



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DARA ALICE DA SILVA NUNES

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS-RAÍZES DAS PARADAS NÃO-PROGRAMADAS
PARA MELHORIA DA CAPACIDADE PRODUTIVA: Estudo de Caso em uma
Indústria de Nutrição Animal**

Caruaru

2021

DARA ALICE DA SILVA NUNES

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS-RAÍZES DAS PARADAS NÃO-
PROGRAMADAS PARA MELHORIA DA CAPACIDADE PRODUTIVA: Estudo de
Caso em uma Indústria de Nutrição Animal**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção

Orientador: Profa^o. D. Sc. Marcele Elisa Fontana.

Caruaru

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

N972i Nunes, Dara Alice da Silva.
Identificação das causas-raízes das paradas não-programadas para melhoria da capacidade produtiva: estudo de caso em uma Indústria de Nutrição Animal. / Dara Alice da Silva Nunes. – 2021.
47 f. ; il. : 30 cm.

Orientadora: Marcele Elisa Fontana.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de produção, 2021.
Inclui Referências.

1. Produtividade. 2. Controle de qualidade. 3. processo produtivo. I. Fontana, Marcele Elisa (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-136)

DARA ALICE DA SILVA NUNES

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS-RAÍZES DAS PARADAS NÃO-PROGRAMADAS PARA MELHORIA DA CAPACIDADE PRODUTIVA: Estudo de Caso em uma Indústria de Nutrição Animal

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 27/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa^o. Dr.^a Marcele Elisa Fontana (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Rodrigo Sampaio Lopes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Msc. Daiane de Oliveira Costa (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Ceará

Prof^o. Dr. Thalles Vitelli Garcez (Professor da disciplina)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as conquistas.

Agradeço imensamente à minha família, sem eles nada disso seria possível. Ao meu pai Manoel e à minha mãe Selma por todo amor e dedicação, e por não medirem esforços para me apoiar em todas as etapas da vida. Agradeço também, por nunca me deixarem desistir diante das dificuldades, e me ensinarem a viver em plenitude. Aos meus irmãos, Caique e Midrache por serem os melhores irmãos do mundo, e por comemorar cada conquista comigo.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes, deixando a jornada mais leve.

Deixo, também, meus agradecimentos aos meus grandes mentores, a minha professora Marcele Fontana por sempre acreditar em mim e ter empatia; a minha supervisora Bernadete Matos por ser exemplo de liderança e me dar a oportunidade de fazer parte da equipe e a Rodrigo Franzin por me ensinar tanto durante o processo.

RESUMO

Inseridas num ambiente competitivo, as empresas têm desenvolvido estratégias focadas no melhoramento do processo produtivo, com o intuito de obter vantagens diante dos concorrentes. Com isso, mapear o fluxo produtivo em busca de oportunidades de melhoria permite potencializar sua produtividade e, conseqüentemente, sua capacidade. Aumentar os níveis de capacidade produtiva, sem adquirir novos recursos é resultado da aplicação de ferramentas da melhoria contínua nos sistemas produtivos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar as causas-raízes das paradas não-programadas para reduzir os impactos destas na linha e, conseqüente, melhoria da capacidade produtiva. Para isso, o processo de avaliação das paradas é constituído de duas etapas: identificação das causas-raízes e solução dos problemas associados. Inicia-se as análises das causas-raízes com o suporte da ferramenta “5 Porquês”, uma técnica simples de investigação dos impactos. Seguido da definição de ações, com o uso do conceito do *Brainstorming* desenvolvendo livremente ideias para solucionar os desvios do sistema. A partir das ações desenvolvidas para redução ou eliminação dos impactos pôde-se reduzir os tempos de processamento dos itens, potencializando a sua produtividade. Logo, com os resultados obtidos notou-se um aumento na capacidade produtiva da linha, permitindo concluir que identificar as paradas de linha influencia diretamente na capacidade de um processo.

Palavras-chave: Capacidade Produtiva; Paradas de Linha; Ferramentas da Qualidade.

ABSTRACT

Inserted in a competitive environment, companies have developed strategies focused on improving the production process in order to obtain advantages over competitors. Therefore, mapping the production flow searching opportunities of improvement allows your productivity and, consequently, your capacity to be boost. Increasing production capacity levels without acquiring new resources is the result of applying continuous improvement tools in production systems. Thus, this study identify the root causes of unscheduled stoppages to reduce the impacts of line stops and, consequently, improve production capacity. Since, inserted in a competitive environment, companies have developed strategies focused on improving the production process in order to obtain advantages over competitors. Therefore, mapping the production flow searching opportunities for improvement allows your productivity and, consequently, your capacity to be boost. Increasing production capacity levels without acquiring new resources is the result of applying continuous improvement tools in production systems. Thus, this study analyzed the animal feed production process, with focus on line stops, to reduce the production time of items and raise their capacity. Hence, the stoppage evaluation process consists of two stages: identification of root causes and solution of associated problems. The root cause analysis begins with the support of the “5 Whys” tool, a simple technique for investigating impacts. It is followed by the definition of actions, using the Brainstorming concept, developing ideas to solve system deviations. From the actions developed to reduce or eliminate impacts, it was possible to reduce items processing times, boosting their productivity. So, it was noted an increase in the production capacity with the results obtained, allowing the conclusion that identifying the line stops directly influences the capacity of a process.

Keywords: Productive Capacity; Line Stops; Quality Tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Gráfico de Pareto.....	18
Figura 2 – Ferramenta “5 Porquês”	18
Figura 3 – Fluxograma do Estudo.	20
Figura 4 – Mapa de atuação do segmento de Nutrição Animal no Brasil.	23
Figura 5 – Fluxo Produtivo da Linha analisada.....	24
Figura 6 – Ferramenta para Identificação dos Impactos.....	28
Figura 7 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada de Abastecimento de Silo.	29
Figura 8 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada Aguardando Adição Superior. .	31
Figura 9 – Quadro de Priorização das micro pesagens.....	31
Figura 10 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada Ag. ajustes no Elevador.	31
Figura 11 – Gráfico de Pareto: Análise da Frequência das Paradas ao longo do ano.	32
Figura 12 – Suporte do Rolo de Linha.	33
Figura 13 – Sensor contador de Sacarias.....	33
Figura 14 – Proteção do <i>Checkweight</i>	34
Figura 15 – Fluxo para Resolução de Problemas – Costuradeira.....	35
Figura 16 – Armário os Utensílios de Limpeza do Misturador.....	36
Figura 17 – Impacto das paradas em minutos/ mês (em milhares de minutos).....	38
Figura 18– Impacto das paradas programadas em minutos/ mês (em milhares de minutos). ..	39
Figura 19– Impacto das paradas não-programadas por mês (em milhares de minutos).	39
Figura 20 – Fator de Estabilidade.....	40
Figura 21 – Tempo entre Batidas.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Capacidade Produtiva da Linha.	26
Tabela 2– Tempos Q_1 e Q_3 da linha produtiva.	26
Tabela 3– Valores da <i>Baseline</i>	27
Tabela 4 – Aumento da Capacidade Produtiva.	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo	12
1.2.	Justificativa	12
1.3.	Estrutura do trabalho	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Conceito de Processos Estáveis	15
2.2	Melhoria Contínua	16
<i>2.2.1</i>	<i>Gráfico de Pareto</i>	<i>17</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Ferramenta 5 Porquês:</i>	<i>18</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Brainstorming</i>	<i>19</i>
3.	METODOLOGIA	20
3.1.	Descrição do Problema e Objetivos	20
3.2.	Análise de dados e Definição da baseline	20
3.3.	Apontamento das Paradas de Linha	21
3.4.	Identificação das Causas	21
3.5.	Definição das Ações	22
3.6.	Implementação das Melhorias	22
3.7.	Análise dos Ganhos	22
4	ESTUDO DE CASO	23
4.1	Descrição da Empresa:	23
4.2	Análise do processo	25
4.3	Análise das Causas e Desenvolvimento de Ações	28
<i>4.3.1.</i>	<i>Controle do Abastecimento de líquidos</i>	<i>29</i>
<i>4.3.2.</i>	<i>Dosagem de Líquidos</i>	<i>30</i>
<i>4.3.3.</i>	<i>Priorização das micro pesagens</i>	<i>30</i>
<i>4.3.4.</i>	<i>Trava do Elevador de Cargas</i>	<i>31</i>
<i>4.3.5.</i>	<i>Ensacando Produto</i>	<i>32</i>

4.3.5.1.	Suporte do Rolo de Linha da Costuradeira.....	33
4.3.5.2.	Sensor Contador de Sacarias	33
4.3.5.3.	Proteção do Checkweight	34
4.3.5.4.	Fluxo para Resolução de Problemas.....	34
4.3.6.	<i>Alteração da Moega de Adição para Matérias-primas:</i>	<i>35</i>
4.3.7.	<i>Armário para Utensílios de Limpeza da Comporta do Misturador:</i>	<i>35</i>
4.3.8.	<i>Engajamento da equipe operacional:.....</i>	<i>36</i>
4.3.8.1.	Quadro de Resultados:.....	36
4.3.8.2.	Treinamentos:	37
4.4.	Síntese conclusiva	37
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
6	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A dinamicidade do mercado competitivo requer das empresas o desenvolvimento de estratégias que busquem processos mais eficientes. Aperfeiçoar seus sistemas (produtivos e organizacionais) e adaptar-se às mudanças do ambiente externo, proporcionam vantagens competitivas à organização (STONEHOUSE & SNOWDON, 2007). Dessa forma, o sucesso competitivo provém da associação de fatores que influenciam no desempenho da empresa. No entanto, está relacionado a um determinado intervalo de tempo, fazendo com que as organizações busquem por uma vantagem competitiva sustentável, permitindo uma performance superior e duradoura a longo prazo, diante dos seus concorrentes (VASCONCELOS & BRITO, 2004).

Assim, se torna essencial que as estratégias competitivas sejam direcionadas aos elementos externos e internos da organização, pois as vantagens a serem obtidas estão diretamente relacionadas às variações do mercado e às características internas da empresa (VASCONCELOS & CYRINO, 2000). Com isso, apresentar um resultado melhor que as demais, e criar valor, percebido pelo cliente, por meio dos seus processos, permite que a empresa se destaque no mercado. Logo, obter vantagens competitivas está relacionado ao resultado da empresa a partir dos seus recursos (LIMA, 2017).

Potencializar o uso dos recursos disponíveis tem reflexo diretamente na produtividade do sistema. Com o objetivo de ser um diferencial para a organização, a produtividade representa a relação que há entre os recursos consumidos e o volume produzido (NITO, 2010). Por sua vez, a quantidade máxima de produtos produzidos num determinado intervalo de tempo corresponde a sua capacidade produtiva (MOREIRA, 2008).

