

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ROBERTA PINHEIRO SANTOS

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:
OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS**

FRANCISCO BELTRÃO

2022

ROBERTA PINHEIRO SANTOS

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:
OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS**

**Solid waste management in a food industry: Improvement opportunities for
food waste**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador (a): Prof Dr. Marcelo Bortoli.
Coorientador(a): Ma. Eliane Andréia Fermiani.

FRANCISCO BELTRÃO

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ROBERTA PINHEIRO SANTOS

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:
OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 24/junho/2022

Marcelo Bortoli
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Eliane Andréia Fermiani
Mestrado
Universidade Nova de Lisboa

Priscila Soraia da Conceição Ribeiro
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2022

Dedico este trabalho a todos que buscam melhorar o
ambiente onde habitam

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Bortoli, pela paciência, apoio e orientação desde meus artigos científicos até essa última etapa da minha graduação.

Minha coorientadora Ma. Eliane A. Fermiani, por me envolver nas demandas da empresa, sempre com muito respeito, sabedoria e paciência.

Minha banca Prof. Dra. Priscila Soraia da Conceição Ribeiro, pelas dicas de aprimoramento e pelo carinho desde minha época de caloura.

Vale ressaltar que vocês são algumas das minhas inspirações na vida profissional e pessoal. Obrigada!

A empresa de aplicação desse estudo, onde pude estagiar e aprender sobre diversos outros assuntos além do abordado aqui.

Agradecer meu pai, por me dar força e incentivo desde sempre, estar sempre comigo e tentando me ajudar de todas as formas possíveis. As mesmas palavras estendo à minha vó.

Também agradeço meu namorado pela ajuda pessoal para o desenvolvimento desse trabalho, sempre renovando minhas energias.

Aos meus amigos, colegas e professores desse período de faculdade, que também foram importantes para que eu aprendesse tudo que aprendi e chegasse aonde cheguei.

Por fim, mas não menos importante, agradecimento a mim, por nunca desistir e sempre buscar melhorar pessoal e academicamente.

“A produção só termina quando, além do produto
finalizado, o resíduo está tratado”
(OLIVEIRA, R.C., 2020)

RESUMO

A diminuição da geração de resíduos é um tema de interesse social, econômico e ambiental. Com isso, a gestão adequada dos resíduos vem a contribuir positivamente na competitividade das indústrias no mercado. Por esse motivo, as indústrias observaram essas vantagens e buscaram melhorar seu desempenho ambiental. O ramo alimentício, por sua vez, se destaca na visão dos consumidores já que o desperdício de alimentos e a fome são preocupações mundiais. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi de otimizar a gestão de resíduos sólidos orgânicos em uma indústria alimentícia, para reduzir as perdas geradas nos diferentes processos industriais. Para tanto, utilizou-se a metodologia de melhoria contínua, definindo as principais causas do elevado desperdício de alimentos nos processos, medindo quais foram as unidades de fabricação com maior geração e suas eficiências de apontamentos e analisando as variações dos processos produtivos que auxiliaram no encontro dos maiores problemas e suas causas. Foi possível encontrar, em cada UF analisada, qual a quantidade de resíduos gerada e seu impacto econômico. Na UF1 foi possível atingir 80% de eficiência nas pesagens, UF2 se aproximou da meta, porém já foi possível implementar planos de ação, UF3 não possuiu melhoria relacionada aos esforços desse estudo, e UF4 iniciou um DMAIC para o atingir os objetivos de diminuição de resíduos orgânicos gerados. Por isso, foi possível encontrar melhorias para a gestão dos resíduos orgânicos, ajudar a controlar as variabilidades e reforçar a importância da sustentabilidade para os colaboradores.

Palavras-chave: sustentabilidade; gestão de melhoria; variabilidade.

ABSTRACT

Reducing waste generation is a topic of social, economic, and environmental interest. Therefore, proper waste management contributes positively to the competitiveness of industries in the market. For this reason, industries have observed these advantages and sought to improve their environmental performance. In turn, the food industry stands out in consumers' eyes as food waste and hunger are global concerns. Therefore, the objective of the present study was to optimize the management of organic solid waste in the food industry to reduce the losses generated in the different industrial processes. For that, the methodology of continuous improvement was used, defining the main causes of high food waste in the processes, measuring which were the manufacturing units with the highest generation and their efficiencies of notes and analyzing the variations of the production processes that helped to find the biggest problems and their causes. In each analyzed UF, it was possible to find the amount of waste generated and its economic impact. In UF1, it was possible to reach 80% efficiency in weighing, UF2 approached the goal, but it was already possible to implement action plans, UF3 did not have any improvement related to the efforts of this study, and UF4 started a DMAIC to achieve the objectives of reducing organic waste generated. Therefore, it was possible to find management of organic waste improvements, help control the variability and reinforce the importance of sustainability for employees.

Keywords: sustainability; improvement management; variability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Definição dos resíduos sólidos orgânicos gerados por UF.....	29
Quadro 2 - Separação dos resíduos sólidos nas UF's.....	29
Gráfico 1 - UF com maior geração de resíduos sólidos no período da análise..	30
Gráfico 2 - Comparativo mensal entre as gerações de resíduos sólidos, em quilos, das UF's.....	31
Gráfico 3 - Relação mensal do peso apontado pelos operadores com o destinado pela empresa.....	32
Gráfico 4 - Comparação mensal entre os valores normalizados.....	33
Gráfico 5 - Comparação mensal entre os valores normalizados dos resíduos anotados.....	33
Gráfico 6 - Resíduos orgânicos gerados por linha de operação da UF1 em março.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo do formato da apresentação realizada para os gerentes (adaptado).....	33
Tabela 2 - Análise financeira da destinação final para os resíduos sólidos orgânicos da planta.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (do inglês)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PDCA	Planejamento, Execução, Verificação e Atuação corretiva (do inglês)
UF	Unidade de fabricação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1	Ciclo de vida e gestão dos resíduos.....	17
3.2	Resíduos da indústria de alimentos.....	18
3.3	Ferramentas de gestão.....	19
3.3.1	Ciclo PDCA.....	20
3.3.2	DMAIC.....	20
3.4	Impacto financeiro.....	22
3.5	Aplicações de DMAIC.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1	Caracterização da área de estudo.....	25
4.2	Coleta e análise dos dados.....	26
4.3	Impactos financeiros.....	27
4.4	Aplicação de DMAIC's.....	27
4.5	Educação Ambiental.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.1	Caracterização dos resíduos.....	29
5.2	Análise de resultados.....	30
5.3	Redução dos desperdícios e otimização dos processos.....	36
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um assunto que sempre vem à tona após grandes catástrofes ambientais repercutirem no mundo. Além disso, o termo é muito relacionado com as mudanças climáticas e diminuição das emissões de gases de efeito estufa. A sustentabilidade é necessária na tentativa de conciliação entre as demandas de consumo da população atual com a preservação de um meio ambiente equilibrado para as próximas gerações.

A resiliência e fornecimento de serviços ambientais é uma preocupação mundial. Questões como aquecimento global, poluição atmosférica, desequilíbrio e limitações de recursos naturais, e descartes de resíduos são discutidas em diversas conferências que ocorrem no planeta.

Essas preocupações têm aumentado a visibilidade e conscientizado os consumidores, que estão pesquisando e priorizando empresas que se demonstram engajadas nessas causas. As divulgações de desperdício de alimentos e de populações pelo mundo que ainda passam fome no século XXI causam comoção e mais consciência na escolha desses consumidores.

Esse crescimento pelo interesse no coletivo é visto, também, como vantagem competitiva para muitas empresas, em consequência da escolha dos potenciais clientes em consumir de forma consciente. Com isso, a busca pela redução dos desperdícios e gerenciamento correto dos resíduos já faz parte do dia a dia de pequenas à grandes empresas.

