

ECONOMIA CIRCULAR E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

JAIHANY VICENTE GAMA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO - IFES

JACQUELINE ROGÉRIA BRINGHENTI

Introdução

Diante do cenário de pressão ambiental marcado pelo modelo linear de produção, a economia circular representa para a indústria uma estratégia para alcançar uma operação mais sustentável. A presença de indústrias de alimento no Espírito Santo implica na geração de resíduos orgânicos que podem ser incorporados a outros processos produtivos, o que pode resultar em vantagens ambientais ou econômicas para a região. Tal fato revela a demanda pelo gerenciamento de resíduos pautado na economia circular, que deve priorizar redução, reuso, reciclagem e recuperação em detrimento da disposição em aterro.

Problema de Pesquisa e Objetivo

No contexto da transição para uma economia circular e de baixo carbono nas indústrias de alimento, o presente estudo tem como objetivo: analisar, do ponto de vista da economia circular, o gerenciamento de resíduos orgânicos em indústrias de alimento de médio e grande porte da região da Grande Vitória – ES.

Fundamentação Teórica

Para fundamentar teoricamente o tema da pesquisa, levantou-se a conceituação da economia circular na literatura e apresentou-se como esse conceito está inserido na indústria. Além disso, é apresentado um capítulo dedicado a temática dos resíduos orgânicos em indústrias de alimento, que trata de sua classificação e aspectos legais e que também traz um panorama sobre as principais indústrias e resíduos gerados no Brasil e no Espírito Santo. Por fim, são tratadas as principais práticas e estratégias circulares que podem ser aplicadas no gerenciamento de resíduos em indústrias de alimento.

Metodologia

A pesquisa realizou, primeiramente, um levantamento das indústrias que pertencem ao grupo de estudo proposto, a partir da filtragem de um banco de dados fornecido pelo órgão ambiental. Em seguida, utilizou-se da análise de conteúdo do processo de licenciamento das indústrias para coletar dados sobre o gerenciamento dos resíduos orgânicos. Por fim, a análise dos dados foi realizada de modo a identificar, a partir da hierarquia dos resíduos orgânicos de Papargyropoulou et al. (2014) e de outras práticas encontradas na literatura, quais soluções são adotadas em cada indústria levantada.

Análise dos Resultados

As indústrias de alimento analisadas compõem um grupo heterogêneo composto por abatedouros, indústrias de derivados de cacau e chocolates, café, leite e derivados e ração animal, que produzem uma diversidade de resíduos orgânicos. Dentre as destinações adotadas, tem-se que a reciclagem é a destinação mais praticada pelas indústrias, seguida pela compostagem e a disposição em aterro sanitário. Em contrapartida, a prevenção de resíduos não foi reportada por nenhuma das indústrias do grupo de estudo, o que revela uma posição mediana das indústrias em relação a hierarquia dos resíduos.

Conclusão

A análise dos dados revelou a presença da economia circular dentro do grupo de indústrias através da simbiose industrial identificada, além da preferência das indústrias em realizar o aproveitamento interno de resíduos. Entretanto, também foi possível identificar que a implementação da economia circular no gerenciamento de resíduos orgânicos da indústria de alimento da Grande Vitória ainda tem muitos desafios pela frente, entre eles a busca pela minimização de resíduos e o investimento na recuperação energética de resíduos de difícil aproveitamento.

Referências Bibliográficas

ABIA (2020); ABNT (2004); ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. F (2018); BRASIL (2010); BRASIL (2002); BRASIL (2020); CNI (2021); DAME-KOREVAAR, A. et al. (2021); GARCIA-GARCIA, G.; STONE, J.; RAHIMIFARD, S. (2019); GREYSON, J. (2007); IDEIES (2021); IEMA (2016); LIU, Q. et al. (2009); MMA (2017); MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. (2014); MOSNA, D. et al. (2021); MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. (2017); NETO, J.; BOLZANI, H.; BARROS, M. (2017); PAES, L. A. B. et al. (2019); PAPARGYROPOULOU, E. et al. (2014); RIBEIRO, I. (2021); RODRIGUES, A. M. et al. (2009); SALEMDEEB, R. et al. (2017).

Palavras Chave

Resíduo de alimento, Indústria, Sustentabilidade

ECONOMIA CIRCULAR E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

1. INTRODUÇÃO

A economia circular pode ser definida como um modelo de economia na qual todas as etapas de planejamento, aquisição de matéria prima, fabricação e reprocessamento de materiais são pensadas e projetadas de modo a permitir a otimização dos recursos e dos produtos em todo seu ciclo de vida (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). A origem do termo ainda é muito debatida e passou por uma construção gradual, envolvendo diversos autores (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Para Greyson (2017) a economia circular foi definida pela primeira vez em 1966, pelo economista Kenneth Boulding. Já para Liu et al. (2009) a ideia foi proposta por pesquisadores chineses em 1998, sendo formalmente adotada pelo Governo Central da China como estratégia de desenvolvimento sustentável em 2002.

Para o setor industrial, a economia circular representa uma estratégia para alcançar o desenvolvimento sustentável que inclui, dentre várias iniciativas, o gerenciamento mais sustentável de resíduos (GARCIA-GARCIA; STONE; RAHIMIFARD, 2019). Na indústria de alimento, na qual geração de resíduos orgânicos ricos em nutrientes é significativa, a possibilidade de incorporar resíduos de alimento em outros processos representa uma oportunidade não só de alcançar a sustentabilidade da operação, mas também de gerar valor para a própria indústria (ABDALLA; SAMPAIO, 2018).

Por outro lado, a pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em 2019, constatou que o tema economia circular ainda era visto como novidade por cerca de 70% das indústrias brasileiras, sobretudo nas indústrias de médio e pequeno porte. Já nas indústrias de maior porte, todavia, ficou mais evidenciada a visão da sustentabilidade atrelada à competição de mercado, pois as medidas circulares da operação também são utilizadas como estratégia de marketing de seus produtos (ABDALLA; SAMPAIO, 2018). Tendo isso em vista, é possível notar como a política “zero waste”, que promove a valorização de resíduos em detrimento da disposição final; e a política “net zero”, que busca a neutralidade em emissão de gases estufa, vem crescendo entre grandes indústrias e multinacionais (ZAMAN, 2015).

