

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção

Trabalho de Conclusão de Curso

Introdução ao *Lean* Seis Sigma: Aplicação de métodos para a melhoria contínua em uma fábrica de cachaça de Minas Gerais

Laura Rodrigues Brasil Costa

João Monlevade, MG

2023

Laura Rodrigues Brasil Costa

Introdução ao *Lean Seis Sigma*: Aplicação de métodos para a melhoria contínua em uma fábrica de cachaça de Minas Gerais

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Profa. Clarissa Barros da Cruz

João Monlevade, MG

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C837i Costa, Laura Rodrigues Brasil.
Introdução ao Lean Seis Sigma [manuscrito]: aplicação de métodos para a melhoria contínua em uma fábrica de cachaça de Minas Gerais. / Laura Rodrigues Brasil Costa. - 2023.
45 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Clarissa Barros da Cruz.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Administração da produção. 2. Bebidas - Indústria - Padrões de produção. 3. Cachaça - Processos de fabricação. 4. Controle de qualidade. 5. Six sigma (Padrão de controle de qualidade). I. Cruz, Clarissa Barros da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5/.56

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



FOLHA DE APROVAÇÃO

Laura Rodrigues Brasil Costa

Introdução ao *Lean Seis Sigma*: Aplicação de métodos para a melhoria contínua em uma fábrica de cachaça de Minas Gerais

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia de Produção

Aprovada em 28 de agosto de 2023

Membros da banca

Dra. Clarissa Barros da Cruz - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Rafael Lucas Machado Pinto (Universidade Federal de Ouro Preto)
Ma. Aline Mara Alves Soares (Universidade Federal de Ouro Preto)

Dra. Clarissa Barros da Cruz, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/10/2023



Documento assinado eletronicamente por **Clarissa Barros da Cruz, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/10/2023, às 11:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0600754** e o código CRC **22E2A5F6**.

Resumo

Profissionalizar empresas de pequeno porte e elevar os processos para que se tornem mais robustos, é um desafio enfrentado pelos empreendedores; embora possa parecer uma jornada árdua, investir tempo e recursos nesse esforço é de grande importância. Uma empresa bem estruturada e com processos otimizados tem maior probabilidade de prosperar e se destacar em um mercado competitivo. Assim, o estudo visa contribuir para o aprimoramento dos processos de produção de bebidas mistas em uma indústria de cachaça, proporcionando maior eficiência, qualidade e redução de custos. Para que se torne possível esse aprimoramento, este trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia *Lean Seis Sigma* para a melhoria dos processos de produção na indústria de cachaça, com foco na precificação das bebidas mistas. Inicialmente, foi realizado o mapeamento dos processos para identificar oportunidades de melhorias, resultando na criação de um modelo de Procedimento Operacional Padrão (POP) para padronizar as atividades de produção. Utilizando a ferramenta SIPOC, foi identificado que a precificação das bebidas mistas era um problema crítico, pois depende da sazonalidade das frutas utilizadas nos produtos. Para analisar os dados e buscar soluções, foi aplicada a ferramenta ECRS, que sugere eliminar, combinar, reduzir e simplificar atividades. Com base na análise dos dados de preços das frutas, foi possível identificar os meses mais propícios para a produção de cada bebida, o que permitiu a criação de um procedimento padrão específico para cada uma delas. Para garantir a sustentabilidade das melhorias, foi elaborado um plano de controle com indicadores-chave, como o preço de insumos, e responsáveis por este monitoramento. O uso da metodologia *Lean Seis Sigma* mostrou-se eficaz para a identificação e resolução de problemas, além de promover uma cultura de melhoria contínua na empresa.

Palavras-chave: Processos, *Lean Seis Sigma*, Procedimento Operacional Padrão, Melhoria Contínua, Cachaça.

Abstract

Professionalizing small businesses and elevating their processes to become more robust is a challenge faced by entrepreneurs; although it may seem like a daunting journey, investing time and resources in this effort is of great importance. A well-structured company with optimized processes is more likely to thrive and stand out in a competitive market. Therefore, this study aims to contribute to the improvement of the mixed beverage production processes in a cachaça industry, providing greater efficiency, quality, and cost reduction. To make this enhancement possible, this work aims to apply the Lean Six Sigma methodology to improve production processes in the cachaça industry, with a focus on pricing mixed beverages. Initially, process mapping was carried out to identify improvement opportunities, resulting in the creation of a Standard Operating Procedure (SOP) model to standardize production activities. Using the SIPOC tool, it was identified that pricing mixed beverages was a critical issue as it depends on the seasonality of the fruits used in the products. To analyze the data and seek solutions, the ECRS tool was applied, suggesting the elimination, combination, reduction, and simplification of activities. Based on the analysis of fruit price data, it was possible to identify the most suitable months for producing each beverage, leading to the creation of a specific standard procedure for each one. To ensure the sustainability of these improvements, a control plan with key indicators, such as input prices, and responsible parties for monitoring was developed. The use of the Lean Six Sigma methodology has proven effective in identifying and resolving issues while promoting a culture of continuous improvement within the company.

Keywords: Processes, Lean Six Sigma, Standard Operating Procedure, Continuous Improvement, Cachaça.

Lista de Figuras

Figura 1: Fluxograma do processo de produção da cachaça de alambique.	17
Figura 2: Pirâmide de níveis do Seis Sigma.	18
Figura 3 - DMAIC.....	19
Figura 4: Representação esquemática do POP.....	20
Figura 5 - Fluxograma da produção de bebida mista.	35

Lista de Quadros

Quadro 1: Representação esquemática do SIPOC.....	22
Quadro 2 – Representação esquemática do checklist.....	23
Quadro 3 – Símbolos de fluxogramas.	24
Quadro 4: Representação esquemática da ferramenta ECRS	25
Quadro 5 – SIPOC.	31
Quadro 6 – Checklist.	32
Quadro 7 – ECRS.	36
Quadro 8 – PDCA.....	37
Quadro 9 - POP.	39
Quadro 10 - Plano de Controle.....	41

Lista de tabelas

Tabela 1 – Preço mensal abacaxi.....	46
Tabela 2 – Preço mensal limão.	46
Tabela 3 – Preço mensal maracujá	46

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Preço abacaxi.	33
Gráfico 2 - Preço limão.	34
Gráfico 3 - Preço maracujá.	34

Lista de siglas e abreviações

DMAIC	<i>Define</i> (definir), <i>Measure</i> (medir), <i>Analyse</i> (analisar), <i>Improve</i> (melhorar), e <i>Control</i> (controlar)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
POP	Procedimento Operacional Padrão
SIPOC	<i>Suppliers</i> (fornecedores), <i>Inputs</i> (insumos), <i>Process</i> (processo), <i>Outputs</i> (produtos), <i>Costumers</i> (clientes)
ECRS	Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar
PDCA	<i>Plan</i> (planejar), <i>Do</i> (fazer), <i>Check</i> (verificar) e <i>Act</i> (agir)

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Objetivos	14
1.1.1. Objetivo geral	14
1.1.2. Objetivos específicos	14
1.1.3. Justificativa.....	15
2. Revisão de literatura	16
2.1. Fabricação de cachaça	16
2.2. Lean Seis Sigma	17
2.2.1. DMAIC	19
2.2.2. Procedimento operacional padrão.....	20
2.2.3. SIPOC	20
2.2.4. Checklist.....	23
2.2.5. Fluxograma	23
2.2.6. ECRS	24
3. Metodologia de pesquisa	26
3.1. Classificação da pesquisa	26
3.2. Detalhamento do procedimento metodológico.....	27
4. Resultados e discussão	30
4.1. Define.....	30
4.2. MEASURE	32
4.3. Analyse.....	36
4.4. Improve	37
4.5. Control	40
5. Conclusão.....	42
Referências	44
Anexos	46

1. Introdução

A busca pela excelência operacional e a constante melhoria dos processos são objetivos que permeiam a maioria das empresas, além disso, é o alvo central das empresas de pequeno porte que precisam se profissionalizar, tornando seus processos mais robustos e padronizados. O *Lean Seis Sigma* (6σ) é uma metodologia que busca essa excelência por meio de ferramentas de análises de dados e processos que são implementadas visando a redução de custos ou melhoria da qualidade de produtos e processos (ECKES, 2007).

De maneira geral, a metodologia Seis Sigma auxilia na tradução de uma atividade rotineira de uma empresa em um processo, cuja qualidade é medida pelo uso de indicadores, como por exemplo, indicadores de performance, eficiência, de resultados e de gestão, que são interpretados por análises de atividades e de desempenho, mostrando como podem ser geradas mudanças na forma em que a equipe trabalha para que haja impactos positivos nos indicadores, em outras palavras, melhoria de um processo (FM2S, 2022).

De acordo com Silva, Oliveira e Silva (2017), este método caracteriza-se como uma estratégia gerencial, que possibilita aumentar o desempenho e lucratividade das empresas, aprimorando a qualidade dos processos e produtos, assim como a satisfação dos clientes. Uma das ferramentas utilizadas para colocar em prática a metodologia 6σ é o método DMAIC, que significa definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Esse roteiro, sugere que se defina muito bem o problema a ser abordado, por meio de análise de dados e processos, para que mudanças sejam desenvolvidas, testadas e implementadas de maneira estruturada, até que o processo esteja estabilizado (FM2S, 2022).

