ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DE *SNACKS* UTILIZANDO A METODOLOGIA *LEAN SIX SIGMA*

Luiza Lelles de Melo OLIVEIRA[1], Andriele de Prá CARVALHO[1], Vinicius Afonso Daniel[2], André ZUBER[1]

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

[2] Universidade Estadual do Paraná – *Campus* Campo Mourão
Campo Mourão – Paraná - Brasil

E-mail: luizalelles@alunos.utfpr.edu.br

Resumo: *Em grandes indústrias é comum a utilização de ferramentas de qualidade no intuito de diminuir a variabilidade de processos gerando retorno financeiro e redução de desperdícios. O objetivo deste estudo de caso foi analisar a eficiência de produção da batata chips com ênfase na diminuição dos resíduos gerados utilizando a metodologia Lean Six Sigma aplicada ao DMAIC. Foram utilizadas ferramentas como Ishikawa, matriz GUT, gráfico de Pareto e Cartas de Controle. O estudo foi realizado em dez etapas: observação dos processos através da perspectiva voltada à melhoria; coleta de dados históricos; elaboração de instrução para coleta de dados; identificação da linha de produção, escopo do estudo; definição do problema; elaboração de um plano de comunicação; definição das causas raízes; elaboração de planos de ações e análise das ações que foram implementadas. Ao final do trabalho, pode-se constatar que, para processos de melhoria, é necessário que este roteiro de pesquisa ocorra mais vezes para o mesmo problema, a fim de enquadrar o cenário real dentro das perspectivas gráficas que comprovem uma melhoria satisfatória do processo e para que seja possível observar o impacto real das ações.*

Palavras-chave: *Ferramentas de qualidade; Variabilidade de processos; Lean Six Sigma; DMAIC.*

INTRODUÇÃO

A Engenharia Química evoluiu de conjecturas não científicas para abordagens mais sistemáticas com o surgimento da Engenharia de Processos, visando soluções mais eficientes e sustentáveis (PERLINGEIRO, 2005). Além da produção e valor, empresas agora consideram a sustentabilidade, redução de custos e impacto ambiental (AGUIAR, 2006). A vantagem competitiva é definida por consumidores contemporâneos que valorizam

qualidade, transparência, sustentabilidade e condições de trabalho, apoiados por normas como ISO 14001 e ISO 45001.

Empresas que produzem grandes quantidades de produtos enfrentam desafios no gerenciamento de resíduos, o que torna essa temática relevante para a Engenharia Química. Sendo assim, um estudo de caso foi realizado em uma planta de produção de salgadinhos para reduzir as perdas, aumentar a lucratividade e minimizar o impacto ambiental. Este estudo de caso buscou reduzir custos de destinação de resíduos e contratação de terceiros, além de aumentar a eficiência das linhas de produção, gerando maior lucratividade e reduzindo o impacto ambiental.

A metodologia *Lean Six Sigma* pode ser utilizada para gerenciar diversos problemas empresariais, envolvendo a mensuração do problema, a quantificação dos dados e o estabelecimento de objetivos claros para melhorar os processos (PEINADO E GRAEML, 2007). Neste trabalho, o objetivo foi apresentar e determinar metodologias para analisar a eficiência de produção de uma empresa de snacks, utilizando o *Lean Six Sigma* aplicado ao DMAIC como a principal metodologia, de modo assessorado e com viés empresarial. O trabalho seguiu um roteiro prático que envolveu etapas como o mapeamento do processo de produção de batata *chips*, identificação dos resíduos gerados, seleção das ferramentas do *Lean Six Sigma* para definir o escopo do projeto, elaboração de planos de ação para as causas raízes e análise do impacto das ações implementadas.

