

Implementação de práticas *Lean Manufacturing* para otimização do processo produtivo de rações em uma Agroindústria

Implementation of Lean Manufacturing practices to optimize the feed productive process in an Agroindustry

Julio Cezar Fortes Mestrando em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) – Brasil.
<https://orcid.org/0009-0008-0431-3561> julio.fortes@unochapeco.edu.br

Gustavo Lopes Colpani Doutor em Engenharia Química. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) – Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-6193-4611> g_colpani@unochapeco.edu.br

Cleunice Zanella Doutora em Administração. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) – Brasil. cleunice@unochapeco.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-8243-9022>

Francieli Dalcanton Doutora em Engenharia de Alimentos. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) – Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0065-1279> fdalcanton@unochapeco.edu.br

RESUMO

A manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*) é uma filosofia focada na melhoria de produtos e processos industriais, com ênfase na redução de desperdícios e na criação de valor para os clientes. Para otimizar esses processos, é fundamental utilizar ferramentas estratégicas que possibilitem alcançar as melhorias desejadas. Neste contexto, o objetivo deste artigo foi analisar a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* no processamento de rações, pretendendo identificar e propor melhorias para eliminar ou reduzir os desperdícios operacionais e diminuir o *Lead Time*. Para alcançar o objetivo, foi adotada uma abordagem exploratório-descritiva, com um estudo de caso em uma Agroindústria, aplicou-se o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). O MFV avaliou o estado atual da produção, detalhando etapas, fluxos de materiais e identificando gargalos e desperdícios. O estudo foi conduzido em uma fábrica de ração localizada na região do Meio Oeste de Santa Catarina, classificando-se como qualitativo e exploratório-descritivo, sendo conduzido por meio de um estudo de caso e aplicação de questionários. Em seguida, desenvolveu-se o MFV para o estado futuro, utilizando ferramentas adicionais do *Lean Manufacturing*, como Padronização de Processos, Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e o plano de ação (5W2H). Implementaram-se procedimentos operacionais padronizados, e reduziu-se o tempo de troca entre produções distintas com a aplicação da TRF na Agroindústria, promovendo uma gestão da produção. A adoção das ferramentas do *Lean Manufacturing* aumentou a eficiência na linha de produção, fortaleceu aspectos financeiros e estratégicos da operação.

Palavras-chave: mapeamento do fluxo de valor; trabalho padronizado; troca rápida de ferramentas.

ABSTRACT

Lean Manufacturing is a philosophy focused on improving products and industrial processes, emphasizing waste reduction and creating value for customers. To optimize these processes, it is essential to use strategic tools that enable the desired improvements. In this context, the objective of this article was to analyze the application of Lean Manufacturing tools in feed processing, aiming to identify and propose improvements to eliminate or reduce operational waste and decrease Lead Time. To achieve this objective, an exploratory-descriptive approach was adopted, with a case study in an agribusiness, applying Value Stream Mapping (VSM). The VSM evaluated the current state of production, detailing steps, material flows, and identifying bottlenecks and waste. The study was conducted in a feed factory located in the Midwest region of Santa Catarina, classified as qualitative and exploratory-descriptive, being conducted through a case study and application of questionnaires. Next, the VSM for the future state was developed, using additional Lean Manufacturing tools such as Process Standardization, Quick Changeover (SMED), and the action plan (5W2H). Standardized operating procedures were implemented, and the changeover time between different productions was reduced with the application of SMED in the agribusiness, promoting production management. The adoption of Lean Manufacturing tools increased efficiency on the production line, strengthening the financial and strategic aspects of the operation.

Keywords: value stream mapping; standardized work; quicks tool change.

Recebido em 19/10/2024. Aprovado em 22/11/2024. Avaliado pelo sistema *double blind peer review*. Publicado conforme normas da ABNT.

<https://doi.org/10.22279/navus.v14.2038>

1 INTRODUÇÃO

Nos próximos anos, a produção global de alimentos deverá duplicar para satisfazer a necessidade por proteínas da população mundial (Alltech, 2019). Com o aumento expressivo na demanda por proteína animal, torna-se fundamental o uso de rações na alimentação desses animais. Em 2023, segundo a Alltech (2024), o Brasil registrou um crescimento de 1,84% na produção de ração animal, alcançando 83,32 milhões de toneladas. Esse acréscimo de 1,51 milhão de toneladas em relação a 2022 posicionou o país como líder no aumento de produção na América Latina. Os principais produtores de ração (China, EUA, Brasil e Índia) representam juntos 63,1% da produção mundial, uma participação estável em relação a 2022.

Em 2023, o Valor da Produção Agropecuária (VPA) de Santa Catarina alcançou R\$ 64,3 bilhões (Epagri, 2024), com um crescimento de 6,6% em relação a 2022. A produção animal, incluindo leite, suínos, frango e bovinos, representou 52,6% do VPA total.

Galhardi e Tabeta (2021) afirmam que as empresas buscam competitividade por meio de estratégias de manufatura que aumentem capacidade e flexibilidade, com foco na melhoria contínua para resultados sustentáveis.

O crescimento da produção de rações na região Oeste de Santa Catarina resulta de parcerias entre produtores, empresas e cooperativas, evidenciando a necessidade de melhorias contínuas na indústria para atender à crescente demanda agropecuária. Embora avanços tenham sido alcançados, ainda existem oportunidades para otimizar as fábricas e reduzir desperdícios. A metodologia *Lean Manufacturing* surge como uma estratégia para alcançar essas metas, com foco na eliminação de desperdícios ao longo do fluxo produtivo.

Medyński *et al.* (2023), destacam que o *Lean Manufacturing*, originado no Japão na década de 1950, foca na otimização de processos, eliminando desperdícios e melhorando a eficiência, qualidade e satisfação do cliente. De acordo com Ghaitan *et al.* (2023) seus princípios visam alcançar a excelência operacional, reduzindo desperdícios e maximizando a eficiência por meio do ajuste de pessoas, equipamentos e métodos.

Nesse contexto, Klein *et al.* (2022) destacam que a eliminação de desperdícios e a adoção de práticas *Lean* melhoram a eficácia dos processos. O *Lean Manufacturing* também otimiza a eficiência das operações ao gerenciar os relacionamentos com clientes, fornecedores e a produção (Enini; Bonoto, 2019). As organizações buscam filosofias de fabricação que atendam rapidamente às demandas dos clientes, oferecendo produtos de qualidade, com menor tempo e custo, utilizando ferramentas que aplicam redução de desperdícios e solução de problemas (Mota Júnior, 2019; Silva; Chirolí, 2020).

Entre as ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing*, destacam-se a troca rápida de ferramentas (TRF), manutenção produtiva total (MPT), *Kaizen*, *5S*, *Poka Yoke*, trabalho padronizado, mapeamento do fluxo de valor (MFV) e avaliação de risco (Bianchet *et al.*, 2020). O princípio fundamental do *Lean* é atender às necessidades da manufatura de maneira eficiente e sem desperdícios. Dessa forma, sua implementação na Agroindústria justifica-se pelo potencial de mapear e identificar falhas no processo, maximizando atividades que realmente agregam valor. Essa análise proporcionará ao sistema fabril ferramentas para otimizar a produção, reduzir o tempo de ciclo, eliminar gargalos e remover atividades que não contribuem para o produto final.

Com base nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* no processamento de rações, com vistas a identificar e propor melhorias para eliminar ou reduzir os desperdícios operacionais e diminuir o *Lead Time*.

2 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing*, originado no Japão na década de 1950, é uma metodologia voltada à eliminação de desperdícios e otimização de processos, com o objetivo de melhorar a eficiência, a qualidade e aumentar a satisfação do cliente (Medyński *et al.*, 2023). Trata-se de um conjunto de práticas que utiliza avanços tecnológicos para maximizar a eficiência dos processos de produção e eliminar

desperdícios (Sharma; Pinca-Bretotean; Sharma, 2023). Segundo Ghaithan *et al.* (2023) seus princípios buscam alcançar a excelência operacional ajustando pessoas, equipamentos e métodos.

De acordo com Guarilha *et al.* (2023), o *Lean* fundamenta-se em cinco pilares: mapeamento do fluxo de valor, identificação das atividades que agregam valor ao cliente, estabelecimento de fluxos contínuos, adoção de sistemas puxados e busca contínua pela excelência. Esses princípios aplicam-se para eliminar desperdícios, reduzir o tempo de ciclo, aprimorar a qualidade, aumentar a flexibilidade e reduzir custos dos processos.

Silva e Souza (2024) destacam a existência de oito desperdícios identificados na indústria, que são descritos a seguir:

- Defeitos e retrabalhos podem surgir por problemas no processo, operação ou matérias-primas, resultando em custos adicionais com descarte ou reprocessamento (Lima Junior; Lima; Lima, 2023);
- O excesso de produção refere-se à fabricação desnecessária de produtos, gerando custos adicionais com estoque, mão de obra e transporte (Tomioka *et al.*, 2020);
- O processamento impróprio abrange etapas que levam a movimentos excessivos e à execução de atividades além do que o cliente demanda (Kumar *et al.*, 2022);
- Movimentos desnecessários são perdas causadas por atividades que não agregam valor, como movimentos redundantes de operadores ou máquinas (Lacerda; Fortes, 2021);
- As perdas no transporte estão relacionadas ao *layout* das linhas de produção, envolvendo movimentações de materiais sem valor agregado (Geromel; Pacheco; Nagano, 2023);
- O acúmulo de estoques ocorre quando a produção ultrapassa o consumo pelo cliente final ou próximo estágio da cadeia produtiva. Estoques excessivos indicam problemas no sistema e geram custos financeiros, pois o capital fica parado (Picchi, 2017);
- A espera ocorre quando o ritmo de produção ultrapassa a programação planejada, ocasionando excesso de produção e criando intervalos ociosos entre os processos (Ikari *et al.*, 2020);
- O desperdício intelectual ocorre quando a gerência não reconhece as habilidades de seus colaboradores, resultando no aproveitamento inadequado de suas capacidades e na falta de tempo para ações de melhoria (Sunder Sharma; Khatri, 2021; Mulyana *et al.*, 2023).