A capacidade produtiva é influenciada por diversos fatores, dentre eles, os operacionais. Em virtude disso, mapear o processo produtivo em busca do melhoramento contínuo permite reduzir as perdas do sistema (BENETTI, 2010). Uma das maneiras de mapear as perdas do processo é analisando as paradas de linha, que são todos os acontecimentos que interrompem o fluxo contínuo da produção. Estes impactos podem ser classificados como paradas

programadas e não-programadas. Sendo diferenciados a partir do planejamento do volume a ser produzido, sendo a parada programada inserida na programação, e a não-programada surpreendendo todo o sistema (PEZARIM, 2017).

Tratar os impactos do processo, permite otimizar o tempo de processamento dos itens, impactando no nível de capacidade da linha. Para isso, se faz necessário identificar a causa-raiz da parada e solucionar o problema associado. A partir disso, o estudo utilizou a ferramenta dos 5 Porquês para investigar os problemas e identificar a sua causa; como também a técnica do *Brainstorming* para definir ações mitigadoras para os desvios do processo.

Em virtude disso, o estudo analisou as paradas de linha de uma indústria produtora de ração animal com o intuito de potencializar sua capacidade, visto que o setor tem exigido das empresas consideráveis esforços para melhorar seus processos, pois não há mais espaço para os desperdícios, diante de um cenário altamente competitivo.

1.1. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho foi identificar as causas-raízes das paradas não-programadas para reduzir destas e, conseqüente, melhoria da capacidade produtiva em uma linha de produção de uma Indústria de Nutrição Animal.

Para atender a este objetivo geral os seguintes objetivos específicos são necessários:

- ✓ Identificar as causas das paradas não-programadas da linha de produção;
- ✓ Analisar dentre as causas aquelas consideradas causas-raízes das paradas não-programadas;
- ✓ Desenvolver ações para atuar nas causas-raízes, visando eliminar ou reduzir os impactos das paradas de linha.

1.2. Justificativa

Diante de contextos competitivos e dinâmicos, as empresas precisam responder às demandas do mercado cada vez mais rápido. Em relação a isso, pensar em vantagens competitivas está vinculado a analisar o desempenho da empresa. Dessa forma, para que seja possível explorar as oportunidades do mercado, a empresa precisa adotar estratégias focadas

nos seus recursos. Com isso, entendendo que a capacidade é compreendida como o potencial produtivo que a empresa detém, estudá-la é essencialmente estratégico (MOREIRA, 2008). Pois, a capacidade de um sistema determina seu potencial produtivo, como também seus limites competitivos. Além do desempenho produtivo, a capacidade influencia na performance econômica da organização, visto que um nivelamento entre a capacidade e a demanda permite gerar altos ganhos (SLACK *et al.*, 2009).

Assim, as empresas têm focado suas decisões para otimizar recursos e materiais utilizados na produção. Sendo possível a partir da análise das paradas de linha, que permite uma redução nos tempos de ciclo produtivo dos itens.

Diante disso, tendo em vista que o Brasil é um dos líderes mundiais na fabricação de ração animal (AUBRY, 2016), o estudo buscou avaliar as causas das paradas de linha para potencializar a capacidade produtiva de uma linha produtora de ração animal. Visando não apenas à qualidade e segurança dos produtos, como também melhorar a performance no atendimento à demanda, as empresas sentem-se pressionadas à melhorar seus processos.

Diante da importância que a indústria de produtos de nutrição animal representa para o sistema produtivo do país, o setor tem incorporado aos seus sistemas metodologias de mapeamento de melhorias nos processos, para garantir eficiência e avanço significativos no mercado.

1.3. Estrutura do trabalho

Além dessa introdução, o trabalho foi estruturado em cinco capítulos: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia, Estudo de Caso, Resultados e Discussão e Conclusão. Abordou-se em cada um deles, os seguintes pontos:

- ✓ Referencial Teórico: Este tópico agregou os conceitos das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do estudo.
- ✓ Metodologia: Neste tópico apresentou-se as etapas de desenvolvimento do estudo, para alcançar os objetivos listados.
- ✓ Estudo de Caso: Nesta seção, apresentou-se o caso estudado, bem como as análises realizadas sob as paradas de linha, e as respectivas ações tomadas.

- ✓ Resultados e Discussão: Abordou as análises dos impactos mensalmente, e demonstrou qualitativamente os ganhos obtidos a partir das tratativas das paradas de linha, em relação aos níveis de capacidade do processo.
- ✓ Conclusão: Por fim concluiu-se, nesta seção, que atuar nas causas-raízes das paradas de linha, potencializam a produtividade do processo e dessa forma, sua capacidade. Com isso, gerando vantagens competitivas para a empresa estuda em relação aos seus concorrentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de Processos Estáveis

Em busca de obter vantagens competitivas, as empresas têm focado cada vez mais na gestão dos seus processos (WANDERLEY, 2002). Entendido como um meio de transformação, o processo produtivo é considerado um conjunto de atividades, com o intuito de modificar o estado atual de algo, resultando num bem ou serviço (SLACK *et al.*, 2009). Dessa forma, o processo é um conjunto de atividades sequenciais, que faz uso de recursos para transformar insumos (inputs), agregando valor a eles, para entregar um produto (outputs).

Visando atender às necessidades dos clientes, o processo é constituído de entradas e saídas, tendo começo e fim definidos (BIAZZI *et al.*, 2011). Dessa forma, é possível mapeá-lo para melhorá-lo continuamente, identificando as restrições do sistema. As quais, segundo Santos (2008), são todos aqueles recursos cuja a capacidade de produção é menor do que a demanda, sendo conhecidos como gargalos do processo. Assim, controlam o rendimento de todo o sistema de produção.

A eficiência de um processo está associada a produtividade do mesmo, sendo entendida como um fator de medida entre os resultados produzidos e recursos consumidos no processo (NITO, 2010). Dessa forma, os níveis de produtividade de um sistema têm se tornado um diferencial para as organizações no mercado atuante, visto que essas têm buscado produzir mais e melhor do que seus concorrentes, a um menor custo possível (SOUSA, 2012; SOARES, 2014).

Devido à complexidade e dinamicidade dos processos, todo sistema produtivo apresenta um ou mais gargalos e ao reconhecê-los e tratá-los obtém-se melhorias significativas no desempenho produtivo da empresa (DENISA, 2012). Sendo assim, os gargalos do sistema e os níveis de produtividade são fatores influenciadores da capacidade do processo, visto que a mesma é tida como o volume máximo produzido, numa unidade produtiva, por um determinado intervalo de tempo (MOREIRA, 2008). Dessa forma, a capacidade de um sistema determina o potencial produtivo e influencia nas decisões gerenciais, determinando os limites competitivos da empresa e potencializando seu desempenho.

Apesar disso, a capacidade pode expressar um volume fixo dimensionando o desempenho de uma operação, como também, ser variável, de acordo com as instabilidades do processo. Isto fundamenta-se pela diferenciação dos conceitos de Capacidade Nominal e

Capacidade Produtiva. Sendo a primeira responsável pela quantidade produtiva máxima de um sistema, sem considerar as perdas envolvidas e a Capacidade Produtiva referindo-se ao volume produtivo possível, considerando as perdas planejadas, como *setup*, manutenções preventivas e paradas operacionais (SLACK *et al.*, 2009). Portanto, o que difere entre a Nominal e a Produtiva são as indisponibilidades do sistema produtivo (BERSSANETI, 2006).

O conceito de indisponibilidade do processo está associado às paradas de linha, visto que impactam no tempo disponível para produção, reduzindo o volume a ser produzido (FARIA *et al.*, 2020). Para Pezarim (2017), as paradas operacionais podem ser entendidas como: programadas e não-programadas. As programadas são as paradas consideradas no planejamento e programação da produção na definição do volume a ser produzido no dia, como limpezas, setups, refeição e vestiário. Enquanto as não-programadas são acontecimentos inesperados ocasionados por uma quebra ou falha no processo, por exemplo, afetando diretamente na produtividade programada da linha.

Esses desvios entre o volume programado e o produzido demonstram os níveis de instabilidade do processo (NASCIMENTO *et al.*, 2013). Dessa forma, um processo estável consegue produzir aquilo que foi programado, garantindo a qualidade dos itens, com o menor índice de perdas e entrega no momento certo (RICCI, 2013).

Devido a isso, para garantir estabilidade é preciso monitorar e controlar continuamente o processo produtivo e identificar as principais causas de instabilidade no processo. Uma das maneiras de verificar o quão estável um processo está, é a partir da análise do Fator de Estabilidade.

Com esse objetivo, desenvolver mecanismos de controle das variações do processo, permite analisar a estabilidade do mesmo. Para isso, são utilizados os conceitos da estatística descritiva voltados aos quartis. Denominam-se quartis os valores que dividem em quatro partes uma série de dados. Sendo o primeiro quartil (Q_1), o valor situado de tal modo que 25% dos dados é menor que ele, e 75% restante maior. O segundo quartil (Q_2), coincide com a mediana. O terceiro (Q_3) é o valor situado de modo que 75% dos dados são menores que eles e os 25% restante maior. Com base nessa análise, extrai-se o Fator de Estabilidade, entendido como a razão entre Q_1 e Q_3 (OLIVEIRA, 2019).

2.2 Melhoria Contínua

Na busca por processos estáveis, as empresas têm despendido esforços contínuos para o monitoramento do desempenho e avaliação dos processos, pois, Segundo Venkatraman

& Venkatraman (2019), a partir desse mapeamento que se pode identificar os desperdícios associados ao sistema, entendendo por desperdícios as atividades que não agregam valor para os clientes. Segundo Slack *et al.* (2002), os ciclos não apresentam um fim, visto que todo processo é passível de melhoramentos.

A partir disso, melhorar continuamente o sistema reflete na redução dos custos, melhoria na qualidade e no aumento da produtividade (BENETTI, 2010). Para isso, os ciclos de melhoria ocorrem através da identificação das causas dos desvios e solução dos problemas associados (ALBURQUERQUE, 2008).

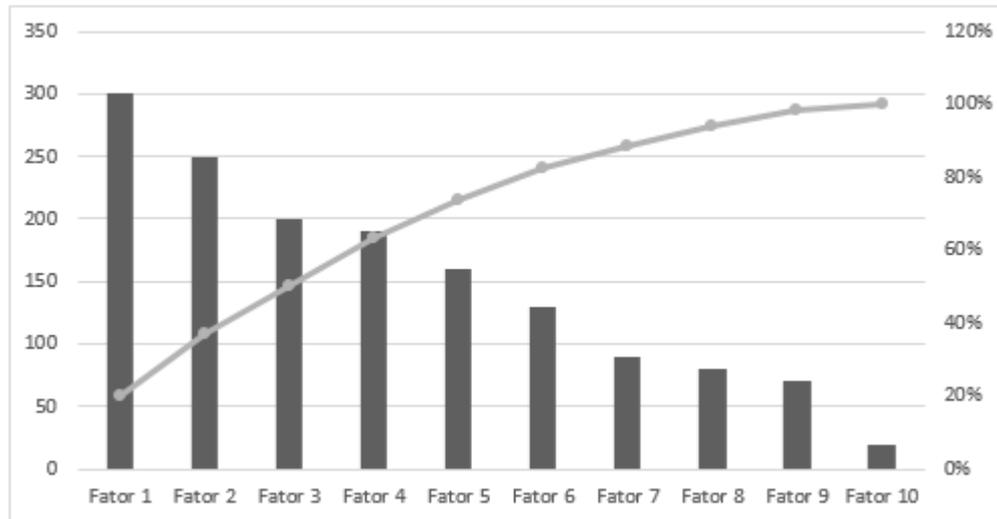
Assim, o conceito de melhoria contínua está relacionado ao processo de resolução progressivo de problemas. Diante dos desvios do sistema, se faz necessário direcionar os esforços para àqueles com maior significatividade para o processo. Uma das maneiras de embasar essa decisão é a partir do uso do Gráfico de Pareto.