FUNDEMENTAÇÃO TEÓRICA

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão emergiu como uma potência econômica, apesar da derrota na guerra. Empresas como a Toyota, buscando superar a produtividade americana, reestruturaram seus sistemas de produção e identificaram o desperdício como uma desvantagem significativa em comparação aos americanos. O conceito de desperdício está relacionado à capacidade produtiva das empresas, reconhecendo que nenhum processo é totalmente eficiente, é crucial considerar tanto as perdas planejadas quanto as não planejadas, que podem ser causadas por fatores como manutenção de equipamentos, mau funcionamento de máquinas, escalas produtivas, trocas de produtos e turnos em uma linha

de produção, experiência dos operadores e condições ambientais de operação (CORRÊA E CORRÊA, 2010).

Nos anos 80, a Motorola implementou o *Six Sigma* para competir com os concorrentes. Nos anos 90, com o avanço dos *softwares*, empresas como a Allied Signal e a General Electric adotaram a análise estatística de dados, transformando a melhoria da qualidade em melhoria dos negócios para obter ganhos financeiros. O *Six Sigma* deixou de ser limitado à indústria e se tornou um método de melhoria contínua na gestão de negócios. Enquanto, o *Lean Manufacturing* busca reduzir desperdícios ao longo do fluxo de valor, encurtando o tempo de entrega ao cliente. Isso é feito através da avaliação de oito possibilidades de desperdício: defeitos e retrabalho, excesso de produção, processamento impróprio, movimentos desnecessários, transporte desnecessário, estoque, trabalho intelectual/das pessoas e tempo de espera (COUTINHO, 2020).

Lean Six Sigma combina as metodologias *Six Sigma* e *Lean Manufacturing* para reduzir a variabilidade dos processos e minimizar desperdícios, melhorando os resultados da empresa. É essencial identificar os pontos críticos, usar indicadores mensuráveis e estabelecer um cronograma adequado para solucionar problemas, com base na análise histórica da empresa (COUTINHO, 2020). Para este modelo de projeto, são utilizadas ferramentas e metodologias, como o método DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), criado por William Deming (WERKEMA, 2004). Essa abordagem, combinada com o *Lean Six Sigma*, visa melhorar processos, reduzir variabilidade e desperdícios, buscando aumentar a lucratividade da indústria.

Assim, é necessário criar um comportamento que torne as mudanças geradas pelos planos de ação parte da rotina da indústria, para obter resultados progressivos (AGUIAR, 2006). Além disso, indicadores de consumo, produção e volume de descarte são essenciais para comparar e analisar a eficiência das ações implementadas.

METODOLOGIA

O estudo do modelo de processo industrial compreendeu compreensão do processo, escolha do método de pesquisa e uso de ferramentas teóricas para coleta de dados. *Software* como Microsoft Excel e Minitab foram aplicados para análise e gráficos. Seguindo a

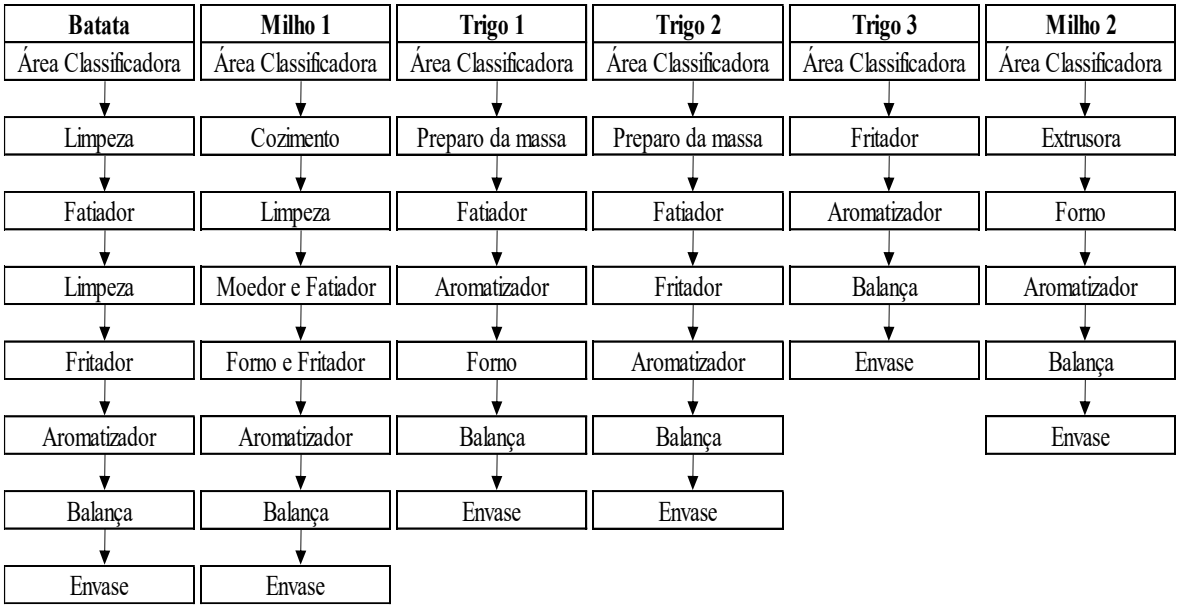
abordagem *Lean Six Sigma* aplicada ao DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), ferramentas como Ishikawa, GUT, Pareto e Carta de Controle foram empregadas para avaliar o problema. O estudo abrange uma planta de produção de snacks com seis linhas operando 24 horas por dia. Apesar das diferenças entre as linhas, um modelo semelhante foi adotado para comparar e identificar o ponto de maior perda, delimitando o escopo do projeto e pontos a serem estudados.

