



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

DANIELLE MAYSA DE LIMA OLIVEIRA

**TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: Aplicação
em uma empresa no agreste pernambucano**

Caruaru
2019

DANIELLE MAYSA DE LIMA OLIVEIRA

**TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: Aplicação
em uma empresa no agreste pernambucano**

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: Prof. Dr. Isaac Pergher

Caruaru
2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

O48t Oliveira, Danielle Maysa de Lima.
Troca rápida de ferramentas na indústria alimentícia: aplicação em uma empresa no Agreste Pernambucano. / Danielle Maysa de Lima Oliveira. - 2019.
49 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Issac Pergher.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, Engenharia de Produção, 2019.
Inclui Referências.

1. Métodos de linha de montagem - Pernambuco. 2. Controle de processo. 3. Fluxo de trabalho – Pernambuco. 4. Administração do tempo. 5. Alimentos – Indústria – Pernambuco. I. Pergher, Issac (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-295)

DANIELLE MAYSA DE LIMA OLIVEIRA

**TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: Aplicação
em uma empresa no agreste pernambucano**

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: 09/12/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Isaac Pergher (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Osmar Veras Araújo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a Deus, que guiou os meus passos nessa longa caminhada, aos meus pais, que sempre me incentivaram e me deram suporte investindo em meus estudos, e a minha irmã que sempre me motivou a não desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que Ele tem feito em minha vida! Por toda saúde, garra, força, sabedoria, e pelas inúmeras conquistas que tenho alcançado.

Aos meus pais Maria Dione e Antônio Dudu, pela educação que me deram, por todas as oportunidades de crescimento e por todo amor incondicional de sempre. Eu Amo vocês.

A minha irmã Déborah Laysa, que é o meu grande exemplo de dedicação, foco e disciplina. Obrigada por todo incentivo e por estar sempre ao meu lado, em todos os momentos da minha vida. Você me inspira a lutar cada dia mais pelos meus sonhos.

Aos grandes amigos que a UFPE me deu de presente, que sempre estiveram ao meu lado, dividindo alegrias, conquistas e tristezas. Saibam que vocês são os melhores amigos que Deus poderia dar a alguém.

Agradeço em especial a minha amiga Ana Camille, que me acompanhou desde o início da graduação, compartilhando inúmeros momentos (fáceis e difíceis) e sempre foi meu suporte nessa longa jornada.

Ao meu orientador Isaac Pergher, pela paciência que me foi conferida, dedicação e confiança, por toda sua disponibilidade e atenção.

Aos meus professores da UFPE, que contribuíram na construção da minha formação.

Muito obrigada a todos vocês!

RESUMO

A redução do tempo de entrega na indústria de alimentos é uma maneira de poder aumentar a produtividade e melhorar a competitividade das empresas. Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa localizada no agreste pernambucano especializada na fabricação de diversos tipos de biscoitos, massas, cafés, massas para bolo e salgadinhos. Assim, cada linha de produção é usada para fabricar seus produtos com um alto padrão de qualidade e com o mínimo de desperdício possível para otimizar recursos, sendo imprescindível a redução do tempo de setup. Este estudo apresenta a abordagem desenvolvida em uma linha de produção de salgadinhos, designada como projeto piloto na implementação da metodologia TRF, complementada por outras ferramentas (como 5s, cronoanálise, etc.), com o objetivo de reduzir o desperdício inerente às trocas de ferramentas. As soluções desenvolvidas permitiram obter uma redução de tempo de aproximadamente 64,7% em uma das principais máquinas do estudo. As novas configurações contribuíram com a otimização do tempo e dessa maneira a disponibilidade da linha de produção e capacidade produtiva puderam ser aumentadas.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Tempo de setup.

ABSTRACT

Reducing delivery time in the food industry is a way to increase productivity and improve business competitiveness. This case study was developed in a company located in the Pernambuco state that specializes in the manufacture of various types of cookies, pastas, coffees, cake and snacks. Thus, each production line is used to manufacture its products to a high quality standard and with the least possible waste to optimize resources, thus reducing the setup time. This study presents the approach developed in a snack food production line, designated as a pilot project in the implementation of the SMED methodology, complemented by other tools (such as 5s, cronoanalysis, etc.), with the objective of reducing the waste inherent in tool changes. The developed solutions allowed to obtain a time reduction of approximately 64.7% in one of the main machines of the study. The new configurations contributed to the optimization of time and thus the production line availability and production capacity could be increased.

Keywords: Single Minute Exchange Die (SMED). Setup time.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Paradas de linha	15
Figura 2 –	Estágios de implantação da TRF	22
Figura 3 –	Fluxograma do processo – Produção de salgadinhos	31
Quadro 1 –	Distribuição das atividades antes da observação	32
Quadro 2 –	Distribuição das atividades após a observação	32
Figura 4 –	Planta do setor de salgadinhos e principais pontos analisados	34
Quadro 3 –	Descrição das atividades e tempos medidos antes das melhorias propostas ...	34
Figura 5 –	Antes e Depois da implantação do 5s nas ferramentas de manutenção	36
Figura 6 –	Implantação do 5s na realização do setup interno	37
Figura 7 –	Implantação do 5s no armazenamento das matérias primas	37
Quadro 4 –	Descrição das melhorias propostas e tempos medidos	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Tempos médios de cada atividade e do número de amostras	41
Tabela 2 –	Comparação entre os tempos de setup	41
Tabela 3 –	Resultados do teste de hipóteses T-Student	42

LISTA DE SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira da Indústria da Alimentação
H	Horas
KG	Quilograma
MIN	Minuto
PIB	Produto Interno Bruto
SMED	Single Minute Exchange Die
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
V	Versão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Descrição do problema	14
1.2	Justificativa	15
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
1.4	Delimitação do estudo	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Tempo de setup	18
2.2	Manufatura enxuta	19
2.3	Os sete desperdícios da produção	19
2.4	5S	21
2.5	Troca Rápida de Ferramentas - TRF	22
2.5.1	Estudos relacionados	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Quanto aos fins	26
3.2	Quanto aos meios	27
3.3	Quanto a forma de abordagem	27
3.4	Universo e amostra	28
3.5	Coleta e análise de dados	28
4	ESTUDO DE CASO	29
4.1	Características da empresa	29
4.2	Descrição do processo produtivo	29
4.3	Análise das atividades realizadas durante o tempo de setup	32
4.4	Aplicação do 5S	36
4.5	Melhorias implantadas e sugeridas	38
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1	Determinação do tamanho da amostra	40
5.2	Teste de hipótese T-Student	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45

ANEXO A – COEFICIENTE D2	48
APÊNDICE A – TESTE T-STUDENT PARA DUAS AMOSTRAS	49

1 INTRODUÇÃO

Uma das formas de competir no mercado atualmente globalizado e conquistar clientes é através da oferta de diferentes tipos de produtos. Nessa perspectiva, surge a procura pela redução dos tamanhos dos lotes de produção, onde busca-se uma maior flexibilidade do ambiente produtivo de modo a melhorar a utilização das máquinas e equipamentos. Neste sentido, quanto maior a quantidade de produtos diferentes disponível, menor tende a ser o tamanho dos lotes para cada um deles. Além disso, o ciclo de vida do produto pode ser afetado e diminuir de forma considerável, como consequência da constante necessidade de evolução, condição necessária para acompanhar o crescimento de movimentos do mercado (RODRIGUES, 2018).

A fabricação de grande diversidade em pequenas quantidades é uma condição que requer configurações extremamente frequentes. Para enfrentar esta situação, é necessário que as organizações adquiram versatilidade para ponderar ou aumentar sua produção, sua flexibilidade e também diminuir suas despesas para colocar novos produtos no mercado com o menor custo possível. É nesse contexto que a troca rápida de ferramentas e técnicas aparece, com a abordagem TRF (SHINGO, 1985). Essa foi projetada para permitir a redução do tempo de inatividade da máquina através da melhoria dos processos de transição (LIMA, 2018).

Operações de mudança de produtos, mudança de ferramentas ou ajustes de ferramentas, são designadas como operações de setup. Durante a realização dessas operações, considera-se que não há valor agregado no sistema produtivo, pois há tempo gasto e custos que são adicionados ao produto, sem valor direto de criação. Porém, quando os tempos de setup são muito altos, torna-se necessário produzir lotes de maior tamanho a fim de minimizar o tempo de máquinas paradas. Neste cenário, acaba-se gerando estoque, o que pode aumentar os custos gerais de produção (FEITOSA, 2018).

Com isso, as operações de setup constituem um fator limitante dos processos. Outro problema fundamental do setup é a perda de material utilizado em testes e ajustes de ferramentas. O tempo gasto em trocas é geralmente considerado um desperdício e, consequentemente, deve ser minimizado ou, se possível, eliminado.

Sendo assim, surge a necessidade de reduzir os tempos de setup para melhorar a produtividade. Visando sempre estar à frente de seus concorrentes, todas as empresas devem estar atentas a fatores que possam inviabilizar o seu produto. Como exemplo, paradas ou pequenos erros no processo produtivo, que podem acarretar em grandes prejuízos para organizações que produzem em larga escala com um sistema contínuo de produção.