Para a realização dessas melhorias de minimização de resíduos, indústrias de alimentos brasileiras adotam metodologias para melhorar a qualidade e eficiência de seus processos, utilizando ferramentas da qualidade, que vêm se desenvolvendo a anos e proporcionando o alcance das metas estipuladas pelas organizações.

A diminuição da geração de resíduo possui importância para o meio ambiente já que a Terra não suporta os absorver completamente. Por consequência, essa redução implicaria em benefícios para o bem-estar social já que, além de evitar o desperdício, contribuiria com programas de combate a fome mundial, e com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), trazendo vantagem competitiva, melhorando a imagem da empresa no mercado com a divulgação de suas realizações.

Além dessas vantagens, reduzir os desperdícios traz benefícios financeiros, como, por exemplo, a energia e a água que as máquinas utilizam para reprocessar as falhas de produção não seriam mais consumidas, isso diminuiria os custos de produção, podendo impactar no valor do produto e gerar um aumento das vendas.

A empresa também poderia gerir suas finanças com outros enfoques de melhoria interna, e o dinheiro gasto com a destinação e tratamento dos resíduos seria reduzido. Essa necessidade de reformulação empresarial na busca pela sustentabilidade se tornou tendência global.

Em uma avaliação interna na busca por essa redução de resíduos e enfocada na diminuição dos desperdícios de alimentos, levantou-se questionamentos quanto a assertividade dos dados apresentados por uma indústria alimentícia do estado de Santa Catarina: há um detalhamento de informações quanto ao volume destinado de resíduos sólidos orgânicos? As pesagens são realizadas e descritas corretamente? Os colaboradores sabem a importância dessa avaliação para a gestão ambiental da empresa? São perguntas que o presente trabalho objetivou responder.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Otimizar a gestão de resíduos sólidos para redução das perdas em uma indústria alimentícia.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as oportunidades de melhoria de gestão para minimizar a geração de resíduos sólidos nas unidades de fabricação;
- Quantificar e analisar o impacto financeiro dos resíduos sólidos gerados;
- Sugerir e orientar maneiras de incentivo ao zero desperdício.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Revolução Industrial, a partir do século XVIII, marcou o desenvolvimento tecnológico no mundo, as pessoas deixaram o campo a procura de oportunidades nas cidades, as demandas de produção aumentaram e o crescimento da exploração de recursos naturais na busca pela satisfação do consumidor resultou em diversos impactos ambientais negativos (COSTA; OLIVEIRA, 2017).

A Resolução CONAMA nº 01/86 de 1986 define impacto ambiental como qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente resultante de atividade humana e que afetam: a saúde, segurança e bem-estar da população, as atividades sociais e econômica, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio, e a qualidade dos recursos naturais. Sendo aspecto ambiental um efeito da atividade humana que possa causar impacto ambiental, pode-se dizer que qualquer ação antrópica resulta em um impacto positivo ou negativo no meio ambiente (STEIN, 2018).

Descartes de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição são considerados resíduos sólidos, segundo a NBR 10.004 de 2004, que também inclui nessa definição os resíduos semissólidos provenientes de sistemas de tratamento de água, equipamentos de controle de poluição, entre outros cuja característica torne inviável o retorno para a natureza sem tratamento prévio.

Segundo a Lei 12.305 de 2010, os resíduos sólidos são definidos como:

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

Sabe-se que o processo industrial possui diversos aspectos ambientais, entre eles a geração de resíduos sólidos, cuja gestão adequada evita impactos como poluição de solos, água e ar.

Em consequência dos diversos movimentos em defesa do meio ambiente, das ações políticas e das metas mundiais de responsabilidade ambiental, os consumidores estão dando preferências para empresas com esses comprometimentos, com isso, além de reduzir custos, diminuir a geração de resíduos

e/ou gerenciá-los adequadamente traz uma vantagem competitiva no mercado (CORRÊA, 2014).

3.1 Ciclo de vida e gestão dos resíduos

Uma das metodologias de gestão ambiental utilizadas para o conhecimento e redução dos impactos ambientais no processo produtivo manufaturado é a Avaliação do Ciclo de Vida, onde é possível avaliar a magnitude e significância desses impactos desde a entrada até a saída da unidade de fabricação (NBR ISO 14.040, 2009).

O Ciclo de Vida da fabricação de um produto, então, engloba desde a extração da matéria-prima até a disposição final dos resíduos gerados durante o processo, e a minimização dos impactos causados nesse ciclo é obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores, catadores e demais envolvidos, ou seja, uma responsabilidade compartilhada, um dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

De 2010, a PNRS cita os objetivos da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental (BRASIL, 2010).

Ademais, a Lei 12.305, de 2010, prioriza uma ordem para a gestão ambiental dos resíduos sólidos:

- ⇓ Não geração;
- ⇓ Redução – objetivos e metas para minimizar a geração;
- ⇓ Reutilização – aproveitar os resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química;
- ⇓ Reciclagem – alteração das suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, os transformando em insumos ou novos produtos;
- ⇓ Tratamento – utilização de processos tecnológicos alternativos;

⇓ Disposição final ambientalmente adequada – quando não há possibilidade de recuperação ou tratamento, o rejeito é destinado para os aterros sanitários, sempre visando o menor dano ou risco à saúde pública e à segurança e a minimizando os impactos ambientais adversos.

O gerenciamento de resíduos sólidos é exigência dessa legislação brasileira, por isso todos os geradores devem buscar soluções viáveis de destinação final sempre tendo em vista seu desenvolvimento sustentável, considerando, então, os pilares econômico, social e ambiental.

3.2 Resíduos da indústria de alimentos

No Brasil, um dos ramos industriais de maior destaque econômico é o alimentício, encontrando-se entre os maiores produtores do mundo. Segundo a ABIA (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação), em 2021 o setor de alimentos e bebidas representou 10,6% do PIB, gerou 1,72 milhões empregos e, com alimentos levados à 190 países, foi responsável por 16% de todas as exportações brasileiras, sendo o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo. Em termos de mercado, a alimentação move montantes superiores aos de outros setores, devido a sua importância biológica, social, científica, política, psicológica e cultural para as atividades humanas (PROENÇA, 2010).

O processo industrial em sua produção, transformação e separação, utiliza-se de diversos recursos naturais, além do consumo de energia e produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, tornando-se necessária a preocupação com a sustentabilidade do ciclo como um todo, desde a produção até a embalagem descartada pelo consumidor (CORRÊA, 2014).

Portanto, minimizar a geração dos resíduos sólidos, combater o desperdício e utilizar racionalmente os recursos ambientais são ações previstas na Lei 12.305 de 2010 e trazem diversos benefícios para as empresas, tais como reduções de custos e competitividade de mercado (SILVA, 2020).

Além disso, diminuir o desperdício e combater a fome é preocupação mundial. A Organização das Nações Unidas (ONU) afirmou que 193 milhões de habitantes enfrentaram fome no planeta em 2021, em contrapartida o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) estimou que 931 milhões de toneladas de alimentos prontos para consumo foram descartados em 2019.

Por essa razão, e diversas outras, 193 países assumiram o compromisso com a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que citam a necessidade de um consumo e produção responsáveis (ODS 12), reduzindo pela metade o desperdício de alimentos e a geração de resíduos até 2030, além do incentivo à adoção de práticas de sustentabilidade (UNIC Rio, 2015).

Específico para a indústria, a inovação e a infraestrutura, o ODS 9 incentiva a minimização dos impactos negativos e a maximização dos positivos, já que se busca “(...) modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos” (UNIC Rio, 2015).

Na busca pela diminuição do desperdício, aumento da eficiência de processos e qualidade de operação, e devido ao aumento na participação econômica do país, a indústria alimentícia brasileira demonstrou-se interessada na implantação de sistemas de melhoria contínua, ou seja, rotinas de aprimoramento para os processos atuais (DROHOMERETSKI *et al.*, 2016).

