação de cargas se

observou trabalhadores sem os devidos cuidados ou não utilizando os equipamentos de proteção individual (EPI's), podendo assim prejudicar as frutas e verduras. Para a FAO (2011), a maioria das perdas ocorridas dentro da cadeia produtiva acontece pelas más condições de manipulação, armazenamento, acondicionamento e transportes dos alimentos.

Estacionamento e ponto de descarga: na CEASA-MA o tráfego de caminhões de médio e grande porte, que realizam o carregamento e descarregamento dos alimentos é bastante intenso. O serviço de transporte e a movimentação dos produtos também são caracterizados como um fator importante dentro dessa cadeia de produção. Observou-se que em alguns boxes da CEASA-MA o ponto para estacionamento, pavimento de carga e descarga são inadequados ou até mesmo em alguns pontos, estes são inexistentes, ocasionando dessa forma um atraso no manuseio da mercadoria, podendo até causar a depreciação dos gêneros alimentícios.

Instrumentos, caixas ou equipamentos sujos e expostos ao sol excessivo: durante a visita *in loco* foi observado que alguns produtos, como é o caso das bananas em caixas plásticas sem uma higienização adequada e expostas a um sol excessivo. A presença de luz solar em contato direto com os alimentos leva os mesmos a um aumento gradual da temperatura, fazendo com que o alimento aumente a taxa de respiração e, conseqüentemente, a degradação por meio de um aquecimento indesejado. No caso das bananas especificamente, que são muito sensíveis às mudanças de temperatura, estas apresentaram alterações na mudança da cor das cascas e na consistência do fruto propriamente dito, ou seja, um cozimento não programado (CONAB, 2018).

Dentro da matriz SWOT o ambiente externo analisa as oportunidades e ameaças que podem afetar a organização. De acordo com o estudo conduzido por (SANTANA, 2018), o ambiente externo abrange as mudanças e alterações que ocorrem fora da organização ou local de estudo. A análise foi realizada por meio da visita *in loco* na CEASA-MA e fundamentada com dados encontrados na literatura.

AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
	• Crescimento populacional; • Aproveitamento dos resíduos orgânicos	• Concorrência com grandes supermercados • Crise hídrica

Quadro 2: Aplicação da matriz SWOT ao ambiente externo da CEASA – MA.

c) Oportunidades:

Crescimento populacional: este parâmetro foi destacado como uma oportunidade, tendo em vista que esse referido crescimento, conseqüentemente, produz um maior número de consumidores. De acordo com o IBGE (2010), a cidade de São Luís (MA), onde está localizada a CEASA-MA é a 4ª cidade mais populosa da região Nordeste, tendo como antecedentes em ordem apenas as cidades de Salvador (BA), Fortaleza (CE) e Recife (PE).

Aproveitamentos dos resíduos orgânicos: por apresentar uma grande quantidade de resíduos gerados, a CEASA-MA tem a oportunidade de reaproveitar esses resíduos na totalidade e convertê-los em matéria-prima para geração de energia por meio de um processo de digestão anaeróbica, empregando um biodigestor como já é utilizada em diversos países. A utilização de substratos orgânicos quando expostos ao processo de digestão anaeróbica podem produzir biogás e biofertilizantes (ZANANDREA et al., 2009). Na compostagem, os compostos orgânicos por meio da degradação biológica podem ser utilizados na agricultura como adubo orgânico ou um benéfico fertilizante (MATOS, 2005).

d) Ameaças:

Concorrência com grandes supermercados: uma das ameaças observadas no local pesquisado foi à concorrência com grandes supermercados, pois, apesar da CEASA-MA ser um importante centro de distribuição da cidade de São Luís (MA), uma grande parcela de consumidores locais ainda preferem adquirir os produtos desejados em grandes redes de supermercados localizados na cidade.

Crise hídrica: com base no estudo de (MARTINS et al., 2008) observou-se que devido ao contínuo e inadequado consumo de água, os recursos hídricos existentes esgotaram a capacidade de regeneração natural, tornando, portanto, a visível escassez de água um problema ambientalmente global.