Quando se reduz o tempo de setup de uma produção, conseqüentemente tenta-se alcançar a redução de custos produtivos, já que permite melhorias relacionadas à capacidade produtiva, atendimento ao cliente e otimização de tempos. Além de poder fornecer diversos benefícios para uma empresa com qualquer uma dessas dificuldades, a troca rápida de ferramentas tende a proporcionar um ambiente mais adequado para todos os colaboradores. Como exemplo, ganhos ergonômicos no local de trabalho, o que proporciona um meio seguro, agradável e confortável, contribuindo assim com a saúde do trabalhador, e também, evitando que o rendimento das suas atividades seja comprometido. A integração de todos em busca de soluções feitas por meio de eventos de melhoria (kaizen) elevam o clima organizacional da empresa.

Neste contexto, o presente trabalho busca a implantação de melhorias para a redução do tempo de setup dos equipamentos/máquinas de uma empresa produtora de gêneros alimentícios. O estudo foi desenvolvido tendo como base os conceitos da TRF, e o uso de métodos de melhoria e padronização de processos, como: identificação das setes perdas da produção enxuta, aplicação do 5S e cronoanálise, que serão explanados nas próximas seções.

1.1 Descrição do problema

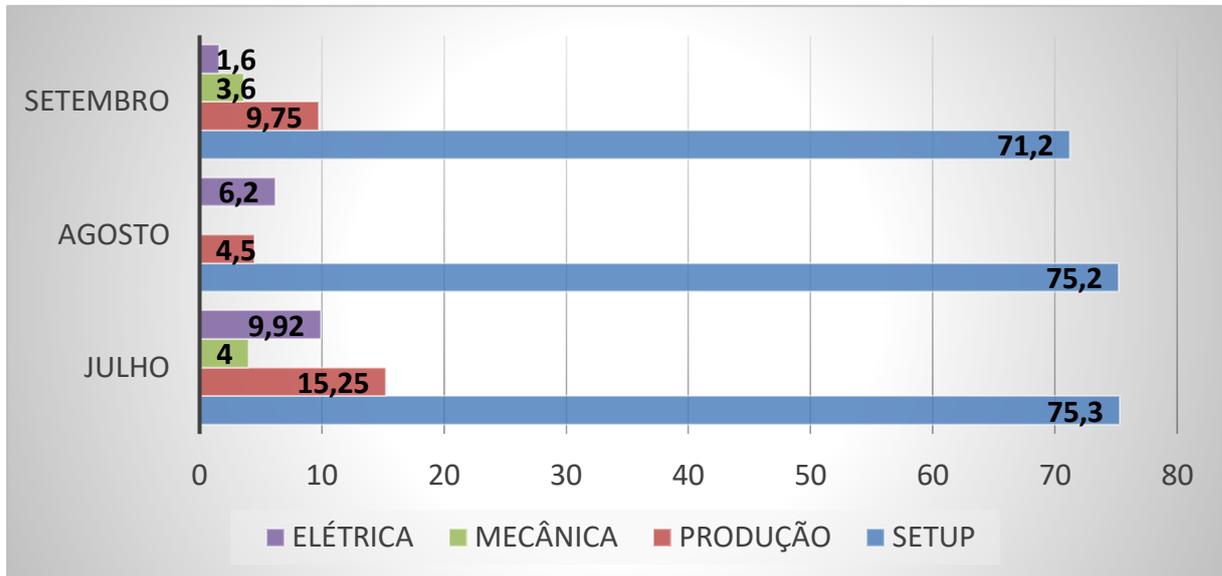
Tratando-se de uma indústria de alimentos, foi escolhida uma das linhas de produção da fábrica em estudo. Isso se deu através do fato de que esse setor apresenta um alto tempo de limpeza e preparação dos instrumentos e máquinas utilizados, onde buscam-se alternativas e soluções para diminuir este tempo.

A linha de fabricação analisada produz salgadinhos extrusados tipo snacks (lanche, do inglês), e conta com 08 tipos de produtos diferenciados, que exigem cuidados dos colaboradores com a limpeza dos equipamentos para que o produto seja produzido dentro dos padrões exigidos e com boa qualidade. O setor funciona em apenas um turno, na escala de 06h00min as 14h00min, 06 dias por semana. Geralmente a fabricação se inicia às 07h00min do dia de trabalho, devido aos procedimentos que são necessários para preparação da matéria prima e de maquinário.

A partir disso, começa a produção de forma efetiva, que geralmente é finalizada às 12h00min do dia (considerando um dia normal sem paradas não programadas). Pode-se observar um tempo de funcionamento de produção de 05h00min e um tempo de setup aproximado de 03h00min por dia. A linha de produção tem capacidade de produzir em média

266kg/h de produto. O foco desse estudo de caso está em identificar e analisar os principais fatores do tempo de setup, e buscar reduzi-los. A Figura 1 ilustra um gráfico onde são apresentadas as principais paradas de linha do setor, em termos de horas, dos meses de julho, agosto e setembro de 2019.

Figura 1 - Paradas de Linha 2019



Fonte: A Autora (2019)

As principais paradas de linha podem ser classificadas em paradas ocasionadas por motivos elétricos, mecânicos, de produção e para setup. Esses dados históricos foram informados através de registros de controle de qualidade que são preenchidos diariamente pelos operadores, em acompanhamento da linha de produção. Como se pode observar, a maior concentração em horas de paradas de linha concentra-se na execução do processo de setup.

1.2 Justificativa

Pode-se considerar a produção de alimentos como necessidade básica para a nossa sobrevivência. A indústria de alimentos no Brasil tem grande participação no mercado global e representa uma boa parcela do seu PIB, sendo o setor que emprega mais de 1.600.000 trabalhadores, com um faturamento de R\$ 656 bilhões em 2018 (Associação Brasileira da Indústria da Alimentação – ABIA, 2018).

Muitas mudanças aconteceram no padrão alimentar das pessoas nas últimas décadas, onde o processo de globalização influenciou para que a vida moderna necessitasse de alimentos que fossem mais rápidos e práticos. Nesta situação, surgem os chamados alimentos de conveniência (definidos como os industrializados ou processados), que tem crescido cada vez mais no mercado e estão presentes nos hábitos alimentares da população mundial. Os salgadinhos fazem parte desse grupo de alimentos modernos, devido a sua praticidade, variedade de sabores e tipos que agradam a todas as faixas etárias.

A empresa estudada tem como principal objetivo garantir a qualidade e segurança dos produtos que fornece, atendendo assim os seus clientes e consumidores de forma satisfatória. Com isso, para poder oferecer uma mercadoria que supra cada vez mais as necessidades do mercado, a empresa entende que a eliminação de perdas se torna uma prioridade.

Como foi exposto na Figura 1, a linha de produção escolhida para a aplicação desse estudo apresenta um alto tempo de paradas para a realização do setup. O tempo de setup é considerado um desperdício uma vez que as atividades realizadas durante esse período não agregam valor (nem ao cliente, nem ao produto), e podem ser caracterizadas como perda. A aplicação da troca rápida de ferramentas pode diminuir as perdas referentes a esse processo. Desta forma os gastos com paradas demoradas serão reduzidos, flexibilizando assim a produção, atendendo a variedade de produtos oferecida e obtendo ganhos em produtividade e lucro, reduzindo o tempo ocioso dos equipamentos.

Este trabalho é fundamentado pela importância deste tema de acordo com a necessidade de melhorias do tempo de setup dentro da organização. No quesito de compartilhamento de informações e conhecimentos, a pesquisa visa compartilhar os métodos e ferramentas utilizados para a implementação da metodologia. Sendo assim, outras empresas que procuram alcançar o mesmo objetivo podem se basear e extrair informações para replicar o estudo.

Nesse contexto, justifica-se, portanto, o tema deste estudo a fim de buscar a aplicação de técnicas e aprimoramento destas para fins de melhoria contínua nos processos da indústria analisada. Através disso, pode-se apresentar boas contribuições no que se refere aos resultados de seus indicadores de desempenho.

Com isso, espera-se que a empresa tenha um ganho na eficiência geral de seus processos, além de uma redução nas perdas (com relação ao tempo de setup). Tais melhorias contribuirão para o crescimento da empresa neste amplo mercado competitivo, que ainda não

dispõe de estudos abrangentes relacionados a esta temática nesta região, e nos planejamentos de intervenções pertinentes para a mesma.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo realizar a aplicação da metodologia TRF em uma linha de produção de salgadinhos, visando reduzir o tempo de setup.

1.3.2 Objetivos específicos

- Coletar os tempos de setup através da cronoanálise das atividades que são realizadas;
- De acordo com os dados levantados, aplicar a TRF;
- Aplicar a metodologia 5s em busca de organizar as atividades e o setor;
- Propor mudanças de melhoria nas ações de realização do setup com base na TRF;
- Padronizar as atividades e eliminar ajustes desnecessários, facilitando o processo da TRF;
- Demonstrar a importância da TRF na linha de produção e na busca pelo aumento da produtividade.

1.4 Delimitação do estudo

Este estudo abrange uma revisão bibliográfica sobre o sistema de Troca Rápida de Ferramentas – (TRF), bem como sua aplicabilidade em sistemas de produção de gêneros alimentícios, que foi o foco dessa pesquisa. Sendo assim, apresenta características importantes para esta área. Posteriormente, uma pesquisa de campo é realizada tendo como base de dados uma empresa situada no agreste de Pernambuco, onde, a fim de atender satisfatoriamente a demanda de seus clientes, é fundamental que seus processos sejam melhorados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Após a segunda guerra mundial, a produção em larga escala e a preços reduzidos se consolidou no mercado. Com isso, surgiram muitas técnicas que contribuíram com as indústrias para a criação de métodos de trabalho que aumentassem a produtividade, a custos baixos. Sabe-se que a gestão da produção é a área responsável pela produção de bens e serviços – que transforma as entradas (insumos) em saídas.