Ocupando o segundo lugar, no ranking IBGE de 2018, dos estados mais industrializados do Brasil (IDEIES, 2020), o Espírito Santo possui indústrias alimentícias que contribuem significativamente para a economia capixaba (IDEIES, 2020), o que implica na geração de resíduos orgânicos e revela a demanda pela circularidade desses resíduos na região. Recentemente considerada pelo IBGE como metrópole brasileira, a cidade de Vitória atrairá, nos próximos anos, cada vez mais investimentos do setor industrial para toda região metropolitana (RIBEIRO, 2021), o que mostra o potencial que a região tem em expandir o setor e, conseqüentemente, aumentar geração de resíduos orgânicos.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

No contexto da transição para uma economia circular e de baixo carbono nas indústrias de alimento, o presente estudo tem como objetivo: analisar o gerenciamento de resíduos orgânicos em indústrias de alimentos, com licença de operação classes II, III e IV, na região metropolitana de Vitória – ES.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A economia circular e sua aplicação na indústria

O termo economia circular surgiu em oposição à economia linear, sistema de produção caracterizado por transformar recursos naturais em produtos que em pouco tempo se tornarão resíduos, formando um sistema de degradação do meio ambiente através da exploração de recursos e da poluição causada pela disposição inadequada de resíduos (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

Com a proposta de mudar o paradigma vigente para um modelo de produção inspirado na natureza, a economia circular tem alguns objetivos tais como: reduzir a quantidade de matéria prima virgem na fabricação de novos produtos, por meio da reciclagem de produtos obsoletos; reduzir a geração de resíduos, seja redesenhando processos de produção ou estendendo a vida útil dos bens de consumo; e completar o ciclo econômico, transformando resíduos em matéria prima (PAES *et al.*, 2019).

Em uma pesquisa promovida pela CNI, em 2020, avaliou-se a prática da economia circular nas indústrias brasileiras e, entre os critérios adotados pela CNI, relacionam-se com o tema deste estudo: o uso de insumos circulares, que inclui utilizar materiais provenientes de reparos, remanufatura, reciclagem ou materiais renováveis; e a recuperação de produtos, que se trata da simbiose industrial caracterizada pela permuta de resíduos entre as empresas (CNI, 2020).

A adoção de estratégias circulares ao longo da cadeia industrial torna-se cada dia mais necessária no Brasil e no mundo (CNI, 2020). Isso porque a economia circular fomenta diversas vantagens para as empresas: promove o uso eficiente dos recursos naturais, estimula a troca de resíduos, reduz os custos das empresas, geram empregos na cadeia produtiva, promove a fidelização e a mudança de comportamento do consumidor, além de reforçar a cooperação entre governos, empreendedores e consumidores (CNI, 2020).

3.2 Resíduos orgânicos em indústrias: responsabilidades e classificação

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) dispõe sobre alguns princípios, objetivos e diretrizes relacionadas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos, destacando também as responsabilidades dos geradores e do poder público. Sendo assim, o gerador é o responsável pelo tratamento e a destinação final adequada desse resíduo, enquanto a fiscalização dessa prática, por sua vez, é de responsabilidade do poder público (BRASIL, 2010).

Utilizando-se da classificação da NBR 10.004 de 2004, para as indústrias de alimento predomina a geração dos resíduos classe II A, ou seja, resíduos não perigosos e não inertes. De acordo com a sua composição química, os resíduos classe II A também são classificados como resíduos orgânicos, ou seja, materiais constituídos por restos animais ou vegetais que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam naturalmente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A disposição inadequada de resíduos orgânicos no ambiente, por sua vez, gera aspectos ambientais como: o chorume, que pode contaminar o solo e a água; e o metano, gás de alto potencial estufa (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014). Além disso, a disposição inadequada de resíduos facilita a proliferação de organismos vetores de doenças, causando impactos na saúde pública (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014). Mesmo em um contexto de disposição adequada em aterro sanitário, o aterramento de resíduos orgânicos passíveis de aproveitamento em outros processos provoca a diminuição da vida útil do aterro, além de gerar passivos ambientais de constante monitoramento, como a geração de chorume e a emissão de gás metano (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014).

3.3 Panorama das indústrias de alimento no Brasil e no Espírito Santo

Segundo a Associação Brasileira de Alimentos e Bebidas, 58% de toda produção agropecuária do país é processada pelo setor, o que caracteriza a indústria como a maior no Brasil em valor de produção. Dentre os destaques do setor, temos a indústria de alimentos e bebidas brasileira nos primeiros lugares do ranking mundial de produção e exportação de açúcar, suco de laranja, café solúvel, bombons e doces, óleo de soja e carnes (ABIA, 2020).

Em consulta ao Painel de Resíduos Sólidos do Ibama, é possível constatar que o setor gerou, em 2019, um total 51 milhões de toneladas de resíduos, o que representa 18% de todo resíduo gerado pelas indústrias brasileiras no mesmo ano. Ainda pelo Painel do Ibama, tem-se que o bagaço de cana e a vinhaça são os resíduos orgânicos de maior geração, seguido por resíduos de tecidos animais como sebo, soro, ossos e sangue.

Já no Espírito Santo, o setor de produtos alimentícios aparece em 4º lugar no ranking de participação e presença no mercado capixaba (IDEIES, 2021). Dentro da indústria de alimentos e bebidas, o produto mais exportado pelo estado é o café e os que mais apresentam crescimento relativo em exportações estão nas atividades de fabricação de bebidas, cervejas e maltes e de produtos alimentícios de padaria (IDEIES, 2021).

De acordo com o Painel de Resíduos Sólidos do Ibama (2019), o Espírito Santo possui 87 empresas cadastrados como indústrias de produtos alimentares e bebidas, 11 delas localizadas na Grande Vitória, nos municípios de: Vila Velha, Cariacica, Fundão, Viana e Serra. Os municípios de Vitória e Guarapari, todavia, não apresentaram indústrias de alimentos e bebidas cadastradas no painel, no ano consultado.

Dentre as categorias de indústrias cadastradas no Painel em 2019, os municípios de Fundão e Cariacica se caracterizam pela produção de café e ração animal; enquanto Cariacica, pela produção de carne e bebidas alcoólicas. Já em Vila Velha as indústrias cadastradas são de beneficiamento de derivados do cacau e de derivados do leite; enquanto o município de Serra apresenta indústrias de fabricação de chopes e de bebidas não alcoólicas. Para o cenário do Espírito Santo, os dados mostram que 71% de todo resíduo das indústrias de alimento da Grande Vitória é gerado no município de Vila Velha, o que indica forte presença no que diz respeito ao volume de produção de derivados do cacau e do leite.

A grande quantidade de resíduos orgânicos produzidos nas indústrias de alimento representa, muito além de uma perda econômica, um problema de gestão ambiental (GARCIA-GARCIA; STONE; RAHIMIFARD, 2019). Dentro das indústrias, o gerenciamento de resíduos sólidos é um dos principais focos do sistema de gestão ambiental e deve estabelecer medidas de controle de aspectos ambientais que façam corretamente as etapas de tratamento, recuperação e disposição de resíduos (NETO; BOLZANI; BARROS, 2017).