Werkema (2014) cita que programas de melhoria da qualidade pode diminuir a variabilidade do processo, ou seja, reduzir as alterações nos padrões estabelecidos de matérias-primas, métodos de trabalho, condições ambientais e dos equipamentos, além da mão de obra e do sistema de medição implementado.

O controle da qualidade se desenvolveu principalmente no período da Segunda Guerra Mundial, tornando possível produções com qualidade, em grande quantidade e baixo custo; e que após 1954 fora efetivamente utilizado e entendido como uma ferramenta administrativa que envolve participação dos empregados de todos os setores de uma empresa (WERKEMA, 2014).

3.3 Ferramentas de gestão

Após as percepções japonesas quanto as dependências das ferramentas de controle e gestão aos fatores humanos e culturais, desenvolveu-se o método japonês de controle da qualidade, cuja evolução ao longo dos anos deu origem ao método de Controle de Qualidade Total (TQC), fortemente utilizado desde então (WERKEMA, 2014).

Porém, Toledo *et al.* (2012) citam que implementar essa metodologia possui diversas dificuldades como o relacionamento com a gerência, a necessidade de urgência e a falta de planejamento, por exemplo.

3.3.1 Ciclo PDCA

Um dos métodos utilizados com objetivo de melhoria de processos e qualidade é o método do Ciclo PDCA (do inglês, *Plan, Do, Check, Act*). Utilizado para controlar os processos e gerenciar as tomadas de decisões, garantindo que se atinja as metas de sobrevivência da empresa (WERKEMA, 2014). O nome é uma abreviação do inglês para suas diferentes etapas necessárias citadas por Ishikawa (1993) *apud* Werkema (2014, p. 24):

1. Planejamento (P) - criação de metas e do método para alcançá-las;
2. Execução (D) - realização das tarefas exatamente como planejado e coleta dos dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo – essenciais a educação e o treinamento no trabalho;
3. Verificação (C) - comparação dos resultados alcançados com a meta planejada;
4. Atuação Corretiva (A) - interferências no processo em função dos resultados obtidos, adotando como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada, ou agindo sobre as causas do não atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo.

3.3.2 DMAIC

Outra ferramenta é DMAIC (do inglês, *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), bem similar ao Ciclo PDCA, porém com roteiro mais detalhado e um número maior de ferramentas analíticas, além da ênfase no planejamento. O DMAIC é amplamente utilizado em projetos *Lean Six Sigma* – constituição de equipes para o alcance de estratégicas metas de uma organização (Werkema, 2012).

Werkema (2012) e Lobo (2019) descrevem as etapas do método DMAIC:

1. Definir (D): demonstração do escopo do projeto e suas metas, com avaliações do histórico, retorno econômico, estratégias da empresa, impacto para os clientes, prioridades e patrocínios, além de construção da equipe com

suas respectivas responsabilidades e determinação do principal processo que será envolvido no projeto, definindo os requisitos críticos do cliente para a qualidade desejada. Para tanto, utiliza-se ferramentas como: métricas, cartas de controle e gráficos sequenciais;

2. Medir (M): localização ou enfoque dos problemas baseados na necessidade do cliente, assim como as formas de estratificação e planejamento da coleta de dados, análise de impactos e variações desses problemas, e estabelecimento de metas para cada problema principal na busca pela redução e/ou eliminação das variabilidades encontradas. Nessa etapa, utiliza-se de: avaliação de sistemas de medição, amostragem e diagrama de Pareto;

3. Analisar (A): determinação das causas dos principais problemas, análises de seus dados e quantificação de sua importância, mapeando o processo de coletas adicionais e criando hipóteses para determinar e quantificar as variações, que pode servir de apoio para a identificação dos ganhos financeiros do projeto. Pode-se utilizar as ferramentas: mapa de processos, *brainstorming* (chuva de ideias) e análise de variância;

4. Melhorar (I): avaliação e mensuração de oportunidades e soluções de cada dos problemas encontrados, minimização dos riscos e elaboração de um programa-piloto como teste para implementação no processo por completo. Nessa penúltima fase, faz-se uso de: matriz de priorização, testes de operação e *5W2H* (cinco porquês, como e quanto irá custar);

5. Controlar (C): manter o alcance das metas a longo prazo, padronizar as alterações encontradas nas soluções propostas e as transmitir para os envolvidos, definir e implementar planos de monitoramento e tomada de ações corretivas para o alcance de metas em possíveis problemas no processo, e fazer recomendações para estudos futuros. Na etapa final, realiza-se um procedimento operacional padrão e, com ele, todas as partes envolvidas nas atividades de melhoria desenvolvidas são treinadas, para os entendimentos e padronizações efetivos.

Segundo Werkema (2012), projetos *Six Sigma* tiveram origem no final da década de 1980, concedendo à Motorola um prêmio nacional de qualidade e ganhos

de mais de dois bilhões de dólares após a implantação do programa, o expandindo para grandes empresas como *General Eletric, AlliedSignal e Sony*.

O interesse brasileiro pela metodologia cresce a cada dia, com resultados superando os indicadores e um retorno próximo de cinco milhões de reais por ano (WERKEMA, 2012).

O método não se trata apenas de um controle estatístico do processo, é uma filosofia para reduzir custos com práticas de melhoria contínua de processos produtivos (SILVA *et al.*, 2020).

Além disso, um roteiro de planejamento detalhado é realizado para que análises profundas, conclusões sólidas e possibilidade de manutenção dos resultados ao longo do tempo, sendo sempre prioridade a voz do cliente e as validações dos sistemas de medição e do retorno econômico (WERKEMA, 2012).

Para que um projeto *Six Sigma* seja efetivo, é necessário engajamento de toda organização, uma formação de uma equipe responsável e a divulgação de benefícios como diminuição de custos, melhoria de qualidade, aumento de produtividade e diminuição da variabilidade (SILVA *et al.*, 2020).

3.4 Impacto financeiro

Projetos de melhoria contínua, dentre suas principais características, devem demonstrar performances positivas de gestão financeira, por isso todo o balanço monetário é quantificado para verificação do impacto nos ganhos para a empresa (WERKEMA, 2012).

Tais fluxos podem sair ou entrar no caixa da empresa, sendo recebimentos ou pagamentos. O faturamento é instituído como a “receita” da empresa, as despesas com produção e gastos gerais é o “custo” do processo e a diferença entre eles é a definição do “lucro” da organização (CHIAVENATO, 2022).

A gestão financeira de uma instituição visa manter a sustentabilidade dos ciclos produtivos e seus investimentos, tendo papéis estratégicos e operacionais no mercado econômico-financeiro, sempre buscando resultados para o sucesso de todos os envolvidos nas atividades da empresa, como clientes, consumidores, acionistas, investidores, administradores, fornecedores, colaboradores, governança corporativa, comunidades, sociedade e meio ambiente (CHIAVENATO, 2022).

3.5 Aplicações de DMAIC

Hopp e Spearman (2012) relacionaram o termo variabilidade com aleatoriedade, algo não uniforme, como os períodos para realização de um processo ou os reparos e paradas de máquinas, por exemplo. Os mesmos autores também enfatizam que o sucesso de uma produção é consequência do controle das variabilidades previsíveis e aleatórias, ou seja, alterações por consequência direta de uma ação e as imprevisíveis, respectivamente.

Em 2012, com o objetivo de identificar as variáveis de influência para a quebra de biscoitos em uma linha de produção industrial brasileira, Sousa, Marchizelli e Taroco, utilizaram a ferramenta DMAIC e encontraram a raiz do problema na falta de controle e padronização quanto ao tempo em que as massas eram assadas, reduzindo mais de 80% na incidência dessa variabilidade.