É de grande importância que essa gestão esteja sempre organizada para que se possa utilizar os recursos disponíveis da melhor maneira possível, contribuindo assim para o desenvolvimento de um planejamento da produção bem elaborado. Se isso não ocorre, podem acontecer perdas de materiais, atrasos e paradas na produção. Esta situação acaba afetando e diminuindo a produtividade da organização, acarretando em máquinas e pessoas ociosas, demonstrando assim que o potencial de produção não está sendo aproveitado corretamente.

Para se obter um processo eficaz e eficiente, é necessário analisar os recursos disponíveis. A partir disso, realizar um planejamento detalhado de como cada área precisa executar suas atividades, verificando e controlando possíveis equívocos, evitando assim não conformidades. A princípio, para a gestão da produção, um dos principais entraves era a fabricação de produtos diversificados. Acreditava-se ser caro preparar uma máquina para produzir apenas uma peça e com isso as empresas buscavam diminuir a sua gama de produtos oferecidos e produzir em grandes lotes (GAITHER; FRAZIER, 2004).

Contudo, o mercado passou por um considerável desenvolvimento e cresceu bastante. As organizações tiveram que se adaptar a esta situação, para atender os seus clientes com uma maior variedade de produtos disponíveis, e de uma forma que os estoques fossem reduzidos. O cenário anterior minimizava a importância dos tempos de setup, porém, o cenário atual exige que esse tempo seja tratado de forma significativa (GAITHER; FRAZIER, 2004).

2.1 Tempo de setup

Segundo Shingo (1985) setup é definido como o tempo que se leva para preparar um equipamento, entre a última peça de boa qualidade produzida e a primeira peça aprovada do ciclo de produção seguinte. Em outras palavras, tempo de setup é o tempo de parada das máquinas, seja para preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os estágios do processo produtivo.

As 4 etapas básicas de atividades de setup de acordo com Shingo (2000), são: (1) Preparação da matéria prima, dispositivos e ferramentas; (2) Montagem e remoção de ferramentas e componentes; (3) Centragem e determinação das dimensões das ferramentas; e, (4) Processos iniciais e ajustes.

Na maioria das empresas uma grande parte do tempo de trabalho é empregado no processo de setup e existem muitos fatores que podem indicar a necessidade de redução deste. Dentre esses fatores, destacam-se: insuficiência na capacidade produtiva; ausência de flexibilidade na produção; lead times altos; grandes lotes; irregularidade nos tempos de troca; estoques intermediários e gargalos; e custos de produção elevados. A redução do tempo de setup pode ser considerada um dos principais fundamentos para o alcance da melhoria contínua de um processo, abrangendo também melhorias nos sete desperdícios da Manufatura Enxuta expressos por Ohno (1997).

2.2 Manufatura enxuta

Após a publicação do trabalho inovador “A Máquina que Mudou o Mundo”, o lean passou por uma evolução significativa e sem precedentes. Ao longo dos anos, vários pesquisadores proeminentes exploraram as várias maneiras de integrar o lean em um sistema de produção. No entanto, o lean é um novo paradigma de fabricação, especialmente para a indústria que vem aderindo a um novo modelo de gestão. Esta condição traz à tona uma questão fundamental: “Quais são os motivos para se adotar o método lean na fabricação?” sendo posteriormente aceito por unanimidade como um benefício (SANTANA, 2016).

Desde seu desenvolvimento pela Toyota na década de 1940, o lean surgiu como um dos modelos gerenciais mais dominantes em ambientes de negócios tão extensos, e demonstrou sua eficácia para aumentar a competitividade das organizações. Para conseguir isso, o lean se concentra na redução de desperdícios. O lean contribuiu para a consecução de objetivos organizacionais históricos e contemporâneos que incluem lucratividade, eficiência, satisfação do cliente, qualidade e capacidade de resposta (LAZARIN, 2018).

2.3 Os sete desperdícios da produção

Ohno (1997) definiu Manufatura Enxuta como: “A eliminação de desperdícios na indústria e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas

o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida”.

Ou seja, a manufatura enxuta busca reduzir custos para assim alcançar o aumento de lucro, onde, a redução de custos só é atingida a partir da eliminação de desperdícios. Pode-se classificar que desperdício é tudo aquilo que utiliza de recursos, mais que não agrega valor algum ao cliente. Uma grande barreira dos desperdícios é que estes, na maioria das vezes, ficam escondidos em meio aos processos produtivos e não são tão fáceis de se identificar.

Os sete desperdícios da manufatura enxuta estabelecidos por Ohno (1997), que podem ocorrer no ambiente industrial são:

- ✓ Espera: A manufatura enxuta determina que todos os processos ocorram em fluxo contínuo e sem interrupção. Esse desperdício ocorre quando alguém ou algum equipamento que deveria estar produzindo está parado, se tornando ineficiente.
- ✓ Defeito: Este talvez seja um dos mais recorrentes no ambiente industrial. Ocorre por falhas no processo ou na operação de processamento de matérias-primas, gerando assim refugo ou retrabalho, o que aumenta os custos de produção.
- ✓ Transporte: Representa a movimentação de materiais de um local para outro, adicionando valor zero ao produto para o cliente final. Pode representar um custo muito alto pela necessidade de pessoas e equipamentos para realizar este processo.
- ✓ Movimentação: De maneira semelhante ao anterior, o movimento desnecessário de pessoas também se torna desperdício, pois demanda tempo que não está sendo utilizado para criar valor ao produto. Como exemplo: deslocamentos demasiados entre as estações de trabalho.
- ✓ Excesso de estoque: Representa produtos ou serviços que ainda não foram consumidos e que são um desperdício evidente, atrelando outros custos tais como: armazenamento, necessidade de espaço e de embalagem, transporte, e etc.
- ✓ Excesso de produção: Acontece quando a empresa produz mais do que precisa para atender seus clientes, desperdiçando assim mão-de-obra e matéria-prima, necessitando o uso de estoques. Geralmente ocorre devido ao trabalho com grandes lotes.
- ✓ Excesso de processamento: Ocorre quando são utilizadas técnicas ou equipamentos inadequados, realizando atividades que não precisam ser feitas, e se eliminadas não fazem falta, ou seja, não agregam valor algum.

Remover elementos de desperdícios dos processos além de melhorar os lucros, fornece um grande impacto sobre a satisfação do cliente com os produtos e serviços oferecidos na quantidade certa, na hora certa, com qualidade e ao menor preço possível.

2.4 5S

Outra ferramenta utilizada na implantação da Manufatura Enxuta é a chamada “5 S”. Essa é uma sigla de origem japonesa, onde se relaciona a cinco palavras com a letra “S” que são:

- Seiri = Senso de utilização: Está relacionado à eliminação do que não é necessário. Nesse primeiro estágio, deve-se especificar os materiais, utensílios, ferramentas, equipamentos, elementos e informações que são primordiais para a organização, reconhecendo o que é útil e inútil.
- Seiton = Senso de ordenação: Está relacionado à organização de um setor. Deve-se organizar os itens classificados como úteis no primeiro senso, onde os materiais serão guardados em locais fáceis, contribuindo para um setor mais seguro.
- Seisou = Senso de limpeza: Está relacionado à eliminação do lixo e sujeiras, deixando o setor limpo. Cada funcionário será responsável pela limpeza e inspeção dos materiais e equipamentos de trabalho. Contudo, mais importante do que limpar é instruir-se a não sujar.
- Seiketsu = Senso de saúde: Está relacionado com os três S anteriores, estabelecendo a eliminação de desordens, tornando o local de trabalho de fácil manutenção, melhorando as condições de trabalho e cuidando sempre da saúde e higiene pessoal.
- Shitsuke = Senso de autodisciplina: Está relacionado em disciplinar a prática dos “S” anteriores, mantendo todas as melhorias feitas. Nesta última etapa, devem ser feitas inspeções periódicas fornecendo informativos, propondo uma cultura de permanecer o local de trabalho sempre limpo e organizado, cumprindo as rotinas regulares.

O programa 5s envolve as mais diversas áreas de uma organização, e um dos primeiros passos para a adoção desse sistema de forma eficiente consiste no planejamento e treinamento de forma contínua dos colaboradores. Os principais objetivos são: melhoria da qualidade dos produtos/serviços; melhorias das condições do ambiente de trabalho e da qualidade de vida dos funcionários; redução de gastos e desperdícios; redução e prevenção de acidentes, etc.

Nesta situação, os conceitos do 5s ligados a manufatura enxuta contribuem e somam positivamente, trabalhando como um facilitador em conjunto com a TRF, para o alcance dos objetivos de melhoria de setup.