2.1 Ferramentas do *Lean Manufacturing*

Para implementar os princípios do *Lean*, diversas ferramentas podem ser utilizadas, incluindo o mapa de fluxo de valor (MFV), fluxo contínuo, troca rápida de ferramentas (TRF), *Kaizen* e trabalho padronizado.

2.1.1 Mapa de fluxo de valor

O MFV é uma ferramenta de gestão que utiliza dados quantitativos e visuais para mapear o estado atual e futuro dos processos. O mapa atual identifica atividades que agregam ou não valor, enquanto o mapa futuro visualiza o impacto das melhorias. O MFV facilita a transição para processos mais eficientes, ajudando a compreender o fluxo de material e informação, e proporcionando uma visão aprimorada do estado ideal (Wendt; Baú, 2023; Xavier; Garcia; Elias, 2022).

Para a elaboração do MFV, torna-se fundamental definir algumas métricas *Lean*:

- Tempo de ciclo: é o tempo total necessário para completar um produto ou peça, incluindo execução, intervalos e atrasos, além do tempo que o operador leva para percorrer todos os elementos de trabalho antes de repeti-los;
- Tempo de agregação de valor: refere-se à atividade de trabalho ou processo que transforma o produto de modo a atender às necessidades do cliente, fazendo com que este esteja disposto a pagar pelo valor agregado;

- *Lead Time*: é o intervalo de tempo necessário para que uma peça percorra todo o processo ou fluxo de valor, desde o início até a etapa final, refere-se à duração total das operações (Benetti; Chaves; Schmidt, 2020).

2.1.2 Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo garante produção ininterrupta, com itens passando por etapas sequenciais. O ritmo de produção é determinado pelo *Takt*, calculado dividindo o tempo disponível pela demanda do cliente, resultando no *Takt Time*. (Affonso Neto *et al.*, 2018; Figueiredo; Oliveira, 2019). Em processos puxados, o fluxo contínuo visa reduzir o *Lead Time*, minimizar perdas, atender eficientemente às necessidades dos clientes, equilibrar a demanda em todas as etapas do processo e reduzir os estoques de produtos (Benetti; Chaves; Schmidt, 2020).

2.1.3 Troca Rápida de Ferramentas ou SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é uma metodologia *Lean* que visa reduzir o tempo de *setup* em processos de manufatura, permitindo uma troca rápida de produção entre itens. O tempo de *setup* é definido como o intervalo entre a produção da última peça de um ciclo e a primeira peça de qualidade do ciclo subsequente. A redução desse tempo eleva a produtividade das máquinas, uma vez que menos tempo é desperdiçado em atividades não produtivas (Mohammad; Hamja; Hasle, 2023; Affonso Neto *et al.*, 2018).

O processo de implementação do SMED abrange várias etapas, que incluem:

- Estágio Preliminar: análise do processo de *setup* atual e coleta de dados;
- A separação de atividades está relacionada à classificação das operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (externas) e das que exigem que a máquina esteja parada (internas);
- Transformar *setups* internos em externos permite que sejam realizados enquanto a máquina permanece em operação;
- Otimização do Processo de *Setup*: visa encurtar a duração e eliminar etapas desnecessárias (Singh; Singh; Singh, 2018).

2.1.4 Kaizen ou Melhoria Contínua

Kaizen, uma palavra de origem japonesa que combina "*Kai*" (mudança) e "*Zen*" (melhoria), simboliza o princípio da melhoria contínua. Esse conceito refere-se à prática de realizar melhorias diárias, envolvendo todos os colaboradores, baseando-se na ideia de que pequenos ajustes positivos, acumulados ao longo do tempo, podem gerar avanços significativos, concentra-se na eliminação de desperdícios e propõe soluções de baixo custo. Por meio do *Kaizen*, cada membro da organização é encorajado a contribuir com suas ideias e esforços para a melhoria contínua (Contreras Castañeda; Gordillo Galeano; Olaya Rodríguez, 2024; Abuzied, 2022; Costa; Costa, 2024).

2.1.5 Trabalho Padronizado

O trabalho padronizado contribui para a consistência dos processos, assegurando que o tempo de ciclo seja adequado à demanda do cliente (Bonesi-de-Luca *et al.*, 2024). Ele busca eliminar fontes de variação, equilibrar a carga de trabalho e manter a qualidade por meio de procedimentos rotineiros (Oliveira; Figueredo, 2018).

Além disso, a padronização das tarefas implica em garantir que as instruções de trabalho estejam definidas para cada operação ou processo, incluindo seus parâmetros. É essencial que tais instruções sejam completas, viabilizando sua compreensão e execução adequadas (Bento; Hein, 2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo classifica-se como qualitativo e exploratório-descritivo, realizado por meio de um estudo de caso. Na abordagem qualitativa, foram conduzidas entrevistas estruturadas para atender aos objetivos da pesquisa, explorando opiniões, atitudes e comportamentos sobre um tema específico. Essa metodologia emprega técnicas de questionamento, o pesquisador desempenha um papel ativo, incorporando sua subjetividade na análise dos dados (Cordeiro *et al.*, 2023).

A pesquisa descritiva detalha fenômenos por meio de métodos sistemáticos, buscando representar a realidade estudada de maneira estruturada e informativa. A pesquisa exploratória busca identificar áreas para mudança, aprofundar o entendimento sobre um tema e gerar questões para estudos futuros. A pesquisa exploratório-descritiva combina esses métodos, sendo ideal quando o conhecimento sobre o assunto é escasso, permitindo uma abordagem mais ampla que mescla a exploração inicial com a descrição dos fenômenos investigados (Silva; Pohlman, 2021).

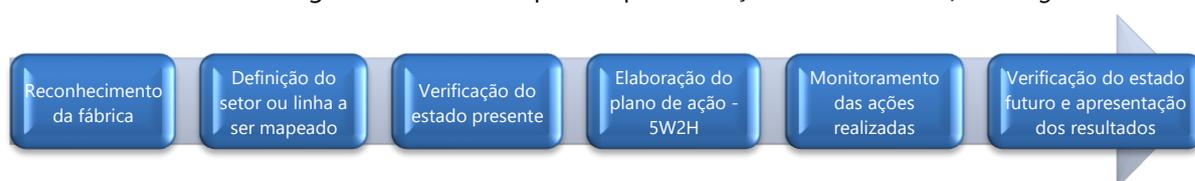
Dentro desse contexto, o estudo de caso é utilizado para investigar um fenômeno real, que pode envolver um indivíduo, grupo, organização, evento, problema ou anomalia. Ao contrário dos experimentos, as condições contextuais não são controladas, mas fazem parte da investigação (Ridder, 2017).

O estudo foi conduzido em uma fábrica de ração localizada na região do Meio Oeste de Santa Catarina. A Agroindústria foco deste estudo é especializada na produção de rações comerciais para bovinos com uma ampla área de clientes, incluindo o Oeste, Meio Oeste, Extremo Oeste, Planalto Norte e Sul de Santa Catarina, Sudoeste do Paraná, Alto Uruguai no Rio Grande do Sul e Centro-Oeste do Mato Grosso do Sul. A escolha dessa Agroindústria como objeto de estudo justifica-se por sua importância no setor de produção de ração bovina, essencial para atender eficientemente seus clientes e garantir a continuidade e expansão dos negócios.

Nesta seção, são apresentadas as técnicas e procedimentos para implementar o *Lean Manufacturing*, com base em uma parceria entre o SENAI e a Agroindústria, visando preparar a empresa para a Indústria 4.0. O projeto, focado na implementação ágil do *Lean*, ocorreu de 15 de maio a 14 de julho de 2023. Para isso, foram selecionados 10 colaboradores para integrar o grupo *Lean*, escolhidos com base em suas habilidades e funções nos processos produtivos, e um líder foi designado para orientar a equipe nas etapas subsequentes.

Para o desenvolvimento do trabalho e o nivelamento do conhecimento, a equipe *Lean* realizou estudos conceituais de materiais complementares fornecidos pelo Senai. O conteúdo foi estruturado em quatro módulos: introdução à manufatura enxuta; linha de produção e MFV; ferramentas aplicadas ao Pensamento *Lean*; e melhoria contínua. Após a conclusão desta etapa, foi elaborado o Fluxograma 01, que apresenta os passos do estudo para orientar a tomada de decisões e implementar um *Kaizen* nos processos.

Fluxograma 01 – Passos para implementação do *Lean Manufacturing*



Fonte: Autor (2024)

A equipe *Lean* analisou o *layout* da fábrica e identificou oportunidades de melhoria que impactam a eficiência e o desempenho da produção. Entre os principais problemas, estão as

interrupções frequentes, o aumento do tempo não produtivo, a falta de planejamento, dificuldades no cumprimento das metas de produção e a variabilidade operacional, por esses motivos essas questões justificam a necessidade da implementação do *Lean*.