Para iniciar o processo de mudança, é preciso entender de forma clara a diferença entre mudança e melhoria, uma vez que nem sempre mudar significa melhorar. Em outras palavras, planos de ação que englobam oportunidades de melhoria são, na verdade, oportunidades de mudança, que poderão ser consideradas melhorias no decorrer do tempo com obtenção de resultados.

Nesse contexto de mudanças e melhorias, este trabalho aborda como tema a indústria de cachaça, que segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), referentes ao ano de 2021, reportam para um total de 936 produtores de cachaça em âmbito nacional, sendo Minas Gerais o estado líder em produção, com 620 estabelecimentos. A cachaça artesanal é uma bebida tipicamente brasileira e seu caráter clássico normalmente está associado a empresas de pequeno porte e familiares, o que ratifica essa dificuldade em atingir a excelência profissional.

Segundo o Relatório Sobrevivência das Empresas no Brasil, a causa da mortalidade das pequenas e médias empresas não pode ser atribuída a um só fator, mas

sim a uma combinação deles, com maior incidência nas áreas de planejamento, capacitação e gestão, inovação e outras (SEBRAE, 2016). A questão que se coloca é: como utilizar a metodologia Seis Sigma para efetivamente melhorar os processos de uma fábrica de cachaça e garantir a qualidade e o padrão das bebidas produzidas? Essa problemática se insere em um contexto mais amplo de busca por otimização de processos e padrões na indústria de bebidas, onde a aplicação das ferramentas do Lean Seis Sigma pode ser a chave para alinhar tradição e inovação.

A relevância desse problema reside na necessidade de equilibrar tradição e modernização na indústria de cachaça, através de abordagens que possam otimizar a produção e garantir a consistência na qualidade dos produtos. A aplicação da metodologia 6σ pode proporcionar soluções sistêmicas, permitindo que a fábrica atinja altos padrões de excelência operacional. Garantir a qualidade e manter os padrões dos produtos é de extrema importância, uma vez que, empresas fabricantes de bebidas precisam cumprir rigorosas medidas de produção, estrutura e sanitárias para obterem o registro no MAPA, órgão que regulamenta e as fiscaliza, mas além disso, é preciso manter e entregar qualidade em seus produtos para captar e fidelizar clientes (BRASIL, 2022).

Apesar das iniciativas em busca da excelência operacional, a aplicação específica da metodologia 6σ na indústria de cachaça é uma lacuna no conhecimento atual. A literatura existente tende a focar em setores mais convencionais, deixando um espaço para investigações detalhadas no contexto de bebidas alcoólicas. A combinação da tradição da cachaça com a modernidade da metodologia Seis Sigma apresenta uma abordagem inovadora, não plenamente explorada na literatura existente.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é analisar o roteiro DMAIC, presente na metodologia do *Lean Seis Sigma* e que engloba várias ferramentas que auxiliam nas propostas de mudança e melhoria na rotina de produção de uma indústria fabricante de cachaça, localizada em São Gonçalo do Rio Abaixo – Minas Gerais. Além disso, será desenvolvido um modelo de precificação otimizada que leva em conta os custos envolvidos na produção das bebidas mistas em diferentes épocas do ano. Para isso, serão utilizadas técnicas de análise de dados e estatística para identificar padrões sazonais e determinar os preços mais adequados em cada período.

1.1.2 Objetivos específicos

Para desenvolvimento deste trabalho foram elencados objetivos específicos, tais como:

- Mapeamento de processos:

O mapeamento de processos será realizado inicialmente, formalizando o processo por trás do problema, o que gerará a compreensão das suas limitações, quem são os envolvidos e quais são os entregáveis.

- Criação de um modelo de procedimento operacional padrão (POP):

A criação do procedimento operacional padrão visa a padronização de atividades, além disso, uma garantia de um modelo específico para cada bebida.

- Criação e acompanhamento de um indicador de aderência ao POP:

A aderência pode ser medida por meio de uma verificação com os funcionários, assim como o treinamento para que todos estejam aptos a realizar as atividades propostas.

- Comunicação de forma objetiva entre os envolvidos no projeto:

A comunicação efetiva é essencial para que haja um alinhamento entre os participantes, o que garantirá um procedimento adequado e adesão dos participantes.

1.1.3. Justificativa

A empresa em questão está no mercado desde 2018, produz cachaça artesanal e bebidas mistas naturais, que são os produtos mais vendidos e premiados em concurso de nível nacional. Apesar de estar dentro das normas estabelecidas pelo MAPA e ter uma lista de clientes considerável, a fábrica enfrenta dificuldades de se profissionalizar e tornar os seus processos mais robustos e padronizados.

Dessa forma, é fundamental conhecer o processo e criar modelos de procedimento operacional padrão, para que a empresa cresça, mantenha seus produtos seguindo o mesmo padrão de qualidade e reduza seus custos.

2. Revisão de literatura

Neste capítulo serão apresentados conceitos fundamentais para a realização deste trabalho. Para isso, serão descritos temas relativos à indústria de fabricação de cachaça, *Lean Seis Sigma*, DMAIC, POP, SIPOC, *checklist*, fluxograma e ECRS.

2.1 Fabricação de cachaça

Cachaça é o nome que se dá a bebida que é típica e exclusiva da aguardente de cana, com graduação alcoólica de 38% a 48% a 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares (VENTURINI, 2016).

A bebida destilada proveniente do caldo de cana, começou a ser produzida no final do século XVI e foi conquistando seu mercado, vencendo preconceitos, se tornando patrimônio brasileiro.

A qualidade da cachaça começa com a qualidade da cana processada e do seu teor de açúcares no momento da colheita. É de suma importância que a colheita aconteça quando haja o maior acúmulo de açúcares na planta, ou seja, esteja bem madura. Esse critério de avaliação é baseado no Brix, que é o índice de maturação medido pelo teor de sacarose. (VENTURINI, 2016)

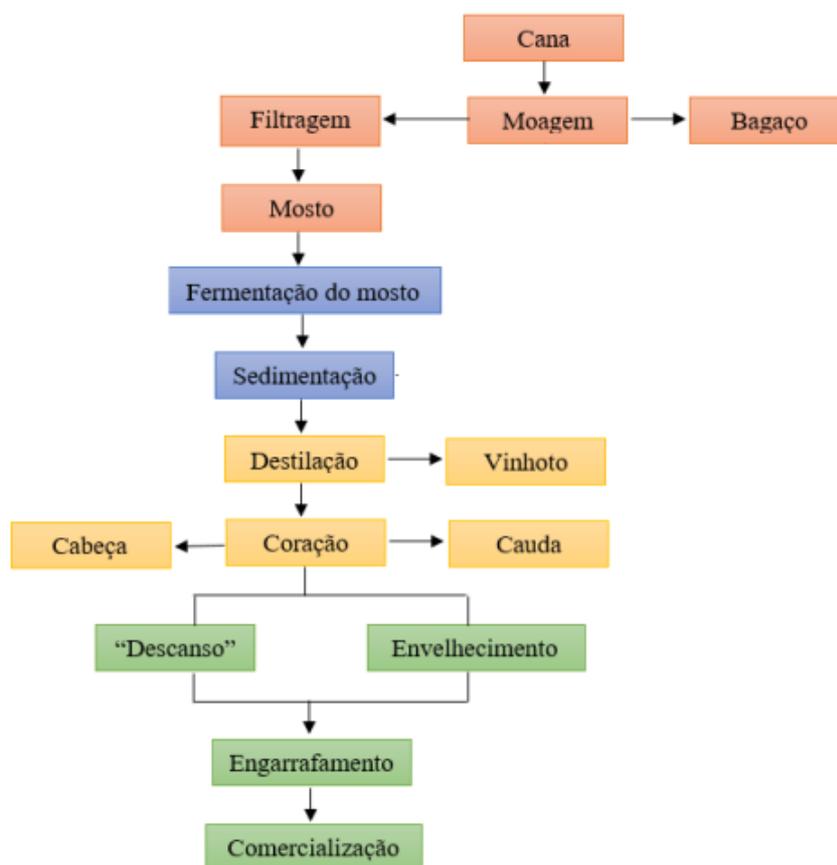
A matéria-prima que vai para o processo de produção deve ser moída em até 24 horas após o corte, deve estar limpa e com menor teor de impurezas possível. O processo de moagem tem como objetivo recuperar o açúcar dissolvido no caldo, por meio da pressão mecânica exercida pelos rolos da moenda. O caldo extraído tem como constituintes água, sólidos solúveis e insolúveis; sendo a próxima etapa o peneiramento, para separar as impurezas insolúveis dos demais. Após peneirado, o caldo é enviado para os tanques de fermentação, onde passa a ser denominado mosto (VENTURINI, 2016).