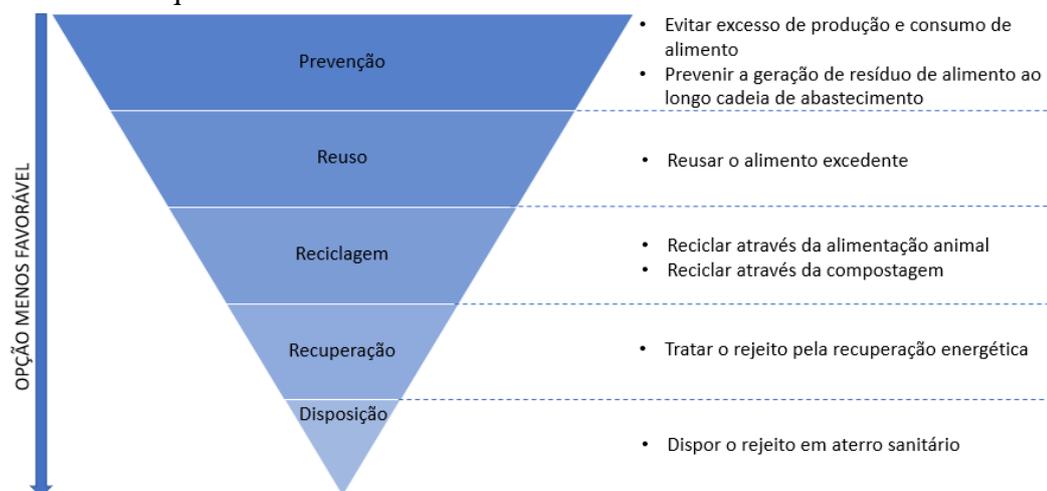
A economia circular, por sua vez, busca ultrapassar os objetivos do gerenciamento de resíduos tradicional, propondo sua valorização, ou seja, uma maneira ambientalmente e economicamente viável de promover a reinserção desses resíduos na cadeia produtiva (GARCIA-GARCIA; STONE; RAHIMIFARD, 2019).

3.4 Estratégias circulares de gerenciamento e práticas da indústria

Adotada mundialmente como ferramenta de gestão de resíduos, a chamada “The Waste Hierarchy” foi definida com mais clareza pela legislação europeia em 1989 (PAPARGYROPOULOU *et al.*, 2014). Seu objetivo é identificar, por meio de uma pirâmide invertida e com uma escala de preferência, a destinação de resíduo mais favorável do ponto de vista ambiental, econômico e social (SALEMDEEB *et al.*, 2017). Apesar de ser uma importante ferramenta, cabe destacar que a avaliação da solução mais viável também deve ser flexível, pois depende das especificidades do resíduo, do processo produtivo e da proximidade geográfica do

destinador (PAPARGYROPOULOU *et al.*, 2014). Nesse contexto, Papargyropoulou *et al.* (2014) adaptaram a pirâmide para o gerenciamento dos resíduos de alimento (Figura 1).

Figura 1 — Hierarquia dos resíduos de alimento



Fonte: Adaptado de Papargyropoulou *et al.* (2014, p;8).

Considerando a lucratividade das indústrias, toda a matéria prima deveria ser convertida em produtos alimentares para os quais se destinam. Todavia, com o processo de produção, nem todo resíduo de alimento gerado continuará elegível ao consumidor final, seja por desvios sensoriais, defeitos de embalagem, imperfeições visuais ou pela expiração do prazo de validade de matérias primas e produtos acabados (MOSNA *et al.*, 2021).

Um dos desafios para o reaproveitamento e reciclagem de resíduos de alimento está presente na fração daqueles que já passaram pelo processo de embalagem (MOSNA *et al.*, 2021). Nesses casos, a valorização do resíduo teria que passar por um processo de triagem conhecida como SORT (sigla italiana para “Tecnologias e modelos para desembalar, gerenciar estoques e rastrear alimentos desperdiçados”), que utiliza maquinário específico para quebrar, cortar ou desembrulhar resíduos de alimento embalados (MOSNA *et al.*, 2021). Outro desafio que pode ser destacado é a necessidade de padrões e tecnologias que garantam a segurança alimentar dos produtos reciclados para alimentação humana e animal, dado o risco que existe na proliferação de organismos patogênicos no alimento a ser reciclado (DAME-KOREVAAR *et al.*, 2021).

Na avaliação de um processo industrial de fabricação de bombons, realizada por Neto, Bolzani e Barros (2017), os resíduos orgânicos representavam mais de 50% de todo resíduo gerado pela produção, dentre eles avelãs e bombons fora da especificação e sobras de *wafers* e chocolate. Nesse estudo de caso, todo resíduo orgânico do processo foi destinado à fabricação de ração animal, caracterizando a prática da simbiose industrial entre esses dois setores (NETO; BOLZANI; BARROS, 2017).

Já no estudo de caso de Rodrigues *et al.* (2009) a fábrica de chocolates em análise reutiliza os resíduos de *wafers*, recheio e chocolate em seu próprio processo produtivo, incorporando-os à massa de recheios em uma proporção que garante a conformidade sensorial do produto. O resíduo excedente não passível de retrabalho é comercializado para a fabricação de ração animal, enquanto o material embalado ou contaminado é destinado ao aterro sanitário, não apresentando circularidade (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Em uma das maiores cervejarias no Reino Unido, os resíduos mais gerados são: malte, grãos macerados, leveduras usadas e resíduos mistos compostos por lúpulo, levedura, gordura e proteínas (GARCIA-GARCIA; STONE; RAHIMIFARD, 2019). Dentre as destinações praticadas pela indústria estudada, destaca-se o maior volume de resíduos destinado à

alimentação e animal e uma fração menor para a compostagem, além da venda das leveduras usadas para fabricação de uma pasta vegetariana para consumo humano (GARCIA-GARCIA; STONE; RAHIMIFARD, 2019).

Representando a economia circular na atividade de produção de carnes e derivados de origem animal, Mosna *et al.* (2021) avaliaram os benefícios ambientais em valorizar resíduos de carne contendo embalagens na produção de alimentos para animais de estimação. Como resultado da avaliação de ciclo de vida realizada nesse processo, houve uma redução de 86% na emissão de gases estufa, 23% em consumo de água, 88% no uso de terra e 17% no uso de combustíveis fósseis, quando comparado ao processo tradicional (MOSNA *et al.*, 2021).