Em seguida, foi realizado um mapeamento do estado atual para identificar desperdícios e ineficiências nas etapas do processo produtivo. Com as informações coletadas, elaborou-se um plano de ação e utilizou-se a metodologia 5W2H. Após a implementação das melhorias propostas, o progresso e os resultados foram monitorados através de indicadores de desempenho, com destaque para a eficiência diária, avaliada com base na tonelada diária produzida. Finalmente, um novo mapeamento foi realizado para avaliar o estado futuro e compará-lo com o estado inicial, permitindo a apresentação dos resultados obtidos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Reconhecimento da fábrica

O processo de fabricação de ração opera 24 horas por dia, com um ciclo semanal das 18 horas de domingo às 18 horas de sexta-feira, totalizando 120 horas, sendo realizada por uma equipe de 52 colaboradores em diversas funções.

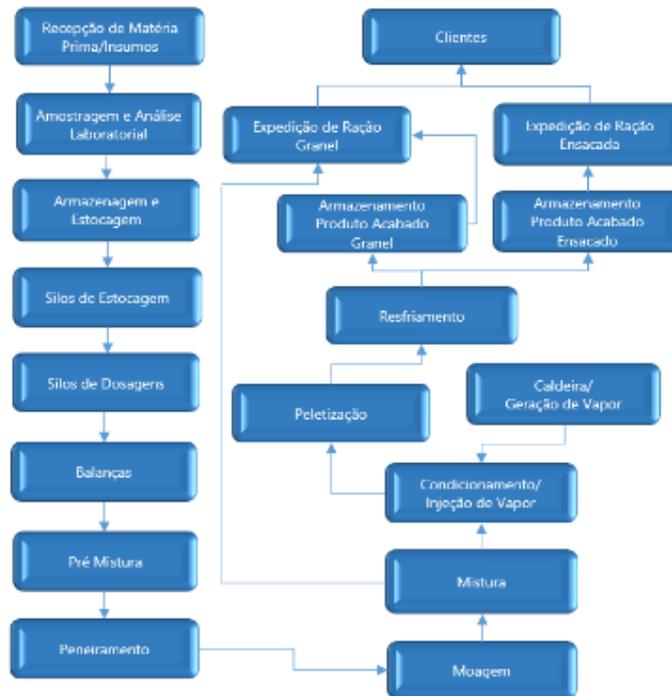
A motivação para este estudo está no crescimento da produção de alimentos, no aumento da demanda por rações e na necessidade de aprimorar os processos industriais para manter a competitividade do setor agropecuário brasileiro. Em 2023, o Brasil foi líder mundial na exportação de carne bovina, com 2,29 milhões de toneladas e 10,55 bilhões de dólares em receitas (ABIEC, 2024).

A produção de ração é planejada para atender à demanda de clientes que produzem leite e gado de corte, equilibrando o fornecimento diário com a formação de estoques estratégicos. Quando a demanda diária é atendida, os esforços concentram-se na criação de estoques, garantindo margem de segurança e flexibilidade para lidar com aumentos inesperados de demanda ou paradas na produção.

O reconhecimento da fábrica de ração foi realizado pelo grupo *Lean*, com o objetivo de aplicar os aprendizados teóricos adquiridos nos módulos de estudo sobre práticas de *Lean Manufacturing*. Durante essa visita, a equipe empenhou-se em compreender o fluxo de produção de ração, desde a entrada da matéria-prima, passando pelas etapas intermediárias de transformação e processamento, até a obtenção do produto final.

Para facilitar a compreensão foi criado o Fluxograma 02 para ilustrar os ciclos de produção de ração, facilitando a compreensão de todos, especialmente os que não estavam familiarizados com a fábrica.

Fluxograma 02 – Ciclos de produção de ração



Fonte: Autor (2024)

O fluxograma é uma ferramenta essencial para mapear processos, permitindo visualizar sua sequência, interdependências e ramificações. Ele facilita a identificação de oportunidades de melhoria e permite uma análise abrangente, ajudando a identificar gargalos e falhas no processo (Miranda; Saldanha; São Pedro Filho, 2023; Inácio *et al.*, 2023).

4.2 Definição do setor ou linha a ser mapeado

Inicialmente, foi aplicado um questionário direcionado aos operadores com o objetivo de identificar a variabilidade do fator humano na operação. A variabilidade é difícil de controlar e prever, pois, é influenciada pelas diferenças individuais entre as pessoas, esses aspectos impactam na qualidade e produção (Diao; Ghorbani, 2018). Ela frequentemente decorre da falta de robustez nos processos, com desvios causados por inconsistências em materiais, equipamentos e no comportamento dos operadores (Goh *et al.*, 2019).

A análise tem como base os dados coletados da peletizadora, considerada o principal gargalo do processo. Esse equipamento é responsável pela transformação da ração farelada para o formato peletizada. Para garantir a confidencialidade, os operadores e tipos de ração foram identificados por letras. Os dados apresentados na Tabela 01, fornecem informações sobre o acompanhamento e a medição dessa etapa do processo.

Tabela 01 – Questionário de Operação
(Descreva os valores em % da partida auto em cada tipo de ração)

Rações	Operador A		Operador B		Operador C	
	Inicial/Parcial(%)	Máxima (%)	Inicial/Parcial(%)	Máxima (%)	Inicial/Parcial(%)	Máxima (%)
AE	45 -55	75	40-50-60- 65-70	75	40-50- 60-70	80
AF	40-55	80	40-50-55- 60-65	70	40-50-60	65
AG	45-55	80	40-50-60 -65-70	75	40-50- 60-70	75
AD	60-70	95	40-60- 70-80	85	60-70-80	90
AH	60-70	95	40-60- 70-80	85	60-70-80	85
AI	50-60	90	40-60- 70-80	85	60-70-80	90
AC	60-70	95	40-60- 70-80	85	60-70-80	90
AB	60-70	95	40-60- 70-80	85	60-70-80-90	95
AA	65-75	95	40-60- 70-80	85	60-70-80	90
AJ	50-60	90	40-60- 70-80	85	50-60-70	75
AK	35-40	75	40-45- 50-55	60	40-45-50	55
AL	35-40	65	40-45-50- 55-60	65	40	50
AM	25-30	50	30-35-36- 37-38-40	42	35-40-45- 50-55	60
AN	35-40	75	40-43-60	65	35-40-45- 50-55	60

Fonte: Autor (2024)

Os dados apresentados na Tabela 01 indicam que a principal dificuldade operacional está na falta de padronização. A quantidade de ajustes parciais realizados impacta diretamente na estabilização do maquinário, devido à variabilidade nas operações entre os diferentes operadores (A, B e C). Em outras palavras, quanto maior o número de ajustes parciais, mais tempo é necessário para estabilizar a “peletizadora”, o que resulta em uma redução da taxa de ocupação nominal do maquinário e limita sua capacidade produtiva.

A peletizadora deve ser operada conforme as orientações do fornecedor, utilizando apenas a partida máxima, com um único ajuste parcial para garantir a máxima produtividade. A prática de múltiplos ajustes parciais decorre da falta de percepção e compreensão da resposta do maquinário por parte dos operadores. Nesse contexto, promover maior uniformidade na operação pode contribuir para uma operação mais eficiente e uma maior capacidade de produção.

Durante o monitoramento e a medição do processo, identificaram-se várias oportunidades de melhoria, descritas a seguir:

- Inúmeros *setups* diários;
- Elevado tempo de *setups*;
- Indisponibilidade de meta produtiva;
- Programação de ração.

A produção enfrenta um elevado número de *setups*, o que está associado à falta de um volume produtivo consistente, à disponibilidade limitada de silos para estoque e ao elevado número de formulações a serem processadas. Em uma jornada produtiva de 24 horas, foram registrados cerca de 20 *setups*, cada um consumindo aproximadamente 12 minutos, o que resulta em uma indisponibilidade processual total de 240 minutos.

A ausência de metas produtivas dificulta o controle da eficiência dos operadores, impossibilitando a avaliação precisa da performance e explicando a falta de padronização operacional. Como Deming (1992, *apud* Ensslin *et al.*, 2020) salientou, “não se pode gerenciar o que não se mede e não se pode medir o que não se define”.

A falta de uma programação eficiente de ração causa ajustes constantes, prejudicando a produtividade. O setor administrativo envia ao sistema de produção os volumes a serem fabricados, mas devido ao esquecimento de alguns clientes, a fábrica precisa atender pedidos de última hora, o que prejudica o cumprimento dos prazos.

A equipe *Lean* criou um MFV para analisar o estado atual do processo produtivo, incluindo a análise das etapas de produção e o estudo dos tempos, a fim de diagnosticar os padrões de fabricação e o *Lead Time* do ciclo de produção da ração, os dados foram coletados por meio de visitas e entrevistas com os operadores.

4.3 Verificação do estado presente

A verificação do estado presente do processo de fabricação de ração começou com uma reunião entre a equipe de operação e os gestores, onde a equipe *Lean* esclareceu dúvidas e discutiu as fases do processo, os equipamentos e os principais obstáculos enfrentados pelos operadores.

