

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

ELANA ROSA
LARISSA BEATRIZ FONSECA TAVARES

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM UMA
MULTINACIONAL DE BIOENERGIA: UM ESTUDO DE CASO

ITUIUTABA

2022

ELANA ROSA
LARISSA BEATRIZ FONSECA TAVARES

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM UMA
MULTINACIONAL DE BIOENERGIA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo.

ITUIUTABA
2022

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM UMA
MULTINACIONAL DE BIOENERGIA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso, aprovado para a obtenção do título de Engenheiro de Produção pela Universidade Federal de Uberlândia, pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 09 de agosto de 2022.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo (orientador), FACES/UFU

Profª. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda, FACES/UFU

Profª. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, FACES/UFU

A minha família que tanto amo. Aos meus pais, Elcio e Cinéia, que nunca mediram esforços para me proporcionar um ensino de qualidade. E aos meus irmãos, Elcio Filho e Eduardo, pelo suporte e companheirismo.

Elana Rosa

Dedico este trabalho a minha família que tanto amo. Aos meus pais Marcio e Elaine, que estiveram presentes ao meu lado me dando forças e me incentivando a não desanimar. E as minhas irmãs, Lorena Maria e Luiza Helena, que sempre me apoiaram e contribuíram na concretização deste sonho.

Larissa Beatriz Fonseca Tavares

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, que sempre esteve comigo e me permitiu saúde e forças para chegar até o final deste trabalho.

Agradeço a minha família, meu pai Elcio e meus irmãos Elcio Filho e Eduardo, que me incentivaram nos momentos difíceis e foram meus pilares para nunca desistir. Vocês são o motivo do meu empenho e dedicação.

Agradeço a minha mãe Cinéia, que hoje não se encontra mais neste plano, mas é minha referência e melhor amiga, idealizou este momento comigo e esteve presente em todas as adversidades e alegrias.

A minha companheira de trabalho, Larissa, pela amizade, confiança, cumplicidade, paciência e dedicação mútua para que desenvolvêssemos nosso último trabalho juntas na graduação.

Agradeço aos meus colegas de turma, por todos os anos compartilhados e por dividirem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado, em particular agradeço a Isabella, que ao longo deste percurso foi minha grande amiga e irmã.

Agradeço a todos da empresa, pelo suporte e por terem fornecido dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Deixo também um agradecimento especial ao meu orientador, Professor Lúcio, pelos ensinamentos, cuidado e dedicação do seu escasso tempo para com este trabalho, seu apoio foi essencial.

Elana Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que proporcionou a realização deste sonho. Surgiram muitos desafios, mas em meio a todo esse processo Deus sempre esteve presente e nunca me desamparou, me sustentou e me deu forças para conseguir caminhar mesmo nos momentos de adversidades.

Agradeço a minha família, meus amados pais Marcio e Elaine, minhas preciosas irmãs Lorena Maria e Luiza Helena e meu querido cunhado Dener. Ambos foram os meus pilares de sustentação, durante toda minha trajetória de formação acadêmica, me apoiaram em todos os sentidos na concretização deste sonho.

Agradeço ao meu orientador Lucio Abimael Medrano Castillo, pelo cuidado, dedicação e disposição. Seu apoio foi fundamental para a concretização do presente trabalho. Sou imensamente grata por todos os ensinamentos.

Agradeço aos meus professores pelos ensinamentos ministrados e as todas contribuições que foram agregadas ao meu processo de formação.

Agradeço de coração a minha grande amiga Elana, pela paciência, companheirismo, afinidade e disposição em trabalharmos juntas, não só no desenvolvimento deste TCC, como também nos trabalhos desenvolvidos durante toda a trajetória acadêmica.

Agradeço a Glicia, uma grande amiga e companheira. Que esteve ao meu lado não só durante os momentos de intempéries da vida acadêmica, mas principalmente nos momentos de conquistas.

Agradeço aos meus supervisores de campo, por me acolherem e permitirem presenciar um pouco da prática profissional no dia a dia, contribuindo com o meu processo de formação.

Agradeço aos meus colegas de turma, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiência, que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como profissional.

Larissa Beatriz Fonseca Tavares

“O estilo Toyota não é criar resultados trabalhando duro. É um sistema que diz que não há limite para a criatividade das pessoas”.

Taiichi Ohno

RESUMO

O presente estudo desenvolvido é um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Proposta de implementação do *Lean Manufacturing* em uma multinacional de bioenergia: um estudo de caso”. Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de implementação do módulo inicial de um projeto *Lean* aplicado em uma multinacional do setor de bioenergia, analisando comparativamente suas fases perante os processos identificados na literatura. A pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso de natureza aplicada, sua abordagem ao problema é qualitativa e os objetivos são caracterizados como descritivos. A empresa deste estudo é uma *joint venture* de bioenergia fundada em 2010 que busca desenvolver técnicas e procedimentos da filosofia enxuta através da implantação de um projeto *Lean* em toda a sua cadeia. O projeto abrange ferramentas essenciais para o desdobramento da estratégia *Lean*, padronização dos processos, garantia da gestão de rotina, proposta de soluções de problemas e práticas de melhoria contínua. Após a descrição detalhada das fases do projeto e diante das comparações com a literatura, pode-se concluir que o escopo está bem alinhado, proporcionando altas chances de sucesso na busca pela otimização dos processos e eliminação de desperdícios.

Palavras-chave: Bioenergia. *Lean Manufacturing*. Melhoria contínua. Projeto de Implementação.

ABSTRACT

The present study is a Course Completion Work (CCW) entitled “Proposal for implementing Lean Manufacturing in a multinational bioenergy: a case study”. This work aims to describe the implementation process of the initial module of a Lean project applied in a multinational in the bioenergy sector, comparatively analyzing its phases against the processes identified in the literature. The research can be classified as a case study of an applied nature, its approach to the problem is qualitative and the objectives are characterized as descriptive. The company in this study is a bioenergy joint venture founded in 2010 that seeks to develop lean philosophy techniques and procedures through the implementation of a Lean project throughout its chain. The project has been developed since the 19'20 harvest and encompasses essential tools for the deployment of the Lean strategy, standardization of processes, routine management assurance, problem solving and continuous improvement practices. After a detailed description of the project phases and in view of the comparisons with the literature, it can be concluded that the scope is well aligned, providing high chances of success in the search for process optimization and waste elimination.

Keywords: Bioenergy. Lean Manufacturing. Continuous improvement. Implementation Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Casa Toyota de Produção	22
Figura 2	Ciclo PDCA	24
Figura 3	Modelo de Relatório A3	29
Figura 4	Estrutura proposta para implementação da manufatura enxuta	32
Figura 5	Roteiro de implementação <i>Lean</i>	34
Figura 6	Processo genérico de produção de açúcar e etanol	39
Figura 7	Fluxograma do macroprocesso produtivo	46
Figura 8	Organograma geral da área industrial	48
Figura 9	Casa <i>Lean</i> do programa	49
Figura 10	Linha do tempo do programa	51
Figura 11	Etapas de desenvolvimento do <i>Hoshin Kanri</i>	51
Figura 12	Fluxo de implementação de um <i>Kaizen</i>	53
Figura 13	Ciclos de implementação de um <i>Kaizen</i>	54
Figura 14	Cronograma dos ciclos de treinamento do Trabalho Padrão	54
Figura 15	Modelo de quadro <i>Kamishibai</i> usado pela organização	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Histórico de moagem e produção de açúcar e etanol	37
Tabela 2	Comparativo entre os modelos de implementação <i>Lean</i>	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S	5 Sensos
AAS	Auto Avaliação de Segurança
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CCW	<i>Course Completion Work</i>
E2G	Etanol de Segunda Geração
GO	Gestor de Operações
GP	Gestor de Processos
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
NR	Norma Regulamentadora
PCTS	Pagamento de Cana por Teor de Sacarose
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
POP	Procedimento Operacional Padrão
SSMA	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
STP	Sistema Toyota de Produção
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TP	Trabalho Padrão
VHP	<i>Very High Polarization</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

GL	Grau Lussac
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	16
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	16
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	16
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	18
2.1.1	<i>Antecedentes históricos</i>	18
2.1.2	<i>Princípios do Lean Manufacturing</i>	19
2.1.3	<i>Os oito desperdícios Lean</i>	20
2.1.4	<i>Estrutura do Sistema Toyota de Produção (Casa Lean)</i>	22
2.1.5	<i>Ferramentas do Lean Manufacturing</i>	23
2.1.5.1	<i>Ciclo PDCA</i>	24
2.1.5.2	<i>Procedimento Operacional Padrão</i>	25
2.1.5.3	<i>Programa 5S</i>	26
2.1.5.4	<i>Lean Leadership</i>	26
2.1.5.5	<i>Kaizen</i>	27
2.1.5.6	<i>Relatório A3</i>	28
2.1.5.7	<i>Obeya</i>	30
2.1.6	<i>Implementação do Sistema de Produção Enxuta</i>	30
2.1.7	<i>Casos de implementação do Lean Manufacturing</i>	35
2.2	<i>BIOENERGIA</i>	36
3	METODOLOGIA	42
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	42
3.2	TÉCNICAS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	43
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
4	RESULTADOS	45
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	45
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	46
4.3	O PROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA	48
4.4	ANÁLISE COMPARATIVA DO PROGRAMA SEGUNDO A LITERATURA	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificativa

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2020), um dos principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil é o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar. Ainda, de acordo com a União Nacional da Bioenergia (2021), o Brasil é o maior produtor de açúcar, sendo comercializado mais de 38 milhões de toneladas na safra 2020/2021 para o mercado interno e diversos outros países.

O secretário de petróleo, gás natural e biocombustíveis, do Ministério de Minas e Energia, José Mauro Coelho, comenta que o Brasil tem demonstrado uma certa vocação para a produção e o uso da bioenergia conforme mostram os avanços desse segmento na economia. Afirma ainda que o Brasil é o maior produtor de etanol do mundo a partir da cana-de-açúcar e que, no ano de 2020, foram processados mais de 660 milhões de toneladas de cana e produzido aproximadamente 34 bilhões de litros de etanol (GOVERNO DO BRASIL, 2021). Segundo NOVACANA (2022), o mercado brasileiro conta com 422 parques de bioenergia, sendo a maior concentração das unidades (54%) no sudeste do país.

Nesse contexto, em 2010 é fundada a multinacional deste estudo, uma *joint venture* que conta com cerca de 40 mil colaboradores e abrange em suas atividades todas as diferentes etapas de seus negócios, como o cultivo da cana-de-açúcar, fabricação de açúcar e etanol, biogás e biomassa, cogeração de energia, logística, distribuição, exportação e varejo. Possui 35 parques de bioenergia no Brasil e dois na Argentina, além de escritórios de *trading*, terminais de distribuição, depósitos e terminais em aeroportos distribuídos no Brasil, Colômbia, Texas, Argentina, Suíça, Singapura e Filipinas. Com uma capacidade de moagem de 100 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e uma capacidade de processamento de 1,5 GW para geração de bioeletricidade, a empresa é a maior fabricante de etanol de cana-de-açúcar do Brasil e a maior exportadora individual de açúcar de cana do mercado internacional, o que a torna a principal no setor de bioenergia do país.

Atualmente a empresa vem aplicando em seus parques de bioenergia uma iniciativa voltada à filosofia *Lean Manufacturing* com o objetivo de otimizar seus processos e eliminar desperdícios, com foco em redução de custos e aumento da qualidade, buscando pela excelência operacional em todos os seus procedimentos e frentes de negócio.

De acordo com Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido como *Lean Manufacturing*, busca a eliminação de desperdícios e itens desnecessários no

processo, com o objetivo de minimizar custos e produzir somente o necessário na quantidade demandada.

A principal diferença da filosofia *Lean* e do sistema convencional de manufatura é justamente o fato de apresentar métodos práticos de eliminação desses desperdícios, tornando a produção enxuta (EQUI; JUNIOR, 2015). Para que a filosofia se torne uma cultura na empresa, é necessária a aplicação de ferramentas fundamentais, como por exemplo: *Honshin Kanri*, para desdobramento de estratégias; Programa 5S; POP (Procedimento Operacional Padrão); *Lean Leadership*, para garantia da padronização dos processos; *Kaizen*; PDCA, para soluções de problemas e melhoria contínua.

Nesse sentido, a empresa estudada busca desenvolver técnicas e procedimentos da filosofia através da implantação de um projeto *Lean* em toda a sua cadeia. Contudo, aplicar algumas das ferramentas do STP não significa que a organização passará a ter uma produção enxuta, uma vez que é preciso monitorar o progresso de implementação e tornar a filosofia cultura na empresa.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de implementação do módulo inicial de um programa *Lean* aplicado em uma multinacional do setor de bioenergia, analisando comparativamente suas fases perante os processos identificados na literatura.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho, para alcançar o objetivo geral, é compreender e analisar as etapas do projeto proposto, sendo elas:

- a) Descrever em detalhe o escopo de implementação do programa;
- b) Descrever em detalhe as ferramentas *Lean* utilizadas;
- c) Comparar as fases de implementação com os modelos encontrados na literatura.

1.3 Delimitação do trabalho

O presente trabalho se baseia no escopo de um projeto de aplicação da filosofia *Lean Manufacturing* em uma multinacional do setor de bioenergia. O mesmo é dividido em módulos que diferem em seu nível de maturidade e aplicação, contudo, para este estudo será tratado apenas do módulo inicial, que abrange ferramentas essenciais para o desdobramento da estratégia *Lean* na empresa, padronização dos processos, garantia da gestão de rotina, proposta de soluções de problemas e práticas de melhoria contínua.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em formato de monografia e é dividido em cinco capítulos, sendo eles: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e considerações finais.

O primeiro capítulo contextualiza os temas abordados na pesquisa, apresentando o objetivo e justificativa do estudo, sua importância e delimitação do escopo, os objetivos gerais e específicos e a metodologia de pesquisa utilizada.

O segundo capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre o *Lean Manufacturing*, abordando suas origens, princípios, estrutura, ferramentas e principais práticas. São abordados também conceitos sobre bioenergia e sua relação com o Sistema de Produção Enxuta.

O terceiro capítulo aborda os recursos metodológicos utilizados no presente trabalho, compreendendo a caracterização metodológica da pesquisa, as técnicas de coleta e análise de dados, visando alcançar os objetivos da pesquisa.

O capítulo seguinte apresenta a caracterização da empresa em estudo, bem como uma descrição da realidade atual, problemática empresarial, análise e os resultados obtidos na pesquisa e, por fim, sugestões de melhoria usando a fundamentação teórica como base.

O quinto capítulo traz as considerações finais do trabalho, os resultados mais relevantes e as limitações e dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa, além de sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o referencial teórico sobre o *Lean Manufacturing*, abordando suas origens, princípios, estrutura, ferramentas, principais práticas e uma revisão da literatura na busca por práticas fundamentais para a implementação desta filosofia em ambientes organizacionais. São abordados também conceitos sobre bioenergia e sua relação com o Sistema de Produção Enxuta.

2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* – também definido como Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) – é a filosofia japonesa de gerenciamento que tem por objetivo principal a eliminação de desperdícios e, por consequência, minimização de custos e aumento na qualidade do produto final (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Para Ohno (1996), idealizador do pensamento, um fluxo enxuto é aquele onde o tempo entre a emissão do um pedido e a entrega do produto final, nas condições especificadas pelo cliente, é mínimo.

Por sua vez, Lucas (2019) descreve os objetivos fundamentais do *Lean* como sendo: integração e otimização do sistema de manufatura, qualidade, flexibilidade no processo produtivo, produzir somente o que for demandado pelo cliente, compromisso com clientes e fornecedores e redução de custos de produção. Ou seja, o STP busca a redução de perdas e de processos ou atividades que não agregam valor ao cliente (SOUZA; THOMAZ, 2019).

2.1.1 *Antecedentes históricos*

Quando questionado o desenvolvimento da revolução industrial, a importância das inovações tecnológicas como parte central desse fato histórico é quase sempre privilegiada. É certo que a combinação de demandas fabris e melhorias no conhecimento laboratorial foram fundamentais para que se enxergasse a possibilidade desse novo ritmo de produção e consumo de mercadorias, no entanto, o simples conceito de desenvolvimento de uma nova máquina não era suficiente para aumentar a eficiência e melhorar as operações, proporcionando uma ideia mais ampla do processo produtivo na era industrial (HILSDORF et al., 2019).

Nesse contexto, desenvolvido pelo engenheiro norte-americano Frederick Winslow Taylor, surge o Taylorismo – com início por volta do final do século XIX e início do século XX – onde o processo organizacional passa a ser visto como a soma de todas as operações

executadas (AZEVEDO, 2014). Segundo Ribeiro (2015), Taylor propõe uma gerência científica de trabalho por meio de métodos de experimentação, regras e maneiras de se executar o trabalho que padronizam a execução de operações através da relação entre tempo e movimento. Para Taylor, “[...] um tipo de homem é necessário para planejar e outro tipo diferente para executar o trabalho” (TAYLOR, 1987, p. 35). Ou seja, ele acreditava que a divisão do trabalho deveria ser hierarquizada.

Contrapondo o modelo de Taylor e com o objetivo de sistematizar a produção em massa, em 1914 Henry Ford desenvolveu uma nova sistemática de produção industrial, o Fordismo. Ford incorporou a esteira rolante que ditava o ritmo de produção, alcançando ganhos expressivos de produtividade (RIBEIRO, 2015). O objetivo, além do ganho em produtividade, era a “economia de pensamento” e a execução mínima de movimento do operário que, sendo possível, deveria fazer sempre a mesma atividade com um só movimento (FORD, 1964, p. 65).