Para se ajustar às práticas de fermentação, o mosto é diluído em água e passa a apresentar uma concentração de açúcares compatível com a linhagem da levedura utilizada no processo. No caso da cachaça, a fermentação alcoólica é realizada por microrganismos vivos que se decompõem e transformam o substrato, sendo consumido todo o açúcar, produzindo álcool com a liberação de CO₂. O resultado desse processo é o vinho, que segue para a etapa de destilação (VENTURINI, 2016).

A destilação é realizada de forma lenta e gradual, o que possibilita a formação e separação de compostos aromáticos dentro do alambique. É necessário o controle de parâmetros como o tempo de destilação, volume do destilado obtido e grau alcoólico das frações cabeça, coração e cauda. Sendo a cabeça e cauda descartadas e o coração encaminhado para recipientes de inox ou madeira, para que haja descanso da bebida (VENTURINI, 2016).

Para uma compreensão mais clara do processo de produção da cachaça, tem-se o fluxograma ilustrado na Figura 1. Esse fluxograma detalha as etapas cruciais da produção, desde a matéria-prima até o produto final. Ao visualizar o fluxo das atividades de maneira gráfica, será mais fácil identificar pontos de melhoria e entender como a metodologia Seis Sigma pode ser aplicada de forma estratégica.

Figura 1: Fluxograma do processo de produção da cachaça de alambique.



Fonte: Adaptado de Cravo (2017).

2.2 Lean Seis Sigma

De acordo com Pande *et al.* (2001, p. xi), Seis Sigma é representado por um sistema amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso do negócio. Sendo então orientado pelo bom entendimento dos requisitos dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas, e pela atenção diligente ao

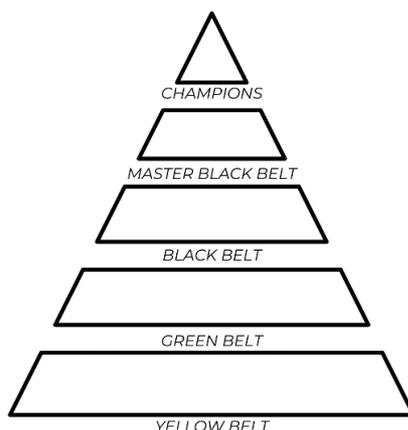
gerenciamento, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

Pode-se citar como vantagens do uso da metodologia 6 σ às empresas, a mudança cultural, redução de custos, melhoria e aumento de produtividade, assim como o aumento na participação de mercado, retenção de clientes, redução no tempo de ciclo e número de defeitos e o desenvolvimento de produtos/serviços (PANDE *et al.*, 2001).

Segundo Ariento *et al.* (2005), a estrutura Seis Sigma é constituída por cinco tipos de níveis. O primeiro deles é o *Yellow Belt*, composto por profissionais da base operacional da empresa, que possuem o conhecimento dos fundamentos do Seis Sigma a fim de dar suporte aos níveis superiores, *Green e Black Belts*, na implementação dos projetos. Seguindo, tem-se o *Green Belt*, que engloba os profissionais inseridos nas equipes lideradas pelos *Black Belts* para a condução dos projetos. O *Black Belt* é o terceiro nível, no qual os profissionais lideram as equipes de projeto. O quarto nível é denominado *Master Black Belt*, formado pelos profissionais que atuam de tempo integral como mentores dos *Black Belts* e assessoram os *champions*, que compõem o último nível, são aqueles que definem a direção e possuem a responsabilidade do projeto, removendo as barreiras do desenvolvimento.

Na Figura 2 é apresentada uma representação visual que ilustra de forma clara os diferentes níveis do Seis Sigma. Nessa figura, uma pirâmide é utilizada para destacar os estágios do Seis Sigma, desde a base de conscientização e treinamento até o topo de liderança e excelência operacional. Através dessa representação gráfica, é possível visualizar de maneira tangível como cada nível contribui para a implementação bem-sucedida dessa metodologia de melhoria contínua.

Figura 2: Pirâmide de níveis do Seis Sigma.



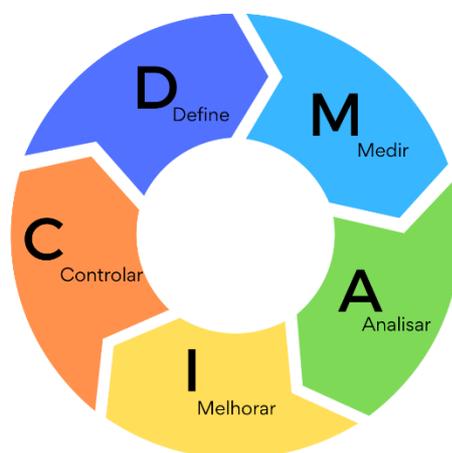
Fonte: Adaptado de Porter (2004).

Os recursos humanos são essenciais para a implantação da metodologia 6σ. Harry e Schroeder (2000, p. 166) salientam a importância de treinar as pessoas com perfil apropriado, a fim de formar equipes sólidas e coerentes. Além disso, pensando na perspectiva de comunicação, é necessário ser simples e clara, para que as ações realizadas sejam de ciência de todos e que os resultados de cada uma delas sejam fonte de aprendizado.

2.2.1 DMAIC

O DMAIC é um método de gestão de mudanças e resolução de problemas (Figura 3). Ele é considerado um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria e foi apresentado, originalmente, como parte do programa Seis Sigma (GUPTA, 2005; LEAPHART *et al.*, 2012).

Figura 3 - DMAIC.



Fonte: Adaptado de FM2S (2022).

Segundo Aguiar (2002), Brady e Allen (2006), o DMAIC pode ser representado pela estrutura a seguir:

a) *Define* (D): definição das necessidades e desejos do cliente, que são transformados em especificações do processo.

b) *Measure* (M): medição do desempenho das etapas do processo, destacando seus pontos críticos e passíveis de mudanças, podendo resultar em melhorias.

c) *Analyse* (A): análise dos resultados das medições que vão identificar ausências nos processos para atender as necessidades do cliente.

d) *Improve* (I): avaliação e implementação das mudanças necessárias para melhoria do processo.

e) *Control (C)*: estabelecimento de um sistema permanente de controle para garantia da qualidade alcançada e identificação.

2.2.2 Procedimento operacional padrão

Procedimento Operacional Padrão (POP) é um documento (manual descritivo) com roteiro padronizado e detalhado das tarefas a serem executadas na empresa por meio de um passo a passo. Desse modo, é possível garantir repetições exatas — independentemente de quem a execute —, com funções bem definidas e que levam a resultados maximizados e atingidos. O POP é um dos tipos de informação documentada mais populares dos sistemas de gestão (FM2S, 2022).

A ideia central do Procedimento Operacional Padrão é identificar “quem”, “o quê”, “onde” e “quando” são realizadas todas as fases da operação dentro de uma organização, relacionando as tarefas com os responsáveis e com os recursos necessários para cada etapa. Essas informações são apresentadas de forma ampla, em linguagem mais técnica, conforme os termos de legislações e as normas padrões (FM2S, 2022).

Para uma compreensão mais clara da ferramenta de Procedimento Operacional Padrão (POP), observa-se a representação esquemática apresentada na Figura 4. Nessa figura, cada etapa do processo é detalhadamente dissecada, destacando as atividades específicas, tornando evidente a estrutura necessária para padronizar as operações e garantir a consistência na produção das bebidas.

Figura 4: Representação esquemática do POP.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		PADRÃO Nº
		001
Nome da Operação	DATA	XXXX
Local da Operação	REVISÃO	XXXX
DESCRIÇÃO DA SEQÜÊNCIA DA OPERAÇÃO		
1º - Material Necessário	2º - Atividades	
3º - Cuidados Especiais	4º - Ações Corretivas	

Fonte: Adaptado de Mello et al. (2009).

2.2.3 SIPOC

A análise SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers*), em português, fornecedores, entradas, processo e cliente é empregada para identificar todos

os elementos relevantes de um projeto antes do início deste (PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R., 2001). Por meio dessa ferramenta, é viável obter uma perspectiva abrangente das interconexões presentes no processo, destacando suas interações e o efeito que essas interações têm sobre a qualidade do resultado. Isso desempenha um papel significativo em desenvolver uma compreensão ampla da organização, orientada para o processo como um todo.

Segundo Mello *et al.* (2009), o fornecedor pode ser externo ou interno, sendo responsável por proporcionar as entradas necessárias; a entrada é o que será transformado durante o processo; processo é a sequência das atividades que levam a um resultado esperado; saída é o produto ou serviço obtido após o processo para atender o cliente; cliente é quem recebe o produto ou serviço.

Para a construção de um ou mapa de processo, é preciso que haja sequência lógica das atividades produtivas constituintes do processo. O esquema se inicia com a introdução dos insumos e avança por cada passo, abrangendo fornecedores, e continua até a obtenção de um processo, produto finalizado ou possíveis clientes. Essa representação captura a evolução do processo à medida que transita por um ou mais setores da organização.

Quadro 1: Representação esquemática do SIPOC.