Com sua abordagem ampla e aprofundada para os problemas, a metodologia DMAIC também teve grande importância para o estudo de Miguel e Fettermann (2017), auxiliando na identificação e mensuração do potencial econômico da implantação das melhorias propostas no projeto de redução de perdas no processamento de uma indústria de cacau localizada em Ilhéus, na Bahia.

Utilizando o mesmo método, Porto *et al.* (2017) identificaram os problemas no processo de aplicação de recheios nos biscoitos em Marília, no interior de São Paulo, na indústria fonte do estudo de caso e, com isso, foi possível sugerir melhorias que levaram a efetiva minimização das variabilidades do setor produtivo, além da diminuição das reclamações dos consumidores quanto à ausência desses recheios.

Também na busca pela qualidade, redução de custos e de desperdícios, Silva *et al.* (2020) apontaram qual o problema, as causas e as medidas para o tratamento do excesso de reprocesso, o qual causava o maior impacto financeiro para uma indústria de abate e processamento de aves, suínos e bovinos localizada no município de Dourados, no Mato Grosso do Sul.

Com a aplicação do DMAIC, os autores acima citados propuseram mudanças culturais na organização e demonstraram a possibilidade de ganhos em diferentes prazos estabelecidos, além de destacarem a importância do investimento nos colaboradores para que possuam conhecimento e auxiliem em projetos futuros, efetivando um ciclo de melhoria contínua.

Em uma fábrica de farinha de trigo, Servin, Santos e Gohr (2012) aplicaram a metodologia DMAIC com o intuito de reduzir as perdas ocasionadas por paradas não programadas durante o processo. Para isso, os autores adaptaram o método para a realidade de fluxo contínuo da empresa, onde problemas de qualidade ou defeitos possuem dificuldades em serem encontrados devido a sua conexão fixa, e criaram um padrão de registro e controle de paradas que poderá ser replicado a outros setores da indústria.

A metodologia *Six Sigma*, com aplicação do DMAIC, é uma das maneiras de reduzir desperdícios e os custos com reprocesso, já que este representa um alto impacto financeiro para empresas de grande porte com diversos produtos e setores internos (SILVA *et al.*, 2020).

O enfoque do desempenho, considerando os requisitos críticos do cliente e todo a condução do processo, facilita o interesse e participação da gerência, que visualiza as técnicas, os gráficos de controle e os experimentos como uma maneira estruturada de alcance de metas (TOLEDO *et al.*, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo ocorreu entre outubro de 2021 e março de 2022, com enfoque na definição, medição e parte das análises para o problema de excesso de desperdícios dessa indústria alimentícia.

4.1 Caracterização da área de estudo

A aplicação do estudo desenvolveu-se em uma indústria de alimentos multinacional localizada em Santa Catarina. A planta brasileira faz parte da marca desde 2016, possui mais de cem mil metros quadrados de área construída e mais de dois mil funcionários, sendo uma das maiores sedes do mundo. A produção soma mais de quatrocentas toneladas de alimentos por dia, entre biscoitos, cereais, massas, refresco em pó e *snack* a base de farinha e batata.

A empresa foi fundada na década de 1900, nos Estados Unidos da América, somente com quarenta e quatro funcionários e produzindo alimentos à base de plantas. Segundo o *site* da empresa, o fundador possuía valores como proporcionar alimentos nutritivos para as pessoas, proteger o planeta, impulsionar a equidade, entre outros. Após anos de sucesso e espalhar seus produtos para o mundo, a companhia oferece diversos tipos de alimentos e possui compromisso de fazer a diferença para com seus funcionários, a comunidade e o mundo.

A indústria tem descrito em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) todos os tipos de resíduo gerados, assim como as quantidades, destinações e formas de tratamento. Baseado nas legislações vigentes, o documento identifica os resíduos e descreve ações de manejo de forma a considerar todas as etapas do processo, garantindo a segregação, acondicionamento, coleta, transportes e destinação final, sempre visando a melhoria contínua do sistema de gestão ambiental da companhia.

Além disso, contam com uma estação de tratamento de efluente, onde todas as águas residuárias da produção passam por tratamentos, conforme normativas vigentes, até sua disposição final no corpo hídrico receptor.

Possuem também, sob sua responsabilidade, uma área de preservação permanente, com plantas nativas sendo revitalizadas. Com tamanha proporção, a

organização possui diversos programas de melhoria contínua para alcançar suas anuais metas de desempenho.

4.2 Coleta e análise dos dados

Após visitas *in loco*, identificação e leitura do histórico de destinação dos resíduos sólidos dessa indústria, foi possível definir que os orgânicos são os resíduos com maior influência e quantidade gerada. Nesse processo, também foi possível observar os problemas quanto ao alcance das metas definidas pela própria organização para a quantidade máxima de descarte desses alimentos por mês.

Para encontrar as oportunidades de melhoria na gestão dos resíduos sólidos orgânicos, foram identificadas a eficiência das pesagens realizada pelos colaboradores, a Unidade de Fabricação (UF) com maior volume de descarte, os indicadores dessa quantidade quando comparadas ao volume de produção, e, por fim, as principais razões para tais gerações.

Realizou-se um acordo com a empresa responsável pela coleta desses resíduos para a verificação da eficiência das pesagens. Antes da triagem para a destinação final, os parceiros pesaram todos os recipientes (sacos, *big bags*, caixas e outros) e identificaram a UF pertencente.

A planilha com esses dados foi enviada diariamente por *e-mail*, possibilitando as análises desejadas. A participação em todas as coletas tornou-se inviável devido a quantidade de momentos de saída por dia, porém usualmente foram realizados acompanhamentos e registros, além de visita ao local de segregação desses resíduos.

Após o recebimento dos pesos e identificação dos geradores, foi possível filtrar e ajustá-los para a comparação com as pesagens dos colaboradores internos, que pesam, anotam e entregam para seus líderes ao final de cada turno de trabalho.

Por conhecimento empírico do processo, esperava-se alcançar 80% de eficiência nessa comparação, já que os métodos utilizados são aproximados e variações como erros de calibração das balanças, diferenças de pesos dos *pallets* utilizados no transporte, divergência entre horário de geração e da coleta desses resíduos, entre outros, foram desconsideradas.

Juntamente com o controle da quantidade de resíduo gerado, encontra-se a informação de produção diária, em tonelada, sendo possível encontrar a diferença

entre os apontamentos dos resíduos e quantos quilos são gerados a cada tonelada de produto acabado, ou seja, o valor normalizado.

Com a eficiência das pesagens e o valor normalizado encontrados, foi possível identificar qual a UF com maiores oportunidades de melhoria. Sempre priorizando a UF com maiores dificuldades, a etapa seguinte focou na investigação das razões para todos os descartes e suas frequências na busca por padrões nessas justificativas.

4.3 Impactos financeiros

Para identificar os impactos financeiros desses descartes, foi realizado um levantamento da quantidade de resíduos gerada, conforme a classificação da própria companhia, e qual o custo, em reais (R\$), para a destinação.

4.4 Aplicação de DMAIC

Realizando diariamente as análises, os resultados eram apresentados para os gestores de forma a contribuir com a visibilidade dos enfoques de sustentabilidade da empresa.

Após o desenvolvimento dessa rotina, foi possível aprimorar os métodos e melhorar a investigação da quantidade de descarte de resíduos, além da construção de uma base de informação para abertura de planos de ação na busca pela otimização do processo.

O método normalmente utilizado pela gerência é o DMAIC, da metodologia *Six sigma* descrita no tópico de Revisão Bibliográfica, onde as análises desenvolvidas nesse estudo foram apresentadas e discutidas para que a gestão melhore sua eficácia.