Entre 1947 e 1975, durante sua reconstrução pós Segunda Guerra Mundial e com uma economia carente de capital (HILSDORF et al., 2019), surge no Japão – idealizado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno da Toyota (AZEVEDO, 2014) – o conceito de Produção Enxuta.

Segundo Azevedo (2014), a diferença no tamanho dos mercados americano e japonês tornava inviável a implementação dos modelos de produção desenvolvidos e aplicados nos Estados Unidos. Além disso, após o Japão ser devastado pela Segunda Guerra, muitas indústrias e centros de abastecimentos já não existiam mais, a população não tinha dinheiro e a demanda do mercado não justificava uma produção em massa (AZEVEDO, 2014).

Assim surge a necessidade de um novo modelo de gerenciamento industrial (HILSDORF et al., 2019). Toyoda e Ohno criam o então chamado Sistema de Produção Toyota, que futuramente passa a ser Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

No que diz respeito aos princípios desse novo método gerencial, Womack e Jones (2004) conceituam o “Pensamento Enxuto” (*Lean Thinking*) em cinco princípios, apresentados a seguir.

2.1.2 Princípios do Lean Manufacturing

Para que uma produção seja enxuta e siga a filosofia do Sistema Toyota de Produção é necessário que o produto flua, de forma contínua, através dos processos que agreguem valor. Segundo Shingo (1996), o STP “é um sistema que visa a eliminação total de perdas”. Além disso, o Sistema de Produção Enxuta pode ser entendido como um processo de cinco passos,

sendo eles: definir o valor do cliente, definir o fluxo de valor, fazê-lo “fluir” ao invés de “puxar” a partir do cliente e buscar a excelência operacional (WOMACK e JONES, 2004). Conforme Hilsdorf et al. (2019), os cinco princípios do *Lean* são: especificação de valor, identificação do fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição; eles podem ser descritos da seguinte forma:

Especificação de valor, em que é necessário que o produto tenha requisitos que atendam às necessidades do cliente, como qualidade, tempo e quantidade desejada, além do valor do produto que não deve ser definido pela empresa e sim pelo cliente.

Identificar o fluxo do valor, que significa analisar detalhadamente a cadeia produtiva e separar os processos em três categorias, sendo elas, processos que de fato agregam valor, processos que não agregam valor e, portanto, devem ser extintos, e os processos que não agregam valor, mas são essenciais.

Fazer o valor fluir continuamente, ou seja, fluxo contínuo, está relacionado com a eliminação dos desperdícios e etapas do processo que não agregam valor, como a redução dos tempos de processamento de pedidos, de concepção de produtos e de estoques, permitindo um fluxo contínuo dos processos que criam valor ao produto.

Produção puxada, consiste na produção sob demanda, ou seja, produzir aquilo que é necessário, somente quando necessário, reduzindo os estoques ao máximo. E por fim, o princípio que deve ser o objetivo de todos dentro da empresa envolvidos nos processos que agregam valor, a busca pela perfeição, que se baseia em um processo contínuo de melhorias com o objetivo de tornar os processos, pessoas e produtos cada vez mais eficientes e eficazes.

Já os processos que não agregam valor ao produto final são desnecessários e geram desperdícios que devem ser eliminados.

2.1.3 Os oito desperdícios Lean

O Sistema Toyota de Produção é uma metodologia que busca a eliminação total dos desperdícios, dessa forma, na produção, desperdício se refere a todos os elementos e atividades que não agregam valor e tendem a aumentar os custos, como por exemplo, excesso de pessoas, de estoques e de equipamentos (OHNO, 1997). Os oito desperdícios são: superprodução, defeitos e retrabalhos, superprocessamento, excesso de estoque, movimentos desnecessários, transporte, espera e desperdício intelectual.

Segundo Lima e Campos (2014), a superprodução é a perda mais danosa pois tende a esconder as demais, dessa forma, de acordo com os princípios do sistema Toyota produzir mais

do que é necessário é a maior das fontes de desperdício. Oliveira (2016) descreve os dois tipos de superprodução, sendo elas, a superprodução quantitativa, ou seja, produzir além do que realmente é necessário provocando sobra de produtos e formação de estoque, e a superprodução antecipada, que está relacionada com a produção antes da real necessidade.

Os defeitos estão relacionados aos produtos, atividades ou serviços que não são executados de forma esperada ou então no mínimo necessário para atender as especificações do cliente (SANTOS, 2021). O autor também cita que de acordo com os princípios do *Lean* é necessário fazer “certo” na “primeira vez”, buscando sempre evitar possíveis defeitos e retrabalhos.

O desperdício de superprocessamento, de acordo com Oliveira (2016), são referentes a atividades que não agregam valor para o cliente. O processamento inadequado faz referência a um conjunto de etapas do processo que podem ser consideradas desnecessárias e que, caso sejam eliminadas, não haveria impacto no processo (SANTOS, 2021).

A existência de estoques elevados de matérias-primas, material em processo e produtos acabados tem origem no desbalanceamento da relação entre o período de entrega do pedido e o período de produção, dessa forma, as perdas por excesso de estoque geram altos custos financeiros e demandam espaço físico adicional (OLIVEIRA, 2016).

Os movimentos desnecessários são bem semelhantes ao transporte excessivo, ou seja, a movimentação considera o deslocamento das pessoas, dos materiais e insumos desnecessários dentro do processo, dessa forma, layouts mal desenhados e uma má distribuição das estações de trabalho requerem uma maior movimentação das pessoas, geralmente desnecessárias (SANTOS, 2021).

As perdas associadas ao transporte são referentes a todas as atividades de movimentação de materiais desnecessárias, ou seja, que não agregam valor e geram custos, porém mesmo não agregando valor, o transporte acaba sendo considerada uma atividade necessária tendo em vista os longos caminhos que são percorridos pelo material ao longo do seu processamento, isso ocorre devido às restrições do processo e das instalações (OLIVEIRA, 2016).

Segundo Ribeiro (2018), o desperdício em relação a espera ocorre quando produtos não estão sendo movimentados ou trabalhados. A espera é facilmente concluída como um desperdício de tempo, pois pode fazer com que produções sejam paradas, funcionários fiquem ociosos ou pedidos sejam entregues com atraso, e até mesmo atingir uma combinação de consequências como essas (GRABAN, 2013).

Difundido nos anos 2000 e incorporado à metodologia *Lean*, o desperdício intelectual consiste no não aproveitamento de talentos dentro da indústria (RODRIGUES, 2018), esse tipo

de desperdício é representado pela subestimação do potencial intelectual, das sugestões de melhoria vindas de funcionários e pelo não reconhecimento da experiência nas funções (OLIVEIRA; AFFONSO, 2017). De acordo com Rodrigues (2018), esse desperdício tende a gerar impactos negativos na empresa e deixar de agregar valor para o cliente, pois é capaz de atingir não apenas as etapas do processo produtivo em que está envolvido como também todos os colaboradores e, ainda, impactar no relacionamento com o cliente.

2.1.4 Estrutura do Sistema Toyota de Produção (Casa Lean)

O STP é representado por um diagrama conhecido como “casa” do Sistema Toyota de Produção, conforme mostra a Figura 1. No telhado, estão os objetivos do STP focados no cliente final, que está ligado à maior qualidade possível, menor custo e o *lead time* mais curto (ARAUJO, 2021).

Figura 1 – Casa Toyota de Produção



Fonte: Villar (2018) *apud*. Santos (2014).

De acordo com Oliveira (2019), a base de todo Sistema Toyota de Produção é a estabilidade dos seus pilares (*Just in Time* e *Jidoka*), que nada mais é que uma estrutura sob controle e com previsão garantida para obter uma produção de itens tendendo ao zero defeito, na quantidade máxima e nos momentos mais apropriados.

O primeiro pilar de sustentação é representado pelo método *Just in Time*, que proporciona uma produção no custo efetivo e entrega apenas as peças necessárias com qualidade, na quantidade certa, no tempo e lugar certo, usando o mínimo de equipamentos, materiais, instalações e mão de obra (MOURA, 1989).

O segundo pilar é representado pelo método *Jidoka*, que se baseia na automação com a inteligência e um toque humano, não permitindo a passagem de um defeito para a próxima etapa do processo (ARAUJO, 2021). De acordo com Oliveira (2019), alguns dispositivos a prova de falha são utilizados para detectar defeitos na execução das operações, conhecidos como *poka-yoke*.

Os pilares *Just in Time* e *Jidoka* tem em sua base a sustentação por parte do trabalho padronizado, melhoria contínua (*Kaizen*) e nivelamento da produção (*Heijunka*), dessa forma, a padronização busca desenvolver o aumento da produtividade e para isso busca identificar fatores que possam ser trabalhados para reduzir ou eliminar as perdas encontradas (OLIVEIRA, 2019).

A melhoria contínua através do uso do *Kaizen*, proporciona a estabilidade e o controle do processo permitindo a produção de itens de qualidade e sem defeitos (VILLAR, 2018). E o *Heijunka*, de acordo com Oliveira (2019), realiza o nivelamento das quantidades e mix de produtos a serem produzidos, permitindo a produção de diferentes itens e garantindo o fluxo da produção.

Portanto, para que se atinja a estabilidade e alcance os pilares para desenvolver as práticas do STP, além dos princípios já abordados neste trabalho, são necessárias algumas práticas, envolvendo técnicas e ferramentas (QUEIROZ, 2015).

2.1.5 Ferramentas do Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* dispõe de um conjunto de técnicas e ferramentas que tem o objetivo de potencializar o processo produtivo através da redução de atividades que não agregam valor (RODRIGUES; KIELING, 2020). Dessa forma, de acordo com Riana (2006), quando aplicadas as ferramentas são instrumentos utilizados para implementação de um Sistema de Manufatura Enxuta, que ditam “como” seguir seus princípios.

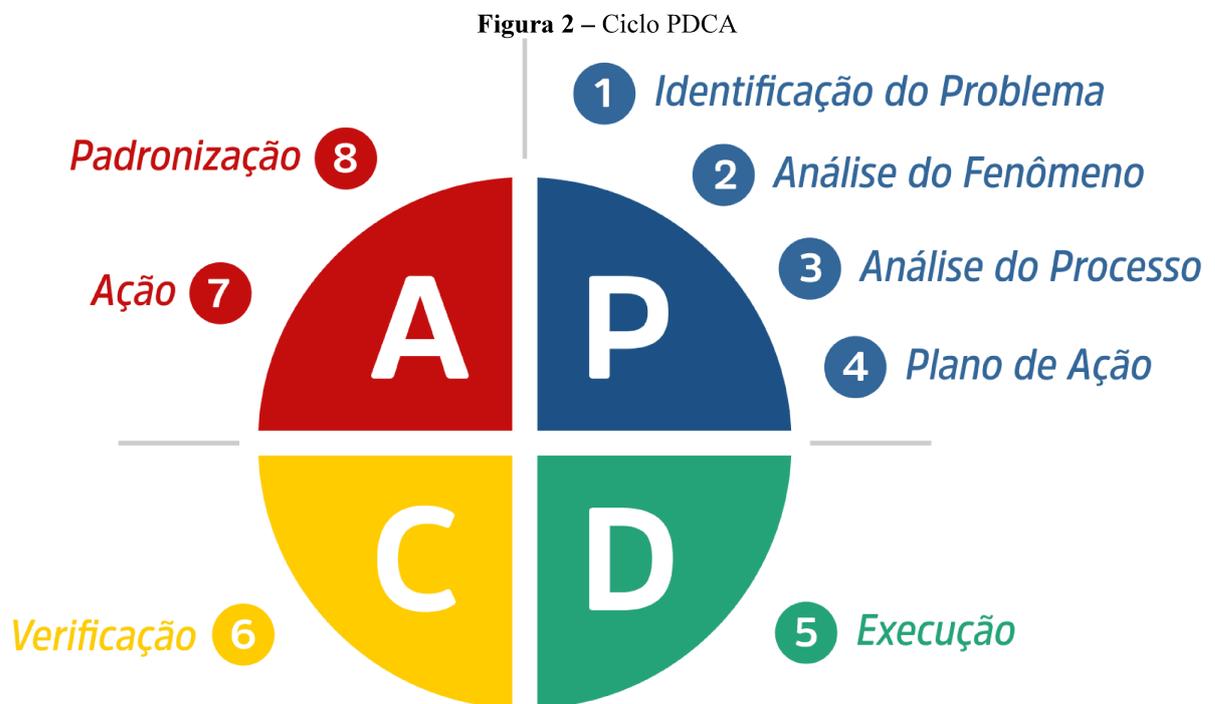
A partir do uso das ferramentas *Lean* é possível organizar e definir as melhores ações para obter bons resultados na produção, reduzindo desperdícios (NUNES, 2019), e promovendo a cultura de melhoria contínua (OLIVEIRA et al., 2021). Algumas ferramentas consideradas fundamentais e que serão abordadas no presente trabalho são descritas abaixo.

2.1.5.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Shewhart ou de Deming, surgiu na década de 20 como uma ferramenta de gestão da qualidade que, quando implementada continuamente, garante alto nível de desempenho em um processo de trabalho (ARRUDA, 1997). O PDCA é considerado como um ciclo eficaz para resolução de problemas (SHIBA; GRAHAM; WALDEN, 1997), é uma ferramenta gerencial capaz de estimular a produtividade, minimizando as perdas e garantindo um sistema de produção mais enxuto (SLACK, 2018).

Atualmente, a ferramenta vem contribuindo para uma melhoria na gestão e está presente em inúmeras organizações de dimensões diversas, sendo elas de bens ou serviços (SILVA et al., 2019). Dessa forma, quando repetido diversas vezes e de maneira dinâmica, o ciclo garante vantagens competitivas ao negócio, tornando a qualidade e a excelência pontos estratégicos da organização (GASPAROTTO; GOMES FILHO, 2019).

Para aplicação da ferramenta é necessário percorrer as quatro fases do ciclo (DEMING, 1990): *Plan* (planejar), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Action* (agir). O ciclo PDCA é apresentado na Figura 2.



Fonte: Peters (1998).

A primeira fase no processo de implementação do ciclo é a de planejamento (*Plan*), ela é responsável por “desenhar” o processo em que o ciclo será aplicado (GASPAROTTO; GOMES FILHO, 2019). É nessa etapa que devem ser identificados os problemas e oportunidades para que seja possível levantar dados e informações e, assim, planejar o escopo de correção. Segundo Deming (1990), as metas devem ser determinadas juntamente com um plano de ação para o alcance das mesmas.

Na fase seguinte, executar (*Do*), com as metas determinadas e o plano de ação definido, é preciso treinar os envolvidos (DEMING, 1990) para executar tudo o que foi planejado na fase anterior (SILVA et al., 2019).

Em seguida, é preciso verificar (*Check*) constantemente se os dados obtidos estão alinhados mediante a meta planejada (DEMING, 1990). Silva et al. (2019) afirma que sem mensurações não é possível haver gestão.

Já a fase final do PDCA consiste em agir (*Action*) disseminando na organização a estratégia que deu certo (DEMING, 1990) e aplicando ações corretivas naquelas que não tiveram o resultado esperado (SILVA et al., 2019).

2.1.5.2 Procedimento Operacional Padrão

Segundo Corrêa et al. (2019), o Procedimento Operacional Padrão (POP) é um documento que contém uma descrição bem detalhada de um processo, ou seja, tem por objetivo orientar através de uma sequência detalhada das atividades desenvolvidas, garantindo uma padronização com resultados esperados (VIEIRA, 2014). O POP apresenta uma estrutura mínima, composta por definição, objetivo, material utilizado, procedimento técnico, recomendações, responsabilidade e referências (ROCHA, 2012).

De acordo com Ribeiro et al. (2017), o POP deve conter uma descrição detalhada dos procedimentos a serem seguidos e as condições de fabricação e operação, deve constar todos os equipamentos, materiais e componentes que serão utilizados na tarefa em questão, incluindo os instrumentos de medida e os padrões de qualidade definidos, além de comentários pertinentes ao procedimento como anomalias e atividades críticas, e quando necessário informações com relação a registro de inspeção dos equipamentos.

2.1.5.3 Programa 5S

Os 5 Sentos, ou simplesmente 5S, é um conjunto de conceitos simples que, quando corretamente aplicados, modificam o ambiente de trabalho impactando desde as atividades de rotina, até alterações nas percepções humanas e alterações de humor (LAPA, 1998). Descrita como uma técnica para a melhoria contínua do gerenciamento de processos (FALKOWSKI; KITOWSKI, 2013), a ferramenta 5S foi desenvolvida com o objetivo de minimizar custos e desperdícios, melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e aumentar a produtividade organizacional (BARBOSA et al., 2021).

As tarefas presentes no 5S são representadas por palavras japonesas iniciadas pela letra “S”, quando traduzidas para o português são acrescidas pela palavra *senso*. Pizzi (2020) define os sentidos como:

- *Seiri* (senso de utilização): manter na área de trabalho o que realmente é utilizado, o que for desnecessário deve ser descartado;
- *Seiton* (senso de organização): designar um local adequado para cada material utilizado e sempre mantê-lo nesse lugar;
- *Seiso* (senso de limpeza): manter o local de trabalho limpo e ter o hábito de sujar o mínimo possível durante o desenvolvimento das tarefas;
- *Seiketsu* (senso de padronização): aumentar o nível de qualidade dos processos de trabalho propiciando saúde física, mental e emocional aos colaboradores;
- *Shitsuke* (senso de autodisciplina): indispensável e próprio a cada colaborador para que os outros sentidos sejam eficazes.