S	FORNECEDORES	I	ENTRADAS	P	PROCESSO	O	SAÍDAS	C	CLIENTES
	Quem está enviando cada uma das entradas?		O que é necessário para produzir as saídas?		Quais os macros passos para transformar as entradas em saídas?		O que este processo entrega?		Quem consome cada uma das saídas do processo?
FORNECEDORES		ENTRADAS		PROCESSO		SAÍDAS		CLIENTES	
Fornecedores problemáticos?		Quais características das entradas são críticas?		Quais os passos com mais retrabalho?		Quais características da saída são críticas?		Algum cliente insatisfeito?	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

2.2.4 Checklist

A coleta de dados deve como características a facilidade, concisão e praticidade. Lobo (2020), recomenda o uso de folhas de verificação ou checklist, que consistem em itens a serem verificados dispostos de modo que os dados possam ser coletados de maneira fácil e precisa, além de permitir que os profissionais garantam que todas as etapas, requisitos ou padrões estabelecidos sejam seguidos de maneira consistente. Essas ferramentas são amplamente utilizadas para o controle da qualidade em diversos contextos, que vai desde a indústria até a gestão de projetos e serviços. No Quadro 2, pode-se observar a representação esquemática de um checklist simples.

Quadro 2 – Representação esquemática do checklist.

Item para verificação	Resposta	Observações
Pergunta norteadora 1	SIM / NÃO	
Pergunta norteadora 2	SIM / NÃO	
Pergunta norteadora 3	SIM / NÃO	

Fonte: Adaptado de Lobo (2020).

Essa ferramenta ajuda a evitar o esquecimento de tarefas ou critérios essenciais, assegura a conformidade com os padrões de qualidade e contribui para a detecção precoce de problemas, minimizando erros e retrabalho. Além disso, um checklist bem elaborado promove a padronização dos processos e aumenta a eficiência das operações.

2.2.5 Fluxograma

Segundo Peinado e Graeml (2007), os fluxogramas são formas de representar por meio de símbolos gráficos, a sequência das etapas de um trabalho para facilitar sua análise.

O fluxograma oferece uma representação visual das etapas de um processo, facilitando a compreensão dos envolvidos e permitindo identificar gargalos, redundâncias e desperdícios. Além disso, ao mapear cada etapa e suas interconexões, possibilita uma análise aprofundada de como o processo funciona, revelando oportunidades de aprimoramento e facilita a comunicação entre equipes, departamentos e partes interessadas, tornando mais fácil explicar e entender os processos.

O Quadro 3 traz alguns símbolos que são utilizados nos fluxogramas, sobretudo aqueles que foram utilizados na elaboração deste trabalho (FM2S, 2022).

Quadro 3 – Símbolos de fluxogramas.

Símbolo	Descrição
	Indica início ou fim do processo.
	Indica cada atividade a ser executada.
	Indica a direção do fluxo.
	Indica um ponto de tomada de decisão.
	Indica conexão.
	Indica documentos utilizados no processo.

Fonte: Adaptado de FM2S (2022).

2.2.6 ECRS

O ECRS é uma estratégia colaborativa que busca aprimorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente, por meio da integração e coordenação entre os diferentes agentes da cadeia, como fabricantes e distribuidores. Essa abordagem se baseia em quatro princípios-chave: Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar. O primeiro princípio, eliminar, refere-se à redução ou eliminação de atividades, processos ou elementos que não agregam valor ao sistema, isso envolve identificar tarefas desnecessárias ou redundantes e removê-las, reduzindo assim a complexidade e o desperdício na cadeia de suprimentos (FM2S, 2022).

A segunda etapa, combinar, consiste em unir processos ou atividades similares para otimizar a eficiência, podendo eliminar redundâncias e melhorar a comunicação entre os elos da cadeia. Enquanto reduzir visa diminuir a complexidade e o tempo gasto em cada etapa do processo. Por fim, simplificar processos e atividades para torná-los mais fáceis de entender e executar. Isso pode ser alcançado por meio da padronização de procedimentos, uso de tecnologia eficiente e eliminação de etapas não essenciais (FM2S, 2022).

O quadro 4, traz a representação esquemática da ferramenta ECRS, com início da análise na atividade, avaliando qual delas não gera valor, para então, traçar a estratégia adequada e definir como será a atividade adiante e por fim, refletir quais serão os cuidados necessários a partir de tais mudanças.

Quadro 4: Representação esquemática da ferramenta ECRS

ATIVIDADE	ESTRATÉGIA	SUGESTÃO DE MUDANÇA	PRECAUÇÕES
<i>Qual atividade não agrega valor?</i>	<i>Eliminar/Combinar/Reduzir/Simplificar</i>	<i>Como será a atividade?</i>	<i>Ao executar a mudança, quais são os cuidados necessários?</i>

Fonte: Adaptado de Rocha (2010).

3. Metodologia de pesquisa

3.1. Classificação da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, do tipo descritiva e com abordagem combinada (qualitativa e quantitativa), de modo a alcançar os objetivos propostos analisar as ferramentas da qualidade na fabricação de cachaça, entendendo como essas podem ser aplicadas e identificando os possíveis desafios e oportunidades. Além disso, o processo descritivo do trabalho, traz detalhes da implementação de ferramentas, quais etapas foram afetadas e quais foram os resultados observados.

De acordo com Minayo (2009), a pesquisa qualitativa retrata o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada, tendo como finalidade interpretar o fenômeno investigado, enquanto a quantitativa, se baseia na coleta e análise de dados numéricos para medir, quantificar e descrever o fenômeno. Esse tipo de classificação cabe a este trabalho pois as abordagens e métodos de coleta e análise de dados são de ambas as naturezas. No âmbito qualitativo, têm-se percepções e a experiência na indústria da cachaça em relação à aplicação das ferramentas de qualidade; no aspecto quantitativo, é possível medir o impacto das ferramentas de qualidade, assim como comparar as métricas de antes e depois da implementação.

Do âmbito de classificação quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa se enquadra como um estudo de caso. Para Gil (1999), um estudo de caso é considerado um estudo intenso e profundo de um ou poucos objetos, a fim de atingir um conhecimento detalhado. Dessa forma, é realizada uma investigação para analisar os processos com objetivo de conhecê-los e assim, aplicar a metodologia de melhoria. Caracterizando também a natureza da pesquisa como aplicada, já que o conhecimento adquirido com o estudo tem como finalidade o desenvolvimento de tais melhorias. Este trabalho tem foco em uma situação específica e real, com investigação detalhada de um fenômeno. Por meio desse estudo, é possível analisar as relações de causa e efeito entre a aplicação das ferramentas da qualidade e os resultados observados na produção de cachaça, já que se trata de teste de teorias em um ambiente real.

A metodologia de pesquisa tem como foco o estudo da metodologia *Lean Seis Sigma*, assim como o mapeamento dos processos para criar um modelo de procedimento operacional padrão. Além disso, foi utilizada uma relação entre bibliografias de artigos publicados e livros didáticos, que possibilitasse o conhecimento teórico e práticos da abordagem tema do trabalho.

A diversidade de exposição de conteúdos permite o melhor entendimento do conteúdo, além de apresentar diferentes pontos de vista sobre determinado tema, construindo um olhar crítico acerca do conteúdo do trabalho.

3.2. Detalhamento do procedimento metodológico

Como já indicado neste documento, o objetivo final é aplicar os conceitos da metodologia *Lean Seis Sigma* para melhoria de processos de produção na indústria de cachaça. Com esse intuito, a primeira ação tomada é o estudo com abordagem qualitativa sobre o tema, suas ferramentas e conceitos, bem como o conhecimento dos processos da produção da cachaça, para então, quantificar e analisar os dados relacionados ao processo crítico escolhido.

Além disso, serão trilhados os seguintes passos para o alcance dos objetivos propostos:

- Mapeamento de processos:

O mapeamento de processos, um dos pilares iniciais deste trabalho, foi executado por meio de uma abordagem colaborativa envolvendo membros-chave da equipe de produção da fábrica de cachaça. Realizaram-se reuniões de *brainstorming* com a presença dos responsáveis por diferentes etapas do processo, desde a seleção das matérias-primas até o engarrafamento do produto final. Por meio de uma tabela, foi possível descrever quem são os fornecedores e as entradas de cada processo, assim como as saídas e os clientes de cada um. Ao documentar e visualizar o fluxo de atividades, desde a seleção das matérias-primas até a produção do produto final, é possível identificar ineficiências, gargalos e oportunidades de melhoria. Esse processo oferece uma compreensão holística das etapas envolvidas na produção, permitindo uma análise aprofundada e a identificação de áreas onde ajustes podem ser feitos para maximizar a eficiência, reduzir desperdícios e assegurar a qualidade do produto.

Inicialmente, foram identificados os processos chave dentro da fábrica de cachaça, como o processo de destilação, fermentação, envelhecimento, engarrafamento e embalagem. Esses são os processos fundamentais que constituem a produção de cachaça. Além disso, houve o envolvimento dos membros-chave da equipe de produção, uma vez que possuem insights valiosos sobre as etapas do processo e podem contribuir significativamente para o mapeamento preciso. Em conjunto a equipe listou e detalhou todas as etapas envolvidas em cada processo, assim como os recursos utilizados, incluindo desde a chegada das matérias-primas até a expedição do produto final. Ao analisar o mapeamento, foi observado onde ocorrem retrabalhos ou desperdícios de recursos, sendo esses indicativos de gargalos e ineficiências.