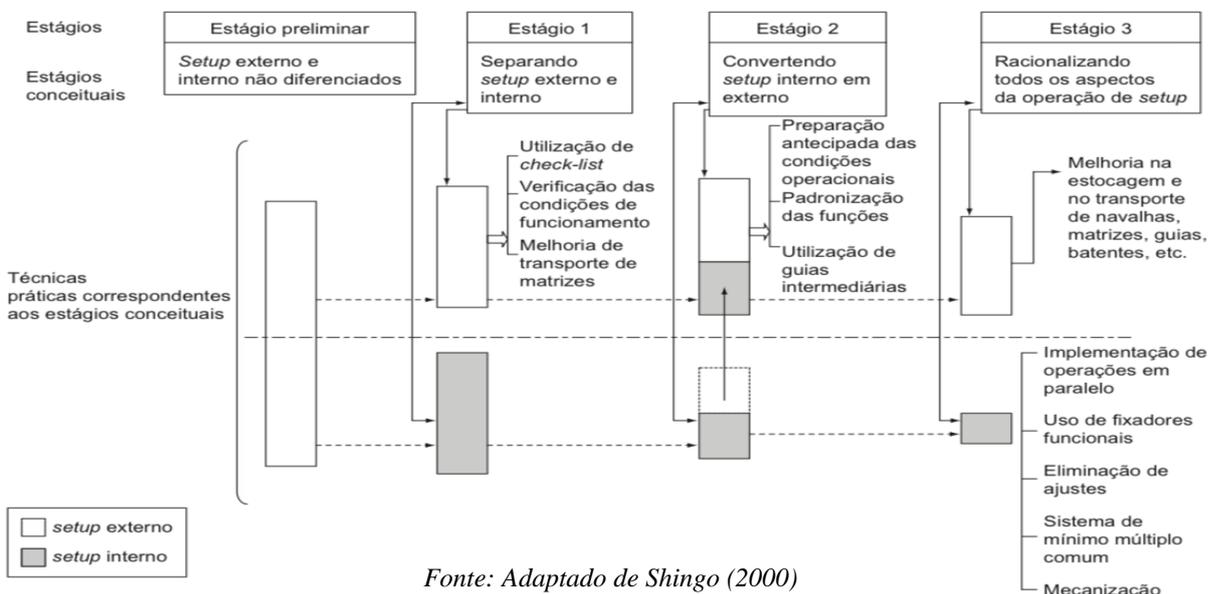
2.5 Troca Rápida de Ferramentas - TRF

Um dos principais métodos utilizados para a redução do tempo de preparação de máquinas, ou, setup, é a Troca Rápida de Ferramentas (ou TRF). Sua aplicação visa a simplicidade nas operações, sendo muito utilizada por organizações que possuem um mix variados de produtos (SHINGO, 1985). Uma das principais finalidades da TRF é simplificar e reduzir o tempo de troca de ferramentas, minimizando ou eliminando as perdas associadas ao processo de setup (FAGUNDES; FOGLIATTO, 2003).

A TRF foi desenvolvida com o intuito de suprir as flutuações da demanda, proporcionando uma resposta rápida das organizações perante as mudanças, podendo ser aplicado em qualquer segmento e qualquer máquina ou equipamento. Esse sistema possibilita a realização do nivelamento da produção e a redução dos tamanhos dos lotes. É uma metodologia criada para obter maior eficácia no tempo de troca e preparação das máquinas e equipamentos, tendo como meta obter a redução no tempo de setup para um dígito (SHINGO, 1985).

De acordo com Reis e Alves (2010), o método TRF é baseado no entendimento que as operações de setup podem ser de dois tipos diferentes: setup interno e setup externo. O setup interno abrange atividades que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada. O setup externo envolve atividades que podem ser realizadas quando a máquina estiver funcionando. Shingo (2000) apresentou quatro estágios conceituais da aplicação da metodologia SMED, que são ilustrados na Figura 2:

Figura 2: Estágios de implantação da TRF



Fonte: Adaptado de Shingo (2000)

- Estágio inicial: Setup interno e externo não se distinguem.

O estágio inicial é marcado pelos tempos reais vigentes, é necessário nessa etapa que se identifiquem, através de cronometragens, os tempos gastos em cada tipo de setup. Caso o processo seja muito complexo ou demorado, deve se usar filmadoras, não só os cronômetros. É importante que seja dada atenção ao operador que realiza a tarefa, pois somente ele poderá identificar o que faz e os problemas externos que afetam a operação e preparação da máquina, pois nem sempre os atrasos podem ser atribuídos à forma de executar suas atividades.

- Estágio 1: Separando os setups

Nesta etapa se organizam as atividades, classificando e separando-as em tempos internos que são realizadas com a máquina parada, e tempos externos, que podem ser realizadas com a máquina em operação.

- Estágio 2: Convertendo setups internos em externos

Nesta etapa busca-se converter estágios considerados internos em externos. O operador deverá buscar padronizações nas ferramentas para realizar o máximo de tarefas possíveis, estabelecendo fixadores ou suportes permanentes das ferramentas. Caso haja a parada da máquina substitua-se somente tal fixador ou suporte e não tudo o que neles ficam contidos.

- Estágio 3: Melhoria permanente nas operações da máquina

Nesta etapa ocorre a busca pela melhoria que não se resume somente às máquinas, mas a tudo que está relacionado a estas. Essas melhorias se dão em processos de estocagem e transporte de matrizes, navalhas, guias, batentes e etc., eliminação de ajustes, implementação de operações em paralelo e outras. O terceiro estágio opera no sentido de que muitos tempos de setup não são reduzidos logo num primeiro trabalho, sendo necessário que se repitam os estágios conceituais até que se alcancem os menores números possíveis.

As principais vantagens adquiridas com a implementação da TRF de acordo com Shingo (2000) em uma organização, se concentram em:

- Padronização das atividades (que reduz os tempos de setup e aumenta a capacidade produtiva);
- Maior facilidade nas atividades de setup e na troca de produtos (o que diminui os erros);
- Agilidade em fornecer um mix variado de produtos em um espaço de tempo curto (devido a flexibilidade e rapidez nas trocas de produtos e no trabalho com pequenos lotes);
- Diminuição de atividades não produtivas;
- Eliminação de retrabalhos e conseqüentemente de desperdícios, entre outras.

Entretanto, além de grandes benefícios associados a TRF, Sugai, McIntosh e Novaski (2007) declaram que essa metodologia é mais apropriada em processos mais simples. Isso ocorre pelo fato que as transformações de setups internos em setups externos acabam tornando esta aplicação um pouco enfática, no que tange a importância de aperfeiçoamento de máquinas e equipamentos.

2.5.1 Estudos Relacionados

Ao longo dos anos, vários estudos da abordagem TRF (do Shigeo Shingo) foram publicados e desenvolvidos. Nesta seção, serão retratados exemplos de trabalhos que estão associados com a presente pesquisa, garantindo um segmento lógico da metodologia.

No artigo “A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques” (ALMOMANI, 2013), a abordagem feita foi baseada no SMED convencional, mas também incorporou Técnicas de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios na terceira fase de implementação.

Esse estudo fornece um procedimento sistemático para selecionar a melhor técnica de configuração dentre as alternativas disponíveis e também leva em consideração outros fatores que afetam o processo de tomada de decisão. Os resultados demonstraram a capacidade da abordagem proposta na redução do tempo de configuração, o que, por sua vez, melhorou a utilização das máquinas e aumentou a produtividade e a flexibilidade de toda a instalação.

No case “A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry” (MARTINS et al, 2018), uma análise da aplicação da metodologia SMED é realizada em relação a uma máquina de feixe de elétrons, uma vez que pode ser usada para uma ampla gama de aplicações e serviços. A pesquisa foi realizada como um estudo de caso em um fornecedor automotivo de primeira linha, em que a aplicação do SMED permitiu uma redução do tempo de instalação em mais de 50%. A aplicação da metodologia SMED também permitiu eliminar completamente o refugo gerado devido a ações pré-determinadas.

A partir disso, concluiu-se então que a troca rápida de ferramentas é uma metodologia que permite reduzir o tempo de configuração do equipamento, permitindo produção econômica em pequenos lotes. Seu uso ajuda a reduzir os prazos de entrega, permitindo que o gerenciamento da unidade industrial responda rapidamente à demanda do mercado. Outra

vantagem é a produção econômica de pequenos lotes de produção, que geralmente requerem baixos investimentos no processo de produção. Além disso, o SMED pode reduzir a ocorrência de erros no equipamento.

Por fim, no estudo “The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED Project” (KARAM et al, 2017), o objetivo do autor foi exibir os resultados alcançados após a implementação das ferramentas SMED em uma determinada linha de produção em uma indústria farmacêutica.

De acordo com Karam et al (2017), a conclusão de trocas entre produtos em uma determinada máquina de empacotamento usando a técnica TRF oferece a possibilidade de reduzir o tempo de inatividade da máquina, aumentando a produção final. Foi implementada também a filosofia Lean Manufacturing, o maior tempo de mudança no processo de gargalo diminuiu 30% em 12 meses. Juntamente com os benefícios econômicos da implementação do SMED, a qualidade do processo, a padronização e o trabalho em equipe foram aprimorados.

Portanto, observa-se que a ferramenta TRF pode ser utilizada em diferentes tipos de processos, fato este evidenciado na apresentação dos estudos acima.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização deste estudo consistiu em cinco etapas. Na primeira etapa, empreendeu-se uma revisão de literatura, apoiada em artigos científicos com o objetivo de sustentar coerentemente a pesquisa empírica apresentada. Na segunda etapa, inicialmente se procedeu a um levantamento das referências e dados executados na linha de produção. Na terceira etapa, foi realizado o mapeamento de processos e identificação das ferramentas de configuração envolvidas na produção de cada referência, bem como a medição e avaliação dos tempos necessários para realizar as configurações.