Para todos os projetos desenvolvidos sobre a temática, realizou-se acompanhamentos em reuniões e no “chão de fábrica” para auxílio em coletas de maiores informações sobre as rotinas dos colaboradores, ou seja, acompanhamentos das atividades, questionamentos dos métodos e registros fotográficos para discussões dos métodos.

4.5 Educação Ambiental

Conforme descrito anteriormente, foram realizados acompanhamentos periódicos nas linhas de produção, para encontrar oportunidades de melhorias e possibilitar o contato com todos os colaboradores, de forma a envolvê-los no processo como um todo. Durante o acompanhamento era pedido sugestões e sempre explicado os motivos para as novas rotinas e suas importâncias para o meio ambiente.

Avaliou-se a logística para implementação de treinamentos, tanto para novos colaboradores, para que ao iniciarem suas funções na empresa já obtivessem a consciência ambiental compatível com as políticas internas, quanto a uma reciclagem para os que já estão a mais tempo na companhia, para que relembrem as missões, visões e os valores definidos, com enfoque na sustentabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos resíduos

Após visitas no local do estudo foi possível classificar os resíduos de maior relevância para o estudo, os sólidos orgânicos. O Quadro 1 descreve o que é gerado em cada UF, respectivamente:

Quadro 1 - Definição dos resíduos sólidos orgânicos gerados por UF

UF1	Biscoitos e <i>snacks</i> a base de trigo
UF2	Massas, refrescos em pó e cereais
UF3	Cereais matinais a base de milho
UF4	<i>Snacks</i> a base de batata

Fonte: Autoria própria (2022)

Em seu primeiro dia na empresa, os colaboradores passam pela integração, onde entendem todo o funcionamento nos quesitos de qualidade, segurança e meio ambiente. Após esse processo, já nas linhas de produção, eles são instruídos por seus líderes quanto a separação dos resíduos corretamente, como descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Separação dos resíduos sólidos nas UF's

Plástico	Coletor com saco vermelho
Papel	Coletor com saco azul
Rejeito	Coletor com saco preto
Orgânico (restos de alimentos sem contaminações)	Coletor com saco marrom, sacos de rafia ou big bag

Fonte: Autoria própria (2022)

As demais classificações como metal, vidro, madeira ou demais resíduos não perigosos possuem local específico de destinação fora das UF's, já que não são

intrínsecos ao processo produtivo. A única exceção é o metal da embalagem dos *snacks* de batata.

Uma das abordagens adotadas pela empresa para valorização dos resíduos orgânicos e redução de impacto ambiental é a destinação da maioria desses produtos para uma indústria de coprocessamento de ração animal.

Por isso, obedecendo a Instrução Normativa nº 81 de 2018 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), nos pontos que possuem movimentação de embalagens ou paletes de madeira não é permitido o descarte de resíduos de varrição nos sacos com resíduo orgânico pois qualquer contaminação por resíduos não comestíveis pode impactar no processo da empresa parceira.

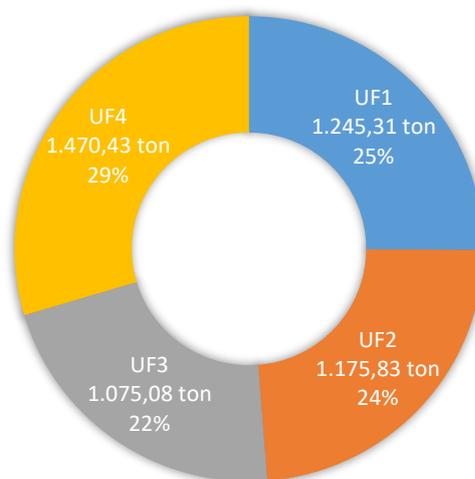
Por fim, a classificação financeira da destinação para a ração animal é:

- Granel: resíduos secos gerados após etapas de cocção ou secagem, média de 80,48% do total gerado na planta e vendidos por R\$ 0,12 o quilo;
- Úmido: resíduos de massa crua gerados no início do processo e recheios doces e salgados dos biscoitos recheados, média de 19,52% do total da geração e com custo de destinação de R\$ 0,04 o quilo.

5.2 Análise de resultados

Após esses seis meses de coletas e análises dos dados, foi possível definir a UF com maior geração de resíduos, em toneladas (ton) como demonstra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - UF com maior geração de resíduos sólidos no período da análise

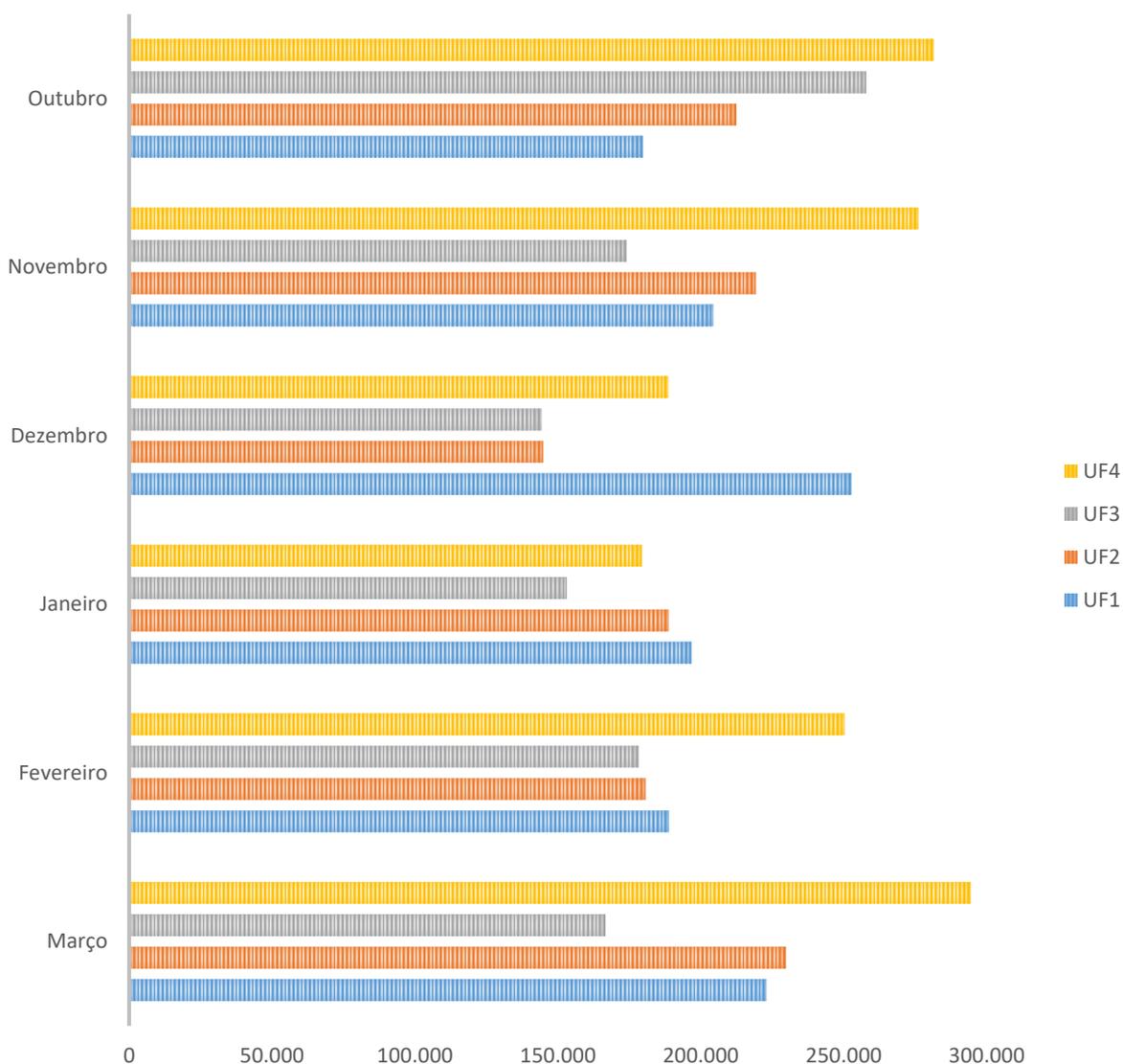


Fonte: Autoria própria (2022)

Responsável por 29% do total de descartes de resíduos sólidos orgânicos, a UF4 teve destaque quanto ao volume de desperdícios durante a soma do período de análise. A diferença entre a UF de maior geração para a segunda maior não é superior a 4%, sendo que todas são superiores a 20%.