6.2 Levantamentos das quantidades de produtos comercializados e desperdiçados na CEASA-MA

Observa-se por meio da figura 7, que no ano de 2016 foram gerados 897,47 t de resíduos orgânicos na CEASA-MA. Desse valor total, pode-se ressaltar que no mês de fevereiro, foram geradas 178,21 t, o que representa 19,86% do total produzido, tornando fevereiro o mês com as maiores perdas em termos absolutos. Percebeu-se ainda, que no mês de maio foram dispostos 0,23 t, perfazendo 0,03% do valor geral, classificando o mês de maio com o menor índice de

desperdícios. Identificou-se que nos primeiros seis meses do ano (2016) foram gerados os maiores índices de resíduos, um total de 550,46 t, representando 61,33% do total anual.

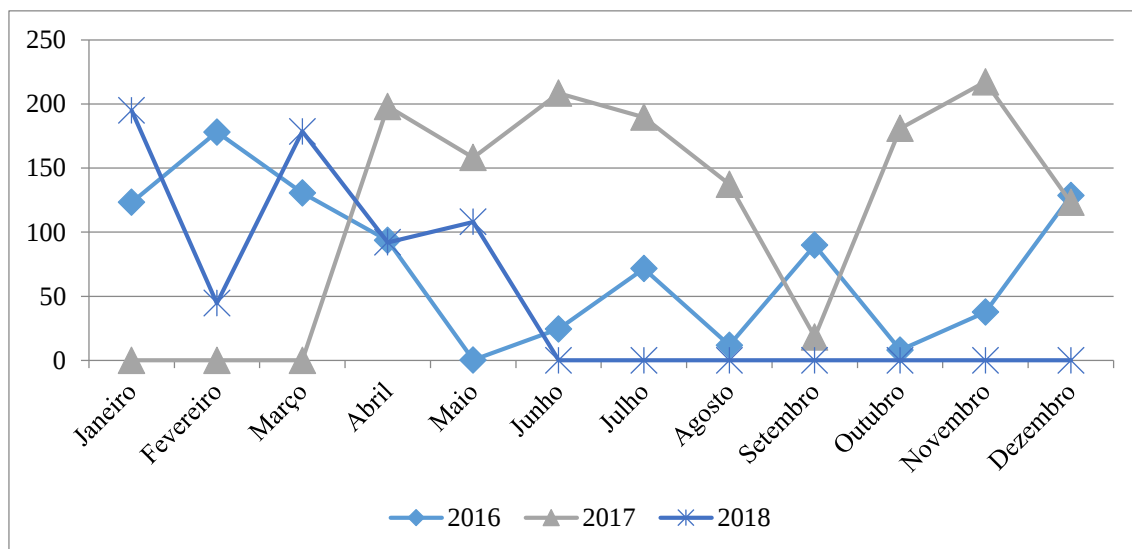


Figura 7: Quantidade de resíduos orgânicos nos anos de 2016, 2017 e 2018.
Fonte: CEASA - MA

Percebeu-se no ano de 2017, que foram gerados 1.432,21 t de resíduos orgânicos. Desse quantitativo foi possível observar que no mês de novembro foram produzidos 217,45 t de substratos orgânicos, classificando esse mês como o de maiores perdas. Ressaltou-se ainda, o mês de setembro com 18,14 t de rejeitos orgânicos dispostos, perfazendo 1,27% do total, considerando esse o mês de menor desperdício. Percebeu-se que os três primeiros meses não foram contabilizadas as perdas, permitindo assim um nível menor de desperdício anual e apresentando fragilidades na gestão de perdas.

Constatou-se que no ano de 2018 foram produzidos 618,38 t de substratos orgânicos, desse total notou-se que o mês de janeiro, perfazendo 195,01 t de resíduos, com um índice de 31,54%, tornando o mês de janeiro com maior número de perdas. Verificou-se ainda, o mês de fevereiro com 44,53 t, concluindo com 7,20% do geral, classificando com menor índice de perdas. Constatou-se que os sete últimos meses do ano, as perdas não foram estimadas, gerando um total de perdas abaixo dos anos de 2016 e 2017. A falta dos dados afeta o total de perdas anuais da CEASA-MA, pois sem os quantitativos, subte-se que os resultados poderiam ser bem maiores.