De maneira geral, o programa 5S enfatiza aspectos básicos da rotina empresarial, como por exemplo, utilizar a ferramenta adequada, transmitir a informação correta, utilizar o lugar designado e ter pontualidade no desempenho das tarefas, detalhes que quando negligenciados podem ocasionar grandes transtornos (POSSARLE, 2014).

2.1.5.4 Lean Leadership

De acordo com Berlanga, Husby, Anderson (2018), o *Lean Leadership* – também conhecido como liderança enxuta – “é visto como a base, que determina o sucesso de uma iniciativa *Lean*”. O processo de transformação ou a lógica para a implantação do *Lean* é relativamente simples, no entanto o sucesso dessa implementação depende da atitude das

pessoas envolvidas, dessa forma, a implantação do *Lean Manufacturing* demanda um novo perfil de liderança (LEITE, 2017).

O *Lean* geralmente é associado apenas as ferramentas que são usadas para criar eficiência e padronizar processos, porém, segundo Mann (2009), a implementação dessas ferramentas representa no máximo 20% do esforço nas transformações *Lean*, os outros 80% são gastos com mudança de práticas e comportamentos dos líderes e, em última análise, em sua mentalidade, dessa forma, a alta administração desempenha um papel essencial no estabelecimento de condições que permitam que esse esforço seja bem-sucedido.

Segundo Pellegrino (2016), dentre as tarefas fundamentais do líder *Lean*, destaca-se ser parte do desenvolvimento e qualificação de pessoas, incluindo os futuros líderes nas metodologias e ferramentas relacionadas à abordagem *Lean* e também criar visão e alinhar objetivos (*Hoshin Kanri*).

De acordo com Cuozzo (2018), o *Hoshin Kanri* “é uma forma, através da qual uma empresa pode gerir e dar cumprimento à sua estratégia”. A palavra *Hoshin* se refere a declaração de uma diretriz estratégica e a palavra *Kanri* faz referência a um sistema para gerenciar e controlar o processo de desdobramento, dessa forma, a palavra *Hoshin Kanri* traduzida para o português significa desdobramento de diretrizes (PELLEGRINO, 2016).

Nesse sentido, o *Hoshin Kanri* representa uma técnica para decidir a visão e desdobrá-la em objetivos menores, que sejam mais fáceis de compreender e atingir (CUOZZO, 2018). Seu processo de planejamento é tradicionalmente descrito como uma cascata de metas de cima para baixo, dando início com as metas da alta administração e passando para o nível mais baixo da organização (THÜRER et al., 2019).

2.1.5.5 Kaizen

Segundo Oliveira et al. (2021), o *Kaizen* é uma ferramenta que foi desenvolvida por Masaaki Imai, no Japão, na segunda metade do século XX e que atualmente é conhecida e praticada em todo o mundo como um método de melhoria contínua. Seu objetivo principal é a melhoria dos processos padronizados com o intuito de eliminar desperdícios, resolver problemas de fluxo de trabalho e de negócios, sendo necessário o envolvimento de todos os funcionários, desde a alta gerência até os trabalhadores da linha de montagem (TEBALDI, 2019).

As empresas atualmente utilizam esta ferramenta para identificar e eliminar qualquer desperdício existente, com o propósito de aumentar a produtividade, seja em algum processo

produtivo, em etapas de projetos, na manutenção de máquinas, na elaboração de novos produtos ou em processos administrativos, tendo em vista a satisfação do cliente interno ou externo (HILSDORF et al., 2019).

De acordo com Bianchet (2019), na aplicação do *Kaizen*, as etapas iniciais se baseiam no conhecimento da atual situação do setor que tem como objetivo principal detalhar os processos que envolvem a área examinada, dessa forma, é possível obter dados com relação à produção (deslocamento, o tempo dos processos, o peso dos produtos e o espaço ocupado pelos estoques), em seguida é feito um mapeamento de cada processo para se ter uma visão holística dos fluxos de produção e identificar possíveis melhorias analisando a movimentação de materiais e pessoas. Posteriormente, é realizado um *brainstorming*, ou seja, é feito um levantamento de possíveis melhorias, e umas das ferramentas utilizadas como apoio na busca da melhoria contínua de produtos e processos, identificando as causas de seus problemas e implementando soluções é o ciclo de PDCA (BIANCHET, 2019).

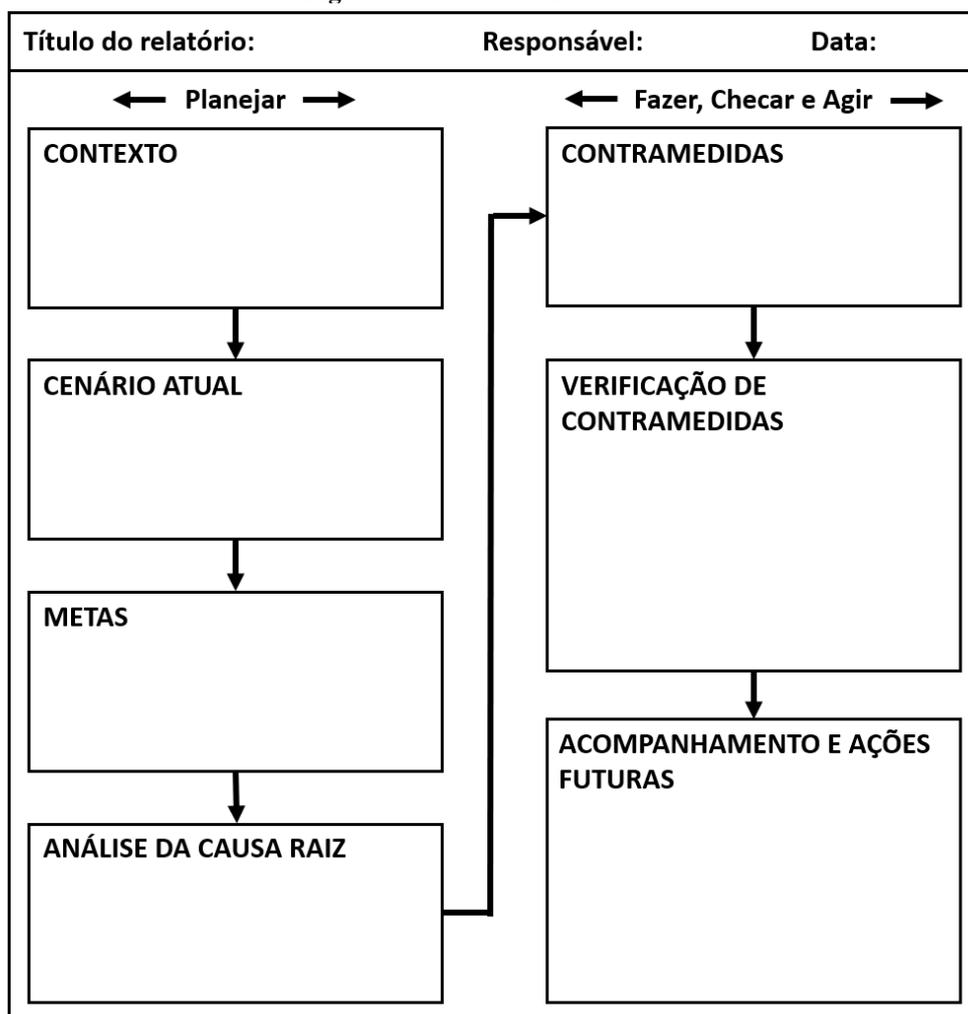
2.1.5.6 Relatório A3

Criado pela Toyota, o relatório A3, ou *A3 Reports*, foi assim nomeado em referência a folha de tamanho A3, pois suas dimensões seriam ideais para concentrar problemas em um único papel (SOBEK; SMALLEY, 2011). Segundo Rocha (2020), a metodologia objetiva, de maneira geral, identificar e encontrar soluções para problemas e monitorar as melhorias aplicadas.

De acordo com Sobek e Jimmerson (2006), o A3 serve como um guia sistemático para solucionar problemas por meio de um processo rigoroso de documentação dos principais obstáculos e pontos de melhoria do processo analisado. Além de auxiliar em análises da organização, apresentar evidências, propor soluções para problemáticas, tornando o desejado em realidade (SHOOK; WOMACK, 2010).

A metodologia de solução de problemas foi reconhecida por sua capacidade de resumir e agrupar problemas, contramedidas, *status*, *follow-up* e planejamento em um só documento (THE LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008), além de ter sido fortemente influenciada pelo Ciclo PDCA (SOBEK; SMALLEY, 2011). O relatório pode ser dividido em oito etapas e deve ser preenchido de cima para baixo, da esquerda para a direita (SOBEK; SMALLEY, 2011 e SOBEK; JIMMERSON, 2006), conforme Figura 3.

Figura 3 – Modelo de Relatório A3



Fonte: Sobek e Smalley (2011).

Na primeira etapa é preciso conhecer o cenário atual da organização indo até o chão de fábrica e dedicando o máximo de tempo possível para entender e analisar o problema de perto, sendo fundamental discutir a ocorrência com os envolvidos para validar informações (SOBEK; SMALLEY, 2011).

Na segunda etapa é o momento de identificar a causa raiz do problema, para facilitar o processo podem ser usadas ferramentas como diagrama de *Ishikawa*, 5 porquês e *brainstorming*, por exemplo (SOBEK; SMALLEY, 2011). Em seguida, na terceira etapa, é preciso analisar a causa raiz para identificar contramedidas e evitar a recorrência do problema, em seguida, os responsáveis devem definir como o projeto irá operar (SOBEK; SMALLEY, 2011).

Na quarta etapa um plano de implementação deve ser desenvolvido colaborativamente para tornar o cenário desejado em realidade, como auxílio a esta etapa pode ser usada a metodologia 5W2H que irá facilitar quem irá fazer o quê, onde, quando, por que e como irão

realizar cada ação do plano (SOBEK; SMALLEY, 2011). Na quinta etapa é feito o acompanhamento do plano implementado, além de ser definido como e quando o *follow-up* será realizado (SOBEK; SMALLEY, 2011).

A sexta etapa é reservada para reunir os envolvidos, apresentar o progresso do projeto e alinhar novas medidas que poderão ser adotadas (SOBEK; SMALLEY, 2011). Na sétima etapa deve-se revisar o projeto e, na ausência de desvios, enviá-lo para aprovação (SOBEK; SMALLEY, 2011). Por fim, com o projeto aprovado, na etapa oito o plano de ação é posto em prática e *follow-ups* são realizados para garantir que o problema foi solucionado (SOBEK; SMALLEY, 2011).

2.1.5.7 Obeya

Obeya traduzido do japonês significa “sala grande” (NASCIMENTO et al., 2018), é uma ferramenta *Lean* vista como uma forma de planejar a gestão visual em uma sala, tornando mais claro os objetivos de uma organização e mais fáceis as análises de indicadores e o acompanhamento de planos de ações (PISSOLATTI, 2018).

Na sala *Obeya*, a gestão visual aborda dados de produção, projetos e os problemas a serem resolvidos dentro das organizações, além de materiais didáticos referente às boas práticas do *Lean* e dicas de comportamento, dessa forma, é estabelecido um ambiente de colaboração permitindo obter soluções mais rápidas e efetivas (MURAYAMA, 2018).

De acordo com Pissolatti (2018), algumas das “ferramentas usadas na sala *Obeya* vão desde gráficos, quadros de progressão de atividades e projetos com a situação atual e metas, informações de qualidade, indicadores de desempenho, e informações financeiras”. Para alguns autores é possível completar os planos de desenvolvimento dessa ferramenta através do ciclo PDCA (CERDA, 2022).

2.1.6 Implementação do Sistema de Produção Enxuta

Até este ponto da pesquisa sobre *Lean Manufacturing* não foram encontrados na literatura um método ou proposta definitiva para sua implementação. Lewis (2000) indica que as razões para isto é que cada organização tem suas particularidades, logo, há a necessidade de adequação da filosofia para cada contexto organizacional.

Porém, a implementação da filosofia e princípios do *Lean Manufacturing* pode ser descrita como um processo envolvendo um conjunto de ações que requer o planejamento da

mudança e o estabelecimento de um ambiente positivo, preparação, implementação de diversas ferramentas e técnicas e medição do progresso alcançado por meio de métricas de desempenho específicas (VIENAZINDIENE; CIARNIENE, 2013).

Dessa forma, Mostafa, Dumrak e Soltan (2013), propõem uma nova estrutura de implementação de 22 elementos construída em quatro fases, sendo elas, fase conceitual, projeto de implementação, implementação e avaliação e a fase de transformação *Lean* completa, conforme mostra a Figura 4. O processo de monitoramento e controle é integrado a todas as fases para garantir que os resultados esperados para a transformação enxuta sejam totalmente entregues. Em seguida, são descritas cada uma das fases com algumas das possíveis ferramentas a serem utilizadas propostas pelos autores.

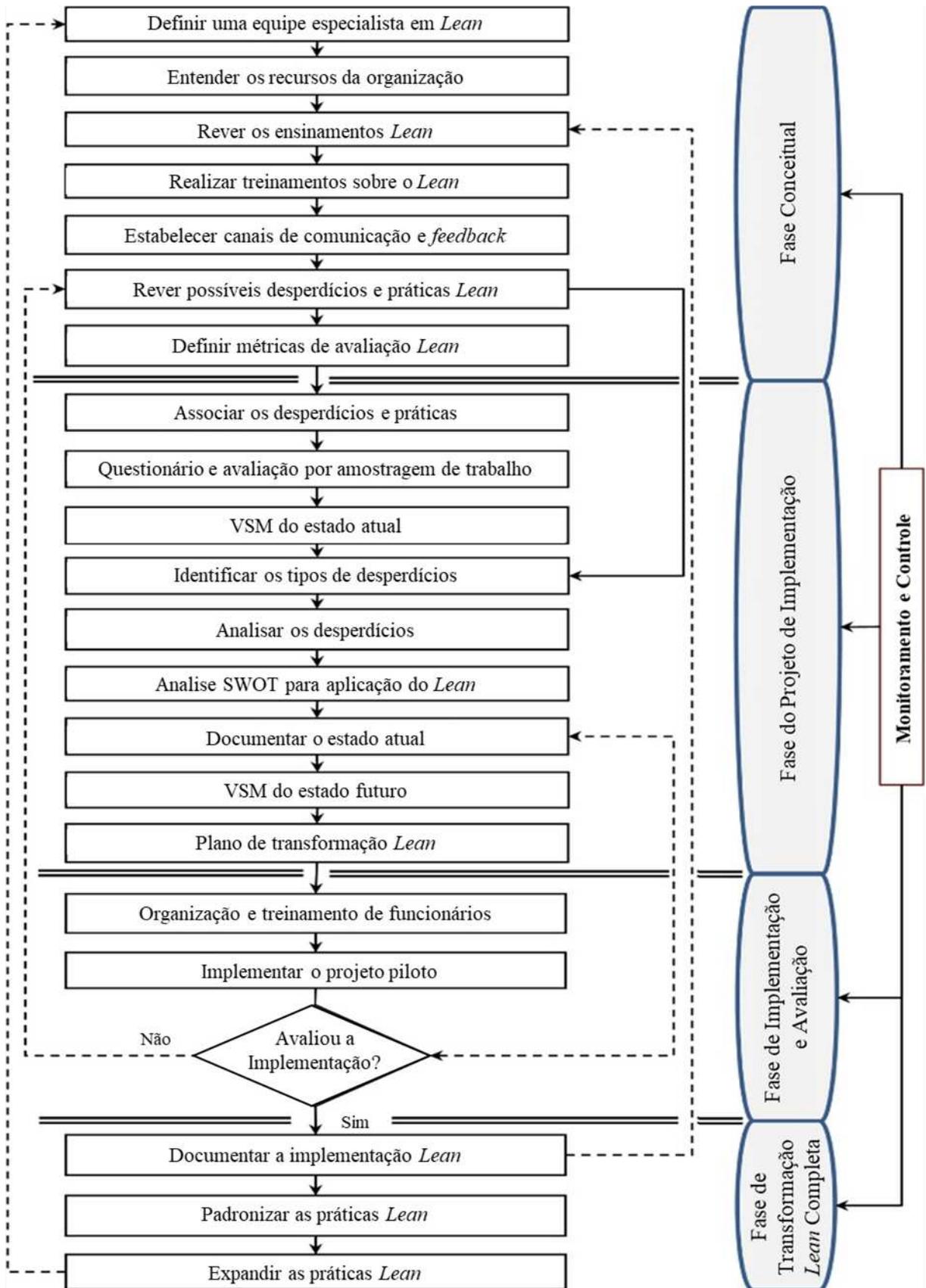
Na primeira fase, “Fase de conceituação”, o escopo é definido e o pessoal envolvido passam por um treinamento com o objetivo de compreender a filosofia e as ferramentas que servirão de apoio à implementação. Na maioria das organizações, a equipe é nova no conceito *Lean*, conseqüentemente seus membros podem levar um tempo considerável para entender completamente a metodologia, dessa forma, para a eficácia da implementação pode ser necessário contar com ajuda adicional de especialistas *Lean*.

A segunda fase é a “Fase do projeto de implementação”, que tem como objetivo elaborar o projeto *Lean* e preparar a equipe para a prática, identificando o estado atual e os requisitos do *Lean* organizacional por meio de várias análises. As ferramentas recomendadas para esta fase enfatizam principalmente o processo de tomada de decisão para entregar uma implementação bem-sucedida, sendo elas, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, análise de lacunas, análise SWOT, diagrama de causa e efeito, entre outras.