Os processos das linhas de salgadinho, representados na Figura 1, começam com a classificação da matéria-prima, seguida da limpeza. Em seguida, ocorre o processamento para obter as características específicas de cada tipo de *snack*, seguido pelo fatiamento. Depois, a raspa crua passa pelo forno, fritador ou ambos, dependendo do tipo de salgadinho. A raspa pronta é direcionada aos tanques de *seasonings* para receber aroma ou óleo, fixando o sabor. Após o processamento, o salgadinho é direcionado às balanças, onde é pesado e embalado automaticamente, de acordo com as configurações de peso dos pacotes de cada linha. Os pacotes são então verificados quanto à selagem e passam por uma nova balança para garantir o peso correto, uma solda adequada e a quantidade correta de ar, assegurando a qualidade do produto.

Após a verificação, os pacotes são encaminhados para as montadoras de caixas, onde caixas de papelão são montadas com a quantidade correta de pacotes, levando em consideração a configuração de peso de cada embalagem. Em seguida, as caixas são direcionadas para o centro de distribuição da planta, passando por um processo de raio-X para verificar se contêm apenas salgadinhos, garantindo novamente a qualidade do produto.

Com o objetivo de simplificar a comparação entre as linhas de produção, a empresa terceirizada encarregada do empacotamento, em colaboração com a pesquisadora, adotou uma notação padronizada para coletar dados de perdas: reaproveitamento, bolsas abertas, embalagem, processo, chão, plataforma, caracol/aroma e descarte total. A obtenção de informações de produção ocorreu por meio do sistema interno de gestão (SAP), enquanto os dados de consumo foram capturados através de relógios industriais e da plataforma EnergyHub. Adicionalmente, a perda derivada do caracol, que pode ser reintroduzida no processo dentro de um intervalo de tempo aceitável de qualidade, foi identificada através do uso de sacolas plásticas transparentes.

Figura 1 - Processos da planta industrial



Fonte: Autoria própria (2023)

Com base no conhecimento teórico e compreensão do processo industrial, um estudo de caso foi realizado usando a abordagem *Lean Six Sigma* na indústria de *snacks*. O objetivo era identificar causas de perdas, planejar ações para melhorar eficiência, reduzir consumo e gerar retorno financeiro. A análise usou dados históricos e abordagem teórica (GIL, 2002). O projeto resultou em ações implementadas após análise de dados, incluindo padronização de notação de perdas e foco na linha crítica. Gráficos, como Pareto e carta de controle, foram empregados para estabelecer metas de redução. Fóruns com a equipe operacional auxiliaram na priorização das causas de descarte. Os resultados da implementação das ações foram comparados com o cenário inicial por meio de gráficos e tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo adotou a metodologia *Lean Six Sigma* aplicada ao DMAIC, que inclui as etapas de definição, medição, análise, melhoria e controle do processo. Devido às limitações de investimento e tempo, as etapas de análise e controle foram abordadas inicialmente. Durante a fase de definição, foram coletados dados diários e por turno sobre o descarte,

permitindo uma visão inicial da situação na planta. A análise dos dados revelou que a linha de produção de batatas tinha a maior taxa de descarte em relação à produção, atingindo cerca de 3,02% entre maio e setembro de 2021.