2.2.1 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é uma ferramenta gráfica (Figura 1) que auxilia no processo de priorização dos fatores, destacando os mais significativos. Apresentadas a partir de um gráfico de barras em ordem decrescente, as variáveis são analisadas de acordo com a frequência ou gravidade (Murugaiah *et al.*, 2010). Assim, o principal objetivo desse método é priorizar aqueles problemas com maior representatividade no processo, diante dos demais desvios do sistema (PIERRI, 2017).

A partir das análises realizadas sobre o diagrama de Pareto, pode-se definir para quais fatores deve-se despende maiores esforços para alcançar a melhoria contínua do sistema (PLENTZ, 2013).

Figura 1– Gráfico de Pareto



Fonte: Autor (2021).

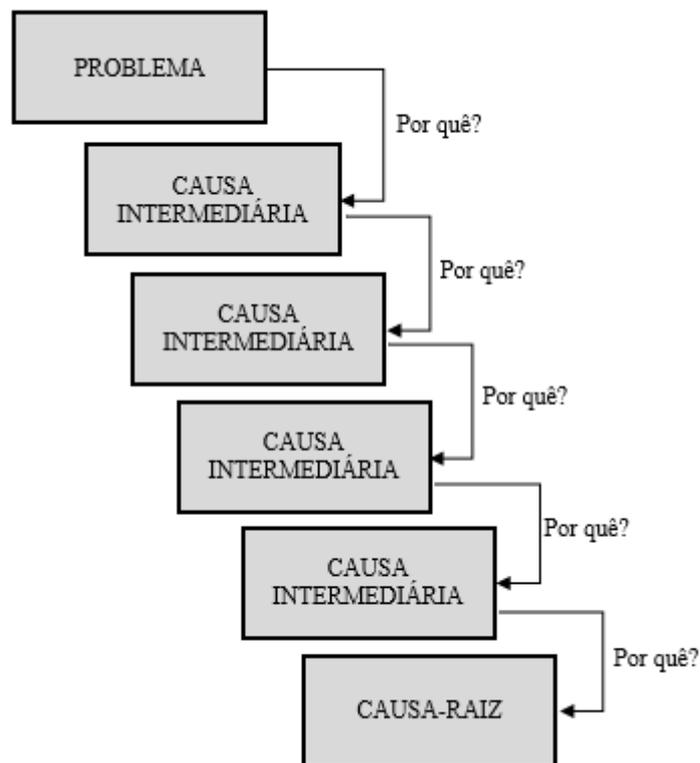
A fim de dar suporte nas investigações das causas raízes dos eventos, a ferramenta dos 5 Porquês tem sido implementada em diversos contextos industriais (BRAGLIA *et al.*, 2016).

2.2.2 Ferramenta 5 Porquês:

Entendido como um método para investigação das causas dos problemas ou falhas, os 5 por quês é uma técnica de repetição da pergunta “por quê?”. Associando uma pergunta à outra, busca-se encontrar a causa-raiz do problema, ao entrar nos seus detalhes.

Para isso, inicia-se com a descrição do ocorrido, seguido do questionamento do porquê tal fato ocorreu. Esta resposta é registrada no primeiro porquê, e se torna alvo da próxima investigação (PITANA *et al.*, 2017). Da mesma forma, o motivo da ocorrência é registrada no segundo porquê, e assim se segue até à causa-raiz, conforme ilustrado na Figura 2. Vale ressaltar que a pergunta “porquê?” é repetida o número de vezes suficiente para encontrar a causa-raiz do problema, sendo possível utilizar mais ou menos questionamentos (BRAGLIA, 2016)

Figura 2 – Ferramenta “5 Porquês”.



Fonte: Autor (2021).

Apesar da sua baixa complexidade no processo de aplicação, a técnica dos 5 por quês quando bem executada permite definir ações corretivas para atuar ativamente na causa, como também se torna preventiva em relação à reincidência da falha (Murugaiah *et al.*, 2010). Sua simplicidade também permite integrá-la às ferramentas operacionais, elevando o nível de informações à patamares cada vez mais detalhistas.

2.2.3 Brainstorming

Uma vez definido o problema e suas causas, a próxima etapa consiste no levantamento e análise das alternativas para solucioná-lo (PIERRI, 2017). Para isso, o *Brainstorming* é um método de geração de ideias, baseado na criatividade e criticidade dos envolvidos, levando em consideração todo o conhecimento que se detém do assunto abordado.

Traduzido do inglês como “tempestade de ideias”, o *Brainstorming* permite a exposição de ideias livres, sem receio de críticas, e conexas, permitindo uma associação entre elas (SILVA & ALVES, 2018). Assim, seu principal objetivo é articular o máximo de alternativas para solucionar o problema analisado. A partir do montante de ideias geradas nesse processo, são realizadas algumas análises de priorização, e assim definir os planos de ação mitigadores para os desvios do sistema.

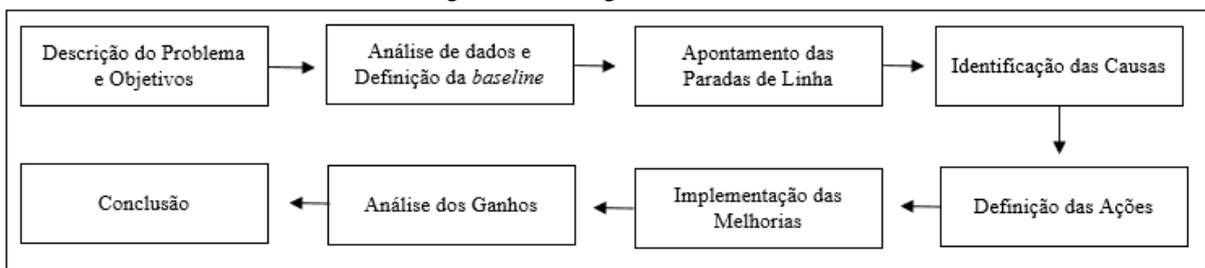
3. METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, caracterizado por incorporar dados reais às pesquisas e, com isso, obter análises mais efetivas. Voss *et al.* (2002) ressaltam que os estudos de casos conduzidos nas organizações têm analisado problemas reais, gerando percepções críticas sobre o processo por todos os envolvidos.

Neste estudo tratou-se de analisar as paradas de linha do processo, sob a perspectiva da Melhoria Contínua, visando aumentar os níveis de estabilidade do processo produtivo. Assim, o estudo de caso foi uma abordagem adequada, permitindo mapear o processo com o suporte de conceitos e ferramentas.

Dessa forma, a pesquisa foi conduzida nas seguintes etapas (Figura 3).

Figura 3 – Fluxograma do Estudo.



Fonte: Autor (2021).

3.1. Descrição do Problema e Objetivos

Inicialmente, foi estabelecido o problema a ser estudado, no caso a análise das paradas de linha com o objetivo de potencializar a produtividade do processo e, conseqüentemente, sua capacidade. Em seguida, definiu-se qual o processo a ser estudado, levando em consideração o fato da linha ter a etapa do ensaque semiautomática e pelo volume produzido.

Diante disso, o objetivo do estudo foi identificar as causas-raízes das paradas de linha, e desenvolver soluções para reduzir ou eliminar os desvios do processo, visto que o foco da melhoria contínua é aumentar a capacidade do processo sem adquirir novos recursos.

3.2. Análise de dados e Definição da baseline

Nesta etapa do estudo, analisou-se os tempos de ciclo de produção de cada ração durante um ano, de Junho de 2019 à Junho de 2020. Com base nisso, definiu-se os grupos das rações, considerando a formulação, o tamanho da embalagem e a densidade. Isso justifica-se pela linha

produzir mais de 100 itens, sendo passível de alterações por desenvolver produtos que atendam às necessidades da demanda.

A partir disso, definiu-se a *baseline*, que é entendida como um conjunto de parâmetros que auxilia no processo de análise da efetividade das melhorias implementadas (PMBOK, 2008). A *baseline* do estudo apresenta 4 parâmetros: Q_1 , Q_3 , Fator de Estabilidade e Tempo Médio entre batidas.

A definição de Q_1 e Q_3 inicia-se com a categorização das rações produzidas de acordo com os grupos pré-estabelecidos. Para cada grupo são feitas as análises de *quartis*, com auxílio do *Minitab*, sendo um *software* voltado para fins estatísticos. Com base nisso, tem-se o fator de estabilidade, calculado como a divisão de Q_1 por Q_3 . A análise do tempo médio também é obtida a partir das análises estatísticas descritivas no *Minitab*.

Diante dos dados obtidos para cada grupo, realiza-se uma média ponderada, levando em consideração o número de ordens produzidas durante o intervalo analisado. A partir disso, tem-se a *baseline* da linha estudada.

- ✓ $Q_1 = 6,3$ minutos
- ✓ $Q_3 = 12,7$ minutos
- ✓ Fator de Estabilidade = 50%
- ✓ Tempo Médio entre Batidas = 9,5 minutos

3.3. Apontamento das Paradas de Linha

Após a definição da *baseline*, treinamentos foram repassados para a equipe que controla o sistema, sendo os responsáveis pelo apontamento das paradas de linha. Vale salientar, que o processo de identificação da parada se inicia pelo apontamento da mesma a partir de sensores do sistema de automação, que identifica o equipamento parado após 30 segundos e registra uma parada no relatório. Essa precisa ser justificada com o motivo que melhor se encaixar ao desvio que ocorreu no processo. Para isso, estão 90 motivos habilitados no sistema.

3.4. Identificação das Causas

Diante das paradas apontadas, definiu-se que seriam tratadas aquelas não-programadas que impactassem no tempo de ciclo do processo, fazendo com que extrapolassem os limites definidos por Q_3 . A partir disso, utilizou-se a ferramenta “5 Porquês” para identificar as causas-raízes dos desvios do processo.

Devido a facilidade no uso da ferramenta, estas análises eram realizadas pela operação, para obter o máximo de informações sobre a parada de linha.

3.5. Definição das Ações

Com base na identificação das causas-raízes, definiu-se ações para mitigar os impactos analisados. Para isso, utilizou a técnica *Brainstorming*, que permite desenvolver ideias para solucionar o problema. Com esse objetivo, realizou-se reuniões diárias de acompanhamento do desempenho do processo, com uma equipe multidisciplinar, envolvendo os departamentos de Operação, Manutenção e Qualidade, para analisar as causas das paradas de linha e definir planos de ação.