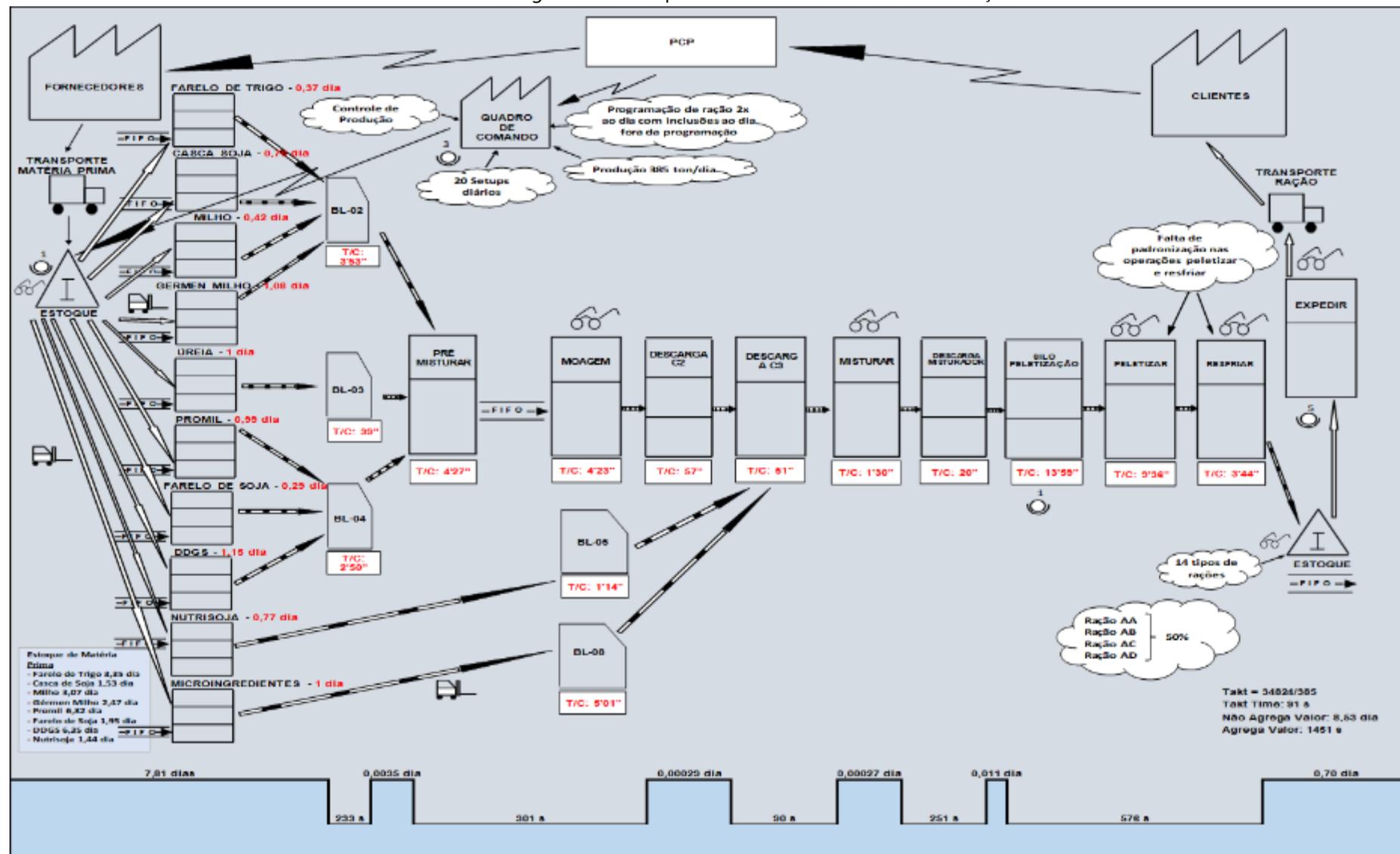
A escolha das variedades de rações para o desenvolvimento do MFV foi baseada em registros históricos de produção. Foram selecionadas as quatro rações com maior demanda, que representam cerca de 50% da produção total da Agroindústria, e essas variedades foram denominadas confidencialmente como AA, AB, AC e AD.

Com base nas informações definidas, foram identificados os dados essenciais para a coleta, como o tempo de processamento, períodos de espera e tempo de estocagem. A equipe *Lean* iniciou a cronoanálise dos ciclos, utilizando o sistema de automação para monitorar o tempo de operação dos equipamentos, o fluxo de materiais e a produção em tempo real. Foram realizadas três medições de todo o ciclo de produção para cada tipo de ração selecionada e, ao final, calculou-se a média dos resultados. A equipe, então, focou em melhorar o pior cenário de tempo, ou seja, a ração que apresentava o maior tempo de atravessamento.

Com os ciclos cronometrados, foi elaborado um mapeamento das etapas de produção, no qual foram identificados padrões de fabricação por processamento e planejada a determinação do *Lead Time* total do ciclo de fabricação. O MFV do estado atual revelou a divisão do processo de fabricação em várias etapas: Planejamento e Controle da Produção (PCP), fornecedores, estoques, balanças de pesagens, pré-mistura, moagem, caixas de espera, mistura, peletização, resfriamento, expedição e transporte ao cliente.

Esse levantamento identificou ineficiências e gargalos operacionais em cada etapa do processo. Com as informações coletadas, a equipe *Lean* elaborou o Fluxograma 03, que representa o mapa do estado atual da fábrica de ração.

Fluxograma 03 – Mapa do estado atual da Fábrica de Ração



Fonte: Autor (2024)

O Fluxograma 03, que representa o estado atual da fábrica de ração, mostra que os equipamentos operam de maneira sincronizada, mas há oportunidades para melhorar a transição entre os ciclos de produção e reduzir o *Lead Time*. A produção é ajustada conforme a demanda real dos clientes, com uma média de 385 toneladas de ração por dia.

Para calcular o *Takt Time* da produção de ração, utiliza-se a fórmula:



$$Takt\ Time = \frac{34824}{385} = 91\ \text{segundos}$$

A análise do MFV do estado atual revelou um *Takt Time* de 91 segundos, o que significa que, em uma jornada de 24 horas, a fábrica deve produzir 268 kg de ração por minuto para atender à demanda planejada. O *Takt Time* fornece parâmetros sobre o ritmo que a linha de produção deve manter para adequar-se às necessidades dos clientes.

Foram inseridas informações no MFV sobre o processo e as etapas que requerem atenção e oportunidades. Observou-se a falta de padronização em algumas etapas, causada pela variabilidade nas operações entre os operadores, bem como o elevado número de *setups* e o tempo associado a cada um deles. Além disso, foram identificadas inclusões de rações fora da programação, o que contribui para a ineficiência do processo.

O processo inicia-se quando o cliente envia a demanda por tipo e quantidade ao sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da Agroindústria. O setor Administrativo é responsável por extrair as informações do ERP e transmiti-las aos operadores por meio de planilhas eletrônicas na nuvem. Os operadores organizam e priorizam as demandas diárias em um processo denominado "programação de ração".

Uma análise conduzida pelo grupo *Lean*, baseada no MFV, identificou a possibilidade de reduzir o número de *setups*, o que resultaria na redução das trocas de ração. Além disso, foi destacado que a redução do tempo de *setup* acelera o processo de troca e contribui para a utilização mais eficaz dos recursos disponíveis. Outra melhoria identificada foi a padronização do início da operação da peletizadora. Ao implementar procedimentos de partida mais uniformes, a variabilidade é reduzida. A análise também apontou que a produção em pequenos lotes pode reduzir a capacidade total e aumentar o número de *setups*, sendo que cada lote corresponde a 4 toneladas de ração. Para mitigar esse efeito, seria vantajoso ajustar o tamanho dos lotes, equilibrando flexibilidade e eficiência, a fim de otimizar os *setups* e a capacidade produtiva.

Com os dados coletados na fase de monitoramento dos gargalos produtivos, é possível recomendar um progresso evolutivo. A Tabela 02 apresentará sugestões para otimizar os tempos produtivos, contribuindo para a formulação da proposta final do estudo de caso.

Tabela 02 – Tempos de processamento de ração

	Número de <i>Setup</i>	Tempo <i>Setup</i>	Padronização de Operação Peletização	Produção de lotes maiores por tipo de ração
Atual	20 <i>setups</i>	12 min	9 min e 36s	4 ton, 8 ton
Proposta	15 <i>setups</i>	9 min e 30s	5 min e 26s	28 ton
Ganhos	5 <i>setups</i>	2 min e 30s	4 min e 10s	Variabilidade de processo

Fonte: Autor (2024)

Na Tabela 02, buscou-se reduzir desperdícios, resultando em um ganho de 5 setups diários, com duração de 9 minutos e 30 segundos cada, da mesma forma, foi padronizado o tempo de peletização para 5 minutos e 26 segundos.

Quanto à produção, definiu-se que as rações correspondentes a 50% da produtividade total deveriam ter um limite mínimo de 28 toneladas, o que equivale a 7 bateladas. Todos os parâmetros foram validados com gestores e equipe operacional, sendo testados nas operações, com resultados que mostraram a viabilidade do refinamento proposto.

Na etapa conclusiva do projeto de implementação do *Lean Manufacturing* consistiu na elaboração de um plano de ação (5W2H).

O 5W2H é uma ferramenta de planejamento que ajuda a definir ações, critérios, prazos, custos e responsabilidades para resolver problemas ou aproveitar oportunidades. Essa metodologia analisa elementos essenciais: por que? (*why*), o que? (*what*), onde? (*where*), quando? (*when*), quem? (*who*), como? (*how*) e quanto custa? (*how much*). A aplicação de um *checklist* prático em não conformidades assegura a consideração dos detalhes e facilita a busca por soluções alternativas (Silva *et al.*, 2024; Oliveira, 2022).