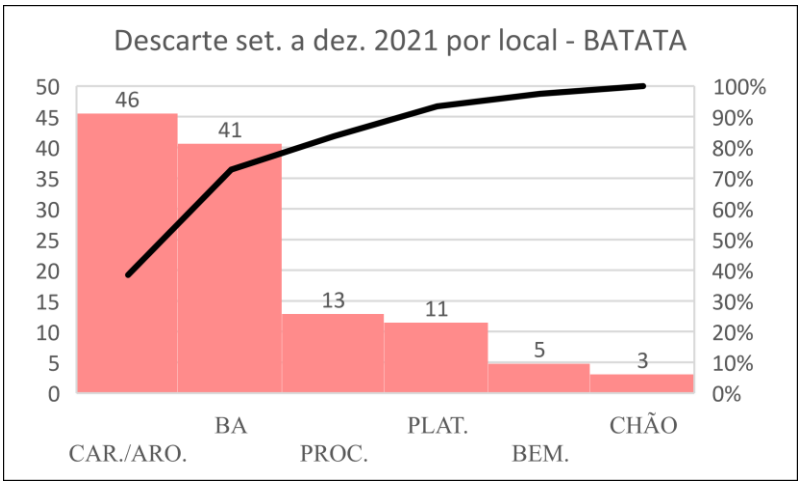
Foi implementado um monitoramento diário detalhado, em parceria com uma empresa terceirizada responsável pela coleta e pesagem das perdas, a fim de identificar oportunidades de melhoria nos pontos específicos onde ocorriam as perdas de produção. Essa prática rotineira foi adotada em todas as linhas de produção a partir de setembro de 2021. Durante um período de 8 meses (de maio a dezembro de 2021), uma planta industrial produziu cerca de 24 mil toneladas de salgadinhos, resultando em aproximadamente 598 toneladas de resíduos sólidos gerados nesse mesmo período.

Após a análise dos stakeholders, constatou-se que todos eram favoráveis ao projeto. Foi feita a identificação dos interesses favoráveis e das vozes envolvidas, além de ter sido elaborado um plano de comunicação aos interessados sobre a execução do projeto, incluindo a frequência das comunicações (semanal e quinzenal). No entanto, foi necessário avaliar os possíveis riscos relacionados à sua execução, como a dificuldade em obter dados confiáveis de perdas devido à coleta manual, a possibilidade de restrições financeiras para a execução do projeto e o tempo disponível para realizar ajustes técnicos e operacionais, se necessário.

Após analisar a linha de estudo em termos percentuais, foi crucial identificar as principais fontes de perdas dentro dela, como caracol/aroma, processo, bolsa aberta, plataforma, embalagem, chão e possibilidade de reaproveitamento. Durante os meses de setembro a dezembro de 2021, os pontos críticos na linha Batata foram o caracol e a bolsa aberta, que representaram 73%, representado na Figura 2. Esses pontos estão diretamente relacionados à etapa de empacotamento, tornando-se o foco inicial do estudo devido à sua significativa contribuição para as perdas na produção.

Com base nesses mesmos dados, foram construídas cartas de controle utilizando o *software* Minitab em que optou-se pelo gráfico X-R (amplitude) devido à variabilidade observada nos dados. Além disso, os limites de controle foram calculados considerando três amostras, correspondendo aos turnos de produção. No entanto, verificou-se que os dados não se mantiveram dentro dos limites estabelecidos, enfatizando a importância do estudo *Lean Six Sigma* abordado neste trabalho.