3.6. Implementação das Melhorias

Após definir as ações a serem executadas, o próximo passo é a implementação das melhorias. Sendo algumas de caráter corretivo, como manutenções corretivas e orientações para a equipe; como também ações estratégicas com impactos à longo prazo, e que exigiam maiores investimentos financeiros e de tempo; e ações mais simples, com resultados a curto prazo.

3.7. Análise dos Ganhos

As melhorias foram sendo mapeadas a partir de cada parada de linha, e ao serem implementadas notava-se a melhora no desempenho do processo ao realizar análises mensais dos impactos. A cada análise, desenvolveu-se Gráficos de Pareto para mapear os principais motivos das paradas de linha, e também identificar suas causas-raízes para definição de ações.

Diante das ações tomadas, analisou-se os tempos de ciclo de cada ração, a partir da categorização dos itens em relação aos grupos estabelecidos, e uso das ferramentas de análises estatísticas do *Minitab*. Com base nisso, calculou-se os Q_1 e Q_3 da linha produtiva referente ao mês e, conseqüentemente, seu fator de estabilidade e tempo médio entre batidas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição da Empresa:

A organização objeto deste estudo oferece, mundialmente, serviços e produtos alimentícios, agrícolas, financeiros e industriais. No Brasil há mais de 50 anos, a empresa tem se tornado uma das maiores indústrias de alimentos no país, estando presente em 17 estados, com mais de 11 mil funcionários.

Diante das suas operações, pode-se destacar o segmento de Nutrição Animal, atuante há mais de 25 anos no país, com o objetivo de nutrir os animais de forma segura. Sua atuação se dá da seguinte forma (Figura 4):

Figura 4 – Mapa de atuação do segmento de Nutrição Animal no Brasil.



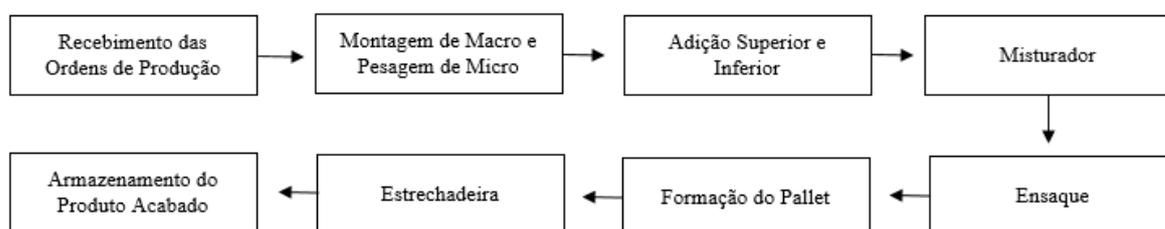
Fonte: Autor (2021).

Diante das 10 unidades brasileiras do segmento de Nutrição Animal, o estudo foi conduzido em uma das fábricas de ração, no estado do Paraná. Onde seu volume produtivo gira em torno de 5,5mil toneladas por mês, com 6 linhas produtivas. Com isso, sua produção representa 20% do volume total das operações desse segmento, atendendo aos mercados de bovinos de corte e leite, aves e suínos.

Nesta unidade, a empresa conta com mais de 300 colaboradores, atuantes em 2 turnos produtivos, garantindo a entrega do produto certo, no tempo certo. Para atender às necessidades dos clientes, a empresa conta com uma cartela de produtos personalizada, responsável pela produção de Premixes, Núcleos minerais vitamínicos, rações mini peletizadas para leitões e suplementos minerais para bovinos.

O estudo foi desenvolvido em uma linha de produção de núcleos com adição de plasma animal (bovinos e suínos), que segundo Geraldês (2017) destaca-se pela sua alta qualidade proteica e funcional promovendo um melhor consumo, crescimento e produtividade dos animais consumidores. Para produção desses itens, o fluxo desde o recebimento das ordens de produção até o armazenamento do produto acabado no estoque pode ser seguido de acordo com a Figura 5:

Figura 5 – Fluxo Produtivo da Linha analisada



Fonte: Autor (2021).

Dessa forma, o processo produtivo dessa linha resume-se a 8 etapas, sendo descritas da seguinte forma:

1. **Recebimento das Ordens de Produção:** Diariamente, o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) encaminha a Sequência de Produção, documento com a lista de todos os itens a serem produzidos no próximo dia. A partir dessa informação, as fórmulas e identificações são impressas e distribuídas para as áreas correspondentes de acordo com a necessidade.
2. **Montagem de Macro e Pesagem de Micro:** Com base nas formulações, pallets de matérias-primas são montados com os macro ingredientes, sendo sacarias fechadas ou fracionadas, mas com um volume a ser consumido superior à 25kg (macro ingredientes). Em paralelo, na sala de micro pesagem, os ingredientes são fracionados em pequenos volumes, por terem um percentual de inclusão menor no produto e alto valor nutricional (micro ingredientes). Nestas estações de pesagem são considerados itens de até 25kg, e são depositados em baldes para facilitar no processo de adição.
3. **Adição Inferior e Superior:** O pallet com os macro ingredientes são encaminhados para serem adicionados numa moega inferior. Nessa etapa do processo, as sacarias são rasgadas manualmente e após a adição de todos os itens referentes àquela ordem, essa soma de matérias-primas é encaminhada pelo sistema até o Misturador. Além do processo de adição inferior, tem-se, ainda em paralelo, a adição dos micro ingredientes na moega superior. Essa segregação deve-se à melhor homogeneização dos itens

durante o processo de mistura, garantindo uniformidade nutricional no produto acabado. Assim como na inferior, o processo de adição superior ocorre manualmente, e após a adição de todos os itens, o volume é descarregado no Misturador, em cima dos itens adicionados na moega inferior.

4. Misturador: Os itens são dispostos dentro do equipamento, e misturados por 3 minutos, para garantir a homogeneidade do produto acabado. Depois de ser misturado, o produto é encaminhado para o silo de ensaque.
5. Ensaque: O processo de ensaque é realizado numa ensacadeira semiautomática, onde o volume a ser ensacado é pesado automaticamente pelo sistema, e descarregado nas embalagens. Com o auxílio de uma esteira, as sacarias são encaminhadas para a costuradeira. Depois de costuradas, a embalagem segue por um sistema de esteiras, passando por uma balança de checagem de peso (*check-weight*), e se conforme, seguindo para a etapa de formação do pallet.
6. Formação do Pallet: As sacarias são dispostas sobre o pallet, e empilhadas de forma a garantir a estabilidade do mesmo. A disposição das sacarias variam de acordo com os tamanhos, sendo limitado apenas pelo peso suportado de 1200kg e altura de 1,5 metros.
7. Estrechadeira: O pallet formado é encaminhado para a estrechadeira, que o envolverá num plástico firme para garantir a estabilidade do mesmo.
8. Armazenamento do Produto Acabado: Com o pallet pronto, o mesmo é armazenado com auxílio de empilhadeira elétrica, nos porta-pallets destinados a produtos acabados, no armazém.

4.2 Análise do processo

Analisando o processo de produção da ração, descrito anteriormente, entende-se que o principal gargalo no fluxo está associado ao misturador, pois apesar da ração ser misturada apenas por 3 minutos, os processos seguintes são impactados aguardando a mistura. Além disso, o tempo entre batidas, definido como o intervalo entre o descarregamento de um produto e o descarregamento do próximo já misturados, nos silos de ensaque, gira em torno de 9,5 minutos.

Considerando que esses são fatores cruciais na determinação da capacidade de linha, tem-se os seguintes volumes produtivos, considerando os tipos de ração (Tabela 1):

Tabela 1– Capacidade Produtiva da Linha.

<i>1º Turno</i>	
Ração A	50 toneladas
Ração B	38 toneladas
<i>2º Turno</i>	
Ração A	45 toneladas
Ração B	30 toneladas

Fonte: Autor (2021).

Com isso, percebe-se uma diferença de capacidade entre os turnos, devido ao fato de que o primeiro turno opera 40 minutos a mais comparado ao segundo, além de concentrar um maior número de colaboradores. Outra vantagem, é o suporte das áreas de apoio (Logística, PCP, Qualidade e Manutenção) que é facilitado no primeiro turno.

Para atender às necessidades nutricionais de cada animal por cliente, a cartela de produtos dessa linha conta com mais de 100 itens, sendo passível de atualizações de acordo com a demanda. Devido a isso, para a realização das análises, os itens foram agrupados de acordo com as características das rações, definidas pela sua formulação; a densidade; e o tamanho das embalagens; visto que são fatores determinantes para a performance do processo.

Diante disso, os produtos foram categorizados em 17 grupos, sendo atribuídos a estes tempos limites de processamento. Para isso, foi avaliado um ano produtivo desses itens, em relação ao Misturador. Com base nas análises da série de dados com os tempos do ciclo produtivo de cada item, baseado nos quartis, obteve-se um intervalo aceitável para cada grupo. A partir disso, ponderando os limites por grupo, calculou-se os direcionadores para a linha, que indicam o seu nível de estabilidade (Tabela 2).

Tabela 2– Tempos Q₁ e Q₃ da linha produtiva.

Q1	6,3 minutos
Q3	12,7 minutos

Fonte: Autor (2021).

Entendendo que o fator de estabilidade se dá pela análise dos tempos de Q₁ dividido por Q₃, tem-se que:

$$\text{Fator de Estabilidade da linha} = 0,5 \text{ (50\%)}$$

Com base na análise dos dados da produção de 1 ano, instituiu-se a *baseline*, que segundo o PMBOK (2008) representa uma linha de dados a serem considerados para

comparações durante o desenvolvimento das ações do projeto, e verificação da sua eficácia (Tabela 3).

Tabela 3– Valores da *Baseline*.

Q1	6,3 minutos
Q3	12,7 minutos
Tempo entre Batidas	9,5 minutos
Fator de Estabilidade	50%

Fonte: Autor (2021).

Diante disso, o estudo foi desenvolvido para aumentar os níveis de produtividade da linha, a partir da redução dos tempos do processo. Assim, permitindo um aumento da disponibilidade produtiva, e conseqüentemente, da capacidade. Para isso, mapeou-se o processo em busca de oportunidades de melhorias a partir das análises das paradas de linha.

O processo de avaliação das paradas, sejam elas programadas ou não programadas, inicia-se pelo seu apontamento, com a descrição do seu motivo, seguido da definição das soluções para os problemas associados. A partir disso, o foco da tratativa das paradas programadas é direcionado para a redução do impacto, e o das não-programadas para a sua eliminação, tratando as causas para evitar a reincidência.

As paradas são registradas a partir dos sensores do sistema de automação do Misturador, e são justificadas com os motivos que corresponderem aos desvios que ocorreram no processo. Para isso, estão habilitados no sistema mais de 90 motivos, sendo 26 descrições programadas e 64 não-programadas.