Assim, foi possível analisar o processo em andamento e determinar suas fraquezas e áreas de melhoria potencial. Posteriormente, na quarta etapa, por meio da TRF em conjunto com outras ferramentas (5S, gerenciamento visual e trabalho padronizado), se implementou melhorias no método utilizado para realizar as configurações. Por fim, a quinta e última etapa consistiu em prosseguir com uma análise dos resultados e a quantificação dos ganhos alcançados.

Entretanto, este capítulo irá abordar os conceitos sobre os estudos de pesquisa bibliográficas, os métodos que serão utilizados, os tipos de abordagem e os tipos de coleta de dados.

3.1 Quanto aos fins

O presente trabalho foi desenvolvido durante os meses de Outubro e Novembro do ano de 2019. Teve como foco a análise da redução do tempo de setup da linha de produção de salgadinhos, o aumento da produtividade e a sugestão de melhorias. Este estudo tem caráter descritivo.

A pesquisa descritiva tem a função de descrever acontecimentos observados, ou seja, as características de população ou fenômeno que leva técnicas padronizadas de coleta. As principais fontes de coletas são: a entrevista, o formulário, o questionário, o teste e a observação (PRODANOV e FREITAS, 2013).

3.2 Quanto aos meios

Este trabalho tem seu estudo voltado para a pesquisa bibliográfica, pois fez uso principalmente de livros, artigos científicos e sites especializados sobre o conteúdo, objetivando a análise de diferentes aspectos ou posições acerca do tema.

Segundo Gil (1996), esse tipo pesquisa permite a cobertura de uma amplitude de fenômenos mais profundos do que se poderia pesquisar diretamente, sendo conseqüentemente mais importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. O método a ser utilizado caracteriza-se como estudo de caso.

Segundo Gil (2008) o estudo de caso consiste no estudo aprofundado de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa que seria praticamente impossível mediante outros pontos de vistas e procedimentos técnicos.

Logo, tal pesquisa enquadra-se nesse método pois baseia-se na participação direta no processo produtivo da instituição juntamente com o levantamento de informações sobre melhoria contínua da qualidade e produtividade.

3.3 Quanto a forma de abordagem

Este estudo utilizará uma abordagem mista, tanto qualitativa quanto quantitativa, versando sobre as falhas de instalações e organização de uma empresa. A abordagem qualitativa segundo Gil (2008), apresenta conclusões descritivas. Esta abordagem é utilizada para compreender profundamente um fenômeno. Na empresa analisada buscou-se esta abordagem para descrever, analisar e classificar as causas e efeitos do setup gerado.

Já a abordagem quantitativa é descrita pelo emprego da quantificação na coleta e no tratamento dos dados, fazendo uso de técnicas estatísticas com o intuito de explicar o comportamento do objeto de estudo. Segundo Richardson et al (1999) tais estudos buscam revelar e classificar a relação entre variáveis e/ou a relação de causalidade entre fenômenos. Sendo assim, o presente trabalho utilizará tal abordagem para descrever os dados numéricos no estudo, que estarão expostos através de tabelas e gráficos.

Portanto, temos uma abordagem quali-quantitativa, pois como descrito acima, serão utilizadas ambas concomitantemente. Vale ressaltar que elas não são excludentes, mas complementares. A partir das informações quantitativas, podemos gerar questões

aprofundadas qualitativamente e os dados qualitativos podem ser quantitativamente analisados, tornando o conhecimento mais amplo quanto as perspectivas e interpretações.

3.4 Universo e amostra

A empresa em estudo fica localizada no município de Caruaru-PE. Iniciou suas atividades no ambiente comercial no ano de 1997, e foi conquistando seu espaço no mercado de trabalho, crescendo cada vez mais. Hoje, a empresa tem uma grande variedade de produtos, e atende boa parte dos estados brasileiros.

3.5 Coleta e análise de dados

Para a coleta das informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho em questão foram realizadas várias visitas no ambiente de estudo. Mediante uma pesquisa participante que, segundo Gil (2002), caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas, foi possível identificar pontos importantes no processo de produção. A partir disso pode-se buscar alternativas para a redução das perdas e melhorias no processo produtivo.

Para o diagnóstico do problema, foi realizado um levantamento dos tempos de setup da linha de produção de salgadinhos, a fim de ter conhecimento sobre o método de realização de setup atual, bem como o tempo perdido. Atrelado a isso, foram realizadas também entrevistas com os funcionários que estavam diretamente envolvidos na realização do setup, no intuito também de melhor perceber o método utilizado.

Após esta fase de mapeamento, foi feito o processo de análise de dados, onde foram aplicados os estágios da metodologia desenvolvida por Shingo (2000). Com isso, foi possível a partir destas análises, propor um método melhorado para a execução da atividade de setup, e com isso, alcançar vantagens e ganhos associados a esta metodologia. Foi realizado então um novo levantamento dos tempos de setup após a sugestão/implantação de melhorias.

A técnica de coleta de dados será de fontes primárias, que são dados originais analisados pelo pesquisador. Segundo Amboni (1996), referem-se aqueles coletados pela primeira vez pelo pesquisador para a solução do problema de pesquisa. São dados coletados a partir de entrevista, questionários e observação.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Características da empresa

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa genuinamente nordestina, situada no agreste do estado de Pernambuco, mais precisamente na cidade de Caruaru. Esta indústria vem atuando no ramo alimentício desde os anos de 1997, onde deu início as suas atividades com a produção de café. Seus negócios foram expandindo devido ao crescimento de mercado, e esta passou a produzir então massas, biscoitos, salgadinhos e misturas para bolo, totalizando cinco marcas e mais de 90 produtos em seu portfólio (A EMPRESA, 2019).

A empresa possui um quadro de funcionários de aproximadamente 600 colaboradores, que se dividem em duas unidades. O estudo foi realizado na sede da organização, localizada na cidade de Caruaru, onde acontece a produção e onde fica o CD (centro de distribuição). Com logística própria, a empresa atende toda a região do nordeste brasileiro, entre outros estados, e vem ganhando posição de destaque em relação aos seus concorrentes, pois assim o preço de seu produto acabado torna-se vantajoso e competitivo no mercado.

Atualmente, a empresa está em crescimento com uma alta demanda requerida, e faz uso de estratégias que estão sendo implantadas a fim de atender e validar os seus clientes. Uma das principais metas da empresa é tornar-se uma das 10 maiores fabricantes de alimentos do Brasil. Logo, a mesma está buscando se desenvolver cada vez mais, e conseqüentemente aumentar sua capacidade produtiva. Para que isto se torne possível, há um investimento na ampliação da sede, no desenvolvimento dos funcionários, na implantação de conceitos de governança e na cultura de melhoria contínua com o foco na diminuição dos desperdícios.

4.2 Descrição do processo produtivo

A produção de salgadinhos extrusados tem crescido no mercado e muitas vantagens têm sido atribuídas ao processo de extrusão, como baixo custo, alta produtividade, versatilidade e produto uniforme. Salgadinhos extrusados possuem uma variedade de formas, texturas e sabores, e a aceitabilidade desse tipo de produto está diretamente relacionada a tais características sensoriais. Em geral, os salgadinhos são produzidos com a farinha de milho (ou fubá).

Para o estudo desenvolvido na linha de produção analisada, como já foi exposto, esta apresenta um alto tempo de limpeza e preparação dos instrumentos e máquinas utilizados. Todo setor tem uma necessidade crescente de melhorar a qualidade, a produção e, assim, a satisfação do cliente. Para a produção de qualquer item alimentício, é necessário antes de tudo, ter um controle de qualidade eficaz, pois os requisitos de padronização e segurança alimentícia são um dos principais pontos que uma indústria deve assegurar.

O controle de qualidade começa desde o recebimento das matérias primas (bem como a sua separação e organização dos insumos a serem utilizados) até o despacho do produto final. O processo produtivo se dá nas seguintes etapas, que estão representadas no fluxograma do processo, descrito na Figura 3.

Etapa 1 - Homogeneização das matérias primas para formação dos snacks de milho

As matérias primas, fubá de milho e fibra de aveia são homogeneizadas para uma melhor formação dos snacks.

Etapa 2 - Formação do snacks – Processo de extrusão

O processo de extrusão ocorre em três estágios. No primeiro, ocorre à dosagem do fubá (já homogeneizado com a fibra) simultaneamente com a dosagem da água; No segundo estágio, a mistura é transportada por duas roscas sobre alto aquecimento com a intenção de desenvolver uma alta pressão para forçar a expansão da mistura; O terceiro e último estágio ocorre da expansão do produto na saída da matriz (que tem a função de moldar o formato desejado do salgadinho) e o corte do snack, que limita o seu tamanho. O processo de corte é considerado uma variável no processo, pois faz uso de facas que devem ser trocadas periodicamente, devido ao seu desgaste.

Etapa 3 - Transportador Pneumático

O snack formado na extrusora é transportado até o forno secador pela coluna de ar gerada na tubulação do transportador pneumático, o que evita a quebra do snack.

Etapa 4 - Forno Secador

Chegando ao forno, o processo ocorre unitariamente por transferência de calor de forma direta em uma esteira a contracorrente, com o objetivo de retirar água do produto a fim de deixar o mesmo crocante, macio e aumentar a sua vida útil/validade.