Verificou-se que entre 2016 e 2017, o total de resíduos orgânicos produzidos foram 897,47 t e 1.432,21 t respectivamente, perfazendo um acréscimo de 59,58%, gerando 534,74 t

a mais no ano de 2017. Já entre os anos de 2017 e 2018, o geral de substratos orgânicos foram 1.432,21 t e 618,38 t, respectivamente, gerando uma redução de 56,82%, uma diferença de 813,83 t. Esses resultados são decorrência da falta de dados nos últimos setes meses do ano de 2018, pois não foram contabilizados, o que explica a redução de mais de 50% do total de resíduos gerados. Subtende-se que esse processo não se dá por um controle eficiente de gestão de perdas.

Região	2016	2017	2018
Centro-Oeste	1.380.932,42	1.480.575,78	1.514.784,41
Nordeste	2.251.900,31	3.742.526,69	4.320.864,12
Norte	273.383,49	269.410,68	292.631,35
Sudeste	8.673.508,51	9.421.024,43	9.120.856,38
Sul	1.935.177,67	2.065.909,88	2.247.281,15
TOTAL	14.514.902,39	16.979.447,46	17.496.417,41

Quadro 3: Quantidade de alimentos comercializados (em toneladas) por região

Fonte: CONAB (2017).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – (CONAB, 2018), existem um total de 60 CEASA's nas cinco macroregiões brasileiras: Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sudeste e Sul. No ano de 2017 foi comercializado em torno de 17 milhões de toneladas, tendo a região Sudeste como o maior volume comercializado, ou seja, 9,4 milhões de toneladas.

Observa-se por meio do quadro 3, que a região Nordeste comercializou nos anos de 2016, 2017 e 2018, um total de 2.251.900,31 t, 3.742.526,69 t e 4.320.864,12 t, representando 15,51%, 22,04% e 24,70%, respectivamente, do total produzido pelas outras regiões brasileiras. As quantidades de alimentos comercializados colocaram a região Nordeste em segundo lugar entre as regiões do Brasil. Verificou-se ainda, que entre os anos de 2016 e 2017, houve um acréscimo de 1.490.626,39 t, perfazendo 66,19%, um aumento significativo em relação ao ano anterior. Este acréscimo se deu pela implantação da CEASA-BA, na cidade de Juazeiro (BA), que comercializou 1.397.730,00 t, compondo 93,77% do total acrescido. Percebeu-se ainda, que entre os anos de 2017 e 2018, houve um aumento de 578.337,43 t.

Centrais Estaduais de Abastecimento (CEASA's)	2016	Posição	2017	Posição	2018	Posição
Juazeiro (BA)	-	-	1397.730,00	1º	1329.825,0	1º
Paulo Afonso (BA)	649.162,00	1º	674.697,00	2º	681.288,0	3º
Salvador (BA)	510.087,47	2º	485.743,07	3º	451.758,69	5º

Cariri (CE)	507.260,22	3º	525.782,39	4º	536.805,63	4º
Fortaleza (CE)	151.920,67	4º	167.854,75	5º	156.166,91	6º
Tianguá (CE)	117.718,43	5º	126.934,85	7º	120.883,80	8º
São Luiz (MA)	116.603,16	6º	155.192,57	6º	153.207,83	7º
Campina Grande (PB)	77.241,40	7º	72.654,70	8º	71.048,50	9º
João Pessoa (PB)	51.514,13	8º	57.320,21	9º	48.893,040	10º
Patos (PB)	40.241,03	9º	39.690,05	10º	44.362,41	11º
Caruaru (PE)	23.000,00	10º	28.000,00	11º	715.332,25	2º
Recife (PE)	7151,79	11º	10.927,10	12º	11.292,06	12º
Total	2.251.900,31		2.344.796,69		2.991.039,12	

Quadro 4: Classificação em quantidades de alimentos comercializados nos CEASA's (em toneladas)

Fonte: CONAB (2017)