Após a identificação das paradas, o próximo passo é solucionar os problemas associados a elas. No entanto, alguns impactos estão relacionados à natureza do processo. Dessa forma, considera-se para as análises das causas-raízes, aquelas que contribuíram para o ciclo produtivo extrapolar os limites de tempo de produção definidos, pelo Q₃ do item.

Para dar suporte a essas avaliações, tem-se uma ferramenta gráfica que aponta quais produções ultrapassaram o tempo. Como exemplo, tem-se abaixo (Figura 6) o desempenho de um dia de produção.

execução de práticas corretivas, como orientações para a operação quanto ao desenvolvimento de atividades, e manutenções elétricas e mecânicas de caráter corretivo.

Além destas, mapeou-se ações para atuar em desvios pontuais com efeitos a curto prazo, e ações estratégicas, com ganhos efetivos no desempenho da linha e, conseqüentemente, em seus níveis de produtividade.

Dentre as de caráter estratégico pode-se destacar as seguintes ações pela representatividade nos resultados: (1) Controle do Abastecimento de Líquidos; (2) Dosagem de Líquidos; (3) Priorização das micro pesagens; (4) Trava do Elevador de Cargas; (5) Ensacando Produto; (6) Alteração da Moega de Adição para algumas Matérias-primas; (7) Armário para Utensílios de Limpeza da Comporta do Misturador; (8) Engajamento da equipe operacional.

4.3.1. Controle do Abastecimento de líquidos

O fluxo de produção para determinadas rações, requer o processo de adição de líquidos, que é realizado a partir do sistema. À esta etapa estão relacionadas as atividades de abastecimento do silo externo de matéria-prima com o insumo, dosagem do líquido, direcionamento do mesmo até os silos internos, e a aspersão do produto sobre os demais insumos no processo de mistura.

Um dos impactos mapeados em relação a este fluxo, está associado ao abastecimento do silo externo de matéria-prima, com o apontamento de mais de 140 paradas não-programadas. Visto que um desvio nesta etapa do processo gera efeitos em toda a cadeia produtiva, aplicou-se a técnica do “5 Porquês” para identificar a causa do problema (Figura 7). O problema mapeado está relacionado às interrupções do processo por falta do insumo líquido. Dessa forma, tem-se:

Figura 7 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada de Abastecimento de Silo.

Problema	1° Porquê?	2° Porquê?	3° Porquê?	4° Porquê?	5° Porquê?
A linha ficou parada aguardando o abastecimento do líquido no silo externo de matéria-prima.	O silo externo de matéria-prima encontrava-se vazio.	Não haviam solicitado o abastecimento do silo	Não atentaram-se ao nível de produto no silo.	Não havia um controle de abastecimento do silo e consumo do produto no processo.	Não é possível realizar medições físicas no silo, e não havia uma ferramenta de controle.

Fonte: Autor (2021).

Diante disso, o desenvolvimento de uma ferramenta de controle para o abastecimento do silo foi a solução proposta para atuar na causa desse problema. Para realizar a gestão desse processo, foi elaborado um quadro de gestão à vista, indicando a data e o horário do abastecimento, e qual o volume dosado no silo externo. A partir disso, no início da produção realiza-se o levantamento da quantidade de líquido a ser consumida durante o turno e a confronta com o volume abastecido anteriormente, antecipando possíveis abastecimentos.

Com isso, reduziu-se 32% do tempo de linha parada em virtude desse impacto.

4.3.2. Dosagem de Líquidos

Outro desvio associado ao processo de dosagem do silo, está relacionado ao tempo de abastecimento do silo interno. Com o intuito de reduzir o tempo do abastecimento, e atuar no problema mapeado na seção anterior, avaliou-se também o processo de dosagem do silo interno. Conforme citado anteriormente, algumas rações levam em sua composição insumo líquido, que é inicialmente armazenado no silo de matéria-prima externo, e transportado pelas tubulações do sistema até o silo interno, de consumo integrado ao Misturador. Para realizar esse deslocamento, é acionado uma bomba de dosagem que se encarrega de puxar o líquido até seu destino final. Quando essa bomba é desligada, o insumo retido nas tubulações, volta até atingir o nível do silo externo. Com isso, quando o sistema é iniciado para realizar o abastecimento do silo interno, há um tempo maior destinado ao deslocamento do insumo.

Em virtude disso, com o objetivo de reduzir os impactos do abastecimento, instalou-se uma válvula de retenção, fazendo com que o líquido permaneça no sistema mesmo com a bomba desligada, reduzindo assim o tempo do processo de dosagem.

4.3.3. Priorização das micro pesagens

O processo de pesagem dos micro ingredientes ocorre em uma sala à parte do processo, e seu cliente é a Adição Superior, que quando impactada resulta em paradas de linha. Em virtude disso, neste setor existem 9 estações de pesagem, direcionadas para o abastecimento das linhas de acordo com a demanda.

Um dos desvios mapeados está relacionado ao fato de que duas linhas (a estudada – Linha X, e outra – Linha Y) compartilham dos mesmos recursos na sala de pesagens. Devido a isso, com o intuito de evitar novos impactos relacionados à falta de micro ingredientes pesados por falta de priorização do atendimento das linhas, utilizou-se a ferramenta dos “5 Porquês” para identificar a causa, e pontuar soluções (Figura 8).

Figura 8 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada Aguardando Adição Superior.

<i>Problema</i>	1º Porquê?	2º Porquê?	3º Porquê?	4º Porquê?	5º Porquê?
A linha ficou parada aguardando o processo de adição superior.	Não haviam baldes pesados.	A sala antecipou as pesagens dos micro ingredientes da linha Y, ao invés dos da linha X.	Não atentaram-se à sequência da produção.	x	x

Fonte: Autor (2021).

Em virtude disso, desenvolveu-se um quadro de gestão à vista para a priorização do abastecimento das linhas (Figura 9).

Figura 9 – Quadro de Priorização das micro pesagens.

INÍCIO DE PRODUÇÃO	
DATA:	_____
LINHA X	<input type="text"/>
LINHA Y	<input type="text"/>

Fonte: Autor (2021).

4.3.4. Trava do Elevador de Cargas

O processo de adição dos micro ingredientes ocorre na moega superior, e para isso, se faz necessário o uso de um elevador para transportar a matéria-prima até o ambiente em que ocorre a atividade. Dessa forma, problemas nesse equipamento impactam o fluxo de produção da ração. Durante o período avaliado, foram registradas mais de 10 paradas relacionadas à falhas no elevador, permitindo o uso da ferramenta do “5 Porquês” para identificar a causa do problema (Figura 10).

Figura 10 – Ferramenta “5 Porquês” para Tratativa da Parada Ag. ajustes no Elevador.

<i>Problema</i>	1º Porquê?	2º Porquê?	3º Porquê?	4º Porquê?	5º Porquê?
A linha ficou parada aguardando a Manutenção realizar ajustes no Elevador de Cargas.	Precisou reiniciar o sistema de segurança do Elevador.	O sistema entrou em alarme, parando o funcionamento do Elevador.	O dispositivo de segurança detectou uma anomalia.	A trava do Elevador estava mal posicionada.	Havia dificuldades no encaixe da trava.

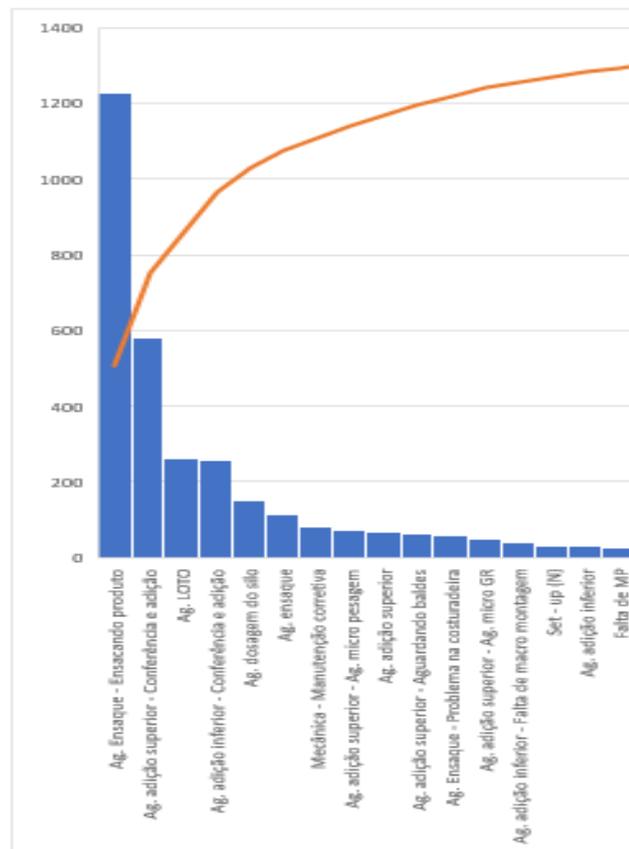
Fonte: Autor (2021).

Diante disso, foram realizados ajustes na trava para facilitar o processo de encaixe, evitando impactos por mal posicionamento da mesma. Devido a essas adaptações, não foram registradas mais paradas por esse motivo nos três últimos meses do estudo.

4.3.5. Ensacando Produto

Com o auxílio do Gráfico de Pareto percebeu-se que o processo de ensaque tem sido responsável por mais de 30% das paradas não-programadas registradas na linha (Figura 11), impactando o processo por mais de 11mil minutos, ao longo do ano.

Figura 11 – Gráfico de Pareto: Análise da Frequência das Paradas ao longo do ano.



Fonte: Autor (2021).

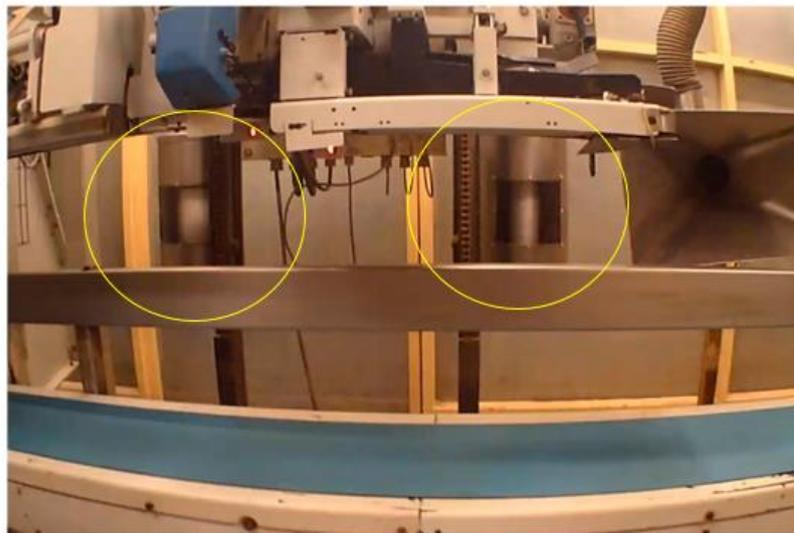
Em virtude disso, utilizou-se a técnica de *Brainstorming* para mapear oportunidades no processo, e assim, desenvolver ações com o objetivo de reduzir os impactos nesta atividade. Dentre estas, pode-se destacar: Suporte do Rolo de Linha da Costuradeira; Sensor Contador de Sacarias; Proteção do *Checkweight*; e Fluxo para Resolução de Problemas.