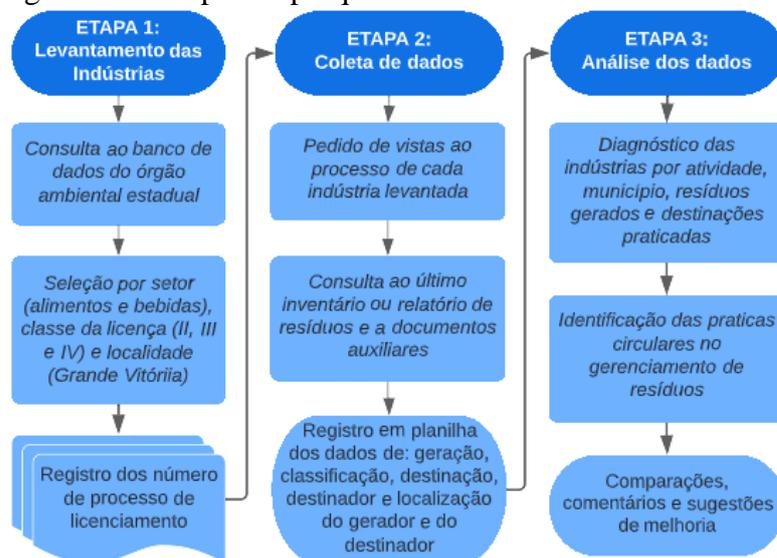
Para a indústria de beneficiamento de café, estima-se que 50% do grão é descartado, sendo os principais resíduos gerados: casca, pergaminho (película que envolve a semente), polpa, mucilagem (camada viscosa entre a polpa e o pergaminho), grãos imaturos ou defeituosos e borra de café (SANTOS *et al.*, 2021). Dentre as inúmeras possibilidades de reciclagem de resíduos de café, Santos *et al.* (2021) e Hoseini *et al.* (2021) destacam a compostagem, a alimentação animal e a valorização de subprodutos na produção de biocombustíveis, fórmulas farmacêuticas e até cosméticos. Essa valorização de nutrientes presente no café é possível dado seu alto poder nutritivo, calorífico, antioxidante e anti-inflamatório (HOSEINI *et al.*, 2021).

Nas indústrias de derivados do leite, o principal resíduo está no estado líquido, compondo um efluente industrial rico em proteínas, sais, gorduras e lactose (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014). A revisão de Mirabela, Castellani e Sala (2014) destaca o potencial de valorização que os processos de ultrafiltração podem ter para a recuperação desses nutrientes, que podem ser aplicados no solo para fertilização ou reaproveitados em indústrias como a alimentícia e a farmacêutica.

4. METODOLOGIA

Classificada como pesquisa de natureza aplicada, de abordagem qualiquantitativa e objetivo descritivo, o presente estudo de caso múltiplo contou com procedimentos do tipo documental e análise de conteúdo. Para fins de síntese e compreensão desse capítulo, a Figura 2 ilustra o fluxograma da metodologia da pesquisa, contendo as três etapas principais de sua execução: o levantamento das indústrias, a coleta de dados e, por fim, a análise dos dados.

Figura 2 — Fluxograma das etapas de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Levantamento das indústrias

Para a implementação da primeira etapa do projeto, foi solicitado, por meio de ofício ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo - Iema, um banco de dados que contenha as requisições de licenças ambientais realizadas pelos empreendimentos do estado.

De posse da planilha eletrônica enviada pelo órgão ambiental, a listagem dos empreendimentos foi filtrada para que fossem levantadas apenas as indústrias cuja atividade estivesse relacionada a fabricação de alimentos e bebidas, com licença de operação válida nas classes II, III e IV e localizadas na Grande Vitória, isto é, nos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica, Guarapari, Viana e Fundão.

Ressalta-se, que as categorias de licença em questão foram escolhidas de forma a garantir a disponibilidade dos dados necessários para o estudo, nos arquivos do processo. Sendo assim, de acordo com a matriz de enquadramento do Iema, representado no Quadro 1, os empreendimentos de licenças classe II, III e IV, incluem: indústrias de pequeno, porte com alto potencial poluidor; indústrias de médio porte, com potencial poluidor de médio a alto; e indústrias de grande porte, independentemente do seu potencial poluidor.

Quadro 1 – Classificação das licenças ambientais pelo Iema.

Matriz de enquadramento		Potencial poluidor		
		Baixo	Médio	Alto
Porte	Pequeno	I	I	II
	Médio	I	II	III
	Grande	II	III	IV

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Instrução Normativa Iema Nº 14-N, de 07 de dezembro de 2016.

Ao final dessa etapa, foram levantadas 11 indústrias, diferenciadas pelos respectivos números de processo de licenciamento. Desse modo, a pesquisa prosseguiu com a coleta de dados das 11 indústrias selecionadas.

4.2 Análise documental e coleta de dados

Conforme a Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, e a Portaria do Ministério de Meio Ambiente nº 280, de 29 de junho de 2020, que institui o Manifesto de Transporte de Resíduos como ferramenta de gestão compartilhada, todo empreendimento que possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) deve elaborar o inventário de resíduos sólidos industriais que deve conter, entre outras informações, dados sobre a geração, características, armazenamento, transporte e destinação dos resíduos gerados pelas indústrias do país. Apesar da resolução Conama nº 313 não determinar a obrigatoriedade de reporte dos inventários das indústrias de alimento aos órgãos municipais e estaduais, é comum que, para os empreendimentos licenciados pelo Iema que possuem classificação II, III e IV, a apresentação periódica de inventário (ou relatório) de resíduos esteja condicionada a licença ambiental emitida.

Sendo assim, o procedimento de análise documental e de coleta de dados se iniciou no protocolo geral do Iema, através do pedido de vistas ao processo, direcionada ao setor responsável por cada indústria. Desse modo, para cada processo de licenciamento levantado, consultou-se o último inventário ou relatório de resíduos sólidos protocolado e extraiu-se dados tais como: resíduos orgânicos gerados, classificação adotada, destinação praticada, destinador e localidade do gerador e do destinador. Além desses dados, identificou-se outras informações

relativas às características do gerenciamento de resíduos e ao processo produtivo da indústria que porventura pudessem ser utilizados na análise dos dados, tais como: utilização de resíduos de outras indústrias, valorização interna de resíduos, políticas de gerenciamento, metas de minimização, entre outros.

Nos casos em que as informações necessárias não estavam descritas em inventários ou relatórios periódicos de resíduos, os dados foram coletados de documentos auxiliares tais como: planos de gerenciamento de resíduos sólidos, licenças de operação, relatórios de vistoria e pareceres técnicos.