Observando o Gráfico 2, pode-se comparar quantos quilos cada UF gerou em cada um desses meses de estudo.

Gráfico 2 - Comparativo mensal entre as gerações de resíduos sólidos, em quilos, das UF's

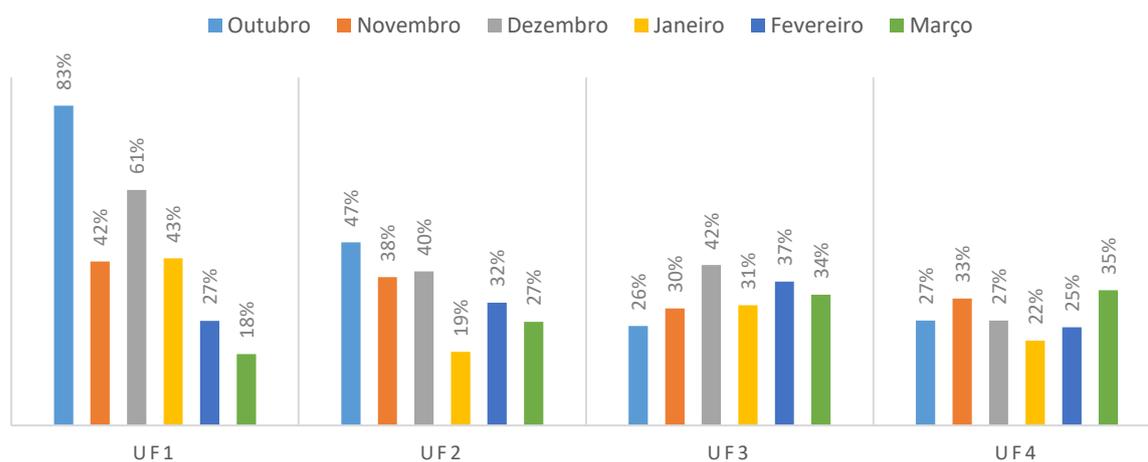


Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se que somente nos meses de dezembro e janeiro UF1 ultrapassou UF4, com destaque para o primeiro mês do ano em que UF2 também se situou a frente de UF4. Outra evidência analisada é que, após o primeiro mês do estudo, UF3 manteve sua geração de resíduos inferior a 200 toneladas mensais.

Também foi possível verificar como estava a eficiência das anotações das pesagens realizadas pelos colaboradores de cada UF. O Gráfico 3 demonstra as porcentagens da diferença entre a quantidade descrita pelos funcionários internos com a pesada pela empresa terceirizada, em um comparativo mensal.

Gráfico 3 - Relação mensal do peso apontado pelos operadores com o destinado pela empresa



Fonte: Autoria própria (2022)

No início das análises, percebeu-se que UF1 possuía grande dificuldade com esse repasse de informação, já que nem 20% dos resíduos eram pesados, ou eram omitidos das anotações. Em contrapartida, as demais UF's descreviam mais de 50% de seus desperdícios corretamente, porém também possuíam grandes oportunidades de melhoria.

Por essa razão, desenvolveu-se uma rotina de acompanhamento na UF1, sendo cobradas as justificativas para tais descartes, aumentando a rigidez quanto a liberdade de destinação sem aviso ao líder responsável por cada turno de trabalho, e implementando uma planilha de detalhamento do produto a ser descartado, sendo possível identificar qual das linhas produtivas os gerou.

Após a finalização do período escolhido para as análises, UF1 já estava informando mais de 80% de seus descartes orgânicos. UF2, apesar de ter apresentado melhorias nesse indicador, assim como UF3 e UF4, não atingiram a meta estabelecida, de informar ao menos 80% dos resíduos gerados

As informações eram repassadas diariamente para os gerentes, a Tabela 1 demonstra, de forma conjunta e resumida, o que era passado de informação, sendo:

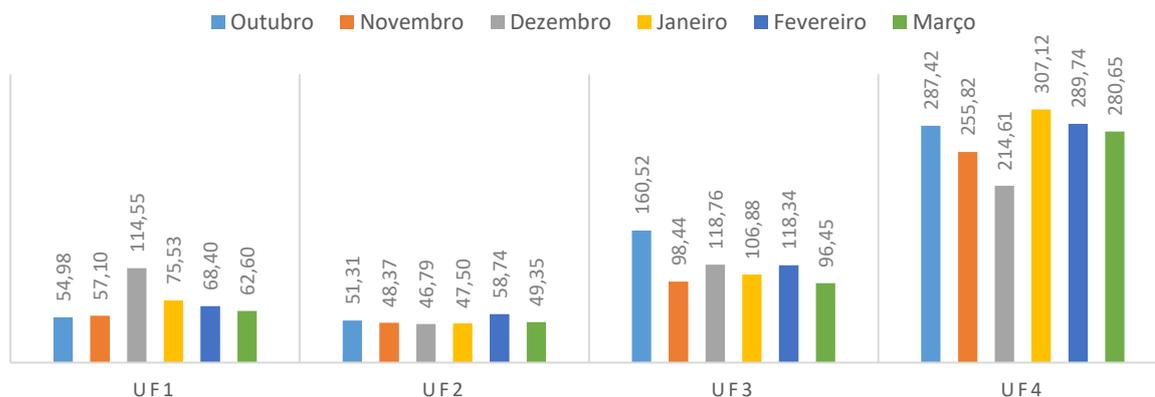
- Anotado (kg): o peso, em quilos, que os trabalhadores internos descreviam;
- Destinado (kg): o valor, também em quilos, repassado pela empresa parceira;
- Normalizado (kg/t): relação dentre os resíduos destinados e a toneladas produzidas. Destaca-se em verde os valores que alcançaram o *target* estipulado e em vermelho os que não conseguiram atingir;
- *Target* (kg/t): o valor médio, definido pela companhia, que seria o normalizado ideal para cada UF. Esse valor pode ser atualizado anualmente.

Tabela 1 - Exemplo do formato da apresentação realizada para os gerentes (adaptado)

Data	UF	Anotado (kg)	Destinado (kg)	Normalizado (kg/t)	Target (kg/t)
Outubro	UF1	31.107,28	179.748,23	54,98	35,69
Novembro		117.623,17	204.382,20	57,10	35,69
Dezembro		98.789,45	252.663,00	114,55	35,69
Janeiro		111.713,20	196.733,00	75,53	35,69
Fevereiro		137.757,28	188.897,75	68,40	35,69
Março		181.734,66	222.884,75	62,60	35,69
Outubro	UF2	168.137,32	229.788,75	49,35	35,69
Novembro		123.262,04	180.691,75	58,74	35,69
Dezembro		152.780,83	188.763,00	47,50	35,69
Janeiro		87.131,52	144.877,00	46,79	35,69
Fevereiro		135.070,24	219.272,84	48,37	35,69
Março		111.768,20	212.441,27	51,31	35,69
Outubro	UF3	110.406,98	166.807,75	96,45	177,98
Novembro		112.034,63	178.391,00	118,34	177,98
Dezembro		105.543,90	153.230,50	106,88	177,98
Janeiro		84.526,21	144.503,50	118,76	177,98
Fevereiro		121.461,38	174.178,72	98,44	177,98
Março		191.571,19	257.971,00	160,52	177,98
Outubro	UF4	191.400,65	294.458,75	280,65	274,54
Novembro		186.748,74	250.280,50	289,74	274,54
Dezembro		140.061,93	179.396,50	307,12	274,54
Janeiro		137.509,11	188.671,50	214,61	274,54
Fevereiro		185.401,16	276.086,73	255,82	274,54
Março		205.119,38	281.535,00	287,42	274,54