Observa-se por meio do quadro 4, que no ano de 2016, a CEASA-MA comercializou 116.603,16 t de alimentos, representando 5,18% do total da região Nordeste. Verificou-se ainda, que entre as CEASA's, esta foi classificada como a sexta maior em comercialização de alimentos no ano de 2016. Em 2017, gerou 155.192,57 t de alimentos comercializados, perfazendo 6,62% do total produzido anualmente. Alcançou consecutivamente, a sexta posição na classificação em quantidade de alimentos comercializados. Já em 2018, comercializou 153.207,83 t de alimentos, atingido 5,12% do geral. Observou-se uma redução no decorrer dos anos, perdendo uma posição (de sexta para sétima) na quantidade de alimentos comercializados da região Nordeste. Analisou-se que entre o período de 2016 e 2017 houve um acréscimo de 33,09%, porém não foi significativo para alterar a posição da CEASA-MA, na categorização de quantidade comercializada de alimentos. Entre os anos de 2017 e 2018 houve uma redução de 1,28%, alterando a colocação da CEASA-MA para o sétimo lugar.

Parâmetros analisados	2016	2017	2018
Alimentos Comercializados (T)	116.603,160	155.192,570	153.207,830
Resíduos Orgânicos Gerados (T)	897,47	1.432,21	618,38
Percentual Total de Resíduos Gerados (%)	0,77	0,92	0,40

Quadro 5: Relação entre as quantidades de alimentos comercializados e os resíduos orgânicos gerados pela CEASA-MA.

Observa-se no quadro 5, que nos anos de 2016, 2017 e 2018 foram comercializados 116.603,16 t, 155.192,570 t e 153.207,830 t, respectivamente. Nesses anos, foram gerados 897,47 t, 1.432,21 t e 618,38 t de substratos orgânicos (perdas), representando 0,77%, 0,92% e 0,40% respectivamente. Convém ressaltar que no ano de 2018, o índice de perdas foi inferior

aos demais anos, ou seja, 0,40%, pois foram contabilizados apenas os cinco primeiros meses do ano.

A partir dos estudos de Belik (2018), a perda de alimentos gera um custo altíssimo do ponto de vista ambiental, pois o consumo de recursos se torna inútil, por exemplo, água, solo, energia, insumos de produção e transportes. O autor destacou que os desperdícios de alimentos dentro das CEASA's são menores do que no varejo, tendo em vista que no mercado atacadista as frutas, legumes e hortaliças são vendidas em grandes quantidades (em caixas fechadas).

6.3 Proposta de um modelo de gestão mais abrangente para os resíduos orgânicos, pautado nos princípios da Economia Circular

Tendo em vista o grande desperdício de resíduos orgânicos gerados na CEASA, o presente artigo apresenta como proposta o modelo de um biodigestor, o qual utilizará como matéria-prima, os resíduos orgânicos oriundos desses grandes Centros de Distribuição de Alimentos, a fim de solucionar o manejo inadequado desses resíduos e assim fornecer um destino adequado para os mesmos. A utilização de um biodigestor de baixo custo torna-se uma solução ambientalmente amigável e sustentável, pois com esta tecnologia é possível extrair uma quantidade considerável de biogás (gases com elevado poder calorífico) e até mesmo a produção de biofertilizantes.

Liang e McDonald (2016) relataram que o sistema de digestão anaeróbia tem como principal objetivo a redução da matéria orgânica, utilizando o biogás produzido como uma fonte de energética limpa e renovável.

A partir da análise dos autores (BROWNE et al., 2013 e LI et al., 2011) os resíduos orgânicos possuem em média 23% de sólidos voláteis em sua decomposição, analisando o cenário da CEASA -MA determinou o quantitativo de resíduos sólidos orgânicos gerados diariamente.

Média Mensal dos Resíduos Sólidos / (T)	Média Diária Resíduos Sólidos (T)	Resíduos Sólidos / dia (kg)
74,78917	2,492972	2492,972

Quadro 6: Massa de Resíduos Sólidos Orgânicos

O valor dos resíduos sólidos utilizados foi baseado no ano de 2016, tem em vista que foi o ano que foi contabilizado os desperdícios durante todo o ano. Partindo do quantitativo de

resíduos sólidos gerados diariamente, pode definir o dimensionamento teórico do biodigestor e partindo dos estudos de Pinto (2000), utilizou-se os seguintes parâmetros de cálculo: Inoculante (Si) – FI (fator de inoculação) = 0,2; Tamponamento - NaCO₃ = 0,06kg/kg de inoculante; Teor de Umidade (T.U) = 0,58L/Kg de inoculante; Inoculante (Si) = 2492,97x0,2/0,8 = 623,24kg