4.3.5.1. Suporte do Rolo de Linha da Costuradeira

A etapa de costura das embalagens no processo de ensaque da ração garante a segurança do produto, por ser responsável pela sua vedação. Para isso, se faz necessário o uso de 2 rolos de linha, que são posicionados dentro um suporte de alumínio e com canal de acesso direto à máquina para a realização do processo. Diante do volume ensacado, com o uso constante da linha, o rolo tende a acabar à medida que vai sendo consumido. Para realizar a troca desse rolo, de um vazio para um cheio, é preciso passar a linha nova por todo o canal do equipamento, precisando abri-lo para isso.

Com o objetivo de reduzir o impacto da troca dos rolos, o suporte foi adaptado (Figura 12) facilitando a visualização do nível da linha. Assim, à medida que o rolo for acabando, é preciso apenas emendar a linha nova com a antiga, e acompanhá-la durante o percurso no equipamento, evitando ser desmontado.

Figura 12 – Suporte do Rolo de Linha.



Fonte: Autor (2021).

4.3.5.2. Sensor Contador de Sacarias

Ao final de cada ordem de produção se faz necessário conferir a quantidade ensacada, para identificar se houve desvios durante o processo produtivo. Esta atividade, antes realizada com a contagem um a um dos sacos, passou a ser monitorada a partir de um sensor contador (Figura 13). Evitando paradas de linha por esta conferência, e possíveis remontagens dos pallets.

Figura 13 – Sensor contador de Sacarias.



Fonte: Autor (2021).

4.3.5.3. Proteção do Checkweight

Como já citado, o *checkweight* é uma balança instalada no sistema de esteiras para garantir a conformidade do peso das embalagens. Por isso qualquer variação fora dos parâmetros permitidos, a sacaria é descartada. Durante o ciclo de ensaie de uma ordem de produção, são descartadas aproximadamente 3 sacarias com peso conforme. Isso ocorre devido ao impacto do ventilador na balança, que por sua sensibilidade fica oscilando. Além disso, a cada descarte, as esteiras param em cascata, interrompendo o processo por 8 segundos.

Proteger a balança desse impacto (Figura 14) evitou descartes incorretos e paradas no sistema de ensaie.

Figura 14 – Proteção do *Checkweight*.



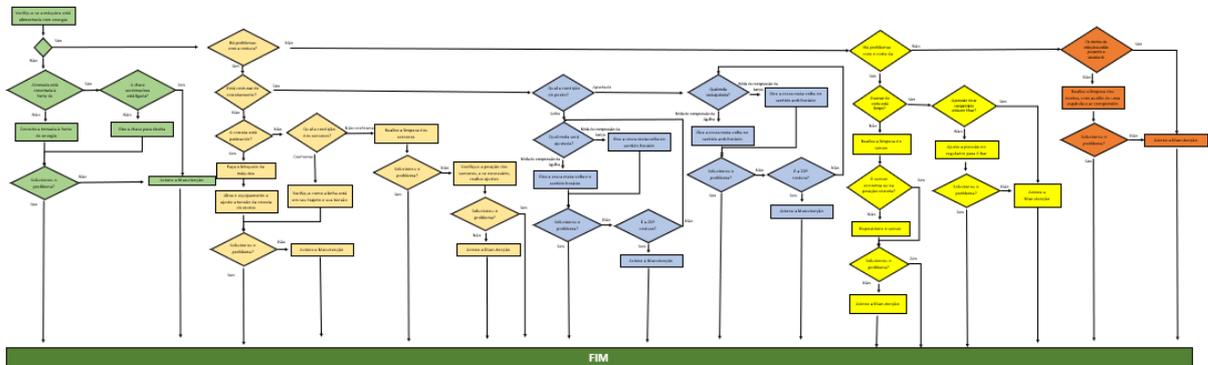
Fonte: Autor (2021).

4.3.5.4. Fluxo para Resolução de Problemas

O Guia de Solução de Problemas (Figura 15) indica, de forma visual, quais ações devem ser tomadas diante de falhas no equipamento Costuradeira. Nele está descrito os problemas recorrentes e um fluxo para solucioná-los.

Sendo assim, o objetivo deste guia é dar autonomia para a Operação realizar ajustes simples na máquina, e diminuir os impactos destas manutenções.

Figura 15 – Fluxo para Resolução de Problemas – Costuradeira.



Fonte: Autor (2021).

4.3.6. Alteração da Moega de Adição para Matérias-primas:

Com base nas análises do Gráfico de Pareto, também foram mapeadas melhorias no processo de Adição Superior, com o auxílio da técnica de *Brainstorming*.

Pode-se resumir o fluxo de produção da ração como a preparação das matérias-primas, adição dessas no sistema, mistura e ensaque. O processo de adição é dividido em: adição superior e adição inferior. E para determinar em qual moega cada insumo vai ser adicionado leva-se em consideração a quantidade e as características da matéria-prima.

Sistemicamente, o deslocamento da moega superior até o misturador é menor, o que diminui a possibilidade de retenção de insumo na linha. Assim, algumas matérias-primas, mesmo em grande volume, são adicionadas na superior.

No entanto, ajustes foram realizados nas conexões do sistema para reduzir as possibilidades de retenção na linha. E isso permitiu alterar a moega de adição de 2 matérias-primas, agora adicionadas na moega inferior.

Com isso, os tempos de ciclo da produção de ração com a adição desses itens reduziu em 50%.

4.3.7. Armário para Utensílios de Limpeza da Comporta do Misturador:

O descarregamento da ração do equipamento Misturador para os silos de ensaque é permitido pelo acionamento de uma comporta. Diante disso, devido ao alto volume produtivo, alguns resíduos do produto agregam-se à ela. Isso ocorre principalmente quando há adição de líquidos na ração, sendo necessário realizar mais limpezas na comporta ao longo do dia. Em

virtude disso, outra ação mapeada, a partir da técnica do *Brainstorming*, está relacionada à parada programada para limpeza da comporta do misturador, com o objetivo de reduzir o tempo de linha parada.

Devido a isso, confeccionou-se um armário para armazenar os utensílios (Figura 16) utilizados neste processo, com o objetivo de facilitar a disposição dos mesmos e diminuir o tempo dedicado à limpeza. Com isso, obteve-se uma redução de 3% no tempo, e ganhos qualitativos, associados ao aspecto de organização do ambiente.

Figura 16 – Armário os Utensílios de Limpeza do Misturador.



Fonte: Autor (2021).

4.3.8. Engajamento da equipe operacional:

Outras ações mapeadas, por meio do uso da técnica do *Brainstorming*, estão relacionadas ao envolvimento da equipe operacional no desenvolvimento do trabalho. Com o objetivo de integrá-los ao processo de melhoria contínua do sistema produtivo, desenvolveu-se uma série de treinamentos e um quadro de gestão à vista para compartilhamento do desempenho da linha (Quadro de Resultados).

4.3.8.1. Quadro de Resultados:

O quadro de resultados tornou-se um método de comunicação interna para o compartilhamento do desempenho da linha produtiva, no dia anterior. Para isso, se faz uso da ferramenta gráfica que aponta as paradas de linha, para análise dos ciclos de produção.

O principal objetivo desse quadro resume-se a disseminação da metodologia para a operação, visto que são os detentores do sucesso do estudo.

4.3.8.2. Treinamentos:

Executar o processo de maneira otimizada, garantindo produtos com qualidade, requer o desenvolvimento da equipe. Assim, a operação recebeu acesso a conhecimentos de Melhoria Contínua, como a definição de desperdícios e a ferramenta 5 Porquês.

Além disso, treinamentos voltados a limpeza e inspeção dos equipamentos foram aplicados, com o intuito de reduzir as manutenções corretivas, detectar anomalias no processo antes que se tornem falhas de alto impacto e aumentar a vida útil dos equipamentos.

Outro objetivo dos treinamentos desenvolvidos está associado a capacitação dos operadores para execução das atividades do processo, seguindo os procedimentos instituídos. Isso evita impactos relacionados à ausência de operadores-chaves na execução das atividades.

4.4. Síntese conclusiva

Diante da análise histórica dos ciclos produtivos das rações, definiu-se a *baseline* do processo, tendo como parâmetros principais o tempo médio entre uma batida e outra, sendo de 9,5 minutos; e o um fator indicando 50% de estabilidade. Com o objetivo de reduzir o tempo de produção e aumentar a estabilidade do processo, estabeleceu-se como estratégia a análise das paradas de linha. A partir disso, os impactos foram mapeados e suas causas, investigadas.

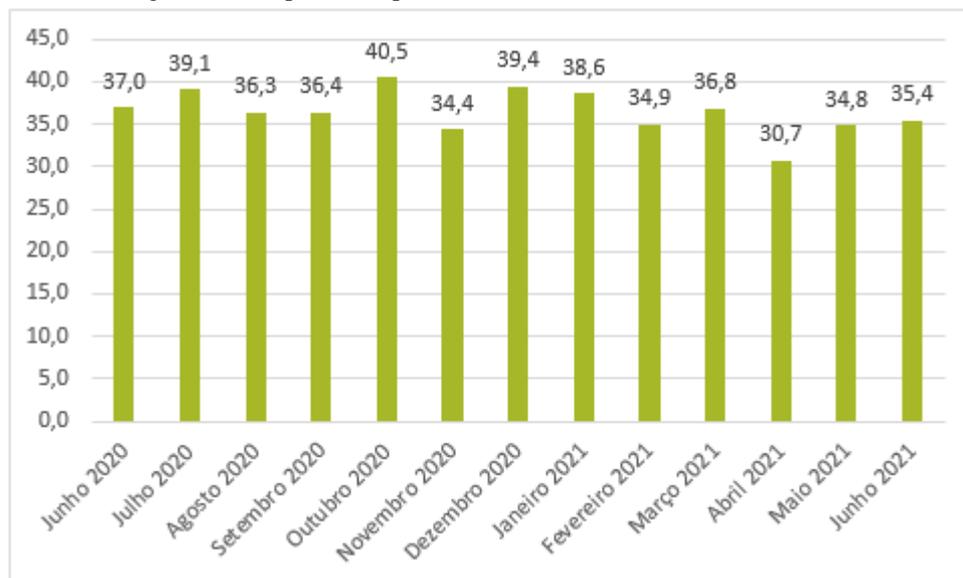
Entender qual a causa-raiz da parada de linha permite atuar na origem do problema, evitando sua reincidência. Devido a isso, a ferramenta 5 Porquês foi utilizada para identificar as causas, e a técnica do *Brainstorming* apoiando o processo de definição das ações mitigadoras. Diante disso, o processo foi mapeado, a partir das paradas de linha, para ser melhorado continuamente, com o objetivo de potencializar sua eficiência produtiva. Outra técnica de mapeamento de oportunidades utilizada foi o Gráfico de Pareto, que analisou os impactos, num horizonte mensal, para definir novas ações com o auxílio do *Brainstorming*, para reduzir os impactos analisados.