Após identificar os gargalos, foi realizado um *checklist* para entender a relevância do problema escolhido para o processo como um todo. Assim, foram coletados dados para estudar de forma gráfica e estatística os processos mapeados, afim de obter informações para tomada de decisões e elaboração de procedimentos operacional padrão.

- Criação de um modelo de procedimento operacional padrão (POP):

O procedimento operacional padrão é um documento essencial para padronizar as atividades e garantir a consistência na fabricação de bebidas mistas na indústria da cachaça. Ele serve como um guia passo a passo para os colaboradores envolvidos no processo, garantindo que cada etapa seja realizada de maneira uniforme, seguindo os melhores padrões de qualidade.

O primeiro passo foi um título claro e conciso que identifique o procedimento operacional padrão, assim como o objetivo, que é padronizar as atividades de fabricação de bebidas mistas para garantir a qualidade, consistência do produto final e o menor custo de produção. Além disso, delimitou-se também quais etapas e atividades estão abrangidas por esse procedimento. A etapa seguinte foi realizar a lista das funções e das responsabilidades de cada membro da equipe envolvida e enumerar todos os materiais, ingredientes e ferramentas necessários para a fabricação das bebidas mistas. Assim, cada etapa do processo de fabricação das bebidas mistas foi descrita de forma sequencial e detalhada, incluindo as instruções claras sobre o que fazer, como e quando fazer, assim como, quaisquer precauções a serem tomadas. Além de orientações sobre como lidar com situações de desvio do procedimento, como anomalias, problemas técnicos ou resultados insatisfatórios.

- Criação e acompanhamento de um indicador de aderência ao POP:

Para confirmar a aderência ao procedimento operacional padrão, foi criado um plano de controle, que é uma estratégia detalhada para monitorar e garantir que as atividades de produção estejam sendo realizadas de acordo com os padrões estabelecidos no POP. Esse plano é essencial para assegurar a consistência na qualidade dos produtos e a conformidade com os processos definidos.

No plano de controle serão abordados o número do procedimento, o passo do processo que está sendo analisado, o que está sendo controlado, de que forma e com qual frequência é medido, neste caso, se trata do preço dos insumos utilizados para a produção de bebidas mistas. Por fim, identifica quem será o responsável por este controle e como serão armazenados os dados coletados.

- Comunicação de forma objetiva entre os envolvidos no projeto:

A comunicação efetiva é essencial para que haja um alinhamento entre os participantes, reduz erros, minimiza desvios e contribui para a padronização das práticas operacionais. É importante assegurar que haja um entendimento em comum, reduzindo a possibilidade de interpretações errôneas, assim como instruções claras, para que os colaboradores possam executar suas tarefas de maneira mais eficiente, economizando tempo e recursos.

Para garantir que haja comunicação clara e objetiva, é preciso fornecer uma documentação completa e detalhada do POP, incluindo instruções passo a passo, usar

linguagem simples e direta, oferecer treinamento adequado para todos os envolvidos no processo, garantindo que eles entendam os detalhes do POP, realizar reuniões quando necessárias para discutir o POP, esclarecer dúvidas e receber *feedback* dos colaboradores. Por fim, estabelecer um canal aberto de comunicação para que os colaboradores possam relatar problemas, sugerir melhorias e compartilhar *insights*.

4. Resultados e discussão

4.1 Define

A primeira fase do projeto DMAIC se trata de definir o problema existente no processo. Dessa forma, foi utilizada a metodologia SIPOC, que identifica o que o processo entrega, para quem e quais são as fronteiras.

O Quadro 5 identifica primeiramente quem são os fornecedores do processo, sendo esses: a garrafaria, que fornece as garrafas; a gráfica, que é fornecedora de rótulos e etiquetas; o departamento de moagem, que é aquele responsável pela produção da matéria-prima do produto; o laboratório de qualidade, que faz as análises químicas e de conformidade dos produtos; e por fim, o planejamento e controle de produção. Como entradas, tem-se: a cana de açúcar, matéria prima para a produção; rótulos e etiquetas; moenda; garrafas, tampas e lacres; análises de qualidade; planejamento de produção; frutas e especiarias; e a precificação.

Os processos se iniciam na seleção da matéria prima, seguindo para moagem, na qual a cana de açúcar é moída a fim de extrair o caldo; a próxima etapa é a filtragem, seguida da fermentação e destilação; os passos seguintes são o armazenamento e envelhecimento ou a produção de bebidas mistas, que é o foco deste trabalho. Por fim, o produto é envasado e há o estudo de precificação e custos. As saídas dos processos se resumem no caldo de cana, bagaço, relatórios de produção e qualidade, produtos finalizados e o preço final.

Os clientes dos processos começam com a fermentação, que recebe o caldo de cana; a fôrnia do alambique que recebe o bagaço; o planejamento de produção e controle de qualidade, que recebe os relatórios; supermercados, distribuidoras, bares e restaurantes recebem os produtos prontos; e o departamento financeiro, recebe relatórios para análise de custos e definição de preços.

Dessa forma, é possível concluir que o processo possui as garrafarias e o departamento financeiro como fornecedores problemáticos, o que implica em entradas e saídas com dificuldades semelhantes.

A precificação foi escolhida como o principal problema enfrentado pela empresa, uma vez que a relação com as garrafarias é incerta e imprevisível, já que a ocorrência de falta de garrafas no mercado pode ocorrer por motivos eventuais, como por exemplo, pandemias e crises financeiras. Por outro lado, a precificação é baseada em dados e pode ser medida.

Quadro 5 – SIPOC.

S	FORNECEDORES	I	ENTRADAS	P	PROCESSO	O	SAÍDAS	C	CLIENTES	
	Quem está enviando cada uma das entradas?		O que é necessário para produzir as saídas?		Quais os macro passos para transformar as entradas em saídas?		O que este processo entrega?		Quem consome cada uma das saídas do processo?	
FORNECEDORES		ENTRADAS		PROCESSO		SAÍDAS		CLIENTES		
	Garrafaria		Cana de Açúcar		1		Seleção de matéria Prima		Caldo de cana	Fermentação
	Gráfica		Rótulos/Etiquetas		2		Moagem		Bagaço	Fornalha do alambique
	Departamento de Moagem		Moendas						Relatório de Produção	PCP
	Laboratório de Qualidade		Garrafas, tampas e lacres		3		Filtragem		Relatório de Controle de Qualidade	Controle da Qualidade
	PCP		Análises de Qualidade						Cachaça prata	Supermercados, distribuidoras, bares e restaurantes
	Ceasa MG		Planejamento de produção		4		Fermentação		Cachaça ouro	Departamento financeiro
	Departamento financeiro		Frutas e especiarias						Bebidas mistas	
			Precificação		5		Destilação		Preço final	
									6	Armazenamento e envelhecimento ou produção de bebidas mistas
		7	Envase							
				8	Estudo de precificação e custos					
Fornecedores problemáticos?	Garrafarias e Departamento Financeiro	Quais características das entradas são críticas?	Garrafas e precificação	Quais os passos com mais retrabalho?	Envase - estudo de precificação	Quais características da saída são críticas?	Preço final	Algum cliente insatisfeito?	Departamento financeiro	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Quadro 6 foi elaborado como uma ferramenta para avaliar de maneira estruturada a relevância do problema dentro do processo. A resposta dos itens com “sim” ou “não” auxiliará na análise objetiva do impacto e importância do problema em relação aos objetivos da empresa e à qualidade do processo, como é mostrado a seguir.

Quadro 6 – Checklist.

O projeto está bem conectado com os objetivos estratégicos da organização?	SIM	NÃO
A descrição do projeto exprime claramente uma necessidade de realizar melhorias (problema ou oportunidade)?	SIM	NÃO
O impacto esperado no negócio (custo, qualidade, produtividade) é claro?	SIM	NÃO
Há dados disponíveis para avaliar a magnitude do problema?	SIM	NÃO
Os objetivos numéricos são suportados por <i>benchmark</i> ou dados históricos?	SIM	NÃO
As fronteiras do projeto de melhoria são claras?	SIM	NÃO
O projeto pode ser razoavelmente completado em seis meses?	SIM	NÃO

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A primeira pergunta avalia se o projeto está alinhado com os objetivos e metas gerais da organização. É importante que qualquer projeto esteja diretamente relacionado à visão e aos objetivos estratégicos da empresa, garantindo que os esforços estejam direcionados para alcançar metas maiores. A clareza abordada na segunda questão é fundamental para direcionar os esforços corretamente; assim como os impactos, já que ajudam a medir o sucesso do projeto. A quarta pergunta considera se existem dados quantitativos ou qualitativos disponíveis para medir o problema ou a oportunidade que o projeto aborda. Dados são fundamentais para entender a extensão do problema e avaliar os resultados após a implementação das melhorias. Além disso, há a precaução ao comparar o desempenho atual da organização com os padrões do setor ou com os dados históricos internos. Isso ajuda a estabelecer objetivos realistas e mensuráveis para o projeto. Por fim, aborda-se as fronteiras e o tempo necessário para o projeto, já que sendo concluídos dentro de um prazo razoável tendem a ser mais gerenciáveis e têm uma maior probabilidade de sucesso.