Etapa 5 - Cilindro Aromatizador e tanques de aroma/misturadores

Nos tanques de aroma são misturados os ingredientes para a aromatização dos snacks como: gordura, sal, mix vitamínico, aroma, glutamato monossódico e corante. Após homogeneização destes, a mistura é transportada pela bomba, e a dosagem deste aroma é feita

O processo de aromatização dos snacks ocorre por aspersão. O equipamento funciona de forma rotatória, permitindo assim uma homogeneização padrão do salgadinho.

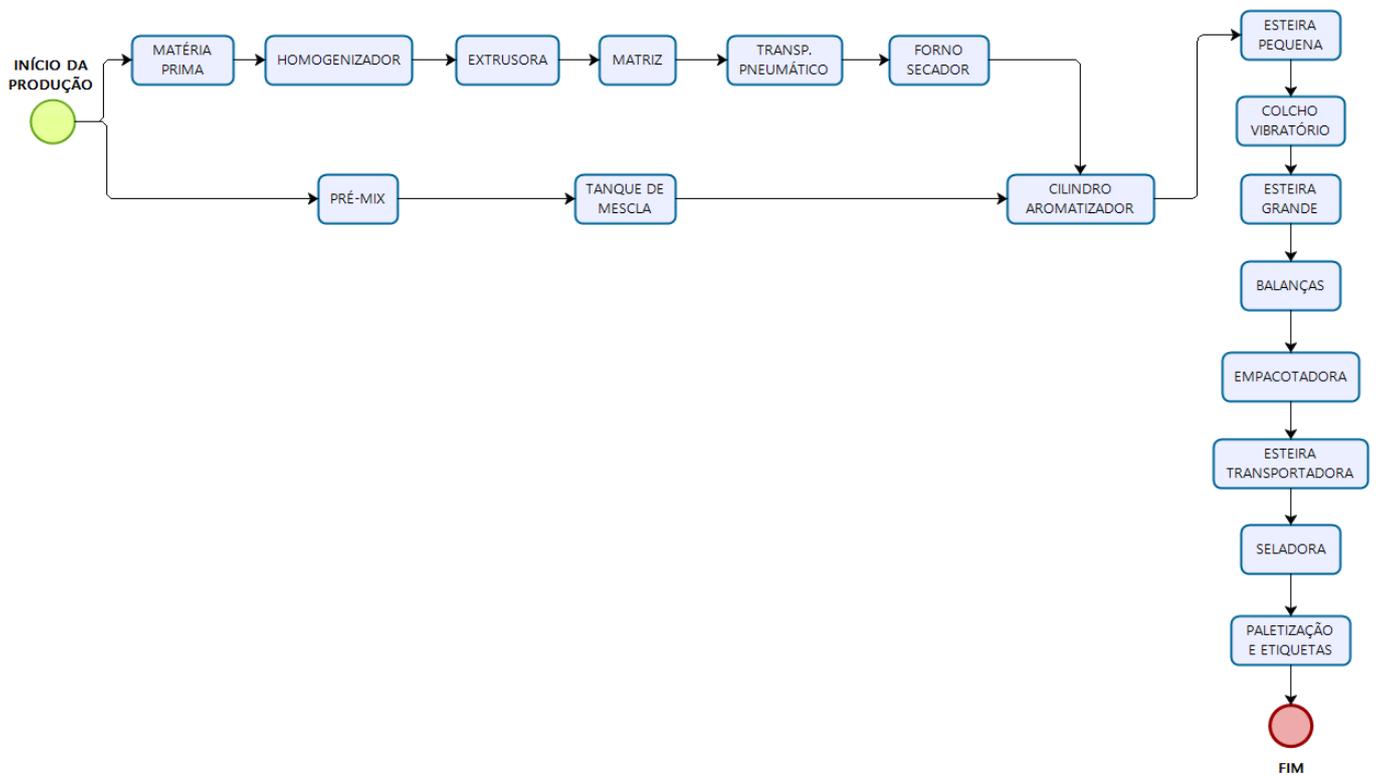
Etapa 6 - Esteiras Transportadoras

As esteiras têm a função de transportar os salgadinhos do cilindro de aromatização para as balanças multicabeçotes (que são responsáveis por dosar os salgadinhos) fazendo com que não ocorra quebra ou contaminação dos salgadinhos.

Etapa 7 - Embaladora Masipack

A embaladora tem a função de pesar, dosar e empacotar os salgadinhos de forma padronizada de acordo com a programação estabelecida pelo operador, possibilitando o desenvolvimento das dosagens de 30g, 60g, e 150g. Uma vez que os produtos estão embalados, após passarem por análise e serem liberados pelo setor de controle de qualidade, estes são paletizados e encaminhados para o setor de expedição, onde são realizadas as ações para despachar a mercadoria e fazer com que esta chegue até seus consumidores.

Figura 3 – Fluxograma do processo – Produção de Salgadinhos



4.3 Análise das atividades realizadas durante o tempo de setup

Para analisar os tempos de setup da linha de produção de salgadinhos em estudo, foi realizada a avaliação das atividades que eram desenvolvidas pelos colaboradores, com a finalidade de definir se a quantidade de operadores em cada atividade era suficiente. Essa análise foi desempenhada através de um observador e do líder de produção responsável pelo setor. As principais atividades de setup estão descritas nas tabelas a seguir.

Quadro 1 – Distribuição das atividades antes da observação

OPERADOR	ATIVIDADE
Operador 1	1. Limpeza da máquina extrusora
Operador 2	2. Limpeza do cilindro de aroma, bombas de aroma e pré-mix
Operador 3	3. Limpeza das balanças multicabeçotes
Operador 4	4. Limpeza da esteira pequena
Operador 5	5. Limpeza do colcho vibratório
Operador 6	6. Limpeza da esteira grande

Fonte: A Autora (2019)

Observou-se que o número de funcionários na linha de produção já era pré-estabelecido de acordo com a necessidade, porém, era fundamental uma melhor distribuição das atividades. Isso se deu pelo fato de que alguns operadores estavam sobrecarregados em algumas tarefas e outros não. O trabalho de forma equitativa é fundamental para o bem estar dos colaboradores, para motivá-los em suas funções e para que as suas atividades sejam realizadas de forma eficiente.

Foi realizado então um novo mapeamento de tarefas, exposto no quadro a seguir.

Quadro 2 – Distribuição das atividades após a observação

OPERADOR	ATIVIDADE
Operador 1	1. Limpeza da máquina extrusora
Operador 2	2. Limpeza do cilindro de aroma, bombas de aroma e pré-mix
Operador 4	
Operador 3	3. Limpeza das balanças multicabeçotes
Operador 5	4. Limpeza da esteira pequena
	5. Limpeza do colcho vibratório
Operador 6	6. Limpeza da esteira grande

Fonte: A Autora (2019)

Os operadores 1, 2 e 3 já estão a um tempo considerável na execução das suas respectivas atividades e já possuem habilidade suficiente nestas. Sendo assim, estes permanecem sempre nas mesmas funções. A atividade 2, passou a ser dividida entre os operadores 2 e 4, pois demandava muito tempo para ser realizada por um operador. O operador 5 passou a ser responsável pelas atividades 4 e 5, consideradas de fácil e rápida execução. O operador 6 permanece com a atividade 6, sendo suficiente para sua realização.

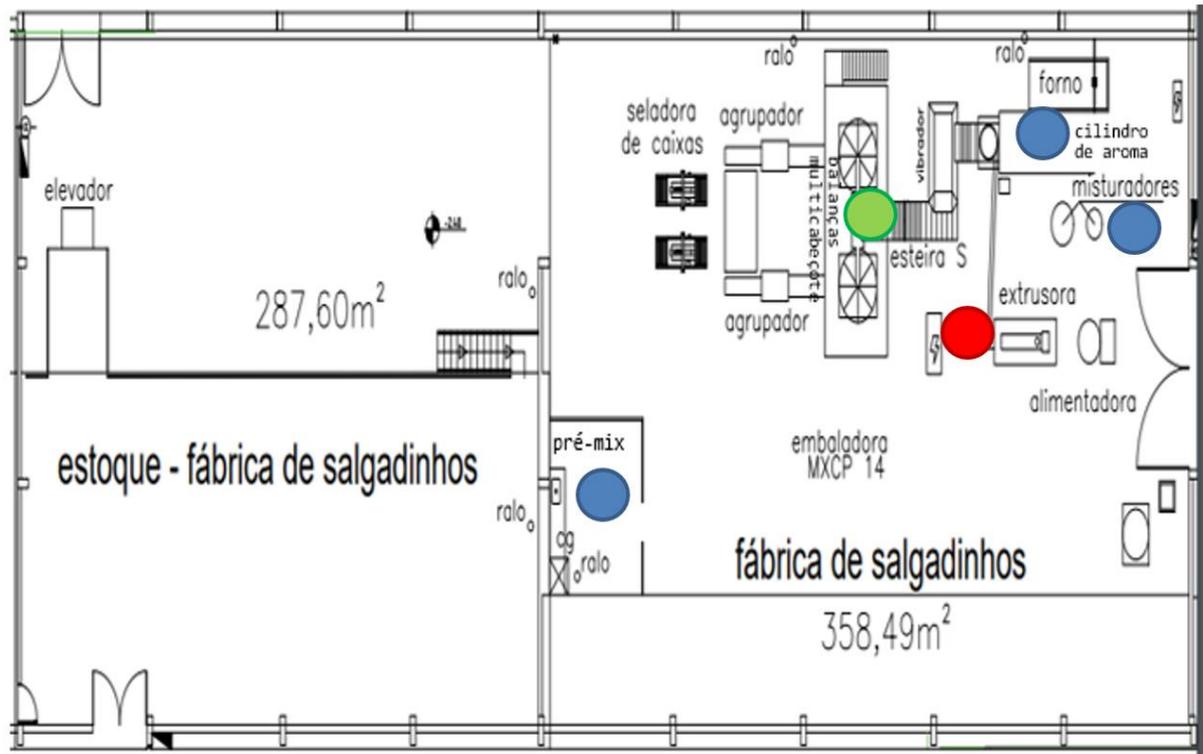
Feito isso, foram determinados os equipamentos que apresentavam os maiores tempos de setup, baseando-se em entrevista com o líder, com os operadores e nos históricos de setups já realizados. Basicamente o setup realizado na linha de produção é fundamentado pelos tempos de limpeza e ajuste/preparação dos equipamentos (ao final de um dia de produção).