A partir disso, com base nas ações desenvolvidas para atuar nos desvios, em busca de reduzi-los ou eliminá-los, obteve-se os seguintes resultados.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Potencializar o desempenho, a partir da análise das paradas de linha, requer identificação das causas e definição de planos de ação para reduzir o impacto dos desvios. Devido a isso, com o intuito de mapear as principais dores do processo, foram registradas mais de 17.600 paradas durante um ano, responsáveis por mais de 480 mil minutos – Figura 17. Sendo aproximadamente 14.300 paradas programadas (mais de 440 mil minutos) e 3.300 não-programadas (mais de 40 mil minutos), ao longo do ano.

Figura 17 – Impacto das paradas em minutos/ mês (em milhares de minutos).

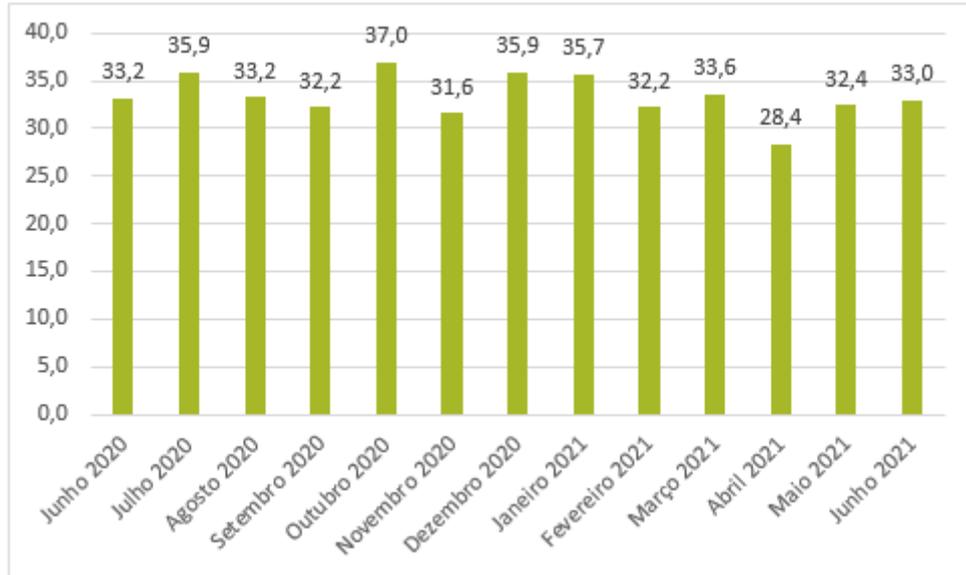


Fonte: Autor (2021).

Os três meses com maiores impactos em minutos foram respectivamente: Outubro, Dezembro e Julho, de 2020. A partir dos relatórios, percebe-se que 90% das paradas apontadas, estão associadas às programadas, que estão diretamente relacionadas ao volume produzido (limpezas e setups) e aos períodos não-produtivos (intervalos entre turnos, entre semanas, produção em outra linha, falta de demanda para a linha, refeição e vestiário). Em relação as paradas não-programadas, observou-se que os impactos mais recorrentes estão associados ao equipamento Costuradeira, devido as constantes quebras da linha; ao sistema de vibração no processo de adição das matérias-primas; e em relação às pesagens dos micro ingredientes, justificado pelos desfalques no número de colaboradores, em razão dos efeitos da pandemia do COVID-19, que assola o mundo gerando impactos nas esferas social, econômica, cultural e política.

Além disso, estratificando as paradas ao longo do projeto, observa-se um comportamento semelhante entre os meses, em relação às programadas (Figura 18), visto que às mesmas estão diretamente relacionadas ao volume produzido e aos períodos não produtivos.

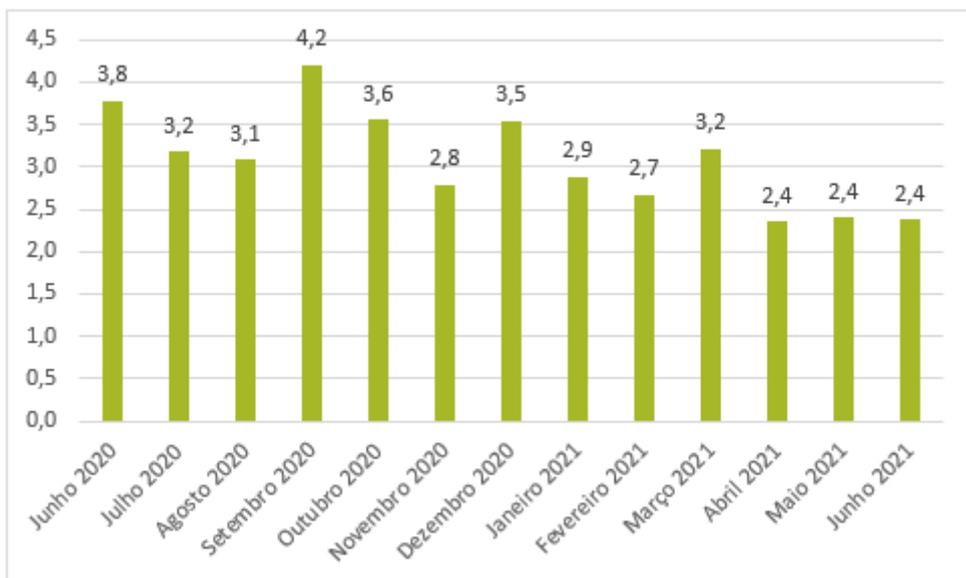
Figura 18– Impacto das paradas programadas em minutos/ mês (em milhares de minutos).



Fonte: Autor (2021).

Dessa forma, para garantir melhores índices de produtividade no processo, o foco deve estar direcionado às paradas não-programadas (Figura 19).

Figura 19– Impacto das paradas não-programadas por mês (em milhares de minutos).



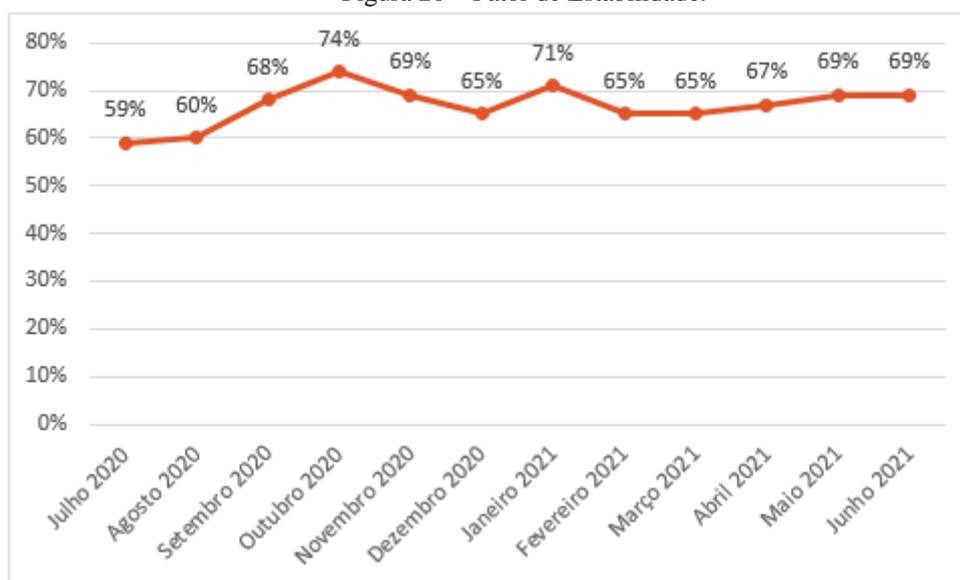
Fonte: Autor (2021).

Analisando o desempenho do ano, os meses com os maiores índices de paradas não programadas são Setembro, Junho e Outubro de 2020. Isso se deve aos impactos relacionados ao processo de ensaque, adição superior e adição inferior. Estes três motivos representam, respectivamente, 32%, 19% e 3% dos impactos gerados durante o período de desenvolvimento do estudo, sendo os motivos mais recorrentes e representativos para os desvios do processo.

Com isso, mais de 320 ações foram desenvolvidas para minimizar os impactos das paradas não-programadas, permitindo uma redução que começa a ser percebida nos meses de 2021. A exceção está no mês de Março, que sofreu severamente com os efeitos da pandemia.

A partir do conhecimento das causas das paradas e da implementação das soluções, com base nos mapeamentos de melhoria, obteve-se uma redução nos tempos dos ciclos produtivos, resultando num processo cada vez mais estável (Figura 20).

Figura 20 – Fator de Estabilidade.

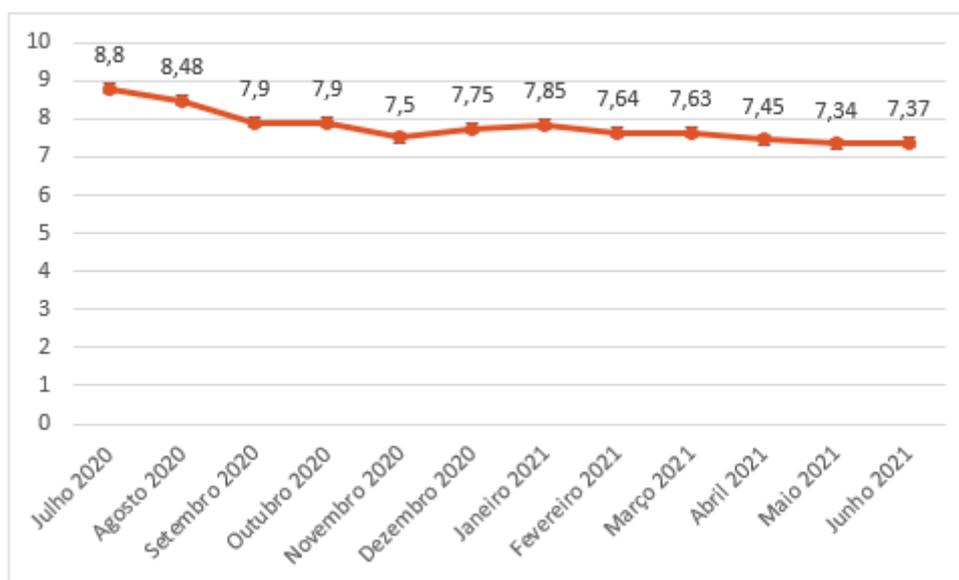


Fonte: Autor (2021).

Atribui-se esses ganhos de estabilidade do processo, à redução dos tempos dedicados a produção dos itens (Q_1 e Q_3). Sendo Q_1 os 25% dos melhores tempos e Q_3 , dos piores tempos; à medida que Q_3 se aproxima de Q_1 , os níveis de estabilização aumentam. Com isso, potencializam a produtividade da linha, impactando seus índices de capacidade.