Além das questões já identificadas, este plano de ação também incluirá outras medidas que a equipe *Lean* considera relevantes para a implementação das melhorias.

4.4 Elaboração do plano de ação

A estruturação do plano de ação focou nas intervenções identificadas como áreas de melhoria, atribuindo-se responsáveis para cada ação. As informações dos itens descritos no plano de ação encontram-se na Tabela 03. Para o plano de ação, os executores (“Quem?”) serão identificados por letras.

Tabela 03 – Plano de Ação

O que? (<i>What</i>)	Por que? (<i>Why</i>)	Quem? (<i>Who</i>)	Quando? (<i>When</i>)	Onde? (<i>Where</i>)	Como? (<i>How</i>)	Quanto? (<i>How much</i>)
Treinar os operadores	Implementação do <i>Lean</i> na produção	A	-----	Fábrica	Treinar equipe para implementação do <i>Lean</i>	R\$ -
Rações com baixa saída	Devido sazonalidade	A	-----	Fábrica	Migrar ração para outra planta	R\$ -
Otimizar envio de formulações de ração	Agilizar o envio e produção imediata	A	-----	Automação	Instalar alarme sonoro para não esperar mais de 2 minutos com equipamento vazio	R\$ -
Inclusão de ração fora da programação	Evitar <i>setup</i> desnecessário	B	-----	Quadro de Comando	Não aceitar novas inclusões fora da programação	R\$ -
Produção de lotes pequenos	Evitar <i>setup</i> desnecessário	B	-----	Quadro de Comando	Não produzir valores menor que 28 ton	R\$ -
Acertar disposição dos silos de ração	Ajustar a capacidade conforme demanda	C	-----	Automação	Redirecionar os silos conforme a demanda	R\$ -

Padronização do processo peletização	Falta de procedimento operacional	B	-----	Quadro de Comando	Mensurar o valor de partida alta conforme <i>benchmarking</i> da Tabela 01 Questionário de operação	R\$ -
Variações do sistema de trabalho dos Operadores	Não existe modelo padrão	D	-----	Quadro de Comando	Efetuar reuniões mensais para nivelamento operacional	R\$ -
Reduzir Tempos dos Setups	Tempos de <i>Setup</i> estão em 12 min	B	-----	Quadro de Comando	Procedimento de 12 min para 9 min e 30s	R\$ -
Número de Setups Elevados	Total médio de 20 <i>setups</i> ao dia	B	-----	Quadro de Comando	Procedimento de 20 <i>setups</i> ao dia para 15 <i>setups</i> ao dia	R\$ -
Tempo elevador para estabilizar a produção	Total médio de 9 min e 36s	C	-----	Quadro de Comando	Procedimento de 9 min e 36s para 5 min e 26s	R\$ -

Fonte: Autor (2024)

O plano de ação da Tabela 03 foi adotado para corrigir desperdícios identificados no MFV, implementando melhorias definidas pelo grupo Lean e a equipe operacional.

4.5 Monitoramento das ações

Após a implementação, foi realizado monitoramento para avaliar a eficácia das ações. Caso algum desvio seja identificado, a equipe responsável deve reavaliar a melhoria e ajustar a abordagem para garantir o cumprimento dos objetivos. O monitoramento confirma a conclusão das etapas e garante a manutenção das melhorias, estabelecendo um ciclo *Kaizen*.

A equipe *Lean* retornou ao processo para realizar uma análise e, após promover um treinamento com os operadores, aplicou um questionário para avaliar a eficácia do treinamento. Esse questionário foi desenvolvido para verificar se o conhecimento adquirido pela equipe foi distribuído de maneira uniforme entre todos os participantes.

A aplicação do questionário ocorreu alguns dias após o término do treinamento, permitindo que os operadores assimilassem o conteúdo e dessem um feedback sobre sua experiência e aprendizado. As perguntas incluídas foram as seguintes:

- 1) O que é *Lean Manufacturing* na sua perspectiva?
- 2) Quais metas a Agroindústria busca atingir com a implementação do *Lean*?
- 3) Como você explicaria o conceito de desperdício relacionado à produção de ração?
- 4) Você já realizou uma análise do processo de fabricação de ração para identificar os desperdícios? Se sim, quais desperdícios foram identificados?
- 5) Como podemos reduzir ou eliminar os desperdícios citados anteriormente?
- 6) Quais ferramentas podem ser usadas para eliminar os desperdícios mencionados?
- 7) Quais equipamentos ficam ociosos e como podemos otimizar sua utilização?
- 8) Como podemos reduzir o tempo de espera entre as etapas do processo?
- 9) Estamos utilizando adequadamente a automação? Como podemos melhorar?
- 10) Como podemos desenvolver a cultura *Lean* dentro da Agroindústria?

A avaliação de eficácia permitiu identificar a efetividade do treinamento e a compreensão dos conceitos pelos operadores. A partir das respostas, foi possível mensurar o entendimento sobre os princípios do *Lean Manufacturing*, com resultados superiores às expectativas.

A produção de ração é baseada na demanda dos clientes, programada diariamente. Durante esse processo, o operador informa ao sistema de automação qual ração deve ser produzida. Contudo, a falta de sequenciamento no sistema exige a inserção manual da formulação, o que gera atrasos que impactam os ciclos subsequentes da produção. Assim que a formulação é enviada, a primeira etapa acionada são as balanças, conforme indicado no Fluxograma 02, relacionado ao "reconhecimento da fábrica". Para corrigir a inconformidade, solicitou-se à empresa de automação a ativação de um alarme sonoro caso a balança fique inoperante por mais de 2 minutos, alertando o operador para enviar uma nova ração. Além disso, foi criado um relatório digital para registrar os tempos de inatividade do equipamento, visando monitorar e otimizar seu desempenho.

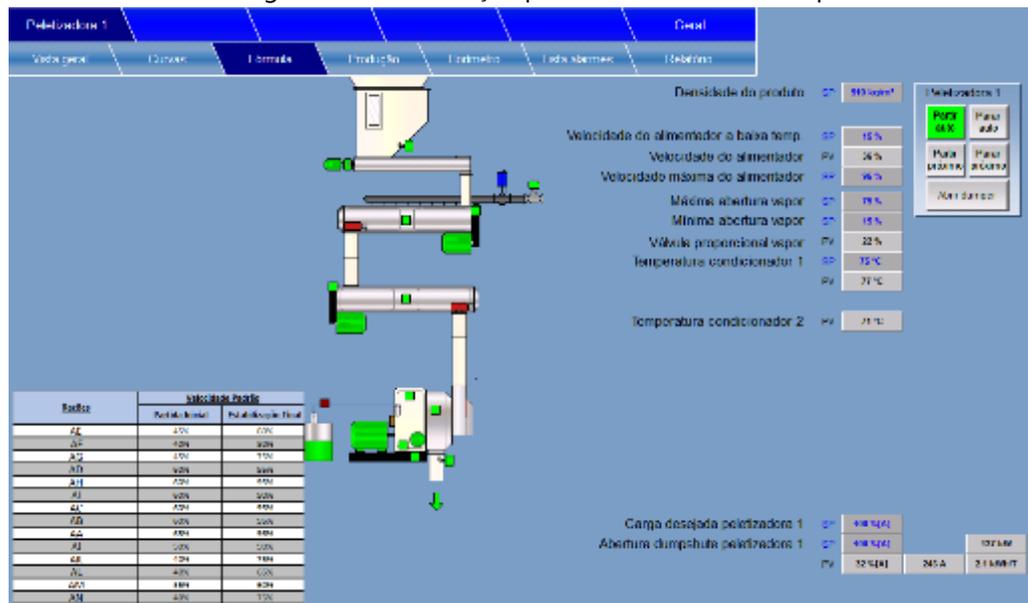
A programação da produção de ração é feita até as 18 horas para as entregas no dia seguinte. No entanto, em alguns casos, produtores esqueciam de realizar os pedidos a tempo. Quando isso ocorria, o atendimento emergencial interrompia a programação, prejudicando a demanda dos produtores com pedidos corretamente agendados. Para minimizar esses impactos e melhorar o fluxo produtivo diário, essa prática foi descontinuada.

O grupo *Lean* detectou que a produção em lotes pequenos onera o processo devido ao aumento de *setups*, prejudicando a estabilização da peletização. Para otimizar, recomenda-se produzir 7 bateladas, totalizando cerca de 28 toneladas, para atender à capacidade de estoque nos silos. Essa estratégia reduz a frequência de setups, promove uma operação mais estável, melhora o fluxo produtivo e reduz custos associados a paradas e reinícios frequentes do processo.

O setor de expedição de ração é a última etapa do processo, onde a ração é armazenada em 24 silos dedicados, com capacidade de 28 toneladas cada, para 14 tipos diferentes de ração. Para refinar esse armazenamento, foi sugerida uma reorganização na disposição das rações nos silos. A proposta é alocar de 2 a 3 silos para os tipos de ração com maior volume de vendas, enquanto os de menor demanda ocupariam 1 silo. Essa ação visa melhorar o uso do espaço, reduzir os tempos de *setup* e permitir maior agilidade na resposta às flutuações do mercado. A equipe *Lean* propõe uma revisão trimestral da disposição dos silos para alinhar a produção com a demanda atual.