Figura 2 - Gráfico de Pareto linha batata – setembro a dezembro de 2021 (ton)



Fonte: Autoria própria (2023)

Através da análise da carta de controle, foi possível estabelecer uma meta de redução para o projeto. Considerando a produção de 26 dias por mês (escala da linha de 6x1), as médias de descarte dos pontos estudados e uma redução almejada de 50%, foi estimado um potencial aumento no faturamento da indústria. Com base em um pacote médio de 92g e um preço médio de R$10,60, o retorno financeiro esperado para essa linha de produção, ao atingir a meta de redução de perdas, seria de aproximadamente R$3.824.036,13 em um ano.

Após análise do cenário da empresa com foco no meio ambiente, uma oportunidade de reduzir a destinação de resíduos sólidos foi identificada. Essa redução teria impactos positivos nos custos de mão de obra e destinação de resíduos, além de aumentar a lucratividade. Uma carta de projeto foi elaborada e uma reunião foi conduzida com os envolvidos, apresentando gráficos, justificativas e análises de risco (dezembro de 2021).

Durante o desenvolvimento do projeto, várias ferramentas de qualidade foram utilizadas para estudar as causas dos problemas identificados. O método Ishikawa foi aplicado para obter percepções das equipes de operação sobre as causas de bolsas abertas e caracol, garantindo a igual consideração das opiniões. Através de um fórum, foram coletadas informações sobre as causas em pequenos papéis, que posteriormente foram organizados em

diagramas Ishikawa, com categorias como meio ambiente, máquinas, método, materiais, medidas e mão de obra.

A técnica dos cinco porquês foi empregada para estratificar as causas raízes, utilizando perguntas sucessivas para identificar as razões por trás dos problemas de bolsas abertas e caracol. Além disso, a matriz GUT foi utilizada para avaliar a viabilidade de resolver cada causa identificada e direcionar as ações subsequentes. Essa matriz permitiu a priorização das causas com base na necessidade de ações rápidas e efetivas, levando em consideração os impactos e riscos do projeto, atribuindo pontuações considerando o tempo necessário para correção, investimento financeiro requerido e potencial de melhoria no processo.

A priorização das causas raízes foi realizada com o objetivo de resolver pelo menos 80% delas, atribuindo maior pontuação às condições favoráveis e menor pontuação às condições desfavoráveis. Com base nessa priorização e nas necessidades identificadas pelo gerente da linha, um plano de ação foi desenvolvido para aprimorar o processo. Esse plano de ação foi detalhado utilizando a metodologia 5W2H (o que, onde, quem, quando, por que, como, quanto), permitindo o acompanhamento do progresso das ações ao longo do projeto, além de identificar possíveis medidas futuras.

Após a implementação das ações propostas, algumas concluídas e outras em andamento, foram observados resultados significativos no processo de melhoria. A criação de uma planilha para monitorar as perdas, a manutenção dos cabeamentos danificados e a troca de empacotadoras com baixo desempenho (6 unidades – fevereiro de 2022) foram medidas que contribuíram para reduzir as perdas na linha de produção. Além disso, a designação de responsáveis por máquinas específicas e a distribuição das atividades diárias do motor entre os guardiões de desempenho e os donos de máquinas proporcionaram uma melhor gestão das operações. A automação dos *seasonings* foi finalizada (CAPEX interrompido devido a pandemia do COVID-19), assim como o processo de troca das células de carga das balanças.

Os resultados obtidos até maio de 2022 foram analisados por meio de gráficos de Pareto, que mostraram que as maiores perdas ocorrem nas etapas de bolsa aberta e caracol. Apesar de um período de adaptação após a troca das empacotadoras (março 5,37%

descarte/produção), houve uma melhora nos índices de descarte em maio de 2022 (2,33% descarte/produção) apresentado na Tabela 1. Em resumo, as ações implementadas até o momento de publicação deste trabalho contribuíram para a redução das perdas na linha de produção. As informações coletadas e os gráficos de Pareto forneceram um panorama claro dos principais gargalos e áreas de melhoria, permitindo direcionar esforços para maximizar a eficiência do processo.