Durante a etapa de coleta dos dados, constatou-se que uma das indústrias levantadas na etapa anterior encerrou, meses antes da coleta de dados, seu processo de licenciamento, tendo sua operação desmobilizada. Sendo assim, a indústria em questão foi retirada da lista dos empreendimentos de interesse desse estudo, que prosseguiu com o registro de dados em planilha eletrônica das 10 indústrias restantes.

4.3 Análise e utilização dos dados

Primeiramente, os dados foram consolidados e analisados de forma a elaborar um diagnóstico das indústrias de alimentos do grupo de estudo proposto. Desse modo, as indústrias foram caracterizadas de acordo com a sua atividade, classe, localidade, resíduos gerados e destinações praticadas.

Tendo como base a hierarquia dos resíduos apresentada por Papargyropoulou et al. (2014), a prática da economia circular no gerenciamento de resíduos orgânicos em indústrias foi analisada posteriormente. Nesse sentido, o estudo categorizou por meio da planilha de eletrônica construída, em qual patamar da pirâmide invertida cada empresa se localiza em relação ao gerenciamento de seus resíduos orgânicos. Também a partir dos dados coletados, o estudo analisou se a indústria utiliza resíduos de outras indústrias como matéria prima, realiza algum tratamento ou valorização de resíduos internamente, além de avaliar a distância existente entre o gerador e o destinador.

Com isso, por meio das práticas relatadas no referencial teórico, foi possível propor possíveis melhorias ou alternativas de destinação para as indústrias em estudo, considerando o setor e o processo produtivo de cada empresa avaliada.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das indústrias

Dos sete municípios pertencentes à região metropolitana da Grande Vitória, apenas quatro municípios possuem indústrias de alimento pertencentes ao grupo proposto: Fundão, com quatro indústrias (40%); Viana, com três (30%); Vila Velha, com duas (20%); e Cariacica, com uma indústria (10%). O Quadro 2 abaixo sintetiza a caracterização das indústrias por ID, identificação interna adotada pela pesquisa; atividade licenciada; classe da licença de operação; e localidade.

Localizado a 53 km da capital Vitória, o município de Fundão se destaca pela presença de duas indústrias do ramo de laticínios, ambas de atividade de industrialização de leite com queijaria e reuso de águas residuárias na fertilização de pastagem. Mesmo que a licença das duas indústrias seja classe II, a indústria ID 03 possui capacidade máxima de processamento de 30.000 litros por dia, enquanto a indústria ID 07 de apenas 1.000 litros por dia. O município ainda possui uma fábrica (ID 05) de ração animal, com uma área de estocagem de 15 hectares e licença classe II, cuja atividade está relacionada a reciclagem de resíduos de origem animal;

e um abatedouro (ID 09) de bovinos, classe IV, com capacidade máxima de abate de 450 animais por dia.

Quadro 2 – Caracterização das indústrias de alimentos que compõem o grupo de estudo.

ID	ATIVIDADE LICENCIADA	CLASSE DA LICENÇA	MUNICÍPIO
01	Fabricação de derivados de cacau e chocolates.	II	Vila Velha
02	Produção de café solúvel, associada ou não à torrefação e/ou moagem de grãos.	IV	Viana
03	Industrialização de leite com queijaria e reuso agrícola das águas residuárias tratadas na fertilização	II	Fundão
04	Fabricação de rações balanceadas e outros alimentos animais, com cozimento	III	Viana
05	Reciclagem de resíduos de origem animal para produção de farinhas de carne e osso, pena, vísceras e sangue, e ainda, produção de sebo, fertilizantes/aditivos orgânicos e óleo de vísceras.	III	Fundão
06	Abate e beneficiamento de suínos, ovinos e caprinos	III	Viana
07	Industrialização de leite com queijaria e reuso agrícola das águas residuárias tratadas na fertilização	II	Fundão
08	Abatedouro de bovinos e outros animais de grande porte	III	Cariacica
09	Abatedouro de bovinos e outros animais de grande porte	IV	Fundão
10	Abate e frigorífico de aves	III	Vila velha

Fonte: Elaborado pelo autor.

Localizadas no município de Viana, as três indústrias estão enquadradas nas atividades de: beneficiamento de café, com capacidade de 810 toneladas por mês; fabricação de rações e alimentos animais; e abatimento de suínos, com capacidade de abate em 400 animais por dia. A fábrica de café (ID 02) possui licença de operação classe IV, enquanto a fábrica de ração (ID 04) e o abatedouro (ID 06) possuem licença classe III.

Já Vila Velha sedia uma indústria de fabricação de derivados de cacau e chocolates (ID 01) que possui uma área de estocagem de 57 hectares, além de um abatedouro de frango e animais de pequeno porte (ID 10), com capacidade de abater 25.000 animais por dia. A fábrica de chocolate possui licença de operação classe II, enquanto o abatedouro possui licença enquadrada na classe III.

O município de Cariacica, por sua vez, abriga uma única indústria (ID 08), que se trata de um abatedouro de bovinos e outros animais de grande porte. A indústria tem capacidade de abate em 300 animais por dia e tem licença de operação classe III.

5.1.1 Gerenciamento dos resíduos orgânicos

Quanto a geração de resíduos nas indústrias, destaca-se como maior gerador de resíduos orgânicos o abatedouro de bovinos localizado em Cariacica (ID 08), com cerca de 5.631 toneladas por ano. Como segunda maior geradora, a indústria de fabricação de derivados de cacau e chocolate, em Vila Velha, produz cerca de 2.081 toneladas por ano. Em seguida, temos o abatedouro de suínos (ID 6) e a recicladora de resíduos de origem animal (ID 05), ambos localizados em Viana, com uma geração anual de 848 e 800 toneladas, respectivamente.

A Tabela 1, abaixo, descreve os resíduos gerados pelas dez indústrias estudadas, bem como a geração e a destinação adotada em cada tipologia descrita. Destaca-se, que a indústria ID 03 não apresentou em seu relatório anual o quantitativo de resíduos gerados. A ID 07, por sua vez, teve a condicionante de apresentação de relatório de resíduos suspensa devido à baixa geração de resíduos, sendo desobrigada a apresentar o dado quantitativo. A fabricante de ração, ID 04, por reprocessar restos de ração, não quantificou esse resíduo em seu relatório. Por fim, tem-se que a ID 09 apresentou o quantitativo total de resíduos gerados, mas não desagregou o dado dentro das tipologias de resíduos gerados.

Tabela 1 – Geração e destinação de resíduos das indústrias do grupo de estudo.