Fonte: Autoria própria (2022)

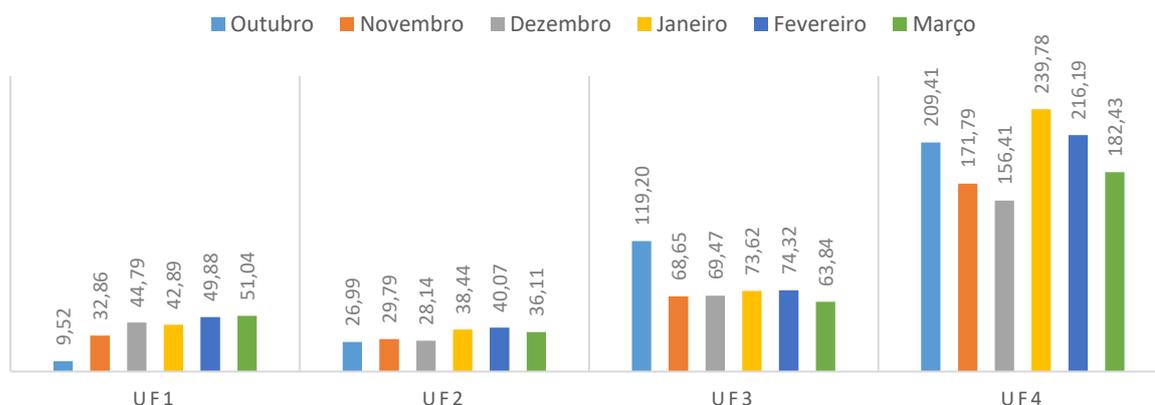
Após os meses do estudo, avaliou-se o desempenho desses valores normalizados, como demonstra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparação mensal entre os valores normalizados

Fonte: Autoria própria (2022)

As únicas unidades produtivas que diminuíram seu valor normalizado foram UF2 e UF3, com destaque para essa última que manteve uma média de aproximadamente 100 kg/t após o primeiro mês de análise. As demais mantiveram suas médias durante esses meses, com alguns picos em razão de eventos adversos ocorridos durante as produções (como falhas operacionais, falta de mão de obra, limpezas para finalização do período produtivo, entre outros).

Fez-se uma análise comparativa dos valores apresentados anteriormente para a gerência, ou seja, com o normalizado sendo a relação entre o peso anotado pelos colaboradores internos e a tonelada produzida, demonstrando-a no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Comparação mensal entre os valores normalizados dos resíduos anotados

Fonte: Autoria própria (2022)

Nesse gráfico, nota-se a importância das análises e investigações desse estudo, já que os valores demonstrados não retratariam a realidade da geração de

resíduos orgânicos da planta. Os valores destinados ficaram, em média, 70% superiores aos valores registrados internamente nas UF's.

Ao atingir a meta dos 80% de eficiência em seu monitoramento, foi possível realizar um levantamento mais detalhado das fontes geradoras de resíduos orgânicos da UF1, definindo os resíduos orgânicos gerados por cada uma das 8 linhas produtivas dessa unidade e, com isso, identificando a linha de produção com maior geração de descartes na UF1 no mês de março, reporte de melhor eficiência. O Gráfico 5 demonstra essa análise.



Fonte: Autoria própria (2022)

Portanto, a linha 4 foi destaque para os desperdícios desse último mês de análises. Após essa identificação, os líderes organizaram planos de ação de melhoria, dando sequência ao método DMAIC. Dentro do período desse estudo, as demais UF's mantiveram esse nível de acuracidade (80%) como um desafio a ser alcançado.

Utilizando os dados desse estudo e relacionando com os valores e às porcentagens de “Granel” e “Úmido” levantadas pela companhia, foi possível desenvolver um levantamento sobre os impactos financeiros desses volumes de desperdícios gerados.

A Tabela 2 demonstra o volume total de resíduos gerados e a conversão em reais (R\$) do retorno (receita, valores positivos destacados em verde) ou gasto (custo, valores negativos destacados em vermelho) com a destinação à empresa fabricante de ração animal.

Tabela 2 - Análise financeira da destinação final para os resíduos sólidos orgânicos da planta

Data	Destinado (kg)	Úmido (kg)	Custo (R\$)	Granel (kg)	Receita (R\$)
Outubro	931.695,50	181.828,20	-R\$ 7.273,13	749.867,30	R\$ 89.984,08
Novembro	873.920,49	170.552,92	-R\$ 6.822,12	703.367,57	R\$ 84.404,11
Dezembro	730.715,00	142.605,16	-R\$ 5.704,21	588.109,84	R\$ 70.573,18
Janeiro	718.123,00	140.147,73	-R\$ 5.605,91	577.975,27	R\$ 69.357,03
Fevereiro	798.261,00	155.787,33	-R\$ 6.231,49	642.473,67	R\$ 77.096,84
Março	913.940,00	178.363,06	-R\$ 7.134,52	735.576,94	R\$ 88.269,23
TOTAL	4.966.654,99	969.284,40	-R\$ 38.771,38	3.997.370,58	R\$ 479.684,47

Fonte: Autoria própria (2022)

Com isso, notou-se que os resíduos secos são a maior parcela de destinação à ração animal, com uma receita média de R\$80.000,00 nesses meses de estudo analisados. Logo, os custos com a destinação de resíduos úmidos não geram grande impacto nas despesas com tratamento e destinação de resíduos sólidos.

Para tal levantamento, não foram considerados os custos advindos da geração desses resíduos, logo, esse impacto positivo representa somente a compensação pelas perdas reais, sendo apenas um incentivo aos colaboradores internos para a efetiva separação dos resíduos.

5.3 Redução dos desperdícios e otimização dos processos

Após outubro, UF1 e UF4, chamaram a atenção da gerência por seus números de desperdício elevados. Assim foi tomada a decisão de se iniciar a metodologia DMAIC para UF4 e planos de ação específicos para UF1 (equivalentes à metodologia PDCA).

UF1 enfatizou a importância das autorizações para alguns descartes que ocorriam sem aviso prévio, nesse processo foi possível rastrear os altos volumes de resíduos de reprocesso¹, que eram destinados para liberação do espaço de trabalho. Em UF4 ocorreram alguns ajustes e testes de melhoria para as linhas, para tanto está em andamento o DMAIC nesta unidade.

Já UF2 teve maior enfoque da divergência entre o que era retirado da empresa e o que os funcionários estavam informando, com isso uma das medidas tomadas foi a pesagem de conferência, em que uma pessoa por turno reavaliava todo o resíduo

¹ Material com problema de qualidade que, nesse caso, não poderá ser reprocessado antes do prazo de validade.

orgânico que já estava organizado para a destinação final. Com isso, encontraram alguns pontos de atenção como descartes de reprocesso, de açúcar e farinha por falha operacional, além de reforçar as oportunidades de melhoria de alguns equipamentos antigos.

Na UF3, a atenção para as divergências não gerou muito engajamento, somente quando ocorria a limpeza em todo o setor, já que os colaboradores não estavam realizando o procedimento correto de pesagem e conferência nesses dias. A diminuição dos desperdícios foi resultado de um DMAIC, focado na melhoria da performance produtiva, iniciado em um período anterior ao do presente estudo, o que justifica a diminuição dos resíduos orgânicos demonstrada pelas análises.