Com a equipe definida e treinada, o plano de implementação *Lean* pronto e a unidade definida para implementação se inicia a terceira fase, a “Fase de implementação e avaliação”, ela se baseia na realização de um projeto piloto para criar um protótipo ou uma implementação experimental, com o objetivo de garantir que qualquer expansão do desenvolvimento do projeto *Lean* seja baseada na precisão, eficácia e eficiência. O processo de avaliação da implementação auxilia na reavaliação das estratégias de implementação, podendo ser feita por meio de questionários.

Por fim, a quarta e última fase, “Fase da completa transformação do *Lean*”, busca documentar toda e qualquer mudança no escopo durante a execução da implementação, o estabelecimento de novos padrões *Lean* e o planejamento da melhoria contínua.

Figura 4 – Estrutura proposta para implementação da manufatura enxuta



Fonte: Adaptado de Mostafa, Dumrak e Soltan (2013).

Para se ter uma transformação *Lean* bem-sucedida é preciso garantir que todas as mudanças necessárias aos requisitos estabelecidos sejam implementadas, pois a partir desse processo se tem uma padronização. Além disso, expandir as práticas do escopo da implementação é um indicador de melhoria contínua, enquanto o envolvimento das partes interessadas em todos os níveis deve ser incluído.

Nesse mesmo sentido, Azevedo (2011) apresenta um modelo de implementação do *Lean Manufacturing* baseado em quatro grandes ações divididas em fases mais objetivas, conforme mostra a Figura 5. Em uma primeira ação, o foco está na criação de uma cultura e desenvolvimento de competências *Lean* (preparação conceitual), dessa forma, os colaboradores terão o conhecimento necessário das ferramentas que servirão de apoio à implementação do sistema de Produção *Lean*.

A segunda ação é baseada na realização de um projeto piloto em ambiente controlado, que permite testar e validar os conceitos aprendidos na ação anterior em uma área produtiva definida. Durante a aplicação do projeto piloto serão coletadas informações para realizar análises e diagnósticos. Em seguida, um plano de ações de melhoria deverá ser realizado, definindo um planejamento detalhado e a elaboração de um cronograma de implementação.

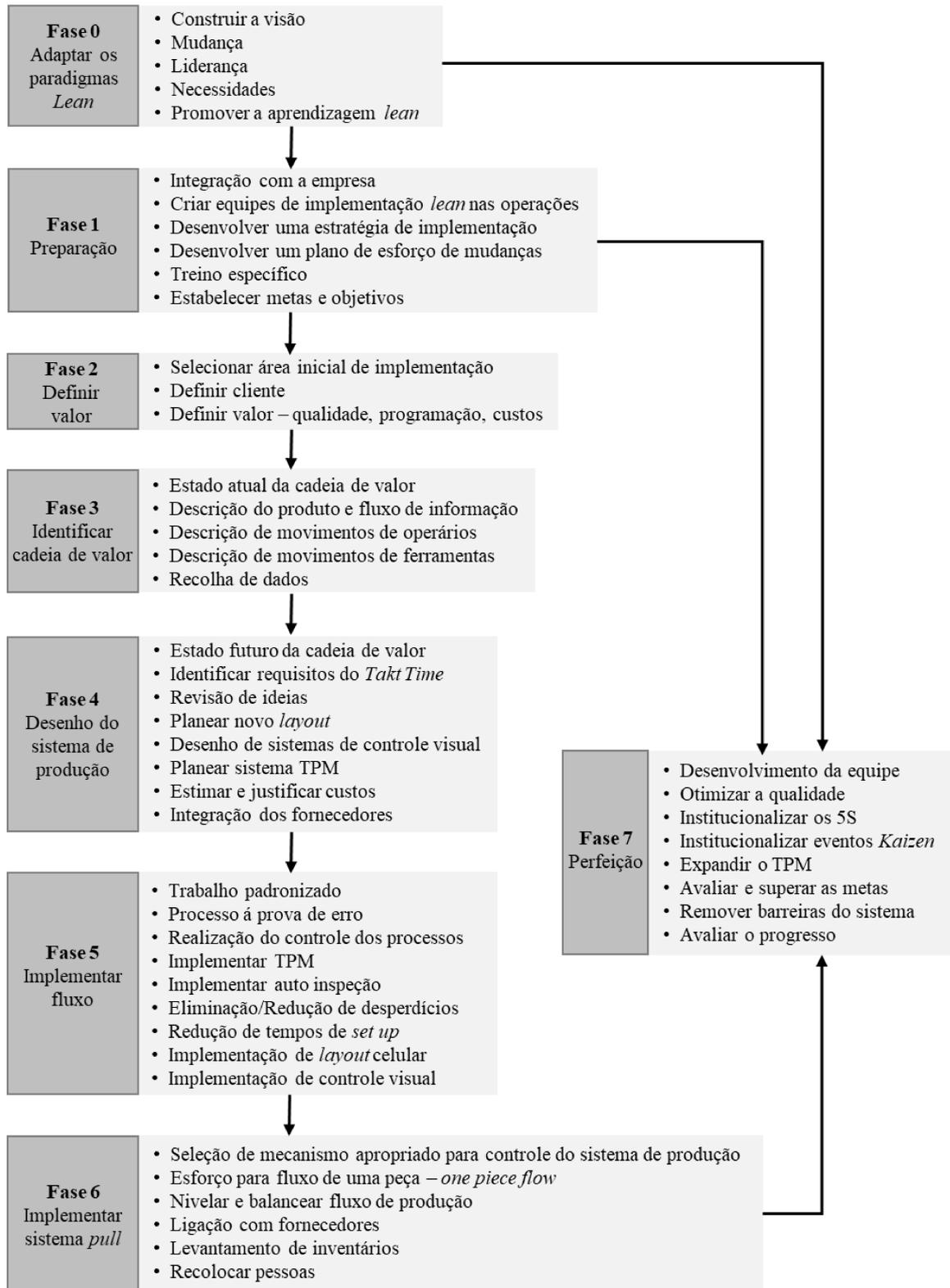
Já a terceira ação é a implementação do projeto piloto, levando em consideração a aplicação das ferramentas *Lean*, identificação de oportunidades e eliminação de desperdícios, implementação de novos sistemas e melhoria da produtividade.

Por fim, a última etapa consiste na aplicação geral dos conceitos *Lean* em toda a empresa, ou seja, a partir da obtenção do sucesso da implementação dessas técnicas com o projeto piloto, se inicia a expansão do projeto de fato.

Com relação ao projeto piloto, os autores ressaltam que há cinco etapas básicas para o desenvolvimento de uma estratégia de melhoria do processo, sendo elas: avaliar o estado atual, determinar o estado futuro, identificar a estrutura organizacional do estado futuro estabelecendo as ferramentas e técnicas *Lean*, identificar as prioridades e desenvolver os planos.

Como já citado anteriormente, a Figura 5 apresenta um modelo de implementação *Lean* dividido em várias fases, onde é possível ver sua evolução e técnicas utilizadas são fornecidas servindo como um guia para a jornada de implantação da filosofia.

Figura 5 – Roteiro de implementação *Lean*



Fonte: Adaptado de Azevedo (2011).

2.1.7 Casos de implementação do Lean Manufacturing

Oliveira, Mendes e Costa (2018) apresentam um caso de implementação do Sistema de Produção Enxuta em uma indústria de autopeças. O processo de implantação iniciou com a coleta de dados sobre as informações dos processos onde foi verificado grandes desperdícios de tempo, matéria-prima e recursos financeiros, além do não cumprimento dos prazos de entrega por parte da empresa.

Os autores propuseram a implementação do STP em quatro fases distintas e bem definidas entre si. A primeira, denominada “Fase de preparação” teve como objetivo reconhecer o layout da fábrica, mapear os processos existentes, coleta de indicadores e construção do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) do estado atual. Na fase seguinte, “Fase de intervenção”, foi aplicado o treinamento sobre o Programa 5S e posteriormente realizado o dia “D” com os colaboradores da empresa, também foi posto em prática Procedimentos Operacionais Padrões (POP’s).

Na terceira fase, “Fase de monitoramento”, foi implementado um quadro de gestão à vista para acompanhamento dos indicadores de desempenho do estado atual. Por fim, na “Fase de encerramento” foram apresentados todos os índices obtidos após implementação das metodologias e ferramentas expostas anteriormente, além de índices como: produtividade, movimentação, retorno financeiro e indicadores de desempenho.

Com a implementação do STP proposto por Oliveira, Mendes e Costa (2018) e com as melhorias adquiridas e redução de perdas, a empresa conseguiu reduzir seu preço de venda, além da redução no tempo de entrega, cumprindo então os prazos estabelecidos com os clientes.

No mesmo sentido, Phelipe (2018) retrata um estudo realizado em uma empresa do ramo de máquinas agrícolas, que tem como objetivo analisar os resultados e as barreiras da implantação do sistema *Lean Manufacturing*. O trabalho é um estudo de caso, a coleta de dados se deu através de observação e análise documental e a análise foi feita a partir das ferramentas de suporte do sistema *Lean*, como Mapeamento do Fluxo de Valor e da logística interna, *kanban*, células de produção, 5S e troca rápida de ferramentas.

Dessa forma, os autores perceberam que as principais barreiras encontradas na implantação do *Lean Manufacturing* foram a falta de padronização, falta de disciplina, falta de conhecimento técnico e resistência à mudança. Para superar a falta de padrão e disciplina a empresa em questão padronizou a execução de cada atividade através dos POP’s e implantou auto avaliações para avaliar a disciplina; com relação à resistência à mudança foi necessário implantar ações como a de dar segurança aos funcionários, discutir os resultados alcançados,

abrir canal de comunicação, manter aproximação com os funcionários, estimular a participação deles e mitigar os focos de resistência. Como resultado da implantação, se obteve uma redução de 76% do inventário em processo, redução de 81% da área ocupada, encurtamento de 90% no ciclo financeiro e aumento do giro de estoque em 77%.

Já Hodge et al. (2011) descreveram um estudo para determinar quais princípios *Lean* são adequados para implementação em indústrias têxteis. De acordo com os autores, para a implantação da filosofia cinco níveis devem ser percorridos. No primeiro, uma política de desenvolvimento de ferramentas deve ser elaborada com o objetivo de iniciar uma mudança cultural, uma vez que foi identificada resistência à mudança tanto pela gerência, quanto pelos funcionários de chão de fábrica.

Para o próximo nível os autores propõem a elaboração de uma gestão visual através de *Andons*, para controle das operações; projetos 5S; programa TPM. No terceiro nível, Hodge et al. (2011) defendem a criação de projetos de melhoria contínua voltados aos colaboradores de chão de fábrica, para que estes sejam capazes de identificar áreas de melhoria e utilizar ferramentas – como análise da causa raiz e *poka-yokes* – para identificar e propor soluções para problemas.

O nível seguinte envolve a padronização e estabilidade dos processos, através de instruções de trabalho, identificação dos tempos de ciclo e construção de sequências de trabalho. Por fim, no último nível deve ocorrer a aplicação de ferramentas, como *kanban* para alcançar o *Just in Time*. Os autores ainda destacam que o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) pode ser desenvolvido em qualquer um dos níveis de implementação.

2.2 Bioenergia

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil por volta de 1532, trazida pelos portugueses do sudoeste asiático (UNICA, 2019). De acordo com Silva (2020), o crescimento da produtividade nesse setor se iniciou com a crise do petróleo no contexto internacional da década de 1970, que afetou diretamente a agroindústria da cana-de-açúcar brasileira e levou a um intenso aumento de investimento nesse setor. A partir da cana-de-açúcar se obtém o açúcar, o etanol e a bioeletricidade que é gerada a partir da queima do bagaço da planta (SOUSA; JAGUARIBE; FERREIRA, 2021).

O Brasil é historicamente o maior produtor de açúcar do mundo, sendo responsável por 23% da produção global e 49% da exportação mundial na safra 2020/2021, além de ser uma importante fonte natural e acessível de energia para as pessoas (UNICA, 2021). Já o etanol de

cana-de-açúcar brasileiro foi classificado como combustível avançado, capaz de reduzir até 90% as emissões de gases de efeito estufa em comparação à gasolina, se tornando um orgulho nacional por sua eficiência energética e pela sustentabilidade em toda sua cadeia (UNICA, 2021).

A bioeletricidade gerada a partir da cana-de-açúcar é a quarta fonte mais importante da matriz elétrica brasileira (UNICA, 2021). A bioenergia atualmente faz parte de um importante segmento das denominadas energias renováveis, sendo considerada a energia derivada da biomassa (LEMOS; STRADIOTTO, 2012) e de acordo com a Agência Nacional do Petróleo (2020), a biomassa renovável é oriunda do biocombustível que pode substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia. Os dois principais biocombustíveis líquidos utilizados no Brasil são o biodiesel, produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e incorporado ao diesel de petróleo, e o etanol que é obtido a partir de cana-de-açúcar (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2020).

Tabela 1 – Histórico de moagem e produção de açúcar e etanol

Safra	Moagem (toneladas)	Açúcar (toneladas)	Etanol anidro (m³)	Etanol hidratado (m³)	Etanol total (m³)
2009 / 2010	602.193.192	32.956.359	7.065.247	18.625.671	25.690.918
2010 / 2011	620.408.667	38.005.613	8.322.585	19.054.585	27.377.169
2011 / 2012	559.215.375	35.923.479	8.580.784	14.100.802	22.681.586
2012 / 2013	588.477.698	38.245.676	9.844.907	13.372.397	23.217.304
2013 / 2014	651.294.385	37.593.652	12.187.061	15.288.792	27.475.853
2014 / 2015	633.927.436	35.577.970	12.100.592	16.415.115	28.515.707
2015 / 2016	667.116.425	33.837.339	11.660.541	18.571.894	30.232.435
2016 / 2017	651.840.683	38.734.075	11.586.020	15.666.693	27.252.713
2017 / 2018	641.276.186	38.608.303	11.366.342	16.502.343	27.868.685
2018 / 2019	621.183.434	29.053.239	9.919.963	23.193.857	33.113.820
2019 / 2020	642.686.277	29.605.946	10.884.315	24.712.639	35.596.954
2020 / 2021	657.516.192	41.503.254	10.650.225	21.858.739	32.508.964

Fonte: Adaptado do Departamento de Economia e Estatística (2021).

Segundo Rezende e Magalhães (2012), o comportamento dos mercados nacional e internacional do açúcar e álcool combustível proporcionou o favorecimento da atuação da cana-

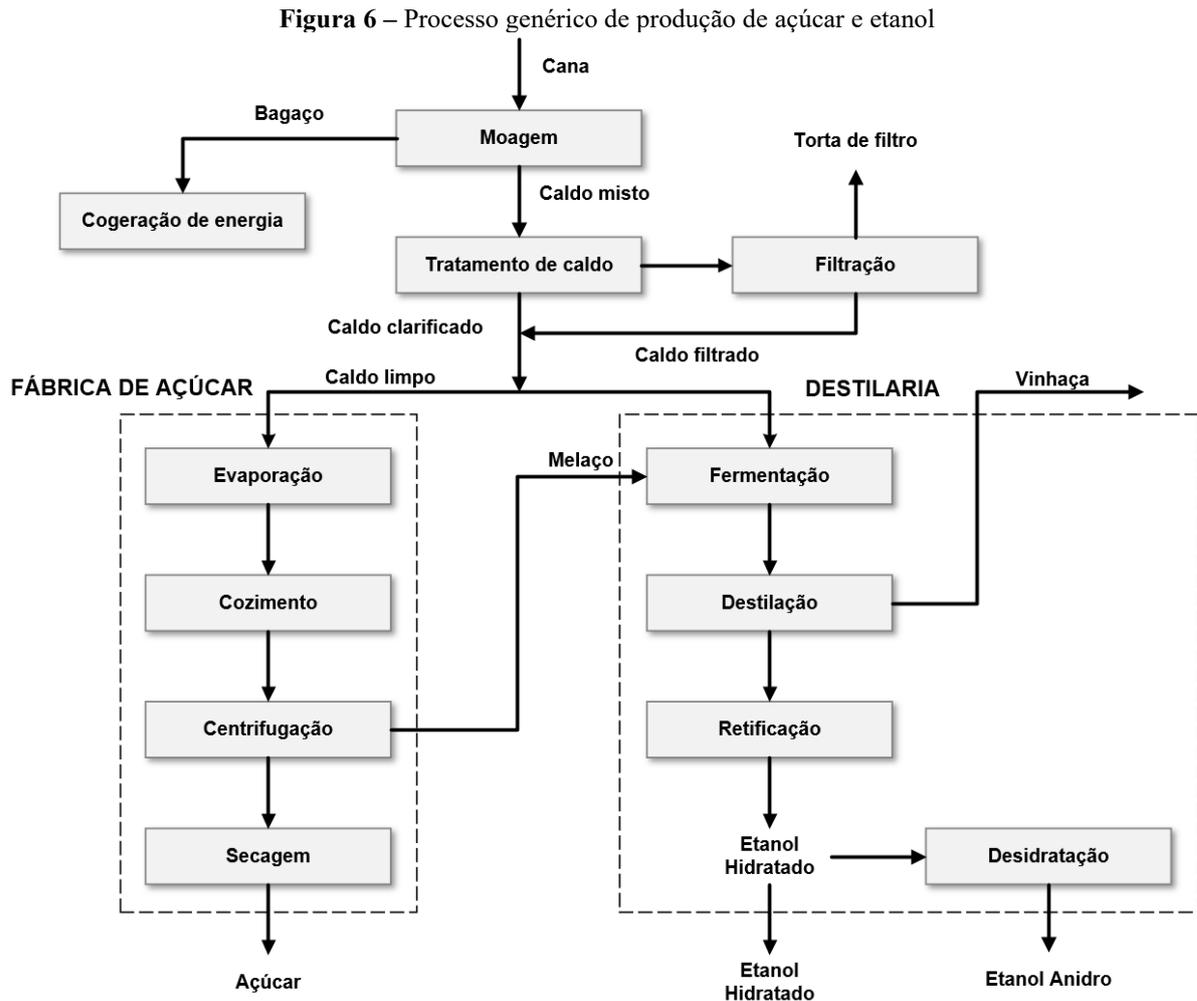
de-açúcar, dessa forma, a conquista e a ampliação de mercados internacionais para o açúcar, a recuperação dos preços internacionais, o aumento das exportações de álcool combustível e até mesmo o aumento nas vendas de automóveis com motores flex no mercado nacional são considerados fatores que provavelmente contribuíram para expansão da atividade. A Tabela 1, apresenta um breve histórico de moagem e produção de açúcar e etanol ao decorrer dos anos no Brasil.