ID	RESÍDUOS ORGÂNICOS	DESTINAÇÃO	GERAÇÃO (kg)
1	Coproducto	Alimentação Animal	1.557.683
	Varredura (produto não conforme)	Coprocessamento	476.616
	Chocolate com água	Compostagem	43.280
	Varredura (matéria prima não conforme)	Coprocessamento	3.220
2	Lodo	Compostagem	1.013
	Palha de café	Compostagem	817
	Borra de café	Aterro Sanitário	290
	Cinzas	Compostagem	154
3	Cinzas	Adubação orgânica	-
	Lodo	Aplicação em solo	-
	Soro de leite	Alimentação animal	-
4	Lodo de limpeza de fossa	Aterro Sanitário	11.050
	Restos de ração	Reprocessamento	-
5	Materiais impróprios para consumo ou processamento	Aterro Sanitário	742.675
	Lodos do Tratamento local de efluentes	Aterro Sanitário	57.805
6	Envoltórios	Reciclagem	380.535
	Fezes	Biodigestor/fertirrigação	188.662
	Ossos	Reciclagem	150.998
	Sangue	Biodigestor/fertirrigação	113.240
	Condenações	Reciclagem	14.777
7	Cinzas caldeira	Adubação orgânica	-
	Soro de leite	Alimentação animal	-
8	Subprodutos de abate, ossos e barrigada	Reciclagem	3.216.648
	Couro	Reciclagem	1.246.110
	Estrume bovino	Aplicação em solo	814.327
	Sangue cozido	Reciclagem	316.900
	Cascos e chifres	Reciclagem	31.230
	Limpeza de fossas e filtros	Aplicação em solo	5.750
9	Ossos, sangue, vísceras	Reciclagem	
	Sebo	Reciclagem	
	Chifre	Reciclagem	19.815
	Pelos	Reciclagem	
	Couro in natura	Reciclagem	
10	Fezes e conteúdo gastrointestinal	Adubação orgânica	
10	Resíduos de abate	Reciclagem	3.398

Fonte: Elaborado pelo autor.

A ID 01, fabricante de derivados do cacau e chocolate, gera resíduos tais como: coproduto, material conforme, mas impróprio para comercialização tradicional; a varredura, miscelânea de produtos embalados ou de matérias primas não conformes; e chocolate contaminado com água, proveniente da limpeza de tanques. Destaque como o resíduo orgânico de maior geração da ID 01, o coproduto é comercializado ao abatedouro de suínos (ID 06) como ingrediente para ração animal. A varredura, todavia, é encaminhada para a recuperação energética através do coprocessamento, enquanto o chocolate proveniente da limpeza de tanques é destinado a compostagem.

A produtora de café, ID 02, gera resíduos orgânicos tais como: lodo de estação de tratamento, cinzas e palha de café, que são encaminhados à compostagem; além da borra de café, destinada ao aterro sanitário. Em seu relatório de resíduos, a ID 02 justifica que por mais que a borra de café seja um resíduo orgânico, sua compostagem é inviabilizada devido à alta densidade com que a borra sai dos equipamentos de centrifugação.

A indústria ID 03, que atua no beneficiamento de leite, gera resíduos como cinzas, destinada a adubação orgânica; lodo de tratamento de efluente, que é diretamente aplicado no solo da propriedade agrícola do empreendimento; e soro de leite, que é armazenado em bombonas e utilizado para alimentar o gado local. Em caráter compulsório, na etapa de renovação da licença do empreendimento, o órgão ambiental Iema condicionou a construção de uma composteira para tratamento dos resíduos orgânicos visando o reuso agrícola do composto.

A fabricante de ração animal, ID 04, declarou gerar lodo de limpeza de fossa, que é enviado ao aterro sanitário; e restos de ração animal, que são reprocessados no ciclo produtivo para compor o produto ração balanceada. Já a ID 05, que recicla subprodutos de abate de animais, gera materiais impróprios para consumo ou processamento, intitulados como “rejeitos da indústria”, os quais são enviados ao aterro sanitário. A indústria também gera lodo de tratamento de efluente, que da mesma maneira é enviado ao aterro sanitário.

Envoltórios, fezes, ossos, sangue e condenações foram os resíduos declarados pelo abatedouro de suínos ID 06, em ordem decrescente de geração. A indústria encaminha envoltórios, ossos e condenações para a recicladora de rejeitos de abate ID 05, enquanto os resíduos de fezes e sangue são tratados na propriedade pelo processo de biodigestão seguido pela fertirrigação.

Já a ID 07, que industrializa derivados do leite, gera resíduos como cinzas provenientes da caldeira e soro de leite. As cinzas são utilizadas na adubação orgânica em áreas de cultivo da propriedade e o soro de leite é destinado a alimentação do gado local.

O abatedouro de bovinos, ID 08, gera resíduos tais como ossos e barrigadas, couro, estrume bovino, sangue cozido, cascos e chifres, além de lodo de limpeza de fossas. O empreendimento possui diferentes destinadores, que reciclam os subprodutos do abate em diferentes processos. Ossos, barrigadas e sangue cozido são encaminhados à recicladora ID 05 que transforma o resíduo em diferentes produtos; enquanto o couro é comercializado para duas empresas da indústria têxtil. Já resíduos como cascos e chifres são comercializados a pequenos empreendedores do ramo de artesanatos e à indústria química.

Tratando-se ainda da ID 08, até 2020 resíduos como estrume bovino e lodo de limpeza de fossas e filtros eram enviados ao aterro sanitário. Todavia, no ano de 2021 os resíduos começaram a ser aplicados em uma propriedade agrícola próxima ao empreendimento. Como a aplicação direta desses resíduos sobre o solo deixa a propriedade suscetível a patógenos, odores e animais vetores, o órgão ambiental, por meio de condicionante, propôs a implantação de um sistema de compostagem para tratamento dos resíduos orgânicos do conteúdo ruminal e fezes animais antes da destinação como adubo orgânico. Para isso, a condicionante também propõe a utilização de produto microbiológico devidamente registrado, visando maximizar a eficiência do tratamento.

Também se tratando de um abatedouro de bovinos, a ID 09 gera resíduos como ossos, sangue, vísceras e sebo, destinados a ID 05 para fabricação de farinhas usadas na fabricação de ração, além de velas e sabão. O abatedouro também destina resíduos de chifres para a fabricação de pó para extintor de incêndio, pentes e botões. Os resíduos de pelo também são reciclados na fabricação de pincéis e escovas de cabelo, enquanto o couro é vendido in natura para compradores da região para produção têxtil. Os resíduos de fezes e conteúdo gastrointestinal, todavia, são recolhidos e transportados em caminhão para outra fazenda do proprietário do empreendimento, no município de Linhares. Nessa propriedade, os resíduos são aplicados no solo, passando por grades aeradoras, quando o capim está com porte baixo e necessita de nutrientes para produção da forragem.