Ao decorrer das análises, foram realizadas conversas individuais com os empregados para reforçar as orientações dadas por seus respectivos líderes, tentando explicar rapidamente a importância das atividades de pesagem, anotações corretas e suas consequências positivas, como, por exemplo, a possibilidade da identificação das falhas e abertura dos planos de ação para o desenvolvimento de melhorias em seu local de trabalho.

Ainda com foco na educação ambiental, foram atualizados os treinamentos de integração e reciclagem para os colaboradores mais antigos, realizada a revisão de documentos e a redistribuição dos informativos de orientação quanto à destinação de resíduos, na busca por manter os trabalhadores informados e atualizados. Também foi desenvolvido um planejamento de divulgação dos resultados alcançados com esse estudo no mês de junho, que a empresa dedica para campanhas de meio ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados nesse estudo auxiliaram na investigação dos descartes elevados de resíduos sólidos orgânicos gerados nas unidades de produção de uma indústria, incentivando a aplicação de metodologias para diminuição dessa variabilidade. De alguma maneira, cada UF se envolveu na busca pela diminuição da geração dos resíduos gerados.

UF1 deu enfoque na diferença entre os apontamentos internos e as pesagens da empresa responsável pela destinação final, identificando as linhas de produção com maiores falhas e as causas raízes da geração e descarte de reprocesso. No mesmo foco, UF2 definiu quais os pontos de maior geração de resíduos e iniciou planos de ação para as oportunidades de melhoria desses locais.

Visando os benefícios no processo como um todo, UF3 já havia iniciado projetos para que a produção de seus cereais gerasse menos resíduos possível, somente deixando as divergências de apontamentos como sugestão de melhoria. Por fim, em UF4 a atenção se direcionou à diminuição dos descartes, com a aplicação da metodologia DMAIC para avaliação mais ampla das variabilidades e suas causas raízes.

Os incentivos à educação ambiental com relação a diminuição dos desperdícios de alimentos se fizeram presentes em todas as reuniões e conversas que ocorreram sobre a temática, além do compartilhamento de ideias na busca por essa melhoria interna.

Também foi possível quantificar e analisar o impacto financeiro dos resíduos orgânicos gerados, onde o fluxo de caixa demonstrou-se positivo, já que a receita gerada com os resíduos secos é 92% superior aos custos com a destinação dos resíduos úmidos.

Como sugestão a pesquisas futuras, recomenda-se uma investigação nos demais setores da empresa na busca de um detalhamento dos custos de produção e posterior comparação com o fluxo de caixa levantado nesse estudo.

Por fim, indica-se a continuação das coletas, análises e investigações sobre o tema, foram observados diversos pontos de melhoria possíveis e que auxiliariam para projetos como o desenvolvimento de um Relatório de Sustentabilidade, por exemplo, onde fosse possível demonstrar os números positivos e divulgar projetos

sustentáveis sobre redução de resíduos, diminuição do consumo de água e eliminação de gases de efeito estufa.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA). Balanço anual 2021 – Infográfico. 2022. Disponível em:

<https://www.abia.org.br/vsn/temp/z2022413Infografico2022frenteeverso.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 30 abr. 2022.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, [1986]. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 30 out. 2021.

Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Sustainable Development**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

CHIAVENATO, I. **Gestão Financeira: Uma Abordagem Introductória**. São Paulo: Grupo GEN, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772902/>. Acesso em: 22 mai. 2022.

CORRÊA, M. S. **Desafio da gestão dos resíduos sólidos em unidades de alimentação e nutrição**: proposições para legislação, instituições e formação profissional. 2014. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9WEJHQ>. Acesso em: 31 out. 2021.

COSTA, E. C. M.; OLIVEIRA, H. A. Gestão de resíduos industriais sobre o enfoque da produção mais limpa. *In*: SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 1., 2017, Morrinhos. **Anais [...]**. Morrinhos: UEG, 2017. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/sias/article/view/12019>. Acesso em: 31 out. 2021.

DROHOMERETSKI, E. *et al.* Fatores críticos para o sucesso do seis sigma: um levantamento do impacto do tempo de empresa e do treinamento na indústria alimentícia. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 475-498, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i2.1949>. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949>. Acesso em: 30 out. 2021.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **A ciência da fábrica**. Porto Alegre: Grupo A, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837347/>. Acesso em: 29 nov. 2021.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MIGUEL, V. C.; FETTERMANN, D. C. Utilização do DMAIC como Ferramenta para a redução de perdas: uma aplicação no processamento de cacau. **Journal of lean systems**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 52-67, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/32849453/Utiliza%C3%A7%C3%A3o_do_DMAIC_Como_Ferramenta_para_a_Redu%C3%A7%C3%A3o_de_Perdas_Uma_Aplica%C3%A7%C3%A3o_no_Processamento_de_Cacau_Use_of_DMAIC_as_a_Tool_for_Loss_Reduction_an_application_in_Cocoa_Processing. Acesso em: 21 out. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº 81, de 19 de dezembro de 2018. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade e os procedimentos para uso na alimentação animal de coprodutos da indústria de alimentação humana e animal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 244, p. 17, 20 dez 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/56128068/do1-2018-12-20-instrucao-normativa-n-81-de-19-de-dezembro-de-2018-56128060. Acesso em: 07 jun. 2022.

Organização das Nações Unidas (ONU). Fome cresceu mais de 20% no mundo e atinge 193 milhões de pessoas. **ONU News**. Ajuda humanitária, 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/05/1788102>. Acesso em: 08 mai. 2022.

PORTO, L. E. *et al.* Aplicação da metodologia DMAIC para redução de reclamações de consumidores por ausência de recheio em biscoitos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais** [...]. Joinville: UNIVEM, 2017. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_31899.pdf. Acesso em: 2 nov. 2021.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000400014. Acesso em: 30 out. 2021.

RIO DE JANEIRO. **NBR 10.004, de 31 de maio de 2004**. Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Rio de Janeiro: Sede ABNT, [2004].

RIO DE JANEIRO. **NBR ISO 14.040, de 21 de junho de 2009**. Descreve os princípios e a estrutura de uma avaliação de ciclo de vida (ACV). Rio de Janeiro: Sede ABNT, [2009].

SERVIN, C. A. L.; SANTOS, L. C.; GOHR, C. F. Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de perdas por paradas não programadas em uma indústria moageira de trigo. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Bento Gonçalves: UFGD, 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_157_919_21144.pdf. Acesso em: 29 nov. 2021.

SILVA, M. M. *et al.* Aplicação da metodologia seis sigma para melhoria contínua da qualidade em uma indústria alimentícia. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 546-574, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v20i2.3622>. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3622>. Acesso em: 30 out. 2021.

SOUSA, T. B.; MARCHIZELLI, C. L.; TAROCO, D. Aplicação da metodologia seis sigma em uma indústria alimentícia: um estudo de caso. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 19., 2012, Bauru. **Anais** [...]. Bauru: FAPESP, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326274679_APLICACAO_DA_METODOLOGIA_SEIS_SIGMA_EM_UMA_INDUSTRIA_ALIMENTICIA_UM_ESTUDO_DE_CASO. Acesso em: 2 nov. 2021.

STEIN, R. T. **Avaliação de impactos ambientais**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595023451/>. Acesso em: 31 out. 2021.

TOLEDO, J. C. *et al.* **Qualidade - Gestão e métodos**. São Paulo: Grupo GEN, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 29 nov. 2021.

United Nations Environment Programme. Nairobi: UNEP, 2021. Food Waste Index Report 2021. ISBN 978-92-807-3851-3. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>. Acesso em: 30 out. 2021.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. São Paulo: Grupo GEN, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158184/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas**. São Paulo: Grupo GEN, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154537/>. Acesso em: 10 nov. 2021.