Em 2020, a produção de bioeletricidade de cana foi de 22,6 mil GWh, representando 82% de toda a geração de energia elétrica a partir de biomassa no país (UNICA, 2021). Com relação ao etanol, mesmo com a redução da produção nacional na safra 2020/2021, a exportação cresceu cerca de 55,1% quando comparada com a safra anterior, e já no ciclo de 2021/2022, a safra se inicia com perspectiva otimista no que diz respeito à recuperação da demanda do etanol brasileiro, que foi prejudicada no ciclo anterior em razão da pandemia (CONAB, 2021). No início da safra 2020/2021, ocorreu uma forte desvalorização do açúcar no mercado internacional, no entanto com uma rápida recuperação, nesse sentido, o Brasil teve um aumento de 25,7% em abril/21 comparado a março/21, exportando cerca de 1,9 milhão de toneladas de açúcar (CONAB, 2021).

De acordo com Mari (2018), as usinas de bioenergia brasileiras apresentam uma certa flexibilidade quanto ao destino da cana, podendo ser para a produção de etanol ou açúcar, permitindo uma maximização das receitas. Sendo assim, ter o conhecimento dos componentes da cana-de-açúcar possibilita o entendimento do potencial energético a ser aproveitado (NETTO, 2018).

“As usinas sucroalcooleiras de 1ª geração são aquelas que produzem etanol a partir do caldo da cana-de-açúcar e aproveitam o bagaço e a palha da cana como combustíveis a serem queimados em caldeiras” (MARI, 2018). Dessa forma, as usinas estão produzindo cada vez mais energia elétrica excedente a partir do bagaço e palha, o que proporciona um aproveitamento quase integral da cana-de-açúcar (NETTO, 2018).

Para produção de açúcar e etanol a partir da cana, a configuração industrial mais adotada no Brasil é da destilaria de etanol ligada a fábrica de açúcar (VILELA, 2013), uma vez que a inconstância no mercado sucroenergético exige que os investidores estejam preparados para adaptações das variações de demanda (MACEDO; SEABRA; SILVA, 2008). Na Figura 6 é possível observar o processo genérico de produção de açúcar e etanol.



Fonte: VILELA (2013) *apud*. CORTEZ et al. (2010).

A recepção da cana-de-açúcar na indústria tem início com a pesagem do caminhão contendo a matéria-prima e coleta de amostras no laboratório PCTS (Pagamento de Cana por Teor de Sacarose) para que sejam analisados a pol, o Brix, a fibra, a humidade e demais indicadores de qualidade; através do resultado das análises é feita a remuneração aos fornecedores conforme qualidade da cana (SUMIKAWA, 2019). Em seguida, a matéria-prima passa por um sistema de limpeza onde serão removidas quaisquer impurezas que possam causar corrosão nos equipamentos (TONON FILHO, 2013).

Após limpa, a cana segue para o preparo que tem como principal objetivo desfibrar a matéria-prima para que haja um maior aproveitamento no processo de moagem e extração de sacarose, além da redução da umidade final do bagaço. O processo de extração do caldo inicia-se logo após o preparo e é responsável por converter a cana-de-açúcar em dois subprodutos, bagaço e caldo açucarado (SUMIKAWA, 2019).

O caldo extraído segue para o tratamento onde será submetido a processos para remoção de impurezas que possam afetar sua qualidade. Pellegrini (2008) salienta que devem ser removidas substâncias solúveis e insolúveis durante o tratamento de caldo.

Desta forma o caldo passa por trocadores de calor que irão aquecê-lo para posterior decantação. O aquecimento também é responsável por eliminar pequenas partículas de impurezas e microrganismos (TONON FILHO, 2013). Além do aquecimento, há também o procedimento de calagem (adição de leite de cal) para controle de pH, limpeza do caldo, neutralização de ácidos orgânicos e formação de fosfato de cálcio (LOPES et al., 2011).

A operação de decantação acontece em decantadores, onde os componentes solubilizados pelo aquecimento e adição de cal são removidos após a precipitação do material floculado (LOPES et al., 2011). O caldo decantado, também denominado caldo clarificado, segue para a etapa seguinte. Já as impurezas passam por um processo de filtração a vácuo para que seja retirado todo excesso de líquido dos sólidos; o líquido filtrado (aproximadamente 10% do fluxo total de caldo) volta para o processo de decantação e os sólidos separados - denominados de torta de filtro - são encaminhados para as lavouras como fertilizante (LOPES et al., 2011).

Para alcançar a concentração ideal de açúcares, o caldo clarificado deve passar por evaporadores e cozedores para que aconteça a cristalização do açúcar, porém nem toda sacarose presente no caldo é cristalizada, logo, o mel (solução residual rica em sacarose) pode retornar ao processo para recuperação do açúcar dissolvido ainda presente (VILELA, 2013).

Com o esgotamento da sacarose extraída do mel sobra o mel final (melaço), que é aquele pobre em sacarose e que não retornará mais ao processo de fabricação de açúcar e, portanto, pode ser utilizado também como matéria-prima para a fermentação (CGEE; BNDES, 2008).

As massas de mel passam por centrífugas onde serão centrifugadas para que ocorra a separação dos cristais de açúcar (SUMIKAWA, 2019), que posteriormente é enviado para os secadores para remoção da umidade antes de ser ensacado (PELLEGRINI, 2008).

Para a fermentação, parte do caldo clarificado é misturado ao mel final, formando o mosto, que é então enviado para as dornas de fermentação (VILELA, 2013). O mosto é então misturado a leveduras - que convertem a sacarose em etanol - e fermentado por um período que pode variar de oito a 12 horas, originando o vinho (CGEE; BNDES, 2008). Por sua vez, o vinho é encaminhado às centrífugas para a recuperação das leveduras e o produto é o vinho delevurado.

O próximo passo no processo de produção de etanol é a destilação e desidratação, que consiste em aumentar a concentração alcoólica do vinho delevurado – através do seu

aquecimento em colunas de destilação – entre valores que podem variar de 90 °GL a 96 °GL para o etanol hidratado, ou valores superiores a 99 °GL para o etanol anidro (SUMIKAWA, 2019).

Já para a geração de vapor que alimenta as turbinas e essa por sua vez cogera energia, a queima do bagaço e da palha nas caldeiras gera energia suficiente para mudar o estado da água presente nas serpentinas de líquido para vapor. Segundo Lima (2011), o vapor gerado nas caldeiras pela queima do bagaço e da palha é responsável pela geração de energia térmica, mecânica e elétrica.

De acordo com UDOP (2021), anualmente a revista Forbes publica a lista com as empresas brasileiras do agronegócio que mais se destacaram no mercado e, no último levantamento, das 50 primeiras empresas que apareceram no *ranking*, sete delas são do setor de bioenergia. Raízen aparece na segunda colocação com uma receita bruta de R\$ 120,6 bilhões seguida pela Cosan com faturamento de R\$ 73 bilhões, destacam-se também Bunge, Copersucar, Tereos, Biosev, ATVOS Agroindustrial e São Martinho (UDOP, 2021).

3 METODOLOGIA

Este tópico aborda quais recursos metodológicos são utilizados no presente trabalho, compreendendo os métodos, as técnicas e também os motivos pelos quais os mesmos foram escolhidos em função do objeto e da questão de pesquisa (ZAMBELLO et al., 2018). Dessa forma, a seguir é apresentado a caracterização metodológica da pesquisa, as técnicas de coleta e análise de dados, visando alcançar os objetivos da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Segundo Prodanov e Freitas (2013), existem diversas formas de classificar as pesquisas, as mais clássicas são sob o ponto de vista de sua natureza, abordagem do problema, seus objetivos e procedimentos técnicos, ou seja, a maneira pela qual obtemos os dados necessários para a elaboração da pesquisa.

Com relação à natureza, a pesquisa é definida como aplicada, pois busca gerar conhecimentos para aplicação prática em interesses específicos (FIORI; BEZERRA, 2018), ou seja, tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática voltado à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Em relação a abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa que segundo Lira (2019), “busca a compreensão dos fenômenos e o modo de interpretá-los, não utilizando instrumentos estatísticos para o processo de análise de um problema de pesquisa”. A abordagem qualitativa não faz uso de instrumentos estatísticos para a análise e é utilizada para descrever a complexidade de determinado problema que não envolve manipulação de variáveis ou estudos experimentais, busca levar em consideração todos os componentes envolvidos em uma situação e suas interações e influências recíprocas considerando uma visão, perspectiva holística (ZAMBELLO et al., 2018).

Do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa é caracterizada como descritiva, que tem como objetivo descrever um determinado fenômeno ou população tentando uma interpretação (LIRA, 2019). O pesquisador registra e descreve os fatos apenas observando, ou seja, sem interferir neles, dessa forma, visa descrever as características de determinada população ou fenômeno e buscam identificar uma relação entre variáveis (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa é um estudo de caso. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno

contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e contexto não estão claramente definidos”. É um tipo de pesquisa que analisa uma situação em profundidade, dessa forma, é possível obter respostas para fenômenos específicos (ZAMBELLO et al., 2018).

3.2 Técnicas de coleta e análise de dados

Os dados para este estudo foram coletados através de observação, documentos relativos a fontes primárias fornecidos pela empresa. A observação como procedimento metodológico é caracterizada pelo uso dos sentidos para obtenção de aspectos da realidade como resultados, processos e impactos, depende diretamente da habilidade do pesquisador para captar as informações, julgá-las e registrá-las com fidelidade e sem interferências (BARBOSA, 2008). De maneira geral, a técnica de observação consiste em acompanhar e registrar os dados de forma direta (SILVA et al., 2016).

As fontes primárias são descritas como as mais próximas à informação ou estudo original, consideradas como a matriz explicativa do objeto de estudo, estabelecem uma relação de dependência e são autossuficientes (CAMPOS; CURY, 1997). Se referem a todo e qualquer documento, podendo ser escrito ou não, que tenha sido gerado a partir do fato histórico por pessoas que estiveram presentes, como por exemplo: relatórios, leis e discursos, entre outros (VILLAR; BORGES; SILVA, 2020).

3.3 Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do presente estudo se iniciou com um levantamento bibliográfico acerca do tema *Lean Manufacturing*, abordando suas origens, princípios, estrutura, ferramentas, principais práticas e a implementação desta filosofia em ambientes organizacionais. São abordados também conceitos sobre bioenergia e sua relação com o Sistema de Produção Enxuta.

Em um segundo momento, foram coletadas as informações necessárias através das técnicas citadas anteriormente – observação por meio do acompanhamento da rotina e execução dos serviços realizados pelos funcionários, documentos relativos a fontes primárias fornecidos pela empresa.

Em seguida, foi feita uma descrição da realidade atual da empresa em termos da implementação *Lean*, bem como uma descrição detalhada do projeto descrevendo suas fases de implementação. Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa do projeto de

implantação com os modelos da literatura existentes sobre o assunto com possíveis propostas de melhorias.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta a caracterização da empresa em estudo, bem como uma descrição da realidade atual, problemática empresarial, análise e os resultados obtidos da pesquisa e, por fim, sugestões de melhoria da problemática usando a fundamentação teórica como base.

4.1 Caracterização da empresa

Fundada em 2010, a empresa estudada é uma *joint venture* integrada de energia de origem brasileira com presença nos setores de produção de açúcar e etanol, distribuição de combustíveis e geração de energia. É a principal empresa no setor de bioenergia do país, sendo a maior fabricante de etanol de cana-de-açúcar do Brasil e a maior exportadora individual de açúcar de cana no mercado internacional.

A empresa também é referência em inovação, com diversos programas e iniciativas que têm o objetivo de fomentar a tecnologia e a otimização de processos, estimulando toda a cadeia produtiva a atuar de forma social e ambientalmente responsável. Suas atividades abrangem todas as diferentes etapas de produção, como: cultivo da cana-de-açúcar, fabricação de açúcar e etanol, cogeração de energia, logística, transporte, distribuição, exportação, marketing e varejo de combustíveis por meio dos postos de serviço e lojas de conveniência, que atuam no Brasil e na Argentina.

Em fevereiro de 2021, a companhia passou a ter 35 parques de bioenergia distribuídos no Brasil e dois na Argentina. Juntos, os parques energéticos têm capacidade de processar mais de 100 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e uma capacidade instalada de processamento de 1,5 GW para geração de bioeletricidade a partir do bagaço da cana, além de 1,3 milhões de hectares de área agrícola cultivada. A empresa também conta com escritórios de *trading*, terminais de distribuição, depósitos e terminais em aeroportos distribuídos no Brasil, Colômbia, Texas, Argentina, Suíça, Singapura e Filipinas.

Na área de combustíveis, a empresa comercializa 25 bilhões de litros para os segmentos de transporte e indústria por meio de seus 65 terminais de distribuição, além de abastecer sua rede de sete mil postos de serviço e 66 aeroportos.

Atualmente é uma empresa de capital aberto que tem como principais produtos a geração de bioeletricidade, biogás, etanol de primeira geração, etanol de segunda geração (E2G) e todos os tipos de açúcares do mercado: açúcares líquidos, refinados, cristais, orgânicos e VHP (*Very High Polarization*).

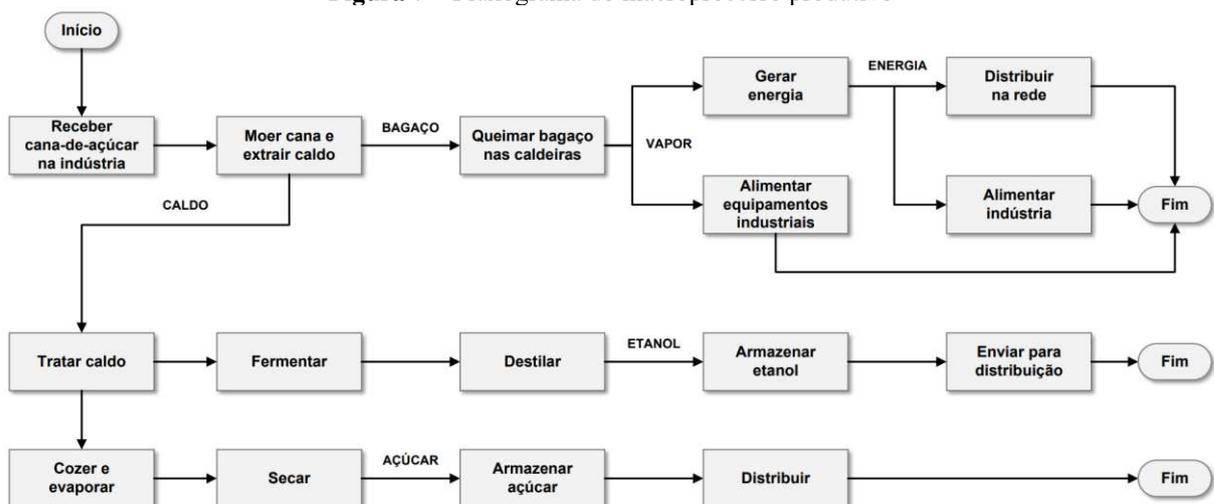
No mercado nacional de renováveis e de *marketing & serviços*, seus produtos são distribuídos tanto para o consumidor final, quanto para clientes industriais (farmacêutica, química, bebidas, cosméticos, etc.). Com mais de 31 mil funcionários, a empresa também investe na comercialização dos seus produtos no mercado internacional.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

A multinacional deste estudo teve como fatores chave para iniciar a implementação da cultura *Lean Manufacturing* na organização a busca pela otimização de suas atividades, redução de desperdícios, investimentos em cultura de segurança e a sustentabilidade de um novo modelo de gestão, de modo a aprimorar toda a sua cadeia. O objetivo é adotar um programa de melhoria contínua de forma estruturada, simples e robusto, capaz de potencializar os negócios da organização através da estabilidade e padronização dos processos, consolidando uma única cultura de excelência. O desenvolvimento do projeto teve início na safra 19'20 com projetos pilotos e segue sendo aplicado de forma gradual, dividido em módulos e fases.

Tomando como base o objetivo proposto no presente trabalho e a delimitação do estudo, foi definido que para a análise considerou-se apenas o escopo de aplicação do programa nas áreas industriais dos parques energéticos da companhia, mais especificamente em uma unidade situada no interior do estado de São Paulo. Na Figura 7 é apresentado o macroprocesso referente a área escolhida.

Figura 7 – Fluxograma do macroprocesso produtivo



Fonte: Os autores (2022).