Para o cálculo do NaCO₃ (carbonato de cálcio) foi utilizada a seguinte equação

$$\text{Tamponamento} = 0,06 \times \text{Si}$$

Onde,

06 kg/kg = fator de relação com o inoculante; Si = Inoculante (kg)

$$\text{Tamponamento} = 0,06 \times 2492,72 = 149,5783 \text{ Kg.}$$

H₂O (água)

$$\text{H}_2\text{O} = 0,58 \text{ L/kg} \times \text{Si} = 361,47\text{kg}$$

Onde,

0,58 L/kg = fator que relaciona o percentual de H₂O com o teor de umidade encontrado na matéria orgânica.

Si = inoculante (kg)

Portanto, a massa total da Mistura – diária (PTMd) foi dada por:

$$\text{PTMd} = 2492,97 + 623,24 + 37,39 + 361,47 = 3515,07 \text{ kg}$$

Tempo de Detenção Hidráulica

O tempo de detenção é o tempo necessário para que aconteça a digestão anaeróbia da mistura, quando ocorre a máxima produção gás, definindo o ponto de melhor qualidade do biogás no processo de biodigestão anaeróbia (ARAÚJO, 2017)

Beux (2005) relata que o tempo de detenção para substratos de resíduos orgânicos é em torno de 20 a 30 dias, atingindo o máximo de produção de biogás, a retenção hidráulica ocorre entre o volume da mistura líquida e a carga diária, ocorrendo a degradação da matéria orgânica.

Volume diário ocupado pela mistura

Para cálculo do volume diário ocupado pela mistura, foi considerado a densidade de 1g/ml, sendo utilizada a equação 5:

$$V_d = 3515,07\text{kg}/1.000\text{kg/m}^3 = 3,51\text{m}^3 \text{ volume da mistura}$$

Volume do Biodigestor

Para calcular o volume do tanque para atender o período de 20 dias de retenção hidráulica e um volume produzido pelos gases diários, tendo fator de 0,3 foi realizada a seguinte equação:

$$\text{Volume do tanque} = (3,51 \times 20) \times (1 + 0,3) = 91,26 \text{m}^3$$

Controle de Temperatura

Para controle de temperatura, é proposto um sistema de aquecimento solar. Partindo da abordagem de Lustosa (2014) a temperatura é um fator determinante para a eficiência do biodigestor. A temperatura pode afetar significativamente o rendimento da produção do metano (Sánchez et al; 2001).

Lustosa (2014), propõe a construção do biodigestor com material isolante térmico, tendo uma espessura de 75mm, afim de reduzir os gastos com de energia para manter a temperatura ideal e evitar tocas térmicas com o ambiente, a manutenção da temperatura é fundamenta para a eficiência do funcionamento do biodigestor e redução da retenção da matéria orgânica

Produção do gás metano

Para a produção do gás metano a partir dos resíduos orgânicos gerados na CEASA-MA, foi considerado que para o processo de biodegradação é necessário que tenha a presença de bactérias específicas, bactérias que são encontradas facilmente em lodos de esgoto, esterco suíno e ou bovino (FREITAS; TAVARES, 2019).

Segundo Ferreira (2015), a quantidade de resíduos equivalente a uma tonelada de sólidos voláteis produz cerca de 400m³ de metano em condições normais de temperatura e pressão. Sendo a massa do metano 0,717kg/m³, foi feita a aproximação média do volume teórico de metano gerado, usando a porcentagem média de sólido totais voláteis de 60% para inóculo de lodo de digestor, conforme baseado no estudo de Barcelos (2009).

O biodigestor sugerido para suprir as necessidades de CEASA-MA, é um modelo canadense, pois apresenta uma tecnologia avançada e um baixo custo de manutenção, contudo apresenta uma menor durabilidade por conta da lona plástica que pode ser furada, ocorrendo assim a perda o biogás, é feito de alvenaria e na construção a largura é maior que a profundidade, apresentando uma maior exposição ao sol, auxiliando dessa forma na maior produção do biogás.

7. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi discutido a necessidade de avaliar a importância da implantação dos conceitos da Economia Circular na Central de Abastecimento Hortifrutigranjeiro – CEASA – MA. É vasto do grande desperdício de alimentos gerados no local de pesquisa, desperdício que ocasionam problemas ambientais como o desperdício de água, energia, desmatamentos e geração de resíduos sólidos.

A partir da quantidade de resíduos gerados dentro da CEASA_MA, podemos avaliar que se faz necessário a implantação de um sistema de biodigestor afim de utilizar os resíduos como fonte de energia renovável. Analisou-se o atual modelo de gestão de resíduos e apesar do modelo utilizado estar cumprindo a hierarquia de alimentos ainda é visto a grande quantidade de resíduos desperdiçados.

Durante o ano de 2016, ano que foi contabilizado todo resíduo gerado dentro da CEASA – MA, tivemos 897,47 toneladas de resíduos que não foram reaproveitados dentro do atual modelo de gestão da CEASA. Baseado nos princípios da econômica circular para o reaproveitamento para resíduos orgânicos, foi sugerido a proposta de implantação do biodigestor como tratamento e reaproveitamento desses resíduos.

Conclui-se que a partir do tratamento dos resíduos orgânicos gerados é possível ter uma efetiva produção de biogás através da utilização da biomassa, trazendo benefícios para o meio ambiente e também ganhos econômicos. O estudo realizado dentro da CEASA- MA é apenas uma amostra do universo a ser estudado sobre a efetiva capacidade de produção de biogás, justificando os argumentos que se faz necessário a utilização do reaproveitamento dos resíduos orgânicos como substrato para geração de biogás como fonte de energia renovável.

8. REFERÊNCIAS

ABDEL-SHAIFY, H. I.; MANSOUR, M. S. M. **Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization** *Egyptian Journal of Petroleum* Egyptian Petroleum Research Institute, , 1 dez. 2018.

ABNT, A. B. DE N. E T. **Resíduos sólidos - Classificação**, 2004. Disponível em: <www.abnt.org.br>

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. [s.l: s.n.].

ARAÚJO, A. P. C. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico** Uberlândia, 2017.

AULAKH, J. et al. **Estimating Post-Harvest Food Losses: Developing a Consistent Global Estimation Framework** Washington, 2013.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. **Food Control**, v. 39, n. 1, p. 172–184, 2014.

BALKAU, F.; SONNEMANN, G. Managing sustainability performance through the value-chain. **Corporate Governance**, v. 10, n. 1, p. 46–58, 2010.

BAUER, C. et al. Methanogens in biogas production from renewable resources - A novel molecular population analysis approach. **Water Science and Technology**, v. 58, n. 7, p. 1433–1439, 2008.

BELIK, W. **Perdas e desperdício de alimentos: Estratégias para redução**. Brasília: [s.n.]. v. 3

BEUX, S. **Avaliação do tratamento de efluentes de abatedouro em biodigestores anaeróbicos de duas fases**. 2005. 99p. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Ponta Grossa – UEPG/PR, Ponta Grossa, 2005.

BLOMSMA, F.; BRENNAN, G. The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 603–614, 1 jun. 2017.

BORGES, M. P. et al. Impact of a campaign for reducing food waste in a university restaurant. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 4, p. 843–848, 1 jul. 2019.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Evisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil** Ceramica Associacao Brasileira de Ceramica, , 1 abr. 2015.

CALZA, L. F. et al. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**, v. 35, n. 6, p. 990–997, 2015.

CAMILLERI, M. A. **Corporate Sustainability , Social Responsibility and Environmental Management**. Msida: [s.n.].

CAPONE, R. et al. Mediterranean Food Consumption Patterns Sustainability: Setting Up a Common Ground for Future Research and Action. **American Journal of Nutrition and Food Science**, v. 1, n. 2, p. 37, 2014.

CARLOS, A. et al. Utilização de biodigestores para geração de energia elétrica a partir de dejetos de suínos no brasil. **INOVAE**, v. 6, p. 67–84, 2018.

CARVALHO, O.; OLIVEIRA, L. D. S.; CRUZ, G. Impactos ambientais gerados pela modernização no sistema agrícola mundial. **Revista SODEBRAS**, p. 72–77, abr. 2019.

CHALAK, A. et al. The global economic and regulatory determinants of household food waste generation: A cross-country analysis. **Waste Management**, v. 48, p. 418–422, 1 fev.