Além da divisão das tarefas realizadas pelos operadores com a finalidade de agilizar o processo de setup, foi realizado também um diagnóstico sobre o tempo em que o colaborador leva para ter em mãos todas as ferramentas necessárias para trabalhar de forma eficiente.

Um dos fatores que foi levado em consideração para um alto tempo de setup da linha foi o tempo de movimentação desnecessária pelos colaboradores. Estes aguardavam a linha de produção parar e a partir disso, ir em busca das ferramentas necessárias para a manutenção. Em muitos casos as ferramentas não estavam no local que deveriam estar, e com isso a espera atrelada a perda de tempo aumentava ainda mais.

Na Figura 4 é apresentada uma planta do setor, onde são mostrados os principais pontos em que ocorrem os maiores tempos de setup, e que serão trabalhados no presente estudo. No Quadro 3, são apresentadas todas as atividades que são realizadas, os procedimentos adotados e os tempos médios de cada máquina, que foram determinados baseando-se em 10 amostras de cronometragens e de observação das tarefas executadas.

Figura 4 – Planta do setor de salgadinhos e principais pontos analisados



Fonte: A Empresa (2019)

Legenda:

- Extrusora
- Cilindro de aroma, misturadores e pré-mix
- Balanças Multicabeçotes

Quadro 3 – Descrição de atividades e tempos medidos antes das melhorias propostas

Máquinas	Atividades	Procedimentos	Tempo Médio	Tempo Total Médio
Extrusora (início de produção)	Montagem das peças da máquina extrusora para poder iniciar	Seleção e montagem das facas (04 ou 08 facas), dependendo do formato do produto (procura as facas na gaveta);	15 min	132 min
		Seleção da matriz de acordo com o formato do produto que vai ser produzido (busca a matriz no armário);	5 min	
		Montagem e fixação das peças para iniciar a produção;	15 min	
Extrusora (final de produção)	Desmonta a gaiola da máquina extrusora	Busca de ferramentas na gaveta;	5 min	132 min
	Limpa as roscas	Busca de balde no pré-mix para descartar a água que sai da extrusora;	2 min	
		Limpeza das roscas com água;	40 min	

	Retira e limpa as facas	Lavagem na pia;	10 min	
	Limpeza do transportador pneumático	Busca a mangueira e dar o ar comprimido;	10 min	
	Retirada da flange e da matriz	Busca de ferramentas na gaveta;	10 min	
	Limpeza da flange e matriz	Limpeza feita por método de raspagem das peças;	20 min	
Pré-Mix, Misturadores e Cilindro de Aroma (início de produção)	Preparação da matéria prima no pré-mix	Pesagens;	20 min	
	Busca de gordura	Muitas vezes não tem gordura disponível no setor, e é necessário solicitar e esperar a empilhadeira trazer a gordura para poder dar início a produção;	40 min	
Pré-Mix, Misturadores e Cilindro de Aroma (final de produção)	Limpeza dos dois tonéis de aroma	Busca de produto de limpeza no setor de qualidade;	10 min	170 min
		Lava com água, produto e esponja;	20 min	
	Limpeza do cilindro	Busca de baldes de água quente na caldeira atrás do setor;	30 min	
		Joga a água quente para amolecer a gordura acumulada e lava;	20 min	
		Retira em dois baldes grandes todos os rejeitos até o pré-mix e descarta no ralo (geralmente são necessárias 04 viagens arrastando o balde por todo o setor até chegar no local de fazer o descarte);	30 min	
Balanças Multicabeçotes (início de produção)	Montagem das bobinas	Busca as bobinas de embalagem no setor do almoxarifado;	25 min	145 min
		Monta as bobinas que serão utilizadas;	5 min	
	Calibração das balanças multicabeçotes	Calibra as dosagens da máquina;	5 min	
Balanças Multicabeçotes (final de produção)	Desmonte e limpeza das balanças	Desmonta as balanças multicabeçotes;	15 min	
		Leva pra o setor da assepsia as caçambas;	10 min	
		Lava com água quente para limpeza completa;	60 min	
		Após lavadas, são trazidas as caçambas de volta para o setor;	10 min	
		Monta as caçambas novamente;	15 min	

Fonte: A Autora (2019)

4.4 Aplicação do 5s

Para a implantação das melhorias propostas, focou-se principalmente em treinamentos dos colaboradores, denotando a importância de se manter uma padronização nas tarefas exercidas e uma melhor organização destas. Esses treinamentos se deram basicamente com a implementação do 5s no setor, que foi um facilitador para a execução das operações sugeridas pela TRF. A Figura 5 ilustra um dos pontos analisados que receberam as instruções do 5s.

Figura 5 – Antes e depois da implantação do 5s nas ferramentas de manutenção



Fonte: A Autora (2019)

Conforme ilustrado na Figura 5, os trabalhadores perdiam muito tempo procurando as ferramentas em uma gaveta de metal, onde ficavam os utensílios de trabalho todos misturados, dificultando o acesso a estes e com isso o tempo para a realização das atividades aumentava significativamente.

Neste cenário, foi proposto que as ferramentas ficassem expostas sobre a mesinha adotada, onde não seria mais necessário ir em busca e procurar os instrumentos de trabalho. Isso representa a transformação do setup interno em externo, visto que as ferramentas já estão disponíveis quando houver necessidade, e estão acessíveis enquanto a máquina ainda está funcionando. A movimentação dos colaboradores diminuiu consideravelmente, tanto para localização das ferramentas, quanto na movimentação no local em que é realizado o setup.

Na Figura 6, é mostrado o 5s implantado também no momento da realização do setup interno, onde as atividades de setup só podem ser realizadas com a máquina parada (neste caso, o setup interno não foi possível ser transformado em setup externo, visto que o processo de limpeza das máquinas só pode ser realizado quando estas estão paradas).

Figura 6 – Implantação do 5s na realização do setup interno



Fonte: A Autora (2019)

Os baldes na ilustração eram utilizados para limpar o cilindro de aroma, retirando todos os rejeitos do aroma que restavam ao final da produção do dia. Estes baldes estavam furados, o que acabava sujando todo o setor até chegar no ralo para descarte dos rejeitos. Os baldes foram trocados por um carrinho de rodinhas, que comporta uma maior quantidade de rejeitos e facilita a movimentação pelo setor, evitando sujeiras e perda de tempo.

Figura 7 – Implantação do 5s no armazenamento das matérias primas



Fonte: A Autora (2019)

Na Figura 7, as principais matérias primas utilizadas para a produção dos salgadinhos foram dispostas sobre uma mesa no pré-mix, sendo separadas e identificadas por placas. Isso representa um ganho no quesito de gerenciamento de dados e informações, visto que facilitou o acesso a esses insumos (evitando assim percas de tempo com a identificação desses, que antes da aplicação do 5s eram guardados dentro de sacos em caixas) e facilitou o processo de visualização, para que quando esses insumos estiverem perto de acabar fazer a solicitação dos mesmos ao setor responsável pela entrega.

4.5 Melhorias implantadas e sugeridas

Como pode se perceber, a movimentação dos colaboradores foi otimizada na realização do setup e os tempos de setup foram reduzidos. Estes novos tempos foram coletados em 10 amostras de cronometragens realizadas e de observação das tarefas executadas são apresentados no quadro 4, juntamente com as propostas de melhorias implantadas e sugeridas.