4.2 MEASURE

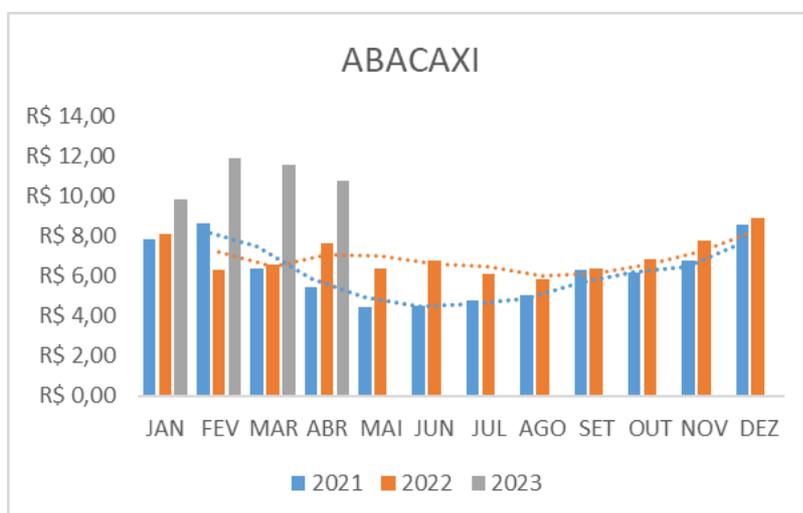
Na etapa *Measure* ocorre o detalhamento do processo crítico que foi escolhido anteriormente no *Define* e a coleta de dados relevantes sobre a precificação dos produtos.

A produção das bebidas mistas é feita com cachaça e fruta; os sabores comercializados pela empresa são abacaxi, banana, coco, cravo e canela, figo, jabuticaba, limão e maracujá. Considerando a safra e as condições de compra, abacaxi, limão e

maracujá foram as frutas escolhidas para serem analisadas, uma vez que a empresa não possui conhecimento de qual período do ano é mais propício para a produção de cada uma delas, levando em consideração apenas a demanda pelo produto. Pode-se considerar esse sistema ligado apenas à demanda como crítico já que a variação do preço durante o ano pode afetar significativamente a precificação do produto.

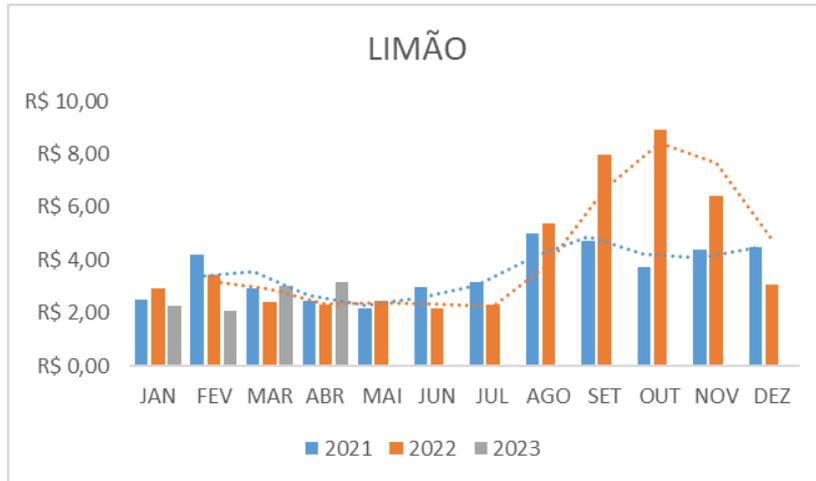
Por meio dos Gráficos 1, 2 e 3, é possível observar as mudanças nos preços das frutas abacaxi, limão maracujá, respectivamente ao longo dos anos, o que desempenha um papel crucial na determinação da precificação dos produtos. Essa representação visual oferece *insights* valiosos sobre as tendências de variação de preços e ajuda a compreender melhor o desafio enfrentado na indústria de cachaça.

Gráfico 1 - Preço abacaxi.



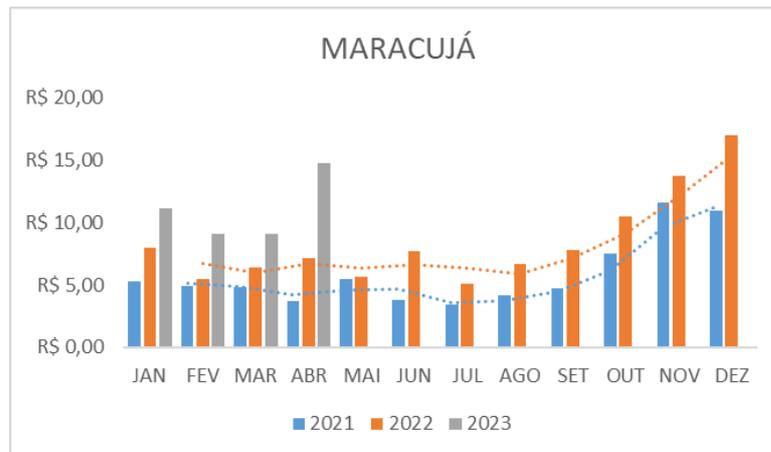
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Gráfico 2 - Preço limão.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Gráfico 3 - Preço maracujá.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

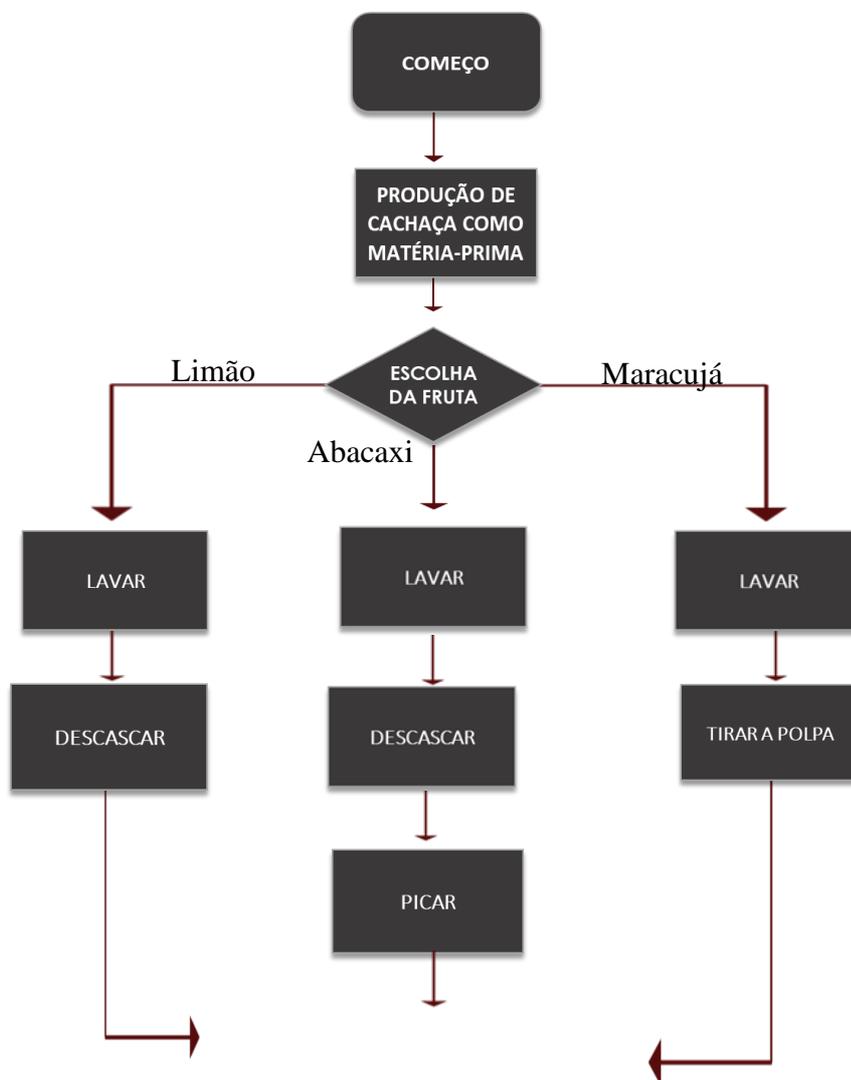
Para entender o funcionamento dos processos, é fundamental a elaboração de um fluxograma, que forneça os detalhes de como acontece e cada fase existente. O início do processo começa com a produção de cachaça como matéria-prima, o segundo passo é o preparo das frutas, que consiste em comprar os ingredientes, receber e inspecionar, para posteriormente prepará-los. O modo de preparo varia conforme a fruta selecionada, se tratando do abacaxi, é necessário lavar, descascar e picar fruta; o limão, é lavado e descascado, sendo utilizado apenas a casca durante a produção; por fim, o maracujá, é higienizado e tem sua polpa retirada.