Por fim, temos que o abatedouro e frigorífico de aves, ID 10, declarou gerar apenas um tipo de resíduo, classificado genericamente como “resíduos de abate”. O empreendimento destina seu resíduo orgânico para a reciclagem na ID 05.

A Figura 3 relaciona a tipologia dos empreendimentos e as destinações praticadas por meio de um gráfico de Sankey. Nele, é possível observar como a reciclagem de resíduos é fortemente presente no grupo de indústrias estudado, sobretudo nos abatedouros. Sendo assim, a reciclagem foi adotada em 13 das 35 destinações praticadas (37%), enquanto outras destinações como a compostagem e a disposição em aterro sanitário se destacam em seguida, ambas com 11% cada. Dentre as práticas de destinação menos adotadas, temos o reprocessamento de resíduos para um único de resíduo da ID 04, enquanto o coprocessamento é praticado para duas tipologias de resíduo da ID 01. O processo de biodigestão seguido da fertirrigação, por sua vez, é realizado por apenas uma indústria, para os resíduos de sangue e fezes.

Figura 3 — Diagrama de Sankey das destinações praticadas pelas atividades das indústrias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Atendimento a hierarquia dos resíduos orgânicos

Considerando a hierarquia de resíduos de alimento de Papargyropoulou et al. (2014), as indústrias estudadas foram posicionadas na pirâmide através de um mapa de calor (Figura 4), que destaca as práticas de hierarquia superior ou preferenciais em tons mais escuros, enquanto as práticas menos preferenciais em tons mais claros. Destaca-se, que destinações como biodigestão/fertirrigação, aplicação em solo e adubação orgânica foram categorizadas como reuso de resíduos, uma vez que seu aproveitamento é do domínio da própria indústria.

A partir dessa análise, foi possível observar que nenhuma das indústrias reportou em seus relatórios uma estimativa de resíduos que puderam ser evitados a partir de mudanças em seus processos, o que mostra a fragilidade das indústrias em atingir o patamar mais alto e preferencial da hierarquia. O reuso de resíduos, todavia, é explorado por 6 indústrias, sobretudo aquelas que possuem áreas de fazenda disponíveis para fertirrigação, adubação e criação de animais, com exceção da fábrica de ração, que reprocessa o resíduo da operação na fabricação do próprio produto.

Figura 4 — Atendimento à hierarquia dos resíduos orgânicos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de não praticar as duas categorias mais prioritárias de destinação, a ID 01 envia resíduos para a compostagem e a alimentação animal, não se utilizando a disposição em aterro sanitário, posicionando-se em um patamar intermediário da hierarquia. O mesmo acontece para a ID 02, mas que, em contrapartida, ainda envia uma pequena parcela de borra de café petrificada para aterro sanitário.

ID 03 e ID 04 já atingem um patamar maior, quando comparado a ID 01 e ID 02 por praticarem o reuso de resíduos na propriedade. Enquanto a ID 03 não envia nenhum material ao aterro sanitário, a ID 04 ainda envia resíduos de limpeza de fossa ao aterro. A ID 05, que reprocessa subprodutos dos abatedouros, envia todos os resíduos desse processo ao aterro sanitário, atingindo apenas o último patamar da hierarquia.

As IDs 06 e 07 também ficam nos segundo e terceiro patamar, utilizando-se do reuso e destinação à alimentação animal. ID 08 e 09, além de também estarem posicionadas nesses mesmos patamares, também enviam resíduos orgânicos a outros tipos de reciclagem na indústria química, têxtil e de artesanato. Por fim, temos que a ID 10 ocupa apenas o terceiro patamar da hierarquia, de destino de resíduos à alimentação animal.

5.3 Atendimento às demais práticas circulares no gerenciamento de resíduos

Além das destinações, outras iniciativas relacionadas a práticas da economia circular no gerenciamento de resíduos foram avaliadas. A Figura 5 traz a relação dessas práticas com o

atendimento pelas dez indústrias analisadas. No diagrama da Figura 5, as indústrias que atendem a prática foram identificadas com a coloração azul.

Figura 5 — Atendimento às práticas circulares de gerenciamento de resíduos.

Práticas circulares de gerenciamento	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Adota a política zero waste?	■	■								
Apresentou meta de prevenção de geração de resíduos?		■		■						
Utiliza resíduos de outras indústrias como matéria prima?					■	■	■			
Tratou ou valorizou o resíduo internamente?			■	■	■		■	■		
Destinou o resíduo apenas em municípios da Grande Vitória?	■	■	■	■	■	■	■			■

Fonte: Elaborado pelo autor.

Das dez indústrias estudadas, temos que apenas duas declararam aderir a meta “zero waste”, sendo que fabricante de derivados do cacau e chocolates já operacionalizou a política, não enviando nenhum resíduo a aterro sanitário, e que a fábrica de beneficiamento de café está em fase final do atingimento da meta. Outra prática circular esperada pelas indústrias é a apresentação de metas para a minimização de resíduos. Apesar de estar prevista na PNRS, apenas duas indústrias reportaram suas metas nos documentos analisados.

Quanto a utilização de resíduos de outras indústrias como matéria prima, temos a ID 05 recebendo resíduos de cinco abatedouros (IDs 04, 06, 08, 09 e 10) e o abatedouro de suínos recebendo resíduos da ID 01, fabricante de derivados do cacau e chocolate, caracterizando assim a existência da simbiose industrial entre as indústrias de alimento da Grande Vitória.

Em relação à valorização ou tratamento interno de resíduos, cinco indústrias adotaram essa estratégia no gerenciamento de seus resíduos orgânicos, sendo uma fabricante de derivados do leite e quatro abatedouros. Nessas indústrias, a prática de valorização ou tratamento interno se deve à disponibilidade de áreas disponíveis para adubação e à presença de gado na propriedade dos empreendimentos.

Por fim, temos que a destinação de resíduos para empresas que se localizam na Grande Vitória é a prática circular mais adotada pelas indústrias, que se aplica a todas as indústrias, com exceção da ID 01, que envia resíduos ao coprocessamento no estado de Minas Gerais e da ID 08, que envia couro ao estado de Minas Gerais e cascos e chifres ao estado do Paraná.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre a pluralidade de práticas que existem no gerenciamento de resíduos orgânicos praticado pelas indústrias de alimentos da Grande Vitória, é possível destacar forças, oportunidades, fraquezas e ameaças quanto a implementação da economia circular nesse processo.