Com a recepção da matéria-prima na indústria é feita a pesagem das cargas e amostras são coletadas para análise laboratorial de umidade, Pol, Brix, impurezas e outros indicadores de qualidade. A matéria-prima segue então para um sistema mecânico chamado Tombador Lateral Hilo, ele é responsável por descarregar os caminhões de cana nas esteiras de transporte. A cana percorre as esteiras até chegar ao primeiro setor de processamento, o preparo.

No preparo a cana, ainda em pedaços grandes, passa pelo picador e desfibrador para ser dividida em pedaços menores e um eletroímã separa qualquer material metálico que possa estar presente na matéria-prima desfibrada. A partir da cana preparada tem início o processo de moagem e extração do caldo nos ternos da moenda, através da compactação da matéria-prima entre quatro rolos que separam o caldo do bagaço.

Na maior parte das unidades da companhia, as moendas possuem seis ternos e, após a matéria-prima passar por todos eles, o bagaço segue para as caldeiras, onde será queimado para gerar vapor, que por sua vez é responsável por gerar energia e por alimentar os equipamentos industriais.

O caldo é filtrado em uma peneira rotativa para retirar qualquer resquício de bagaço que possa ter passado por entre os rolos e em seguida, segue para o setor de tratamento de caldo onde passará por processos de aquecimento, adição de compostos químicos, correção de pH, remoção de impurezas solúveis e insolúveis, remoção de microrganismos e qualquer outro fator que possa afetar sua qualidade. O caldo tratado então é destinado a fábrica de açúcar e destilaria para produção de açúcar e etanol, respectivamente.

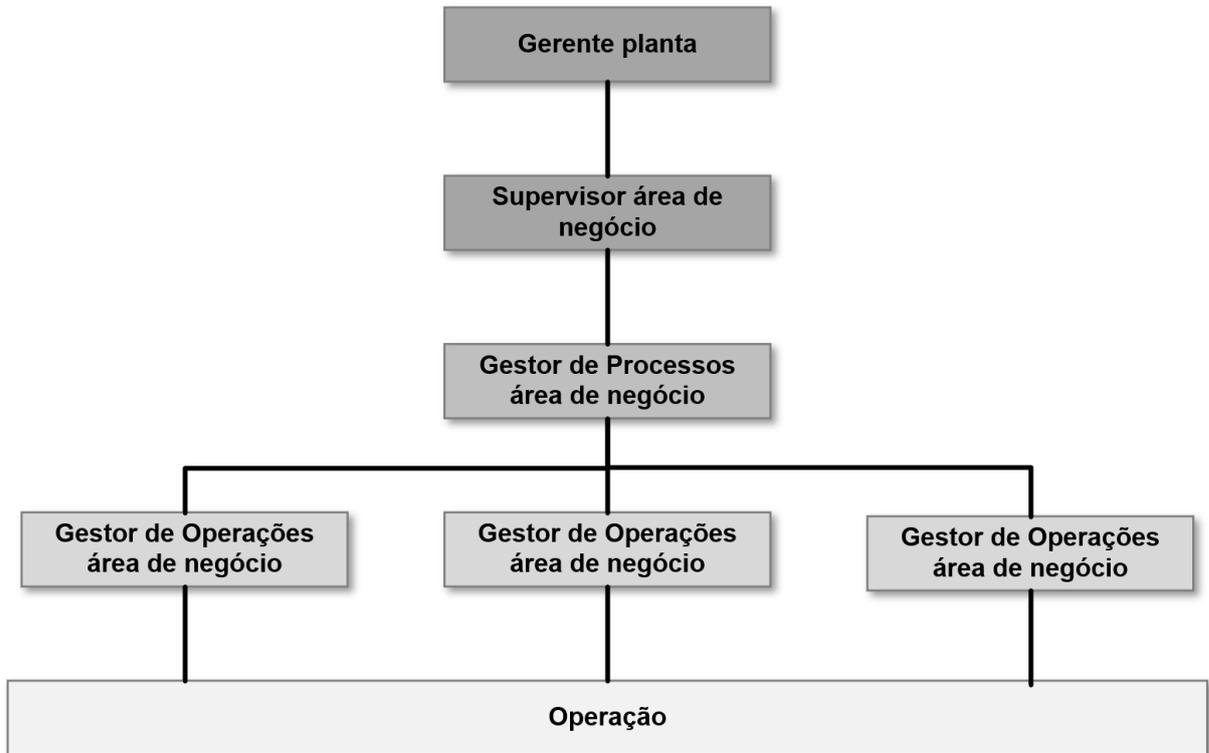
De maneira geral, o organograma das indústrias é dividido em um gerente por planta, um supervisor por setor, um gestor de processos (GP) por setor, três gestores de operações (GO) por setor e operadores, conforme representado na Figura 8. Porém, segundo o porte da unidade e o número de operadores, a quantidade de GP's em um setor pode variar.

Anteriormente a qualquer implementação *Lean* na unidade já havia por parte de toda a operação o senso de dono, de zelo. Os operadores eram incentivados a terem olhar crítico principalmente no que diz respeito à segurança pessoal e material. Eles possuíam liberdade para sugerir novas formas e métodos de fazer determinada atividade e, ter a gestão próxima foi, provavelmente, fator essencial para que eles manifestassem suas ideias.

Porém, apesar de existir alguns critérios para que algumas atividades fossem executadas, não havia qualquer tipo de padronização. Cada operador fazia à sua maneira, desde que seguissem os protocolos de segurança da organização como, preenchimento de *checklists* de pré-uso de ferramentas e equipamentos, uso correto dos EPI's para a atividade executada,

realização da Auto Avaliação de Segurança (AAS) antes de iniciar a atividade e ter os treinamentos específicos da companhia e das Normas Regulamentadoras (NR) válidos.

Figura 8 – Organograma geral da área industrial



Fonte: Os autores (2022).

Além disso, preocupações com a otimização dos espaços para evitar desperdícios como movimentação, por exemplo, não eram uma prática da equipe e da liderança. Havia como metas a redução de custos, desperdícios e otimização dos processos, porém não se tinha claro como alcançar esses resultados.

Como a equipe operacional em sua maioria possui baixa escolaridade, os conceitos de Produção Enxuta não eram conhecidos. Esse comportamento não só se fazia presente na unidade de análise, como também em todos os outros parques energéticos da companhia, daí a necessidade de formalizar hábitos de excelência.

4.3 O programa de implementação da Manufatura Enxuta

Para a implementação da cultura *Lean*, a diretoria do time de excelência operacional junto a uma empresa de consultoria especializada contratada definiu os principais objetivos e resultados que a organização almeja alcançar e dividiu o projeto em três módulos que diferem

em nível de maturidade de aplicação e conhecimento da metodologia. A Figura 9 apresenta uma representação da casa Toyota de Produção adaptada para a realidade e objetivo da empresa.

A proposta de implementação tem início nas unidades partindo do módulo básico, que abrange a aplicação das iniciativas *Lean Leadership*, *Hoshin Kanri*, *Obeya*, Programa 5S, Trabalho Padrão, PDCA/A3 e *Kaizen*. A ideia por trás da decisão de manter essas ferramentas como o *start* da implementação da Manufatura Enxuta é, primeiro, familiarizar a operação do chão de fábrica com conceitos e hábitos de padronização, olhar crítico e otimização, tornando-os cultura na empresa, para depois introduzir os conceitos mais robustos do *Lean Manufacturing* através dos módulos avançados I e II.

Figura 9 – Casa *Lean* do programa



Fonte: Os autores (2022).

Para cada ferramenta e iniciativa, uma unidade da companhia foi escolhida como piloto para rodar o programa pela primeira vez, com o propósito de entender a percepção das pessoas e quais pontos deveriam ser ajustados ou reformulados antes de disseminar para as demais. Dos 35 parques de bioenergia, cinco unidades foram escolhidas como piloto.

Todas as ações são metas e contam como indicadores de performance e aderência da unidade ao programa e tanto a liderança quanto a operação são bonificados caso atinjam os

números e resultados esperados. As metas são definidas pela diretoria de excelência operacional e diretoria corporativa do setor. Além disso, as unidades são medidas em cinco níveis de maturidade de aplicação e desenvolvimento das iniciativas e ferramentas, sendo:

- Nível 5 – Processo instável, nível mínimo de gestão;
- Nível 4 – Processo suportado, existe algum tipo de gestão e controle inicial;
- Nível Bronze – Treinamentos e sistemas de apoio estão prontos para iniciar a operação da metodologia, mas ainda não há evidências;
- Nível Prata – A metodologia está em operação e é evidenciada pelos registros de atividades, mas ainda não há evidências de melhoria;
- Nível Ouro – Metodologia em operação e trazendo resultados de melhoria evidenciados nos registros de atividades, refletindo nos indicadores da unidade.

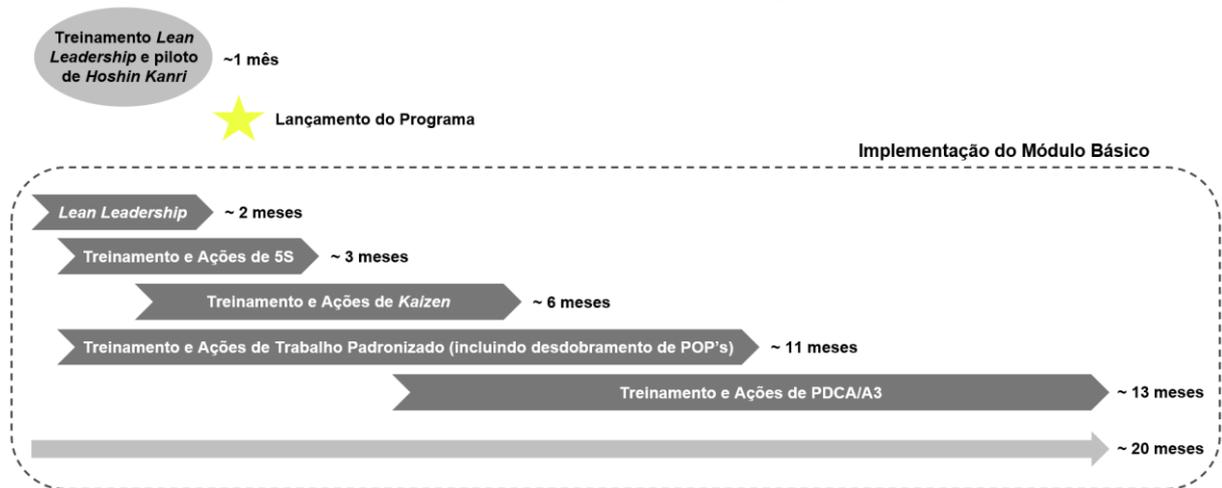
Cada parque energético recebe na unidade um gestor *Lean*, sendo este um funcionário da organização responsável por acompanhar e auxiliar em todas as iniciativas do programa, além de esclarecer dúvidas, fomentar a cultura de melhoria contínua e dar suporte à gestão no desenvolvimento de documentos e estratégias. O gestor *Lean* é o ponto focal da metodologia *Lean Manufacturing* na unidade e, para garantir o apoio necessário, todos os gestores *Lean* passam por treinamentos periódicos de *Lean Leadership* e formações específicas com a empresa de consultoria contratada.

Para o desenvolvimento do programa e capacitação de pessoas, treinamentos a respeito de cada ferramenta e iniciativa a ser implementada são realizados. Os treinamentos são divididos em duas categorias. Na primeira, o público é treinado como disseminador pela consultoria contratada, posteriormente, os disseminadores replicam os conhecimentos obtidos aos demais.

A definição de quem será disseminador é feita pelo gestor *Lean* da unidade junto a diretoria de excelência. Normalmente, o papel de disseminador recai sobre a liderança de cada setor, ou seja, supervisor, gestor de processos e gestor de operações. Os treinamentos dos disseminadores são feitos no formato presencial ou *online*.

Conforme apresenta a Figura 10, o lançamento do programa na unidade acontece com o treinamento de *Lean Leadership* para o gestor *Lean*. O objetivo é que ele seja capaz de envolver e instruir as demais lideranças nas ações do *Lean Manufacturing*, para que eles desenvolvam, motivem e engajem suas equipes.

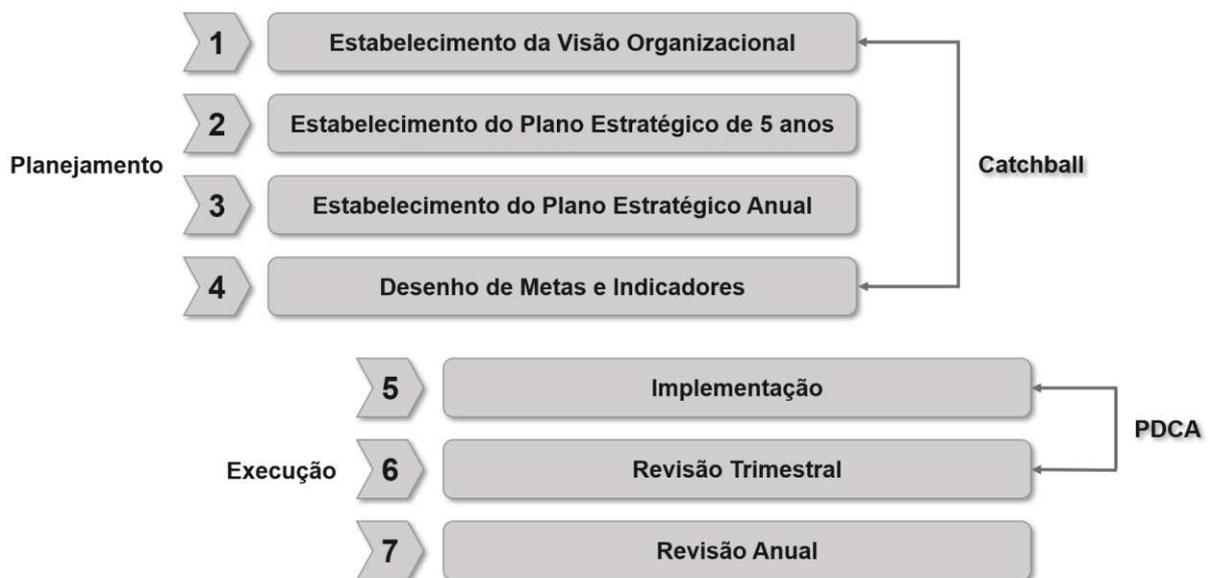
Figura 10 – Linha do tempo do programa



Fonte: Os autores (2022).

Em seguida, as metas estratégicas que guiarão a organização e a unidade pelos próximos cinco anos são definidas através da comunicação do **Hoshin Kanri** desenvolvido pela diretoria regional. O plano é então cascateado entre os diferentes níveis hierárquicos para que as iniciativas e planos de ações sejam colocados em prática.

Figura 11 – Etapas de desenvolvimento do *Hoshin Kanri*



Fonte: Os autores (2022).

O planejamento *Hoshin* é executado em sete etapas, sendo elas: estabelecimento da visão organizacional, estabelecimento do plano estratégico de cinco anos, estabelecimento do plano estratégico anual, desenho de metas e indicadores, implementação, revisão trimestral e revisão anual. Conforme apresentado na Figura 11, durante as etapas de planejamento ciclos

catchball acontecem para que os objetivos traçados sejam bem comunicados, além disso, as iniciativas de implementação dos planos de ações são desenvolvidas através do **ciclo PDCA** e construção de relatórios A3.

Nas unidades, cada supervisor, com o auxílio do gestor *Lean*, elabora um piloto do *Hoshin Kanri* para a sua área com o objetivo de alinhar e desdobrar a estratégia para alcançar a visão organizacional.

A implementação do **Programa 5S** é dividida nas etapas de preparação, padronização e sustentação. Durante a etapa de preparação são mapeados os postos de trabalho onde será aplicado o 5S e os papéis e responsabilidades, ou seja, quem será o dono da área e quem será o ponto focal. Essa definição é feita pelo supervisor e gestor de processos do setor junto ao gestor *Lean*.

Ainda na etapa de preparação, o dono da área e o ponto focal passam por um treinamento presencial com consultores de oito horas de duração, onde são abordados os conceitos de cada senso e, em seguida, tais conceitos são colocados em prática. Os participantes são divididos em grupos e ficam responsáveis por escolher um local para realizar o 5S. O objetivo é consolidar na prática a teoria aprendida e reforçar a importância do trabalho visual onde todos entendem o ambiente rapidamente, sem perguntar ou precisar de ajuda, além de evidenciar possíveis anormalidades e desperdícios.

Com todo o time treinado e capacitado, inicia-se a etapa de padronização. Nela é realizado o dia “D” nas áreas escolhidas e os quatro primeiros sentidos são aplicados. São definidos os indicadores e padrões visuais da área que, a partir de então, devem ser sempre mantidos.