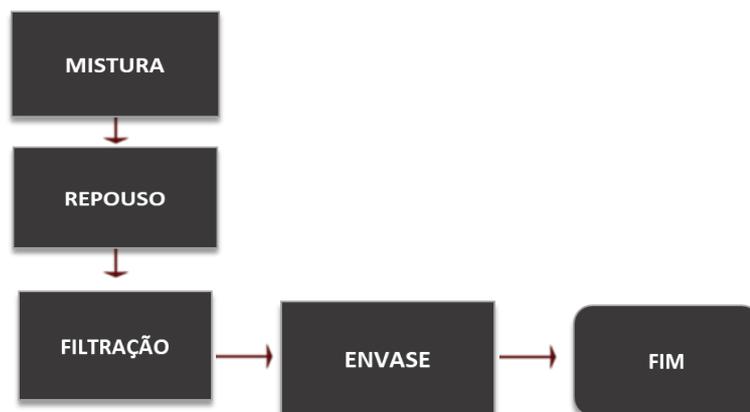
A próxima etapa é a mistura dos ingredientes, sendo que cada fruta necessita de uma quantidade específica de cachaça, para que haja a proporção adequada do produto final. Assim, na fase seguinte, essa mistura passa pelo repouso, que também varia conforme a fruta e possui média de 40 dias no geral.

A filtração ocorre após o repouso, na qual ocorre a separação dos ingredientes formando o produto que segue para o envase, finalizando o processo de produção.

A Figura 5, que consiste no fluxograma da produção de bebida mista, que oferece uma visualização clara das diversas fases da fabricação de cachaça, desde a seleção e preparo da matéria-prima até a etapa final de engarrafamento. Essa representação gráfica ajuda a entender de maneira abrangente como todos os elementos do processo se interligam para criar o produto final.

Figura 5 - Fluxograma da produção de bebida mista.





Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.3 Analyse

Após definir e medir, o próximo estágio consiste em analisar os processos e identificar se existe a possibilidade de melhoria e de que maneira poderá ser realizada. Dessa forma, a ferramenta que pode ser utilizada, é o ECRS, uma sigla que significa eliminar, combinar, reduzir e simplificar (Quadro 7).

Quadro 7 – ECRS.

ATIVIDADE	ESTRATÉGIA	SUGESTÃO DE MUDANÇA	PRECAUÇÕES
<i>Qual atividade não agrega valor?</i>	<i>Eliminar/Combinar/Reduzir/Simplificar</i>	<i>Como será a atividade?</i>	<i>Ao executar a mudança, quais são os cuidados necessários?</i>
Preparo das frutas	Simplificar	Utilizar os dados dos produtos para fabricar cada bebida mista de acordo com os meses de melhor preço para produção	Confiabilidade dos dados e elaboração de um procedimento operacional padrão

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Quadro 7, oferece uma abordagem estruturada para aprimorar atividades específicas dentro do processo, utilizando os princípios do ECRS. Cada atividade é analisada sob as perspectivas de eliminação, combinação, redução e simplificação, com sugestões de mudanças e precauções relevantes a serem consideradas durante a

implementação das melhorias. Isso proporciona uma diretriz prática para otimizar as etapas do processo de forma equilibrada, visando a eficiência, a qualidade e a segurança.

Primeiramente, identifica-se qual atividade específica dentro do processo está sendo avaliada; para então sugerir uma abordagem para lidar com a atividade em questão. Neste caso, a estratégia adotada foi simplificar, uma vez que o preparo de frutas envolve uma série de etapas complexas e sem robustez, então consolidar esse processo, implica em reduzir a complexidade e tornar a atividade mais direta. Além disso, a simplificação pode muitas vezes resultar em mais eficiência e em redução de custos, que é um dos objetivos do trabalho. Posteriormente, detalhou-se como a atividade será modificada de acordo com a estratégia escolhida e houve a análise de quais precauções devem ser tomadas ao realizar a mudança proposta na atividade. Neste caso, ao simplificar o preparo das frutas, sugere-se utilizar dados dos produtos para fabricar cada bebida mista de acordo com os meses de melhor preço para produção.

4.4 Improve

A fase do *improve* tem como objetivo gerar soluções para resolver o problema que foi identificado, medido e analisado nas etapas anteriores (Quadro 8).

Quadro 8 – PDCA.

PDCA			
<i>PLAN</i>			
Questões:	Como será realizada a produção de bebidas mistas?	Predições:	Será baseada nos meses que forem constatados os menores preços de cada fruta em questão.
<i>DO</i>			
Meses propícios para a produção	Abacaxi		
	Maio - Junho - Julho - Agosto		
	Limão		

	Janeiro - Fevereiro - Março - Abril - Maio - Junho - Julho
	Maracujá
	Maio - Junho - Julho - Agosto - Setembro
<i>CHECK</i>	
Avaliação de resultados	Manter rotina de coleta de dados mensal dos preços de cada fruta a fim de obtê-los para fazer comparações e verificações de maneira contínua.
<i>ACT</i>	
Quais decisões serão tomadas?	Criação de um procedimento operacional padrão, que deverá ser revisado de maneira periódica baseado nos dados históricos.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Quadro 8 destaca o ciclo PDCA, onde são detalhadas as ações planejadas e implementadas para efetuar as melhorias identificadas no processo. Cada passo é cuidadosamente planejado, executado, avaliado e, se necessário, ajustado para garantir a obtenção de resultados significativos e sustentáveis. Isso reforça a importância da etapa *Improve* como uma parte crucial do ciclo PDCA na busca contínua pela excelência e aprimoramento do processo.

A primeira fase do ciclo consiste em formular o plano para realizar a produção de bebidas mistas de maneira mais eficaz. A questão abordada é: "Como será realizada a produção de bebidas mistas?", prevendo então que a produção será baseada nos meses em que os menores preços de cada fruta em questão forem identificados. Na etapa *Do* identifica-se os meses propícios para a produção de cada fruta, para então avaliar os resultados da execução do plano, mantendo uma rotina de coleta de dados mensal dos preços de cada fruta, no momento *Check*.

A última etapa da análise de ciclo PDCA, tem o próximo passo a elaboração de um procedimento operacional padrão que possui importância significativa para padronizar atividades, garantir a qualidade e consistência de produtos e processos, além da melhoria contínua, uma vez que, devem ser atualizados regularmente para incorporar novas práticas e lições aprendidas.

O Quadro 9, apresenta o Procedimento Operacional Padrão (POP) desenvolvido para padronizar o planejamento de produção das bebidas mistas feitas com frutas. Esse POP tem o objetivo de garantir que a produção das bebidas seja alinhada com a sazonalidade das frutas, otimizando a qualidade e a disponibilidade dos ingredientes. O monitoramento contínuo e a possibilidade de revisão e atualização asseguram a eficácia do procedimento ao longo do tempo.

Quadro 9 - POP.

	Procedimento Operacional Padrão	Padrão N° 001
	Local: Fábrica de cachaça Cachoeira do Carmo	Data: 30/07/2023
	Tarefa: Produção bebida mista	Revisão:
	Especificação: Abacaxi	N° revisão:
MATERIAL NECESSÁRIO		
Cachaça prata, abacaxi, tonéis de inox 300L, bacia de inox, faca, balança, filtro inox, envasadora, garrafas.		
ATIVIDADES		
<ul style="list-style-type: none"> ● Verificar o mês para produção. ● Preparo dos ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> - Lave e descasque o abacaxi. - Corte o abacaxi em pedaços pequenos. ● Preparação da mistura: <ul style="list-style-type: none"> - Pese a quantidade adequada de abacaxi para cada lote da bebida. - Adicione o abacaxi e a proporção X de cachaça no tonél de inox. ● Repouso: <ul style="list-style-type: none"> - Deixe a mistura em repouso por 40 dias. ● Filtração: <ul style="list-style-type: none"> - Filtre a mistura no equipamento de filtragem inox. ● Envase: <ul style="list-style-type: none"> - Certifique-se de que as embalagens estejam limpas e higienizadas antes do envase. 		

- Coloque a bebida mista de abacaxi em garrafas.
CUIDADOS ESPECIAIS
A produção deve ser feita entre os meses de maio a agosto.
AÇÕES CORRETIVAS
Caso haja mudança nas tendências de preço, alterar meses ideais para o procedimento.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O POP abordado acima, detalha passo a passo como produzir a bebida mista de abacaxi de maneira padronizada, seguindo uma sequência de atividades específicas. A primeira parte, iniciada no cabeçalho, possui o número de padrão, local, data, e revisão, essas informações identificam o POP, a localização da fábrica, a data em que foi criado, e a seção de revisão permite acompanhar as atualizações do procedimento ao longo do tempo. Posteriormente, há a tarefa específica que será realizada conforme o procedimento e o ingrediente em foco, como se trata de uma fábrica com diversas bebidas mistas, é de suma importância identificar qual é o sabor analisado pois cada POP será trabalho de maneira diferente. Então, lista-se os materiais e equipamentos necessários para executar a tarefa, assim a descrição de etapas a serem seguidas, para então seguir para os cuidados especiais e ações corretivas, que visam monitorar as frutas para identificar se haverá necessidade de ajustar os meses ideais, caso aconteça mudanças nas tendências de preço.