Nesse contexto, temos que uma das principais forças está na existência de uma indústria que processa subprodutos de abate em ração animal e outros produtos, tornando a reciclagem e sua aplicação na alimentação animal fortemente presente na região da Grande Vitória. Com isso, tem-se que a ID 04 desempenha um papel protagonista nas práticas de simbiose industrial da Grande Vitória, juntamente com a ID 01, que destina resíduos de chocolate à suinocultura da ID 06.

Como destaque de oportunidade para as indústrias, foi possível observar a importância do caráter recomendatório e mandatário do órgão ambiental, que pode indicar melhores alternativas de gerenciamento de resíduos, sobretudo para as indústrias de menor porte, que não possuem mão de obra técnica especializada para realizar a gestão de resíduos. Essa indicação compulsória esteve presente em duas indústrias, onde a aplicação direta em solo de uma

quantidade significativa de resíduo ameaçava sua qualidade ambiental. Nesses casos, a renovação da licença de operação dos empreendimentos foi condicionada a construção composteiras, possibilitando que a degradação dos resíduos acontecesse em ambiente controlado e com menores riscos ao meio ambiente.

Por outro lado, foi constatado como uma significativa fraqueza a atuação das indústrias na primeira frente de gerenciamento de resíduos: a minimização. Nenhuma das indústrias declarou redução de geração e apenas duas apresentaram metas de minimização. Mesmo nesses casos, as metas eram pouco concretas, uma vez que as indústrias não declararam nenhum tipo de mudança de processo necessária para o atingimento da meta.

Por fim, tem-se como ameaça a incipiente presença de parceiros locais capazes de receber resíduos de difícil aproveitamento, fazendo com que seja necessário o envio de resíduos ao aterro ou até mesmo empresas mesmo fora do estado. A distância entre o gerador e destinador institui barreiras como o maior custo do frete e a maior emissão de gases de efeito estufa no transporte rodoviário. Nesses casos, o investimento na recuperação energética de resíduos como o lodo de estação de tratamento e materiais impróprios para consumo ou processamento representa uma oportunidade para o mercado capixaba.

Com isso, é possível afirmar que a presença da economia circular no gerenciamento de resíduos orgânicos nas indústrias de alimentos ainda tem muitos desafios pela frente. Mesmo que apenas quatro resíduos de três indústrias sejam enviados ao aterro sanitário, a economia circular pode oferecer soluções e benefícios que extrapolam a dimensão do esgotamento dos aterros. Desse modo, observa-se que as indústrias ainda têm muito o que melhorar na sua gestão de resíduos, devendo sempre buscar a minimização da geração, o desenvolvimento de soluções internas, além da busca por parceiros externos cada vez mais próximos de sua localidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Relatório anual: 2020. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z2021826RelatorioAnual2020simplesnovo1.pdf> Acesso em: 15 jan. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORNAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. F. Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular. **Entorno Geográfico**, n. 15, p. 82–102, 2018.
- BRASIL, Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 31 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. **Diário Oficial da União**, 22 nov. 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- BRASIL, Portaria nº 280 de 29 de junho de 2020. Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos Nacional; dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 30 jun. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-280-de-29-de-junho-de-2020-264244199>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. GERÊNCIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. **Pesquisa sobre Economia Circular**: 2019. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/4/pesquisa-sobre-economia-circular-2019/> Acesso em: 31 dez. 2021.
- DAME-KOREVAAR, A. et al. Microbial health hazards of recycling food waste as animal feed. **Future Foods**, v. 4, p. 1–9, 1 dez. 2021.
- GARCIA-GARCIA, G.; STONE, J.; RAHIMIFARD, S. Opportunities for waste valorisation in the food industry – A case study with four UK food manufacturers. **Journal of Cleaner Production**, v. 211, p. 1339–1356, 20 fev. 2019.
- GREYSON, J. An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 13–14, p. 1382–1390, 2007.
- HOSEINI, M. et al. Coffee by-products derived resources. A review. **Biomass and Bioenergy**, v. 148, p. 1–10, 1 maio 2021.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL E INDUSTRIAL DO ESPÍRITO SANTO. **Panorama da Indústria do Espírito Santo**: volume 2. Vitória, 2021. Disponível em: https://portaldaindustria-es.com.br/system/repositories/files/000/001/060/original/panorama_industria_do_espirito_santo_2021.pdf?1633114460. Acesso em: 15 jan. 2022.
- INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. Instrução Normativa nº 014-N, de 07 de dezembro de 2016. Dispõe sobre o enquadramento das atividades potencialmente poluidoras e/ou degraçadoras do meio ambiente com obrigatoriedade de licenciamento ambiental junto ao Iema e sua classificação quanto a potencial poluidor e porte. **Diário Oficial dos Poderes do Estado**, 12 dez. 2016. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/%C3%81REAS%20CONTAMINADAS/IN_N%C2%BA_00014_2016.pdf. Acesso em: 02 abr. 2022.

LIU, Q. et al. A survey and analysis on public awareness and performance for promoting circular economy in China: A case study from Tianjin. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 2, p. 265–270, jan. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gestão de resíduos orgânicos. MMA, 2017. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-org%C3%A2nicos.html#legislacao>. Acesso em: 31 dez. 2021

MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 28–41, 15 fev. 2014.

MOSNA, D. et al. Environmental benefits of pet food obtained as a result of the valorisation of meat fraction derived from packaged food waste. **Waste Management**, v. 125, p. 132–144, 15 abr. 2021.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369–380, 1 fev. 2017.

NETO, J.; BOLZANI, H.; BARROS, M. **Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos em um processo industrial de produção de bombons**. In: Congresso Abes/Fenasan, 29, 2017, São Paulo. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/TrabalhosCompletoPDF/III-029.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2022

PAES, L. A. B. et al. Organic solid waste management in a circular economy perspective – A systematic review and SWOT analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, 1 dez. 2019.

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.

RIBEIRO, I. Entenda o que muda após Vitória virar uma metrópole brasileira. **A Gazeta**. 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/economia/entenda-o-que-muda-apos-vitoria- virar-uma-metropole-brasileira-1221>. Acesso em: 15 fev. 2022.

RODRIGUES, A. M. et al. **Logística Reversa de Resíduos Industriais: Estudo de caso em uma empresa processadora de alimentos**. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009, Salvador. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_110_730_13720.pdf. Acesso em: 31 jan. 2022

SALEMDEEB, R. et al. Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 871–880, 1 jan. 2017.

SANTOS, E. M. et al. Coffee by-products in topical formulations: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 111, p. 280–291, 1 mai. 2021.

ZAMAN, A. U. A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines. **Journal of Cleaner Production**, v. 91, p. 12–25, 15 mar. 2015.