2016.

CONAB, C. N. DE A. **Centrais de Abastecimento: Comercialização Total de Frutas e Hortaliças**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

CREUS, A. C. **Prevenção do desperdício alimentar sob a avaliação de ciclo de vida: ferramenta e aplicação em casos práticos**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

DEGANUTI, R. et al. **Biodigestores rurais: Modelo indiano, chinês e batelada**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/328889884>>.

DHANALAKSHMI, S. V; RAMANUJAM, R. . Biogas Generation in a Vegetable Waste Anaerobic Digester: An Analytical Approach. **Research Journal of Recent Sciences**, v. 1, n. 3, p. 41, 2012.

DOMINGOS, H.; PIRES MANSO, J R; FARIA, A M M. Vertentes teóricas e metodológicas da gestão de resíduos sólidos urbanos. 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular Economic: Economic and business rationale for an accelerated transition**. [s.l.: s.n.].

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Rumo à economia circular: O racional de negócio para acelerar a transição**. [s.l.: s.n.].

FAO, F. AND A. O. OF THE U. N. **lobal food losses and food waste – Extent, causes and prevention**. Rome: [s.n.].

FAO, F. AND A. O. OF THE U. N. **The state of food and agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2012.

FREITAS, L. H. DE; TAVARES, J. L. **Biogás: Potencial teórico proveniente da digestão anaeróbia dos resíduos sólidos orgânicos da CEASA - RNNatal**, 2019.

FRIGO, K. D. DE A. et al. Biodigestores: seus modelos e aplicações. **Acta Iguazu, Cascavel**, v. 4, n. 1, p. 57–65, 2015.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 15 fev. 2016.

GIACOBBO, G.; ZENATTI, D. C. **Influência da variabilidade da temperatura ambiente na co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário** Palotina, 2013.

GJERRIS, M.; GAIANI, S. **Household food waste in Nordic countries: Estimations and ethical implications** *Nordic Journal of Applied Ethics*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.matvett.no>.

GÖBEL, C. et al. Cutting food waste through cooperation along the food supply chain. **Sustainability (Switzerland)**, v. 7, n. 2, p. 1429–1445, 2015.

JACOB, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 24, 2011.

JESUS, C.; PIRES, I. “Fechar o Ciclo”. A Contribuição da Economia Circular para o Combate ao Desperdício Alimentar. **SABEH - Sociedade Brasileira de Ecologia Humana. Revista Ecologias Humanas**, v. 4, p. 7–20, 2018.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. **Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions** *Resources, Conservation and Recycling* Elsevier B.V., , 2017a.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. *Resources , Conservation & Recycling* Conceptualizing the circular economy : An analysis of 114 de fi nitions. v. 127, n. September, p. 221–232, 2017b.

KONDUSAMY, D.; KALAMDHAD, A. S. Pre-treatment and anaerobic digestion of food

waste for high rate methane production - A review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 2, n. 3, p. 1821–1830, 2014.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37–46, 1 jan. 2018.

KUMMU, M. et al. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 477–489, 1 nov. 2012.

LASO, J. et al. Combined application of Life Cycle Assessment and linear programming to evaluate food waste-to-food strategies: Seeking for answers in the nexus approach. **Waste Management**, v. 80, p. 186–197, 2018.

LIANG, S.; MCDONALD, A. G. Anaerobic digestion of pre-fermented potato peel wastes for methane production Anaerobic digestion of pre-fermented potato peel wastes for methane production. **Waste Management**, v. 46, n. March, p. 197–200, 2016.

LIPINSKI, B.; ROBERTSON, K. Measuring food loss and waste. **BioCycle**, v. 58, n. 5, p. 26–28, 2017.

LUSTOSA, G. N. **Proposta de um biodigestor anaeróbio modificado para produção debiogás e biofertilizante a partir de resíduos sólidos orgânicos**. Universidade de Brasília, 2014

MAGALHÃES, Agenor P. T. **Biogás: um projeto de saneamento urbano**. São Paulo: Nobel, 1986, 120p.

MARTINS, M. C. C.; MORAIS, R. P. DE. **Análise ambiental do aterro sanitário do município de Anápolis estado de Goiás**. Anápolis, 2011.