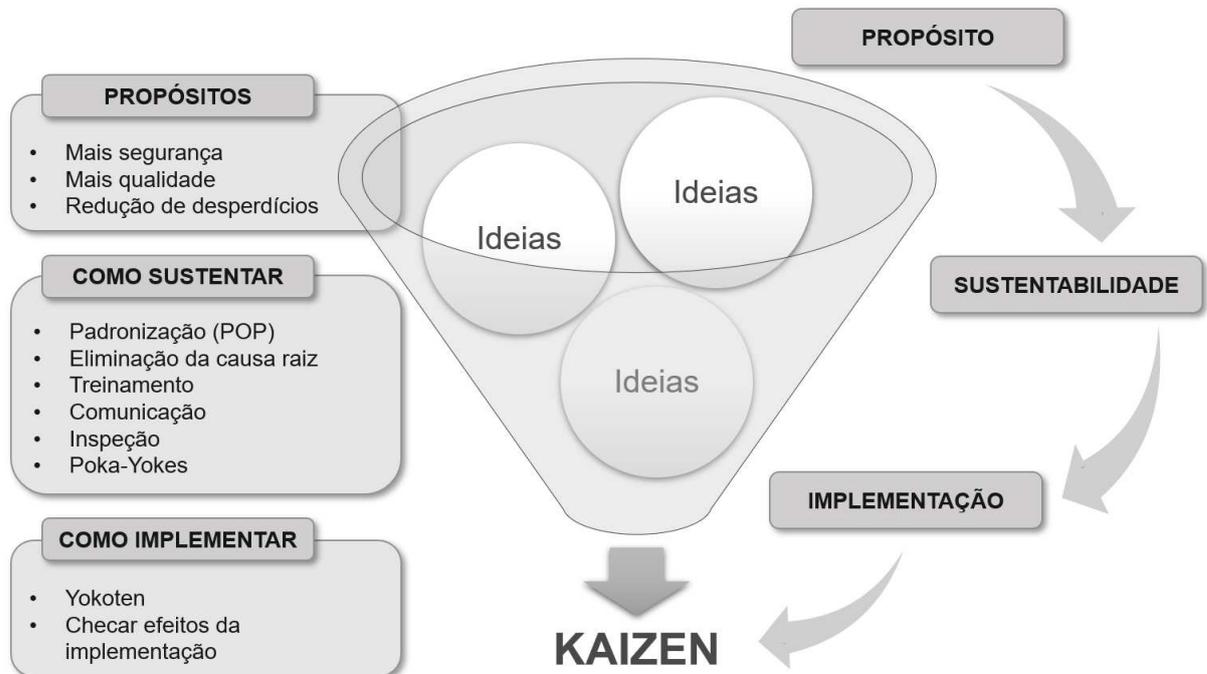
Para garantir a sustentação do que foi feito, o dono da área deve – diariamente – conferir se o padrão inicial está sendo mantido através de uma lista de checagem e, caso haja alguma não conformidade, um plano de ação deve ser elaborado por ele para tratar o desvio. Além da inspeção diária, uma inspeção mensal também é praticada pelo gestor *Lean* para verificar os indicadores de aderência ao 5S e ao final de cada safra e entressafra a unidade é auditada pelos consultores contratados especializados.

Para a filosofia *Kaizen*, inicialmente, também são realizados treinamentos para capacitação das pessoas. O treinamento é ministrado no formato presencial por um consultor, tem duração de quatro horas e conta com um grupo de pessoas que, após treinadas, serão os disseminadores e replicarão a metodologia para os demais. Levar e fomentar a melhoria contínua nos parques energéticos tornando a operação mais segura, mais eficiente, com menor

custo e riscos de acidentes foram os principais objetivos da organização para aplicar a filosofia no módulo básico do programa.

Qualquer pessoa da unidade pode desenvolver um *Kaizen* e são consideradas apenas as ideias que atendem a pelo menos um dos três propósitos estabelecidos pela organização de mais segurança, mais qualidade e redução de desperdícios, conforme evidencia o diagrama da Figura 12. Para ser aprovado como um *Kaizen* a ideia deve ser implementada e sustentada e, para isso, padronizar, treinar, inspecionar e manter comunicação constante com a operação são formas de manter a nova melhoria. Além disso, a empresa incentiva a divulgação dos *Kaizens* implementados entre as unidades com o objetivo de compartilhar as melhores práticas (*Yokoten*) pela empresa.

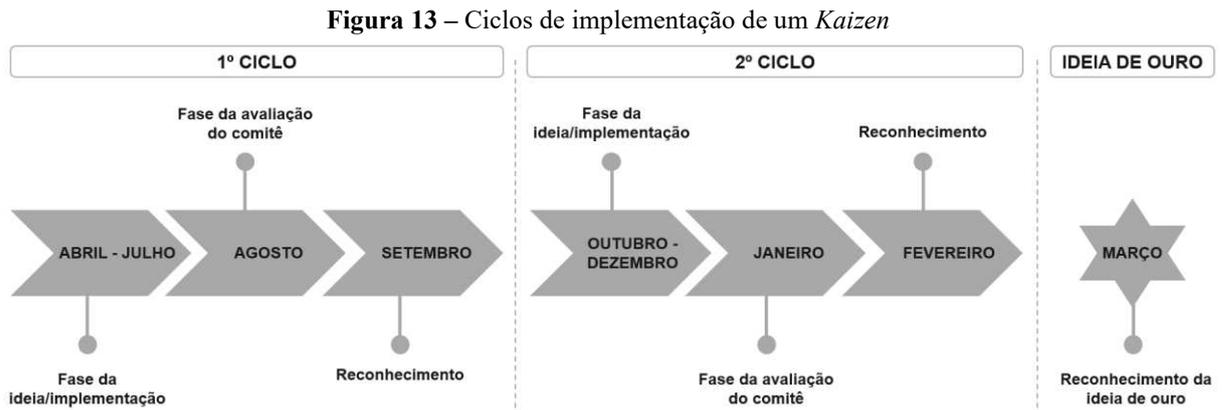
Figura 12 – Fluxo de implementação de um *Kaizen*



Fonte: Os autores (2022).

A implantação de *Kaizen* é dividida em dois ciclos, como mostra a Figura 13. Cada ciclo conta com a fase da ideia/implementação onde o colaborador terá quatro meses para identificar uma oportunidade de melhoria e, caso atenda um dos propósitos citados, colocar a ideia em prática. Na sequência vem a fase de avaliação por parte do comitê, nesse momento eles serão avaliados quanto ao impacto da solução no problema, quanto ao potencial retorno baseado nos direcionamentos de segurança, qualidade, custo, desempenho e respeito pelas pessoas, quanto ao potencial de replicação da ideia e quanto ao seu grau de inovação.

Na última fase do ciclo, o *Kaizen* de maior destaque é reconhecido e os envolvidos no desenvolvimento da melhoria ganham prêmios e bonificações. Ao final do primeiro ciclo o segundo se inicia e, após aplicação de todas as fases, é feito o reconhecimento da ideia de ouro considerando os vencedores dos dois ciclos passados. São considerados nas premiações os *Kaizens* desenvolvidos em todas as unidades da organização.



Fonte: Os autores (2022).

O comitê do primeiro e segundo ciclo é composto pelo gestor *Lean*, gerente e supervisores da unidade. Já o comitê responsável por avaliar a ideia de ouro é formado por um representante corporativo de SSMA (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) e por um representante corporativo da indústria, normalmente pelo diretor ou coordenador de polo.

Para o **Trabalho Padrão (TP)**, são realizados sete ciclos de treinamentos, todos *online* e com carga horária total de 24 horas. Durante os treinamentos os participantes conhecem os oito desperdícios *Lean* e são orientados quanto aos conceitos de TP e Procedimentos Operacionais Padrões (POP), além disso, devem escolher um processo industrial para aplicar a metodologia e, ao final de cada ciclo, uma tarefa deve ser desenvolvida. A Figura 14 apresenta o cronograma dos ciclos de treinamento do TP.

Figura 14 – Cronograma dos ciclos de treinamento do Trabalho Padrão



Fonte: Os autores (2022).

Com um processo definido, os participantes devem ir a campo coletar dados e levantar o estado atual da operação, em seguida, são orientados para identificação de melhorias e devem desenvolver documentos de sequência de operações, formulários de medição de tempo, diagramas de trabalho padronizado e gráficos de balanceamento de operadores. O objetivo é otimizar a operação, eliminar desperdícios e padronizar as ações através da construção de um POP para aquele processo.

Durante o ano safra uma meta de construção de POP é estipulada para cada setor. A definição das quantidades e dos temas é feita pelo time corporativo de especialistas do setor que levam em consideração para escolha, principalmente, o nível de risco e criticidade da tarefa.

Além disso, para serem homologados, os documentos devem passar pela aprovação de sete especialistas de áreas diversas, sendo: especialista de processos, de meio ambiente, de segurança de processos, de segurança operacional, de qualidade, de excelência operacional e do supervisor do setor. Após aprovado, todos os colaboradores são treinados na forma padrão de executar aquela atividade e realizam uma prova para avaliação de conhecimento.

Durante os períodos de entressafra, além do contínuo desenvolvimento das ferramentas e iniciativas já citadas, é posto em prática a sala *Obeya*. No espaço são adicionados para cada setor grandes quadros *Kamishibai* e é responsabilidade do supervisor ou GP incluir no quadro de gestão visual todo o planejamento mensal das manutenções que devem ocorrer, a ideia é formalizar e priorizar cada ação. A Figura 15 traz a representação do quadro *Kamishibai* usado na sala *Obeya*.

Um momento diário é reservado para que a liderança se reúna na sala *Obeya* e acompanhe o desenrolar das operações, o objetivo é identificar as interfaces entre os setores e desenhar a melhor estratégia para que a entressafra ocorra no período definido e que as barreiras sejam minimizadas, melhorando o desempenho geral da unidade. Além disso, diversas oportunidades de implementação do ciclo PDCA são identificadas durante os encontros na sala *Obeya*.

Tabela 2 – Comparativo entre os modelos de implementação *Lean*

FASE 1	
Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Definição do escopo; • Treinamento de pessoal por especialistas <i>Lean</i>.
Azevedo (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de uma cultura; • Desenvolvimento de competências <i>Lean</i>.
Programa em estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de consultoria especializada; • Definição do escopo; • Formação de gestores <i>Lean</i> (<i>Lean Leadership</i>).
FASE 2	
Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação do estado atual; • Elaboração do projeto piloto; • Definição da unidade de implementação.
Azevedo (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de informações para análises e diagnósticos do estado atual; • Realização de um projeto piloto; • Elaboração de um cronograma de implementação.
Programa em estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um projeto piloto para unidades selecionadas; • Treinamentos específicos nas unidades selecionadas.
FASE 3	
Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação do projeto piloto; • Reavaliação das estratégias.
Azevedo (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação do projeto piloto em uma unidade específica; • Aplicação de ferramentas <i>Lean</i>; • Implementação de novos sistemas e melhoria da produtividade.
Programa em estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação do piloto nas unidades selecionadas e aplicação de ferramentas <i>Lean</i>; • Análise, ajuste e reformulação da estratégia; • Familiarização da operação com conceitos e hábitos <i>Lean</i>.
FASE 4	
Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Documentar mudanças no escopo durante a implementação; • Estabelecimento de novos padrões <i>Lean</i>; • Planejamento da melhoria contínua.
Azevedo (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação geral dos conceitos <i>Lean</i> em toda a empresa; • Expansão do projeto.
Programa em estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Disseminação da implementação para as demais unidades; • Acompanhamento através de indicadores.

Fonte: Os autores (2022).

Na fase um, ambos os autores definem que a primeira ação é definir o escopo a ser desenvolvido e capacitar as pessoas envolvidas na iniciativa para que elas compreendam a metodologia e as ferramentas que servirão de apoio à implantação. No caso do programa em estudo, o escopo foi definido com o apoio da equipe de consultoria especializada na área e uma outra iniciativa foi a adoção de um *Lean Leader* nas unidades, o gestor *Lean*, que recebeu ciclos de treinamentos e capacitações em *Lean Leadership*.

Em seguida, na fase 2, os próximos passos estão relacionados ao desenvolvimento de um projeto piloto, que no programa em análise foi constatado através da escolha de cinco unidades da companhia que passaram pela implementação inicial para testar e validar a estratégia, além disso, foram aplicados treinamentos para qualificação do pessoal dessas unidades. Porém, foi identificado no módulo básico a ausência de práticas de mapeamento do estado atual da organização para contribuir com o processo de tomada de decisão, conforme apresentado nas propostas de Mostafa, Dumrak e Soltan (2013) e Azevedo (2011).

Na fase seguinte, tanto a proposta dos autores, quanto a do programa, executam a implementação do projeto piloto com o apoio das ferramentas *Lean* nas unidades selecionadas e aplicam novos sistemas de melhoria da produtividade a partir de análises, ajustes e reformulação da estratégia. Na última fase, após o projeto validado e padronizado o programa é disseminado para toda a empresa e, de acordo com os autores, é importante documentar mudanças e os novos padrões *Lean* estabelecidos.

É importante destacar que o programa de implementação em estudo é dividido em três módulos e, no módulo básico, o foco nas ferramentas desenvolvidas está na criação de uma cultura e desenvolvimento de competências *Lean*, dessa forma os colaboradores terão o conhecimento necessário que servirá de apoio à implementação dos módulos avançados do sistema de Produção Enxuta, assim como proposto nas literaturas. Dessa forma, diante da literatura, o escopo do projeto está bem alinhado, o que pode garantir grandes chances de sucesso na implementação.

Um outro ponto a ser destacado como uma boa prática é o processo de monitoramento e validação integrado a todas as fases do que foi implementado por meio de indicadores, auditorias, verificações diárias e mensais e aprovações de especialistas na área, para garantir o correto desenvolvimento das ferramentas e que os resultados esperados para a transformação enxuta sejam totalmente entregues.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi baseado no escopo de um projeto de aplicação da filosofia *Lean Manufacturing*, sendo o mesmo dividido em módulos iniciais e avançados, contudo, para este estudo foi tratado apenas do módulo inicial, que abrange ferramentas essenciais para o desdobramento da estratégia *Lean* na empresa, padronização dos processos, garantia da gestão de rotina, proposta de soluções de problemas e práticas de melhoria contínua.

De acordo com o objetivo geral proposto no início do trabalho, foram descritas todas as etapas do processo de implementação da fase inicial do projeto *Lean* aplicado e, em seguida, foi feita uma análise comparativa perante os processos identificados na literatura. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi alcançado visto que todos os objetivos específicos foram atingidos.

Assim sendo, foi compreendido e analisado as etapas do programa, sendo elas: Treinamentos em *Lean Leadership* e *Hoshin Kanri*, Treinamentos e ações de 5S, Treinamentos e ações de *Kaizen*, Treinamentos e ações de Trabalho Padronizado e Treinamentos e ações de PDCA/A3 e foi identificado que todas elas são abordadas nos projetos de implementação de Manufatura Enxuta descritos na literatura pesquisada.

Desta forma, diante das comparações do programa com a literatura, pode-se concluir que o escopo do projeto está bem alinhado, proporcionando a empresa altas chances de sucesso na busca pela otimização de seus processos e eliminação de desperdícios, focando na redução de custos e aumento da qualidade, além da excelência operacional em todos os seus procedimentos e frentes de negócio.

Algumas limitações e dificuldades foram encontradas no decorrer da pesquisa, como o acesso aos documentos referentes ao programa e o contato com o gestor *Lean* para obter informações pontuais. Porém, todas as informações obtidas, sendo elas por documentos, observação ou contato com o gestor *Lean*, foram muito ricas em conteúdo permitindo um fácil entendimento do objetivo do programa e das etapas de implementação.

Levando em consideração que o estudo do presente trabalho foi baseado no primeiro módulo do programa *Lean*, é relevante dar continuidade ao assunto em trabalhos futuros abordando os módulos avançados, bem como suas etapas de implementação e adesão por parte dos funcionários. Além disso, também seria interessante abordar os resultados obtidos na organização com a implementação do projeto.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. B. **Identificação de oportunidades de melhorias a partir da aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma empresa do setor de instalação e reparação automotiva para veículos pesados**. Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo. 2021. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2021.
- ARRUDA, J. R. C. **Políticas & Indicadores de Qualidade na Educação Superior**. Rio de Janeiro: Qualitymark/Dunya, 1997.
- As 100 maiores empresas do agronegócio brasileiro em 2020. **União Nacional da Bioenergia (UDOP)**, Araçatuba, 22 mar. 2021. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2021/03/22/as-100-maiores-empresas-do-agronegocio-brasileiro-em-2020.html>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- AZEVEDO, B. M. M. **Modelo de Implementação de Sistema de Produção Lean no INESC Porto**. Orientador: Prof. Américo Azevedo. 2011. 81 f. Dissertação de Mestrado - Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57695/1/000145924.pdf>. Acesso em: 25. jun de 2022.
- AZEVEDO, R. G. **Aplicação de princípios do pensamento enxuto no processo de envio e devolução de correspondências em um banco privado**. 2014. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/123015>>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES (BRASIL). CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 314 p. ISBN 9788587545244. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2002>>. Acesso em: 14 fev. 2022.
- BARBOSA, A. P.; MORELLO, J. C.; CAMPANA, H. C.; ANJO, A. P. Implantação do programa 5s e ferramentas da qualidade: Um estudo de caso em uma empresa Metalúrgica de pequeno porte. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, ed. 03, vol. 04, p. 142-160, mar. 2021. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/ferramentas-da-qualidade#2-REFERENCIAL-TEORICO>>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- BARBOSA, E. F. **Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais**. 2008.
- BERLANGA, J.; HUSBY, B.; ANDERSON, H. A. **Hoshin Kanri for Healthcare**. New York: Taylor & Francis Group, 2018.
- BIANCHET, F. S. **Aplicação da filosofia Lean em um frigorífico avícola do oeste de Santa Catarina**. Orientador: Dra. Francieli Dalcanton. 2019. 103 f. Dissertação - Mestrado em Tecnologia e Gestão da Inovação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó,

Chapecó, 2019. Disponível em:
<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8405277>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Biocombustíveis, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/qualidade-de-produtos/biocombustiveis>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

BRASIL. Brasil avança no setor de biocombustíveis, 2021. Disponível em:
<<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

BRASIL. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safra de cana-de-açúcar no país aponta produção menor para o ciclo 2021/22, 2021. Disponível em:
<<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3998-safra-de-cana-de-acucar-no-pais-aponta-producao-menor-para-o-ciclo-2021-22>>. Acesso em: 7 fev. 2022.