Durante a produção de ração, a peletização é realizada por uma peletizadora, operada por pessoas através de um sistema automático. Na Agroindústria, que opera 24 horas, três operadores com métodos distintos geram alta variabilidade no processo. Para mitigar essa variabilidade e padronizar a operação, foi desenvolvida uma tabela visual. Essa tabela está localizada ao lado do sistema de controle da peletizadora e serve como um guia para os operadores. A Figura 01 ilustra o sinóptico da automação da peletizadora e apresenta a velocidade padrão de partida para a produção de cada tipo de ração.

Figura 01 – Automação peletizadora e tabela de partida



Fonte: Autor (2024)

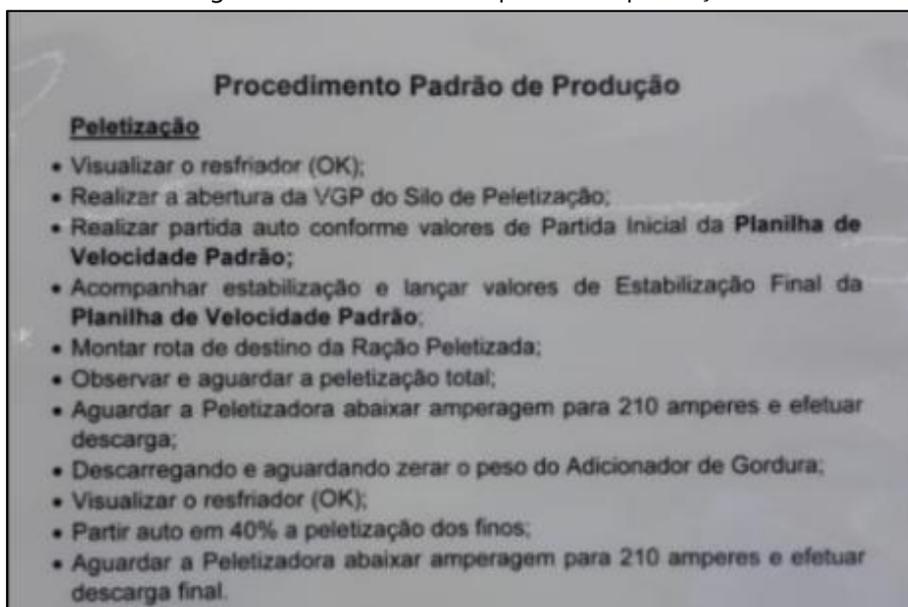
A visualização padronizada, criada conforme as recomendações do grupo *Lean*, visa garantir consistência no processo de peletização, eliminando variações causadas pelas diferenças individuais dos operadores.

Para garantir a qualidade da ração, a peletizadora monitora parâmetros como carga, temperatura do vapor e abertura do vapor. Relatórios confirmaram que os operadores estão utilizando a tabela padronizada como guia, o que beneficiou a uniformidade do processo.

Para prevenir variações no sistema de trabalho dos operadores e garantir um alinhamento operacional, são realizadas reuniões mensais focadas na produtividade do processo. Essas reuniões têm como foco discutir e analisar os indicadores de produção (tempo de disponibilidade, desempenho, qualidade, produtividade, *setups*, indisponibilidades e eficiência). Essa análise ajuda a identificar tendências, pontos fortes e áreas que necessitam de maior atenção. Ao avaliar a performance ao longo dos meses, cria-se uma condição favorável para traçar metas específicas e factíveis, que servirão como um referênci para as operações. Por meio desse formato de reunião, pretende-se monitorar o desempenho e implementar ações corretivas quando necessário.

O *setup* ou TRF do processo ocorre em virtude das trocas de rações que precisam ser produzidas para atender à demanda. Na maioria das vezes, a demanda de um tipo específico de ração ultrapassa a capacidade de estoque dos silos de expedição, sendo necessário produzir essa ração até 4 vezes durante a jornada de trabalho (24 horas) para suprir o pedido relacionado a essa ração e, em seguida, prosseguir com os demais tipos de ração. Cada troca de ração acarreta um novo *setup* ou TRF. Diante da impossibilidade de investir para aumentar os volumes de estoque, foi encontrada uma forma para trabalhar com esses *setups*, focando-se na redução de seu tempo. Como parte dessa melhoria, foi desenvolvido um procedimento operacional para reduzir o tempo de *setup*, conforme ilustrado na Foto 01, que mostra o procedimento padrão de produção.

Figura 02 - Procedimento padrão de produção

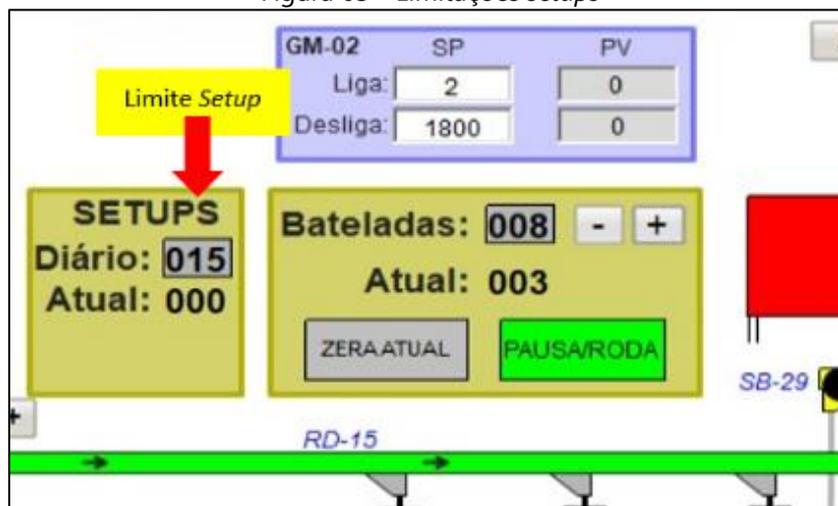


Fonte: Autor (2024)

Nesta avaliação, ao seguir as recomendações mencionadas na Figura 02 do procedimento operacional padrão, foi possível reduzir o tempo de *setup* de 12 minutos para 9 minutos e 30 segundos.

Ao discutir a otimização do *setup*, identificou-se um potencial adicional de ganho na redução do tempo de *setup* ou TRF. A proposta é produzir o volume de ração de forma mais enxuta, maximizando a eficiência produtiva com base nas melhorias já implementadas. A Figura 03, intitulada "Limitação dos Setups", ilustra um ajuste realizado por meio de automação.

Figura 03 - Limitações setups



Fonte: o autor (2024)

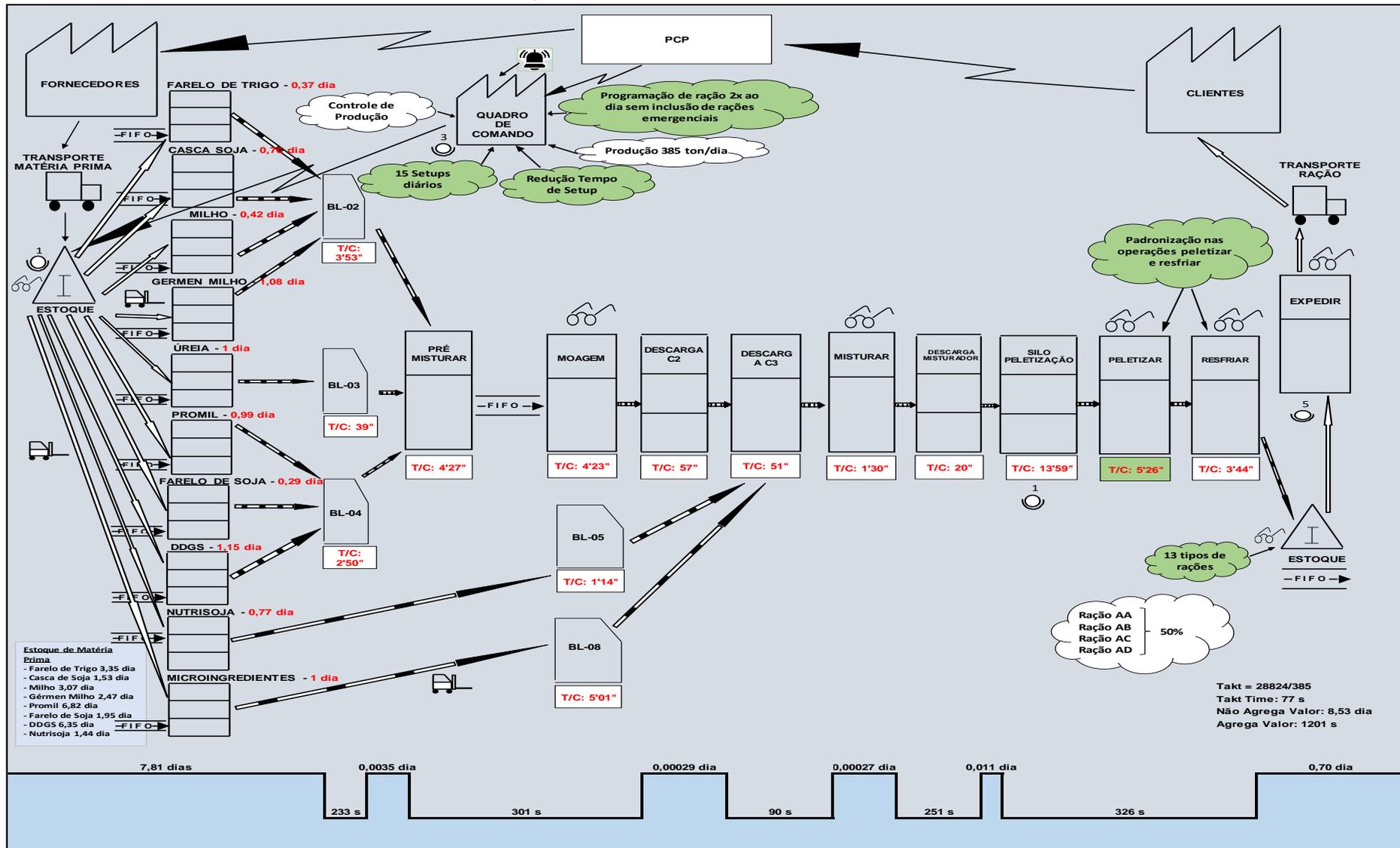
Foi implementada uma estratégia para otimizar os setups diários, limitando-os a 15, conforme mostrado na Figura 03, com base em uma tabela do sistema. Caso surjam situações especiais, os gestores podem utilizar uma senha específica para aumentar temporariamente esse limite. Além disso, o sistema se autoajusta ao final de cada dia, retornando ao limite padrão de 15 *setups* para o dia seguinte. Essa melhoria reduziu o número de *setups* diários de 20 para 15.