Tabela 1 - Descarte das linhas no período de maio de 2021 a maio de 2022

Descarte/Produção 2021 (%)							
Linha	**Mai/21**	**Jun/21**	**Jul/21**	**Ago/21**	**Set/21**	**Out/21**	**Nov/21**
Batata	2,67%	3,19%	3,41%	3,66%	4,36%	2,40%	2,46%
Milho 1	2,38%	2,99%	2,33%	2,18%	2,17%	1,86%	2,33%
Trigo 1	1,26%	3,21%	5,57%	4,27%	3,40%	3,31%	0,00%
Trigo 2	0,45%	0,63%	0,52%	0,62%	0,76%	0,07%	0,38%
Trigo 3	0,97%	3,54%	0,65%	0,71%	1,30%	5,25%	2,31%
Milho 2	1,80%	2,55%	2,33%	3,03%	3,35%	2,49%	3,16%
Descarte/Produção 2021 (%)							
Linha	**Dez/21**	**Jan/22**	**Fev/22**	**Mar/22**	**Abr/22**	**Mai/22**	**TOTAL**
Batata	2,35%	2,90%	3,30%	5,37%	4,12%	2,33%	3,25%
Milho 1	1,79%	1,95%	2,09%	2,51%	2,38%	2,69%	2,29%
Trigo 1	3,64%	1,74%	1,81%	2,60%	2,37%	3,23%	2,65%
Trigo 2	0,30%	1,32%	0,93%	1,52%	0,92%	0,66%	0,68%
Trigo 3	4,54%	1,51%	0,00%	3,50%	1,91%	1,96%	2,19%
Milho 2	1,92%	2,69%	2,18%	3,92%	3,60%	3,18%	2,77%

Fonte: Autoria própria (2023)

Em maio de 2022, houve uma melhora significativa no descarte em relação à produção, alcançando o menor valor desde maio de 2021. No entanto, ainda é necessário continuar monitorando e aprimorando a linha para atingir valores satisfatórios de controle. O objetivo é reduzir os pontos fora dos limites de controle no gráfico de controle de processos e garantir que a maioria das amostras estejam dentro dos limites superior e inferior estabelecidos a partir das médias e desvios padrões dos dados amostrais. Com essas medidas, busca-se um processo mais estável, consistente e eficiente. A etapa final do DMAIC envolve

a repetição da metodologia para garantir que as ações implementadas estejam dentro dos limites desejados da carta de controle, assegurando a estabilidade do processo e um monitoramento consistente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de estudo de caso aplicado à indústria da batata chips utilizando a metodologia *Lean Six Sigma* concluiu todas as etapas previstas em seus objetivos. Ele permitiu conhecer os processos de todas as linhas de produção, identificar as perdas no processo, padronizá-las para fins comparativos e compreender as ações de melhoria contínua já implementadas nesta indústria. Além disso, foram elaborados planos de ação para as causas raízes identificadas e realizada uma análise comparativa do quadro inicial com o final do estudo. Foi observado que o tempo de resposta às ações implementadas ainda não foi contemplado, destacando a importância de reavaliar e reajustar os processos. Ainda, este estudo serve como base para futuros pesquisadores no tema de redução de desperdícios e variabilidade de processos, adaptando as ferramentas e realizando análises em períodos mais longos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR S. *Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma.* INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2006.

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. *Administração de produção e operações. Manufatura e serviços uma abordagem estratégica*. Atlas, 2010.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Atlas, 2002.

PEINADO, J. GRAEML, A. R. *Administração da produção (Operações industriais e os serviços).* UnicenP, 2007.

PERLINGEIRO, C. A. G. *Engenharia de processos. Análise, simulação, otimização e síntese de processos químicos*. Edgard Blücher Ltda, 2015.

WERKEMA, M. C. C. *Criando a cultura Seis Sigma. Série Seis Sigma*. Werkema, 2004.

COUTINHO, T. *O que é Lean Six Sigma? Entenda o funcionamento dessa metodologia!* Grupo Voitto, 2020.