4.5 Control

A fase *control* é a última etapa do DMAIC, com o objetivo de garantir que as melhorias implementadas durante o projeto sejam sustentadas ao longo do tempo e que o processo continue a operar de maneira eficiente e dentro das especificações desejadas. Para controlar as mudanças realizadas, será utilizado um plano de controle. Primeiramente, é preciso definir quais serão os indicadores-chave a serem monitorados, posteriormente, a frequência de monitoramento desses indicadores, assim como os responsáveis por esse monitoramento (Quadro 10).

Quadro 10 - Plano de Controle.

<i>Nº do procedimento</i>	<i>Passo do processo</i>	<i>O que está sendo controlado</i>	<i>Método de medição</i>	<i>Frequência</i>	<i>Responsável</i>	<i>Armazenamento</i>
001	Verificar mês	Preço da fruta no mês	Coleta de dados com fornecedor	Semanalmente	Supervisora de produção	Planilha Excel

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Quadro 10 mostra o Plano de Controle elaborado para acompanhar a execução do POP elaborado na etapa anterior, começando com um número de identificação exclusivo para esse ponto de controle, que no caso é o número do procedimento. Seguindo para a segunda etapa que indica o passo específico do processo ao qual esse ponto de controle se refere, o que ajuda a identificar onde no processo essa verificação está ocorrendo, sendo neste caso, o preço da fruta no mês. A medição ou coleta de dados será realizada junto com fornecedor toda semana e tem como responsável a supervisora de produção. Por fim, os dados coletados serão armazenados e registrados em uma planilha eletrônica. Esse plano de controle tem o objetivo de assegurar que o POP seja seguido adequadamente, monitorando indicadores-chave de desempenho e qualidade.

5. Conclusão

Após a realização deste trabalho e análise detalhada dos pontos discutidos, é evidente que as abordagens e ferramentas da qualidade desempenham um papel fundamental na melhoria dos processos de produção na indústria de cachaça. A aplicação da metodologia DMAIC, aliada a ferramentas como ECRS e Procedimentos Operacionais Padrão (POP), demonstra um compromisso sério com a melhoria contínua, qualidade e eficiência dentro da organização.

O estudo de caso apresentou de forma abrangente os passos necessários para identificar, medir, analisar, melhorar e controlar um processo crítico. A escolha de tratar a precificação como um problema central destacou a importância de entender não apenas as etapas de produção, mas também as particularidades econômicas que afetam diretamente os custos e a viabilidade do negócio, mais precisamente, a tendência de preço das frutas utilizadas. O uso do ciclo PDCA, posteriormente complementado com o detalhamento do Plano de Controle, como acontecerá a implementação sustentável das melhorias propostas, com a mensuração contínua dos resultados e a manutenção da conformidade com os padrões estabelecidos. Além disso, o SIPOC destacou a importância da precificação adequada das bebidas mistas, indicando que a sazonalidade das frutas utilizadas nos produtos estava diretamente relacionada à variação dos preços. Essa percepção foi fundamental para direcionar a análise e a busca por soluções mais eficazes, que essa ferramenta permite uma visão mais abrangente dos fornecedores e clientes envolvidos, dos fluxos de materiais e informações, e dos pontos críticos que afetavam o processo como um todo.

A integração de abordagens qualitativas e quantitativas, bem como a colaboração com diferentes departamentos, é uma perspectiva de um futuro com mais robustez para resolver problemas complexos dentro da organização. O que é confirmado a escolha de ferramentas como ECRS e a elaboração de POPs demonstram uma compreensão profunda da necessidade de padronização e simplificação dos processos para redução de desperdícios, melhorias na qualidade e otimização dos recursos. Isso não apenas leva a uma produção mais eficiente, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais organizado, colaborativo e com processos robustos.

Em resumo, este trabalho de conclusão de curso pretende ser uma demonstração de como a Engenharia de Produção pode ser aplicada de maneira prática e estratégica para melhorar processos industriais, principalmente no contexto de pequenas empresas, nas quais recursos e margens podem ser limitados. A aplicação das metodologias e ferramentas apresentadas neste trabalho pode ajudar a criar uma cultura de melhoria contínua e a otimizar os processos de maneira direcionada e eficaz. A abordagem equilibrada entre a eficiência operacional, qualidade e sustentabilidade financeira é

direcionada para qualquer pequena empresa que busca maximizar seus recursos e alcançar melhores resultados.

Se tratando de uma pequena empresa em busca de robustez nos processos de produção, é possível afirmar que ainda existem muitas áreas de estudo no âmbito de melhoria contínua. Primeiramente pode-se realizar uma análise mais aprofundada dos impactos econômicos das variações sazonais de preços das frutas nas bebidas mistas, considerando não apenas a precificação, mas também os custos de produção e a margem de lucro. Isso pode fornecer insights sobre estratégias de mitigação de riscos e planejamento financeiro mais eficazes. Além disso, a realização de novos estudos com aplicação de outras ferramentas de qualidade como 5S, *Kanban* e análises de capacidade e controle de processo.

Referências

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2022.

AMPAQ. **Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade**. 2020. Disponível em: http://www.ampaq.com.br/arquivos/etapas_para_producao.pdf. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

ARIENTE, M.; CASADEI, M; GIULIANI, A; SPERS, E.; PIZZINATTO, N. Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. **Revista da FAE**, v. 8, n. 1, 2005.

BRADY, J. E.; ALLEN, T. T. Six sigma literature: a review and agenda for future research. **Quality and Reliability Engineering International**, 2006. p. 5-36.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cachaça 2021** (1ª ed.) Brasília: MAPA/AECS, 2022.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados a Uva e do Vinho**: anexo à norma interna DIPOV nº 01/2019 – Cartilhão/Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas. Brasília: MAPA/AECS, 2022.

CRAVO, F. D.'C. **Composição de cachaças obtidas de cinco variedades de cana-de-açúcar e a correlação da presença de dhurrin na cana com carbamato de etila**. 2017. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

ECKES, G. **A revolução Seis Sigma**, 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

ESPARTEL, L. B.; BARCELLOS, M. D.; GOULARTE, J. H. O mercado de cachaça da região Sul do Brasil: um estudo exploratório. **Revista Alcance**, v. 8, n.2, 2011. p. 219-236.

FM2S. **Educação e Consultoria para Empresas**. Certificação Green Belt, 2022. Disponível em: <https://ead.fm2s.com.br/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

FM2S. **Educação e Consultoria para Empresas**. Elaboração de Procedimento Operacional Padrão, 2022. Disponível em: <https://ead.fm2s.com.br/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUPTA, P. Innovation: the key to a successful project. **Six Sigma Forum Magazine**, v.4, 2005. p. 13-17.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six sigma**: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. New York: Doubleday, 2000.

JANNUZZI, F. **Como produzir cachaça em 7 etapas**. Mapa da cachaça, 2020. Disponível em: <https://www.mapadacachaca.com.br/artigos/como-produzir-cachacaartesanal-em-7-etapas/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

LEAPHART, C. L.; GONWA, T. A.; MAI, M. L.; WADEI, H. M.; TEPAS, J. J.; TANER, C. B. Formal quality improvement curriculum and DMAIC method results in interdisciplinary collaboration and process improvement in renal transplant patients. **Journal of Surgical Research**, 2012. p. 7-13.

LOBO, Renato N. **GESTÃO DA QUALIDADE**. Disponível em: Minha Biblioteca, (2nd edição). Editora Saraiva, 2020.

MELLO, C. H. P.; DA SILVA, C. E. S.; TURRIONI, J. B. DE SOUZO, L. G. M. **ISO 9001:2008. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviço**. São Paulo: Atlas, 2009.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Tradução: Cristina Bazán Tecnologia e Lingüística. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

PEINADO, J., & GRAEML, A. R. (2007). **Administração da produção. Operações industriais e de serviços**. Unicenp.

PORTER, M. E., 2004, **Estratégia competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2 ed. Rio de Janeiro, Elsevier.

ROCHA, R. G; SILVA, M. G. Troca rápida de ferramentas: estudo e implementação dos princípios em uma máquina operatriz semi-automática. **Dissertação** - PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, 2010.

SEBRAE. **O novo ciclo da cana: estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos. A revalorização e diversificação dos produtos artesanais**. Brasília: IEL/NC; SEBRAE, 2005. p. 104-152.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2016). **Sobrevivência das Empresas no Brasil** (out. 2016). Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/sobrevivenciadas-empresas-no-brasil-relatorio-2016.pdf>.

SILVA, L. C.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, F. A. Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva. **Exacta**, v. 15, n. 2, p. 222-232, 2017.

VENTURINI FILHO, W. G. (coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2016.