O último monitoramento do plano de ação teve como propósito avaliar o tempo de estabilização da produção, considerando o número de partidas da peletizadora. Com o ajuste realizado, baseado na padronização operacional para incluir apenas uma partida de alta, foi alcançada uma significativa redução do tempo de estabilização. Anteriormente, o tempo necessário para estabilizar a produção era de 9 minutos e 36 segundos, após os ajustes, esse tempo foi reduzido para 5 minutos e 26 segundos, representando uma economia de 4 minutos e 10 segundos.

4.6 Verificação do estado futuro e apresentação dos resultados

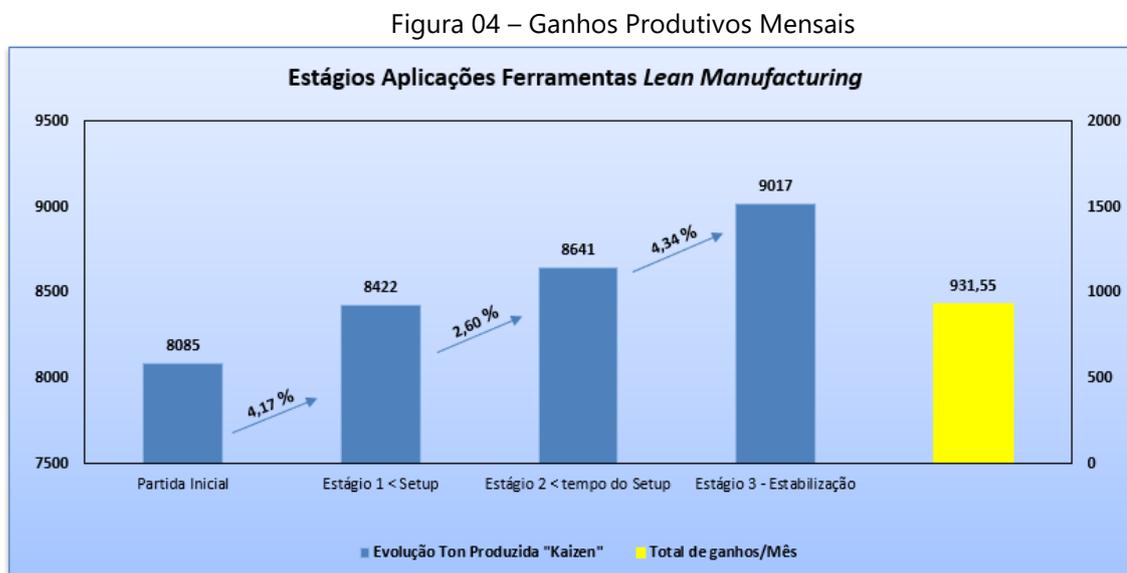
Na etapa final, após a implementação de todas as ações, será realizado um novo modelo de MFV do estado futuro, onde serão efetuados cálculos para simular os ganhos produtivos, com foco na redução do *Lead Time* e na manutenção dos princípios do *Kaizen*. Esse processo permitirá avaliar de forma eficaz os resultados obtidos, os impactos das melhorias implementadas e compará-los com o MFV do estado atual. O Fluxograma 04 representa o mapa do estado futuro da fábrica de ração, apresenta informações após a implementação e monitoramento de cada ação executada.

Fluxograma 4 – Mapa do estado futuro da fábrica de ração



Fonte: Autor (2024)

Os resultados de aumento de produtividade foram positivos, impulsionados pela implementação das ferramentas *Lean*. A Figura 04 mostra os ganhos mensais conforme o progresso nas etapas: Partida Inicial, Redução de *Setup*, Redução do Tempo de *Setup* e Estabilização.



Fonte: Autor (2024)

De acordo com a Figura 04, a capacidade inicial de processamento de ração era de 385 toneladas por dia (8.085 toneladas por mês). Ao final do Estágio 3, essa capacidade aumentou para 429,36 toneladas por dia (9.017 toneladas por mês), resultando em um aumento de 44,36 toneladas diárias e 931,5 toneladas mensais.

Esses resultados indicaram um avanço significativo na eficiência produtiva em um período relativamente curto. Ao final da implementação das práticas de *Lean Manufacturing*, foi possível obter um retorno financeiro adicional de aproximadamente R\$ 35.000,00 mensais. Esse ganho foi fruto do aumento da produtividade sem a necessidade de alterar a jornada de trabalho ou os custos fixos operacionais, ou seja, a empresa conseguiu ampliar o volume de produção dentro dos custos já estabelecidos, otimizando o uso dos recursos existentes e eliminando desperdícios.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada permitiu uma análise detalhada da aplicação de ferramentas de *Lean Manufacturing* no processamento de rações, com foco na redução de desperdícios e no aprimoramento da eficiência operacional. As metodologias empregadas, especialmente o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), revelaram gargalos e ineficiências, possibilitando a formulação de um plano de ação para otimizar o fluxo produtivo. A implementação das ferramentas *Lean*, como o trabalho padronizado, Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e o plano 5W2H, contribuiu expressivamente para a padronização das operações e redução do tempo de *setup*, resultando em uma operação mais estável e um fluxo produtivo aprimorado.

Os resultados obtidos demonstraram uma elevação na capacidade produtiva de 385 para 429,36 toneladas diárias, representando um incremento de 44,36 toneladas por dia e de aproximadamente 931,5 toneladas por mês. Essa melhoria proporcionou uma redução expressiva do *Lead Time* e uma economia financeira estimada em 35 mil reais mensais. Esses avanços foram alcançados ao consolidar práticas *Lean* como parte da cultura organizacional, promovendo um ambiente produtivo mais eficiente e alinhado às demandas do mercado.

A conclusão evidencia que a adoção contínua das práticas de *Lean Manufacturing* é fundamental não apenas para manter a eficiência na linha de produção, mas também para fortalecer a competitividade da Agroindústria. Dessa forma, a pesquisa reafirma a importância da metodologia *Lean* como uma estratégia de longo prazo para o crescimento operacional no setor.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef REPORT: perfil da pecuária no Brasil 2024**. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ABUZIED, Y. A practical guide to the *kaizen* approach as a quality improvement tool. **Global Journal on Quality and Safety in Healthcare**, v. 5, n. 3, p. 79-81, 1 ago. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36401/jqsh-22-11>. Acesso em: 16 jul. 2024.

AFFONSO NETO, A. *et al.* Análise da adoção de práticas lean em empresas brasileiras: um estudo exploratório. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 2, p. 196-208, 3 jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2018.v13n2.1353>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ALLTECH. **How to solve the greatest challenge in the feed industry**. 2019. Disponível em: <https://www.alltech.com/blog/how-solve-greatest-challenge-feed-industry>. Acesso em: 14 jun. 2024.

ALLTECH. **Produção de ração cresce 1,84% no Brasil em 2023 e supera 83 milhões de toneladas métricas**. 2024. Disponível em: <https://www.alltech.com/pt-br/press-release/producao-de-racao-cresce-184-no-brasil-em-2023-e-supera-83-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 14 jun. 2024.

BENETTI, V. G.; CHAVES, B. T.; SCHMIDT, F. C. Aplicação dos conceitos de fluxo contínuo e balanceamento em uma linha de manufatura de reservatórios de ar para caminhões. **Tecno-Lógica**, v. 24, p. 342-354, 4 set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v2i0.15761>. Acesso em: 17 jul. 2024.

BENTO, G. dos S.; HEIN, N. Usando regressão logística para estimar o índice de refugo em função de práticas enxutas relacionadas à qualidade. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, p. 01-11, 27 jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-11.1232>. Acesso em: 15 jul. 2024.

BIANCHET, F. S. *et al.* Uso de ferramentas lean para melhoria de processos industriais alimentícios. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 3, p. 5263-5277, 2020. Brazilian Journal of Health Review. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv3n3-102>. Acesso em: 09 jul. 2024.

BONESI-DE LUCA, F. M. *et al.* Método para implementação do trabalho padronizado como elemento adicional do planejamento e controle baseado em localização. **Ambiente Construído**, v. 24, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212024000100734>. Acesso em: 15 jul. 2024.