MARTINS, R. S. et al. **O papel da gestão das águas urbanas na regeneração ambiental das cidades**, 2008.

MASULLO, A. Organic wastes management in a circular economy approach: Rebuilding the link between urban and rural areas. **Ecological Engineering**, v. 101, p. 84–90, 2017.

MENDES, D. B. **Perdas de alimentos nas centrais de abastecimento do Brasil: e a importância da hierarquia de recuperação dos alimentos**. [s.l: s.n.].

MONDINI, V. E. D. et al. Influência dos fatores consciência ambiental e hábitos de consumo sustentável sobre a intenção de compra de produtos ecológicos dos indivíduos. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 2, p. 117, 10 jul. 2018.

PAPARGYROPOULOU, E. et al. The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 76, p. 106–115, 1 ago. 2014.

PAPARGYROPOULOU, E. et al. Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector. **Waste Management**, v. 49, p. 326–336, 2016.

PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 3065–3081, 2010.

PINTO, D. M. C. L. “Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado”. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 175 p. 2000.

PORPINO, G.; PARENTE, J.; WANSINK, B. Food waste paradox: Antecedents of food disposal in low income households. **International Journal of Consumer Studies**, v. 39, n. 6, p. 619–629, 1 nov. 2015.

PRINCIPATO, L. et al. Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 144, p. 82–89, 1 maio 2019.

RAAK, N. et al. **Processing- and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain** *Waste Management* Elsevier Ltd, , 1 mar. 2017.

REZENDE, B. X. Universidade Federal de Ouro Preto Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas Departamento de Engenharia Elétrica Trabalho de Conclusão de Curso Estudo da Viabilidade da Utilização de Biomassa para Geração de Energia Elétrica Bianca Xavier Rezende Estudo da. 2017.

RIZZO, R. Análise dos modelos de bancos de alimentos: um quadro comparativo entre brasil, canadá e estados unidos. 2016.

SAGULA, A. L. **Biodigestão anaeróbia de cama de frango em co-digestão com caldo de cana-de-açúcar** Botucatu, 2012.

SALIHOGU, G. et al. Food loss and waste management in Turkey. **Bioresource Technology**, v. 248, p. 88–99, 2018.

SANTANA, V. R. **Planejamento estratégico: Um estudo de caso na Lenze Camisetas** Cruz das Almas, 2018.

SCHEEL, C. Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 376–386, 2016.

SEDES, S. DE D. S. **Banco de Alimentos do Maranhão inicia doações para entidades carentes de São Luís**. Disponível em: <<http://www.facebook.com/governodomaranhao>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SILVA, I. M. **Estudo de viabilidade da implantação de um biodigestor sertanejo no assentamento Trangola em currais novos (RN)**. Natal, 2019.

SILVEIRA, J. H. P. **Sustentabilidade e responsabilidade social: volume 8**. [s.l.: s.n.].

SPRINGMANN, M. et al. Options for keeping the food system within environmental limits. **Nature**, v. 562, n. 7728, p. 519–525, 25 out. 2018.

STAHEL, W. R. The circular economy. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 435–438, 2016.

VIEIRA, E. A. a Questão Ambiental Do Resíduo/Lixo Em Ribeirão Preto (Sp). **a Questão Ambiental Do Resíduo/Lixo Em Ribeirão Preto (Sp)**, v. 4, n. 4, p. 170, 2002.

VIEIRA, L. DE J. A. et al. Caracterização dos resíduos sólidos alimentícios na Feira Municipal de Bacabal. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, p. 4, 2016.

WAUTELET, T. **The concept of circular economy - its origins and its evolution**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/322555840>>.

WEISS, C.; SANTOS, M. A logística de distribuição e as perdas ao longo da cadeia produtiva das frutas frescas. **Convibra**, 2015.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. DE V. Management of solid organic waste in brazil: From legal ordinance to reality. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 219–228, 1 mar. 2019.

ZANANDREA, I. et al. Tolerance of Sesbania virgata plants to flooding. **Australian Journal of Botany**, v. 57, n. 8, p. 661–669, 2009.

ZARO, M. **Desperdício de alimentos : velhos hábitos , novos desafios**. Caxias do Sul: [s.n.].