Outro fator, que tem relação direta com a capacidade produtiva da linha, está associado ao tempo entre uma batida e outra, que com as melhorias implementadas no processo, também foram otimizados, conforme observa-se na Figura 21.

Figura 21 – Tempo entre Batidas.



Fonte: Autor (2021).

Analisando o desempenho dos tempos durante o decorrer do projeto, nota-se um ganho de aproximadamente 1,5 minutos. O que considerando o volume produzido por dia, representa ganhos no desempenho do processo, e conseqüentemente, um aumento nos níveis de capacidade.

Em virtude disso, a capacidade produtiva da linha foi potencializada em (Tabela 4):

Tabela 4 – Aumento da Capacidade Produtiva.

<i>1º Turno</i>	
Ração A	5%
Ração B	13%
<i>2º Turno</i>	
Ração A	6%
Ração B	13%

Fonte: Autor (2021).

Com o aumento na capacidade produtiva, obtém-se uma maior disponibilidade produtiva da linha, permitindo que o volume produzido atenda aos volumes programados, ao menor custo possível. Além disso, outro importante ganho está associado ao atendimento com flexibilidade, qualidade e rapidez às demandas do mercado, visto que a produtividade do processo foi potencializada.

Esses ganhos foram obtidos a partir da implementação de planos de melhoria contínua, que inicia-se com a investigação da causa-raiz do impacto, seguido da definição de ações para a eliminação do problema avaliado. Para isso, os motivos das paradas no sistema, são

constantemente atualizados, para garantir um apontamento detalhado, permitindo estratificar os motivos de cada desvio.

Em relação ao processo de solução e desenvolvimento de ações, ter uma equipe multidisciplinar envolvendo os departamentos de Operação, Manutenção e Qualidade nas discussões, permitiu planos eficazes para a redução ou eliminação dos impactos.

Além disso, o engajamento da operação foi fundamental para obter os resultados listados, visto que desempenharam o papel de solucionadores de problemas, comprometidos com a melhoria contínua dos processos.

6 CONCLUSÃO

Inseridas num mercado altamente competitivo, as empresas têm desenvolvido estratégias de produção com o objetivo de potencializar seu desempenho produtivo, sob a perspectiva da melhoria contínua. Com isso, as organizações têm direcionado seus esforços para reduzir os desperdícios, a fim de melhorar os processos, visto que não há espaço para as ineficiências do sistema num cenário dinâmico diante dos concorrentes.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi reduzir os impactos das paradas de linha, permitindo ganhos de capacidade, agregando vantagens competitivas ao negócio. Para isso, oportunidades de melhoria foram mapeadas, a partir da identificação das causas-raízes das paradas, e implementadas. Com esse objetivo, utilizou-se o Gráfico de Pareto, que permitiu mapear os principais impactos, auxiliando no processo de tomada de decisão para o direcionamento dos esforços que atuariam nos problemas priorizados.

Outra ferramenta de suporte no processo de orientação das ações foi o 5 Porquês, utilizada para identificar as causas-raízes das paradas de linha. A facilidade da aplicação da técnica permitiu implementá-la nos níveis operacionais, garantindo apontamentos precisos e com o máximo de informações. Com isso, as ações mapeadas foram direcionadas para atuar nas causas identificadas. Para o processo de definição das ações com o objetivo de reduzir ou eliminar os desvios do processo, utilizou-se a técnica do *Brainstorming*. Com a liberdade da geração de ideias, pôde-se definir soluções simples, como os quadros de gestão à vista; como também soluções que requeriam maiores investimentos financeiros e de tempo, como as adaptações no processo de ensaque.

A partir das ações implementadas, obteve-se a redução de 37% da quantidade de paradas apontadas, diminuindo os impactos de tempo de linha parada em 21%. Com isso, os tempos de processo foram otimizados, permitindo um aumento de 19% no nível de estabilidade da linha. Dessa forma, reduzir o tempo de produção permite potencializar a produtividade do sistema.

Diante disso, conclui-se que mapear as paradas de linha, identificar sua causa-raiz e trata-la, aumentam a disponibilidade produtiva do processo e assim, sua capacidade. A partir disso, com as análises realizadas pôde-se potencializar a capacidade do processo, aumentando 5% para rações tipo A, e 13% para rações tipo B. Logo, identificar as paradas de linha influencia diretamente na capacidade de um processo.

Atribui-se esses ganhos não só às tratativas dos impactos, mas também ao envolvimento da operação no processo de melhoria contínua, visto que é um dos recursos que impacta

diretamente do diferencial competitivo da empresa. Além disso, analisar diariamente as paradas com o suporte de uma equipe multidisciplinar, elevou os ganhos do estudo realizado.

Devido a isso, com o objetivo de ampliar as vantagens obtidas com o estudo, sugere-se como trabalhos futuros a definição de uma nova *baseline* para ajustar os limites de tempo e mapear cada vez mais as paradas de linha, com o objetivo de aumentar os níveis de produtividade e sua capacidade. Além disso, indica-se a expansão das análises para as demais linhas da empresa, visto que o objetivo da Melhoria Contínua é aumentar a capacidade de produção, atuando no processo existente, sem adquirir novos recursos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. P. **Manufatura Enxuta**: Dificuldades identificadas para implementação em indústria de manufatura. 2008. 95 p. Dissertação (Mestrado em Profissional em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

AUBRY, S. **Resumo da pesquisa global de alimentação 2014**. Disponível em: <http://pt.alltech.com/sites/default/files/globalfeedsummary_2014_portugues.pdf>. Acessado em: 11 de abril de 2021.

BARNEY, J.; HESTERLY, W. S. **Administração Estratégicas e Vantagem Competitiva**. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2007.

BENETTI, H. P. **Diretrizes para Avaliar a Estabilidade do Fluxo de Valor sob a Perspectiva da Mentalidade Enxuta**. 2010. 177 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BERSSANETI, F., T. **Gerenciamento da Capacidade Produtiva de um Sistema de Educação à Distância**: Coordenação das Funções Manutenção e Gestão de Contratos. 2006. 187 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BIAZZI, M. R.; MUSCAT, A. R. N.; BIAZZI, J. L. **Modelo de aperfeiçoamento de processos em instituições públicas de ensino superior**. *Gestão & Produção*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 869-880, 2011.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; GALLO, M. **SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-up reduction programs: the SWAN approach**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90, 1845-1855 (2017).

BRIDOUX, F. **A resource-based approach to performance and competition: an overview of the connections between resources and competition**. UCL, 2004.

DENISA, F. **Bottleneck Management in Discrete Batch Production**. *Journal of Competitiveness*. Vol. 4. Issue 2, pp. 161-171, June 2012.

FARIA, L. T.; CASTILLO, L. A. M.; PENTEADO, R. B.; ALMEIDA, L. F. M. **DMAIC aplicado à redução de fonte de resíduo na linha de envase de uma fábrica de leite em pó**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XL, 2020, Foz do Iguaçu.

GERALDES, D. **Plasma Spray Dried – modo de ação e aplicações em Pet Food**. 01 de jul. de 2017. Disponível em: <https://www.editorastilo.com.br/plasma-spray-dried-modo-de-acao-e-aplicacoes-em-pet-food>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

LIMA, M. M. **Relação entre Recursos e Capacidades, Vantagem Competitiva e Desempenho Organizacional**: Análise em Indústrias Automotivas de Santa Catarina. 2017.

109 p. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MURUGAIAH, U.; BENJAMIN, S., J.; MARATHAMUTHU, S., MUTHAIYAH, S. **Scrap loss reduction using the 5-whys analysis**. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 27 No. 5, 2010.

NASCIMENTO, W. L.; SIQUEIRA, E. S.; ELIAS, S. J. B. **Estabilidade do Processo Produtivo: uma Abordagem Lean em uma Indústria de Beneficiamento de Castanha de Caju**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador.

NITO, L., C. **Aplicação do Trabalho Padronizado com o Foco na Produtividade: Um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo**. 2010. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, A. **Operações Estáveis – estudo de caso de aumento da eficiência**. In: LinkedIn. 19 de nov. 2019, Disponível em: https://pt.linkedin.com/pulse/operac%C3%A7%C3%B5es-est%C3%A1veis-estudo-de-caso-aumento-da-alexandre-oliveira?trk=read_related_article-card_title. Acesso em: 21 de abril de 2021.

PEZARIM, G. A. **Proposta de Redução de Paradas de Produção de uma Indústria de Fornecimento de Borracha no Sul do Brasil**. 2017. 82f. . Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

PITANA, T., PRASTOWO, H., ZAMAN, M., B., NURWAHYUDI, A., GUNAWAN, R. **Flooding Causes Analysis in The Engine Room of KM. Nusantara Akbar**. International Journal of Marine Engineering Innovation and Research, Vol. 1(2), 88-97 Mar. 2017.

PLENTZ, M. **Estudo de caso para Melhoria de Eficiência Produtiva de Linha de Produção em uma Indústria de Alimentos**. 2013. 77f. . Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK 4a Ed. - EUA : Project Management Institute, 2008.

RICCI, M., R. **Sistema Toyota de Produção: um estudo na linha de produção em uma indústria de ternos**. 2013. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

RINTO, R. K. **Analisis Implementasi Kaizen Project Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Body Caliper R2 di Machining Body Caliper**. TRI DHARMA WISESA. Undergraduate thesis, BINUS (2010).

SANTOS, O. L. J. **Aplicação da Teoria das Restrições para Otimização dos Sistemas, de Produção em uma Empresa do Setor Químico**. 2008. 84 p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SILVA, C. T. B., MENDES, M. A. **Análise da causa raiz:** Utilização do Diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. In: SIMPROD (Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe), X, 2018, São Cristóvão.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2.d. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção;** Revista técnica Henrique Corrêia, Irineu Giarasi. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, R. O. **Análise da Capacidade Produtiva de uma Empresa do Segmento Metalúrgico.** 2014. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas), Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2014.

SOUSA, B. A. T. **Fatores que influenciam a produtividade dos trabalhadores.** 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Economia). Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, 2012.

STONEHOUSE, G.; SNOWDON, B. **Competitive Advantage Revisited Michael Porter on Strategy and Competitiveness** – Journal of Management Inquiry – September 2007 – Vol. 16 – Seção 03 – p. 256-273

VASCONCELOS, F. C., & BRITO, L. A. L. **Vantagem competitiva:** o construto e a métrica. Revista de Administração de Empresas, 44(2), 70-82. (2004)

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, A. B. **Vantagem Competitiva:** os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 40, n. 4. P. 20-37 (2000).

VENKATRAMAN, S.; VENKATRAMAN, R. **Process Innovation and Improvement Using Business Object-Oriented Process Modelling (BOOPM) Framework.** Appl. Syst. Innov. 2, 23. 2019

VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N. E FROHLICH, M. **Case Research in:** Operations Management – International Journal of Operations and Production Management, v. 22, n. 2, pp-195- 219. 2002.

WANDERLEY, C. A. **Uma Investigação sobre a Medição de Desempenho da Função Produção nas Indústrias de Transformação de Pernambuco:** um Enfoque no Balanced Scorecard e do Performance Prism. 2002. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.