CONTRERAS CASTAÑEDA, E. D.; GORDILLO GALEANO, J. J.; OLAYA RODRÍGUEZ, K. J. Lean-Kaizen startup in panela production processes: the case of a trapiche. **Cogent Engineering**, v. 11, n. 1, 11 mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2322834>. Acesso em: 16 jul. 2024.

CORDEIRO, F. N. C. S. *et al.* Estudos descritivos exploratórios qualitativos: um estudo bibliométrico. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 11670-11681, 5 jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-259>. Acesso em: 19 jul. 2024.

COSTA, T. R.; COSTA, T. R. Caracterização da ferramenta da qualidade pdca: uma pesquisa bibliográfica. **REVISTA FOCO**, v. 17, n. 5, p. e5188, 22 maio 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n5-133>. Acesso em: 16 jul. 2024.

DIAO, H.; GHORBANI, M. Production risk caused by human factors: a multiple case study of thermal power plants. **Frontiers of Business Research in China**, v. 12, n. 1, 6 ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s11782-018-0035-9>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ENINI, L.; BONOTO, A. F. Análise do fluxo de valor da produção de iogurte em uma empresa de laticínios na Zona da Mata/MG. **The Journal Of Engineering And Exact Sciences**, v. 5, n. 4, p. 0357-0366, 20 ago. 2019. Universidade Federal de Vicosa. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18540/jcecvl5iss4pp0357-0366>. Acesso em: 09 jul. 2024.

ENSSLIN, L. *et al.* Management Support Model for Information Technology Outsourcing. **Journal of Global Information Management**, v. 28, n. 3, p. 123–147, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/JGIM.2020070107>. Acesso em 06 ago. 2024.

EPAGRI. **SC bate recorde no Valor da Produção Agropecuária em 2023, com destaque para a produção animal**. 2024. Economia Agrícola. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2024/05/06/sc-bate-recorde-no-valor-da-producao-agropecuaria-em-2023-com-destaque-para-a-producao-animal/#>. Acesso em: 16 de jun. 2024.

FIGUEIREDO, O. C.; OLIVEIRA, U. R. Resultados empíricos do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria automotiva. **Revista Gestão Industrial**, v. 15, n. 1, 8 mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/gi.v15n1.8234>. Acesso em: 17 jul. 2024.

GALHARDI, A. C.; TABETA, A. M. Modelos de maturidade em lean manufacturing: uma análise bibliográfica / lean manufacturing maturity model. **Brazilian Journal Of Business**, v. 3, n. 1, p. 312-323, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34140/bjbv3n1-019>. Acesso em: 09 jul. 2024.

GEROMEL, F. dos S.; PACHECO, B. C. S.; NAGANO, M. S. Aplicação do lean manufacturing no layout produtivo de uma empresa de pallets do interior de São Paulo. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 5, p. e1749, 3 maio 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-017>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GHAITHAN, Ahmed M. *et al.* Integrated Impact of Circular Economy, Industry 4.0, and Lean Manufacturing on Sustainability Performance of Manufacturing Firms. **International Journal of**

Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 6, p. 5119, 14 mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20065119>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GOH, Y. M. *et al.* A variability taxonomy to support automation decision-making for manufacturing processes. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 5, p. 383-399, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1639840>. Acesso em: 15 nov. 2024.

GUARILHA, P. P. M. *et al.* O pensamento Lean para melhorias na gestão de estoques: as melhores práticas e desafios na área da saúde. **Revista Meta: Avaliação**, v. 15, n. 47, p. 426, 30 jun. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v15i47.3950>. Acesso em: 11 jul. 2024.

IKARI, M. *et al.* Aplicação do lean manufacturing em conjunto com a manufatura aditiva na redução de desperdícios em processos. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 6, n. 1, p. 81-104, 30 maio 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/894/899>. Acesso em: 13 jul. 2024.

INÁCIO, L. C. R. *et al.* Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 10, p. 17413-17427, 10 out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.2890>. Acesso em: 16 ago. 2024.

KLEIN, L. L. *et al.* The Influence of Lean Management Practices on Process Effectiveness: A Quantitative Study in a Public Institution. **SAGE Open**, v. 12, n. 1, p. 215824402210888, jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/21582440221088837>. Acesso em: 19 out. 2024.

KUMAR, N. *et al.* Lean manufacturing techniques and its implementation: a review. **Materials Today: Proceedings**, abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>. Acesso em: 19 out. 2024.

LACERDA, T.; FORTES, R. M. B. **Análise das perdas do Sistema Toyota de Produção Identificadas em uma distribuidora de Aço**. 21. ed. 2021. Disponível em: https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao_21_TIAGO_SANTOSLACERDA.pdf. Acesso em: 12 jul. 2024.

LIMA JUNIOR, F. F. de; LIMA, M. de S.; LIMA, R. R. de. Utilização do lean manufacturing na indústria 4.0. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 12, p. e3884, 13 dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n12-072>. Acesso em: 12 jul. 2024.

MEDYŃSKI, D. *et al.* Digital Standardization of Lean Manufacturing Tools According to Industry 4.0 Concept. **Applied Sciences**, v. 13, n. 10, p. 6259, 20 maio 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app13106259>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MIRANDA, E. S. S.; SALDANHA, O. C. de C.; SÃO PEDRO FILHO, F. de. Fluxograma como ferramenta de qualidade em processos de gestão em biblioteca universitária. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 8, p. 13923-13941, 18 ago. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i8.2486>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MOHAMMAD, A.; HAMJA, A.; HASLE, P. Reduction of changeover time through SMED with RACI integration in garment factories. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 15, n. 2, p. 201-209, 20 jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ijlss-10-2021-0176>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MOTA JÚNIOR, R. C. Avaliação de implementação lean manufacturing: estudo de caso no setor de manutenção de uma siderúrgica de grande porte. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 3, p. 981-1000, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i3.3360>. Acesso em: 9 jul. 2024.

MULYANA, I. J. *et al.* Identification and Prioritization of Lean Waste in Higher Education Institutions (HEI): A Proposed Framework. **Education Sciences**, v. 13, n. 2, p. 137, 28 jan. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci13020137>. Acesso em: 15 nov. 2024.

OLIVEIRA, T. M. O ciclo PDCA e o 5W2H: As ferramentas administrativas aplicadas na organização x. **Revista Valore**, v. 7, p. 1-15, 19 mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22408/rev71202210891-15>. Acesso em: 16 ago. 2024.

OLIVEIRA, U. R.; FIGUEIREDO, O. C. de. O impacto da padronização dos desperdícios em uma indústria de autopeças. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 9, n. 1, p. 115-126, 24 set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-684x.2018.001.0008>. Acesso em: 15 jul. 2024.

PICCHI, F. A. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter**. 18 out. 2017. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1131/entenda-os-7-desperdicios-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>. Acesso em: 12 jul. 2024.

RIDDER, Hans-Gerd. The theory contribution of case study research designs. **Business Research**, v. 10, n. 2, p. 281-305, 16 fev. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40685-017-0045-z>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SHARMA, AK.; PINCA-BRETOTEAN, C.; SHARMA, S. Artificial intelligence in lean manufacturing paradigm: a review. **E3S Web Of Conferences**, v. 391, p. 01163, 2023. EDP Sciences. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202339101163>. Acesso em: 11 jul. 2024.

SILVA, C. H. L. A. *et al.* Aplicação do business intelligence e de ferramentas da qualidade na logística de uma indústria de acumuladores elétricos. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v. 14, p. 1-28, 13 ago. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22279/navus.v14.1864>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVA, G. S. e; CHIROLI, D. M. de G. Lean manufacturing: ações de melhorias em empresa metalmeccânica. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, p. 01-13, 14 jan. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-13.996>. Acesso em: 09 jul. 2024.

SILVA, J. I. A. O.; SOUSA, J. P. de. O lean manufacturing e sua relação com a sustentabilidade. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 4, p. e4265, 19 abr. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv22n4-155>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SILVA, K. C. O.; POHLMANN, P. Pesquisa qualitativa exploratóriodescritiva: uma breve discussão teórica. *In: SILVA, K. C. O.; POHLMANN, P. Métodos Mistos na Pesquisa em Enfermagem e Saúde*. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.5882104031>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SINGH, J.; SINGH, H.; SINGH, I. SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 7, p. 2065-2088, 1 out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/bij-05-2017-0122>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SUNDER SHARMA, S.; KHATRI, R. Introduction to Lean Waste and Lean Tools. *In: SUNDER SHARMA, Shyam; KHATRI, Rahul. Lean Manufacturing [Working Title]*. [S. l.]: IntechOpen, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/intechopen.97573>. Acesso em: 15 nov. 2024.

TOMIOKA, A. M. *et al.* A Filosofia Lean na Indústria Brasileira: Revisão da Literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11823-11843, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-154>. Acesso em: 12 jul. 2024.

WENDT, C.; BAÚ, B. G. Análise e redução de *Lead Time* em uma indústria de confecção. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 2, p. 2994-3020, 3 mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i2.4790>. Acesso em: 15 jul. 2024.

XAVIER, J. A. de M.; GARCIA, L. S.; ELIAS, S. J. B. Proposta de metodologia para implementação de ferramentas do Lean Manufacturing para redução do *Lead Time* produtivo em uma empresa do ramo eólico: um estudo de caso. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2022, FOZ DO IGUAÇÚ. Anais [...]*. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.14488/enegep2022_tn_st_382_1891_45201. Acesso em: 15 jul. 2024.