CAMPOS, E. N.; CURY, M. Z. F. **Fontes primárias: saberes em movimento**. Revista da Faculdade de Educação [online]. 1997, v. 23, n. 1-2, pp. 303-313. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1590/S0102-25551997000100016>>. Acesso em: 04 mar. 2022.

CERDA, S. A. S. **Implementación de Obeya Rooms en proyectos de construcción: caso de estudio**. Orientador: José Luis Salvatierra Garrido, 2022. 144 f. TCC (Graduação) - Engenharia Civil, Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago de Chile, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185987>. Acesso em: 1 jul. 2022.

CORRÊA, G. T.; ARCHER, A. B.; PEREIRA, G. K.; VIECILI, J. Uso de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) comportamentais na realização de atividades profissionais. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v. 20, n. 2, p. 1011-1017, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.17652/rpot/2020.2.17853>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

CUOZZO, E. **A aplicação do *Hoshin Kanri* como ferramenta de implantação do planejamento estratégico em uma empresa fabricante de produtos agrícolas**. Orientador: Prof. Dr. Daniel Knebel Baggio. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Estratégica de Organizações, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, 2018. Disponível em:
<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6363109>. Acesso em: 12 fev. 2022.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. Histórico de moagem e produção de açúcar e etanol, 2021. Disponível em:
<<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=4>>. Acesso em: 7 fev. 2022.

EQUI, M. A.; JUNIOR, H. P. Revisão bibliográfica: O *Lean Manufacturing* na indústria automotiva. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., 2015.

Resende - RJ. **Anais...** Resende: AEDB, 2015. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/462235.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

FALKOWSKI, P., KITOWSKI, P.: *The 5S methodology as a tool for improving organization of production*. **PhD Interdisciplinary Journal**, n. 3, p. 127-133, 2013.

FIORI, F.C.; BEZERRA, C.A. Relações entre Tipos de Bolsas e Número de Publicações de Bolsistas de Iniciação Científica em Ciências Sociais Aplicadas: Um Estudo na Universidade Federal do Paraná. **Revista Administração em Diálogo - RAD**, v. 20, n. 1, p. 57-81, 2018. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/view/35309>>. Acesso em: 3 mar. 2022.

FORD, H. **Os princípios da prosperidade: minha vida e minha obra**. São Paulo/Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1964.

GOMES FILHO, V.; GASPAROTTO, A. M. S. A importância do ciclo PDCA aplicado à produtividade da indústria no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 383-392, 2019. DOI: 10.31510/infa.v16i2.660. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/660>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

GOVERNO DO BRASIL. Brasil avança no setor de biocombustíveis, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

GRABAN, M. **Hospitais Lean**. 2. ed. Bookman, 2013. 306 p.

HILSDORF, W.C.; LOPES, A.P.V.B.V.; CITTATINI, C.; GHISINI, J.S. Aplicação de ferramentas do *lean manufacturing*: estudo de caso em uma indústria de remanufatura. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 2, p. 640-667, 2019.

HODGE, G. L.; ROSS, K. G.; JOINES, J. A.; THONEY, K. *Adapting lean manufacturing principles to the textile industry*. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, v. 22, Issue 3, 2011.

LAPA, R. P. **Programa 5S**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

LEITE, I. L. **Ferramenta para identificação das características do Líder Lean**. Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de Oliveira. 2017, 83 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Centro Universitário Sociesc, Joinville, 2017. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6196933>. Acesso em: 12 fev. 2022.

LEMOS, E. G. M.; STRADIOTTO, N. R. Bioenergia: desenvolvimento, pesquisa e inovação. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/123648>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

LEWIS, M. *Lean production and sustainable competitive advantage*. In: **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 155-170, 2000.

LIMA, R. F.; CAMPOS, D. N. Aplicação dos fundamentos das 7 perdas do sistema Toyota de produção no setor de alimentação industrial. **Revista de Administração & Ciências Contábeis**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.redebatista.edu.br/index.php/ADMCC/article/view/50>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

LIMA, T. M. **Estudo energético do bagaço de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. Orientador: Prof. Dr. Fernando Luis Fertoni. 2011. 73 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97755>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

LIRA, B. C. **O passo a passo do trabalho científico**. Petrópolis: Vozes, 2019.

LOPES, C. H.; GABRIEL, A. V. M. D.; BORGES, M. T. M. R. **Produção de etanol a partir da cana-de-açúcar**. UFSCar. São Carlos. 2011.

LUCAS, M. E. **Lean Manufacturing aplicado a uma oficina mecânica**. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica e Telecomunicações) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33012>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E.; SILVA, J. E. **Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and prediction for 2020**. *Biomass and Bioenergy*, v. 32, n. 7, p. 582 - 595, 2008.

MANN, D. The missing link: Lean leadership. **Frontiers of Health Services Management**, v. 26, n. 1, p. 15–26, 2009.

MARI, M. V. R. **Análise exergética de usinas sucroalcooleiras de 1ª e 2ª geração**. Orientador: Prof. Dr. Cid Marcos Gonçalves Andrade. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6338294>. Acesso em: 14 fev. 2022.

MOSTAFA, S.; DUMRAK, J.; SOLTAN, H. A framework for lean manufacturing implementation. **Production & Manufacturing Research**, v. 1, n. 1, p. 44-64, dez. 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21693277.2013.862159>. Acesso em: 25. jun de 2022.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle de produção**. São Paulo: IMAM, 1989. 230 p.

MURAYAMA, R. C. B. **Avaliação do impacto de um Centro de Fomento de Melhorias no fortalecimento do processo de geração de valor numa empresa do setor de elétrico e eletrônico**. Orientador(es): Dr. Rui M. Lima e Dr. Manuel Augusto Pinto Cardoso. 2018. 89 f. Tese de Mestrado - Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/57174>. Acesso em: 1 jul. 2022.

NASCIMENTO, D. L. M.; QUELHAS, O. L. G.; MEIRIÑO, M. J.; CAIADO, R. G. G.; BARBOSA, S. D. J.; IVSON, P. Facility Management Using Digital Obeya Room By Integrating Bim-Lean Approaches – An Empirical Study. **Journal of Civil Engineering and Management**. v. 24, n. 8, p. 581-591, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/jcem.2018.5609>. Acesso em: 1 jul. 2022.

NETTO, C. F. **Análise de viabilidade técnica e econômica do recolhimento de palha de cana-de-açúcar por forrageira e colheita integral**. Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Graziano Magalhães. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6650345. Acesso em: 14 fev. 2022.

NOVACANA, **Lista de Usinas de Açúcar e Etanol do Brasil por estado**. Disponível em: https://www.novacana.com/usinas_brasil/estados. Acesso em: 05 jan. 2022.

NUNES, E. A. **Aplicação das ferramentas do Lean Manufacturing na melhoria do processo de fabricação de presilhas**. Orientador: Prof. Me. Felipe Tusset. 2019. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Mecânica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/6047>. Acesso em: 21 jan. 2022.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

OLIVEIRA, D. M. S. **Fatores críticos na prática de Lean Manufacturing em empresas de segmentos diferentes, com elevado ganho de produtividade**. Orientador: Prof. José Cristiano Pereira, D. Sc. 2019. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Gestão de Sistemas de Engenharia, Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, 2019.

OLIVEIRA, E. B., et al. Implantação de um novo *layout* de uma linha de montagem de motocicletas estruturado a partir da metodologia MASP e ferramentas *Lean Manufacturing*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 37002-37024, abr. 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27977/22143>. Acesso em: 21 jan. 2022.

OLIVEIRA, F. S.; MENDES, L. D. S.; COSTA, R. A. **Implementação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing**. In: X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2018, São Cristovão. *Anais...* Sergipe: Portal UFS, 2018. p. 1-15. Disponível em: <https://simprod.ufs.br/pagina/21520-anais-do-x-simprod>. Acesso em: 14 fev. 2022.

OLIVEIRA, P. L. **Análise dos sete desperdícios da produção em um abatedouro de aves**. Orientador: Prof. Annibal Affonso Neto. 2016. 69 f. Monografia (Graduação) - Bacharelado

em Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/15209>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

PELLEGRINI, L. F. **Análise e otimização termo-econômico-ambiental aplicado à produção combinada de açúcar e eletricidade**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica de Energia e Fluidos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde-14052009-180026/pt-br.php>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

PELLEGRINO, R. A. **Desenvolvimento da abordagem *lean* por meio de práticas de liderança**. Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Toledo. 2016. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4694234#>. Acesso em: 12 fev. 2022.

PETERS, T. **O círculo da inovação**. São Paulo: Harbra, 1998.

PHELIPE, B.H. **Implantação do *Lean Manufacturing* em uma Empresa Fabricante de Máquinas Agrícolas: Um Estudo de Caso**. 2018. 120 f. Dissertação - Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de Araraquara, Araraquara, 2018. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6310761>. Acesso em: 17 fev. 2022.

PISSOLATTI, R. **Melhoria da eficácia de reuniões gerenciais a partir da implementação de uma sala *obeya***. Orientador: Marco Antonio Carvalho Pereira. 2018. 51 f. TCC (Graduação) - Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2018. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2018/MEP18015.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2022.

PIZZI, P. V. T. **Implantação da ferramenta 5S em um canteiro de obras na cidade de São Carlos-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnólogo em Gestão Empresarial - Faculdade de Tecnologia de São Carlos do Centro Paula Souza - São Carlos, 2020. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/5774/1/gestao_empresa_2020_2_paulo_victor_tobias_pizzi_implantacao_da_ferramenta_%205s_em_um_canteiro_de_obras_na_cidade_de_sao_carlos.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2022.

POSSARLE, R. **Ferramentas da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: SENAI Editora, 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Ferramentas_da_qualidade/dl79DwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1>. Acesso em: 03 fev. 2022.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais Limpa**. 2015. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. doi:10.11606/D.18.2015.tde-02072015-142549. Disponível em:

<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-02072015-142549/pt-br.php>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

REZENDE, L. M. **Impactos sociais e ambientais da indústria sucroalcooleira no estado de Goiás**. Orientadora: Paula Andrea N. dos Reis Magalhães. 2012. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. Disponível em:

<<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/IMPACTOS%20SOCIAIS%20E%20AMBIENTAIS%20DA%20INDUSTRIA%20SUCROALCOOLEIRA%20NO%20ESTADO%20DE%20GOIAS.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

RIANI, A. M. **Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson**. Orientador: Carlos Frederico Corrêa Ferreira. 2006. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

Disponível em:

<https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao//files/2014/09/2006_3_Aline.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

RIBEIRO, A. F. **Taylorismo, fordismo e toyotismo**. Lutas Sociais, São Paulo, vol. 19, nº 35, p. 65-79, jul/dez. 2015. Disponível em:

<<https://revistas.pucsp.br/index.php/ls/article/viewFile/26678/pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

RIBEIRO, G. F. *et al.* Análise da criação e implantação de documentação POP (Procedimento Operacional Padrão) em uma empresa do setor aeronáutico. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37., 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: Abepro, 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_386_34716.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2022.

RIBEIRO, T. C. P. **Estudo da Aplicação dos Princípios da Produção Enxuta em Empresas de Consultoria em Gestão**. 2018. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em:

<https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21180/1/2018_ThiagoCasePimentaRibeiro_tcc.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

ROCHA, C. E. C. **Aplicação da metodologia A3 como suporte de melhoria no chão de fábrica: Estudo de caso**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 12, Vol. 03, pp. 38-62. Dezembro de 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em:

<<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/metodologia-a3>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ROCHA, F. C. V. **Manual de Procedimentos Operacionais Padrão de Enfermagem do Hospital Getúlio Vargas**. 1 ed. Teresina: HGV, 2012. 149 p.

RODRIGUES, L. F. G. **Criação e Implementação de Uma Ferramenta Baseada na Filosofia Lean em Uma Indústria de Beneficiamento de Sementes de Milho**. 2018. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24083>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

RODRIGUES, M. E. H; KIELING, A. C. Aplicação de Ferramentas *Lean Manufacturing* em uma linha de embalagem de lentes oftálmicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 2020, evento online. **Anais eletrônicos...** Aprepro, 2020. p. 1-11. Disponível em:

<https://aprepro.org.br/combrep/2020/anais/arquivos/10092020_161034_5f80b65e5909f.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SANTOS, J. R. L. **Um modelo de suporte à decisão para seleção e priorização de KPIs baseado nos sete desperdícios do *Lean Logistics* e no *Balanced Scorecard***. Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Azevedo Ramos da Silva. 2021. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14301>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Ed. Bookman, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, J.; WOMACK, J. P. **Managing to learn: Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead**. Version 1.1. ed. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2010.

SILVA, E.R.; SAVARIS, T.; MARCHALEK, A.L.; CASTILHOS, N.C.; TONDOLO, V.A.G. **Caracterização das pesquisas de teses em administração com abordagem qualitativa**. Revista de Administração de Roraima-RARR, v. 6, n. 1, p. 204-223, 2016.

SILVA, R. O.; OLIVEIRA, E. S.; SÁ FILHO, P.; SILVA, D. N. O ciclo PDCA como proposta para uma gestão escolar eficiente. **CORE**, v. 8, n. 17, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/display/231150181?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SLACK, N. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOBEK, D. K, II; JIMMERSON, C. **Relatório A3: ferramenta para melhorias de processos**. Tradução de Diogo Kosaka, Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em: <https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_90.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SOBEK, D. K. II; SMALLEY, A. **Understanding A3 thinking: a critical component of Toyota's PDCA management system**. New York: Taylor and Francis Group, 2011.

SOUSA, A. A. R.; JAGUARIBE, D. C. A.; FERREIRA, J. M. Bagaço, a energia da indústria sucroalcooleira. In: Gonçalves, L. C. T. C. **Introdução à tecnologia sucroalcooleira**. João Pessoa: Editora UFPB, 2021. p. 83-118. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/download/670/893/7933-1?inline=1>. Acesso em: 7 fev. 2022.

SOUZA, A. E. D.; THOMAZ, D. **Aplicação da metodologia *Lean* no processo de produção de biodiesel em uma planta experimental**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 4, ed. 6, vol. 4, p. 82-112, jun. 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/metodologia-lean#21-LEAN-MANUFACTURING>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SUMIKAWA, V. I. O. **Avaliação da produção de etanol em usinas flex de cana-de-açúcar e milho**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14629>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1987.

TEBALDI, A. M. **Proposta de um método para redução do tempo de usinagem com a adoção de princípios da produção enxuta**. Orientador: Sergio Luiz Braga França. 2019. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Sistema de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

The Lean Enterprise Institute. **Lean Lexicon a graphical glossary for Thinkers**. 4th Edition, Cambridge: The Lean Enterprise Institute, Inc, 2008.

THÜRER, M.; MASCHEK, T.; FREDENDALL, L.; GIANIODIS, P. T.; STEVENSON, M.; DEUSE J. On the integration of manufacturing strategy: deconstructing Hoshin Kanri. **Management Research Review**, v. 42, n. 3, p. 412-426, 2019.

TONON FILHO, R. J. **Modelagem e simulação em plantas de etanol: uma abordagem técnico-econômica**. Orientador: Dr. Antonio José Gonçalves da Cruz. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4127>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. A versatilidade do açúcar no mercado brasileiro, 2021. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2021/07/28/a-versatilidade-do-acucar-no-mercado-brasileiro.html>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

UNICA. [Site institucional]. Disponível em: <https://unica.com.br/>>. Acesso em: 7 fev. 2022.

VIEIRA, K. K. **A Importância do Procedimento Operacional Padrão como ferramenta na gestão de qualidade em uma Clínica de Nefrologia**. Orientadora: Joanara Rozane da Fontoura Winters, Ms. 2014. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Gestão Hospitalar, Instituto Federal de Santa Catarina, Joinville, 2014.

VIENAZINDIENE, M.; CIARNIENE, R. Lean manufacturing implementation and progress measurement. **Economics and Management**, v. 18, n. 2, p. 366-373, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5755/j01.em.18.2.4732>. Acesso em: 25. jun de 2022.

VILELA, F. S. V. **Avaliação do ciclo de vida da produção industrial de etanol e açúcar: Estudo de Caso: Usina Jalles Machado S/A**. Orientadora: Sandra Maria da Luz. 2013. 93 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/13361>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

VILLAR, A. M. **Proposta de melhorias em processos administrativos em uma empresa agrícola utilizando os conceitos do *Lean Office***. Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Comparotti. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Produção, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2130/1/AmandaMandacariVillar.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

VILLAR, J. L. BORGES, L. F. F. SILVA, F. T. **História e Historiografia da Educação Brasileira: Teorias e Metodologias de Pesquisa**. [S.l.]: Editora Appris, 2020. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=UB3_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT20&dq=documentos+de+fontes+prim%C3%A1rias&ots=irX6z0Mtfp&sig=EAJy-yv0wrN8h7IpDvadE6ZM3mE#v=onepage&q=documentos%20de%20fontes%20prim%C3%A1rias&f=false. Acesso em: 04 jun. 2022.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. 17. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, P. J., JONES, T. J, **A mentalidade enxuta nas empresas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAMBELLO, A. V.; SOARES, A. G.; TAUIL, C. E.; DONZELLI, C. A.; FONTANA, F.; MAZUCATO, T. P. S.; CHOTOLLI, W. P. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: FUNEPE, 2018.