Quadro 4 – Descrição das melhorias propostas e tempos medidos

Máquinas	Atividades	Ações	Tempo Médio	Tempo Total Médio
Extrusora (início de produção)	Montagem das peças da máquina extrusora para poder iniciar	Inserção de uma mesa para colocar as ferramentas utilizadas diariamente, facilitando a visualização das mesmas e evitando percas de tempo;	8 min	95 min
		Disposição das matrizes em uma caixa próxima da mesa de ferramentas;	1 min	
		Montagem e fixação das peças para iniciar a produção;	10 min	
Extrusora (final de produção)	Desmontar a gaiola da máquina extrusora	Inserção de uma mesa para colocar as ferramentas utilizadas diariamente, facilitando a visualização das mesmas e evitando percas de tempo;	1 min	
	Limpa as roscas	Disposição de baldes próximos a extrusora;	0 min	
		Limpeza das roscas com água;	40 min	
	Retira e limpa as facas	Lavagem na pia;	10 min	
	Limpeza do transportador pneumático	Busca a mangueira e dar o ar comprimido;	10 min	
Retirada da flange e da	Busca de ferramentas na gaveta;	3 min		

	matriz			
	Limpeza da flange e matriz	Enquanto executa outras atividades, colocar a flange e a matriz dentro de um balde de água, para amolecer os resíduos de produtos e assim facilitar a sua limpeza, sem precisar raspar;	12 min	
Pré-Mix, Misturadores e Cilindro de Aroma (início de produção)	Preparação da matéria prima no pré-mix	Disposição das matérias primas utilizadas sobre a mesa no pré-mix, facilitando o acesso e visualização das mesmas;	10 min	60 min
	Busca de gordura	Fazer um planejamento combinado com o pcp para que sempre tenha reposição de gordura no setor, evitando que esta acabe de forma inesperada;	0 min	
Pré-Mix, Misturadores e Cilindro de Aroma (final de produção)	Limpeza dos dois tonéis de aroma	Solicitar produtos de limpeza assim que iniciar o dia, evitando o deslocamento e a perda de tempo na hora de realização do setup;	0 min	
		Lava com água, produto e esponja;	20 min	
	Limpeza do cilindro	Implantar um ponto de água quente dentro do setor (já que existe uma caldeira próxima ao setor), evitando assim movimentações desnecessárias;	0 min	
		Joga a água quente para amolecer a gordura acumulada e lava;	20 min	
		Uso de um carrinho de rodinhas que comporte mais os rejeitos e facilite a movimentação;	10 min	
Balanças Multicabeçotes (início de produção)	Montagem das bobinas	Solicitar que o PCP faça a entrega das bobinas diariamente;	0 min	100 min
		Monta as bobinas que serão utilizadas;	5 min	
	Calibração das balanças multicabeçotes	Calibra as dosagens da máquina;	5 min	
Balanças Multicabeçotes (final de produção)	Desmonte e limpeza das balanças	Desmonta as balanças multicabeçotes;	15 min	
		Com o ponto de água quente no setor, a movimentação até o setor de assepsia para lavar as caçambas não será necessária;	0 min	
		Lava com água quente para limpeza completa;	60 min	
		Com o ponto de água quente no setor, a movimentação até o setor de assepsia para lavar as caçambas não será necessária;	0 min	
		Monta as caçambas novamente;	15 min	

Fonte: A Autora (2019)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação do tamanho da amostra

A operação total de cada máquina analisada cujo tempo se deseja calcular foi dividida em elementos (atividades) para que a técnica de trabalho tenha uma medida precisa. Foi utilizado o cronômetro para se obter com precisão o tempo de cada atividade, e assim determinar o tempo total de cada operação avaliada.

De acordo com Aquino (2018), o estudo de tempos baseado na cronoanálise auxilia na padronização dos processos de uma organização. A cronoanálise é fundamental para analisar métodos, ferramentas, instalações e materiais utilizados para realização de um trabalho, atuando assim com a medição e avaliação de tempos. Utiliza esses dados para identificar a capacidade produtiva, a inatividade entre as operações existentes e possíveis falhas, para assim conseguir alcançar o máximo de rendimento do setor produtivo.

Foi feito um estudo para determinar a quantidade de cronometragens necessárias a serem executadas, para que os dados coletados sejam considerados pertinentes, através da equação 1 (MARTINS E LAUGENI 2006):

$$N = \left(\frac{z * R}{Er * d2 * \bar{X}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

N: número de amostras/ciclos a cronometrar

z: coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R: amplitude da amostra

Er: erro relativo

d2: coeficiente tabelado em função do número de medidas realizadas (tamanho preliminar da amostra) (Anexo A)

\bar{X} : média dos valores das observações

Foi utilizada uma amostra inicial de tamanho 10, que nos fornece um valor de $d2 = 3,078$; foi adotada uma probabilidade de confiança de 95%, que nos fornece um valor de $z = 1,96$; e o erro relativo foi $Er = 5\%$ (0,05). Foram realizadas as cronometragens para cada máquina do setup, que são apresentadas na tabela 1:

Tabela 1: Tempos médios de cada atividade e determinação do número de amostras

Amostra	Extrusora	Pré mix, Misturadores e Cilindro de Aroma	Balanças Multicabeçotes
1º	126 min	161 min	143 min
2º	144 min	166 min	141 min
3º	124 min	178 min	142 min
4º	124 min	170 min	143 min
5º	132 min	166 min	146 min
6º	136 min	165 min	136 min
7º	143 min	176 min	147 min
8º	132 min	166 min	154 min
9º	133 min	177 min	152 min
10º	126 min	175 min	146 min
Tempo médio (X):	132 min	170 min	145 min
Amplitude (R):	20	17	18
Nº de amostras (N):	3,72	1,62	2,49
Nº de amostras aproximado:	4	2	3

Fonte: A Autora (2019)

Com os resultados obtidos, observa-se que o número mínimo de amostras/ciclos a serem cronometrados em cada máquina analisada são, respectivamente: 4 amostras para Extrusora, 2 amostras para Pré mix, Misturadores e Cilindro de Aroma e 3 amostras para Balanças Multicabeçotes. O presente trabalho usou o tamanho da amostra igual a 10, superior ao tamanho das amostras encontradas, onde esse tamanho é considerado adequado para fornecer resultados claros, satisfatórios e consistentes.

5.2 Teste de Hipóteses T-Student

Observa-se na tabela 2, a comparação entre os tempos médios de setup antes e depois das melhorias implantadas e sugeridas.

Tabela 2 – Comparação entre os tempos de setup

Equipamentos	Tempos Médios	Tempos Médios
	Antes	Depois
Extrusora	132 min	95 min
Cilindro de aroma, misturadores e pré-mix	170 min	60 min
Balanças Multicabeçotes	145 min	100 min

Fonte: A Autora (2019)

Nota-se uma eficiência na redução de tempos de 28% na máquina Extrusora, 64,7% no Cilindro de Aroma, Misturadores e Pré mix, e de 31% nas Balanças Multicabeçotes. Como já foi exposto, a linha de produção funciona 08 h/dia (setup e produção) e tem capacidade de produzir 266 kg/h de produto acabado. Antes das melhorias no processo de setup eram fabricados cerca de 1374,3 kg/dia de salgadinhos.

Em termos de produtividade foi possível um aumento de produção de 310,3 kg/dia (visto que o maior tempo de setup antes das melhorias era 170 min, e após as melhorias, o maior tempo de setup passou a ser 100 min), totalizando 1684,6 kg/dia de produto acabado. Isso representa um crescimento de produção de 22,5%, considerando um dia de produtividade sem paradas não programadas.

A fim de comprovar estatisticamente o que foi apresentado anteriormente, realizou-se um teste de hipótese t-student para comparação de duas médias, que foi executado no Software MINITAB (V. 17) e seu resultado encontra-se no Apêndice A. Para maiores informações o teste t-student para duas médias pode ser encontrado em Doane e Seward (2014).

As hipóteses testadas para cada equipamento foram as seguintes:

Hipótese nula ($H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$): Não há diferença entre as médias;

Hipótese alternativa ($H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$): Existem diferenças significativas entre as médias.

Tabela 3 – Resultados do teste T-Student

Equipamentos	Valor de Tcalc	Valor de P
Extrusora	15,54	0,0
Cilindro de aroma, misturadores e pré-mix	56,26	0,0
Balanças Multicabeçotes	26,58	0,0

Fonte: Adaptado, MINITAB V. 17 (2019)

Observa-se que foi encontrado um valor de $P=0,000$, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada. Assumindo um nível de significância igual a 5% e que os dados seguem uma distribuição normal (DOANE e SEWARD, 2014), é possível observar que ocorrem diferenças significativas a nível estatístico, entre as médias dos tempos de setup antes e depois da aplicação da TRF.

O teste t-student para comparação de 2 médias comprova uma redução significativa no tempo de setup, o qual pode influenciar na capacidade produtiva, na determinação dos tamanhos dos lotes de produção e na flexibilidade para aceitar diferentes tipos de ordens de

fabricação, podendo gerar ganhos na eficiência geral dos processos da organização e na redução de perdas.

Os resultados foram apresentados ao responsável pela linha de produção, e foram considerados bastante satisfatórios, ressaltando assim a importância da TRF pela busca do aumento da produtividade. O crescimento de produção pode ser classificado como uma reserva dentro do ambiente estudado, visto que a linha de produção de salgadinhos ainda está em crescimento e conquistando seu espaço no mercado. A maioria das melhorias propostas foram adotadas e implantadas ainda no decorrer do estudo. Somente algumas destas não foram realizadas por questões de investimento financeiro (como por exemplo, a inserção de um ponto de água quente no setor).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de reduzir os tempos de setup através da aplicação da TRF, em associação com outras ferramentas (5s, cronoanálise, etc). A redução dos tempos de setup deve ser entendida como um conjunto de medidas que buscam aumentar a produtividade com melhor lucratividade, visto que gera flexibilidade, redução de estoques e lotes econômicos. O objetivo principal foi alcançado por meio da implementação de várias ações de melhoria direcionadas à organização e identificação, tipos de ferramentas, reorganização de tarefas internas e externas, arquivos de instalação detalhados, recursos visuais e treinamento de operadores.

Desde a sua criação, a metodologia TRF pode fornecer resultados consistentes e positivos. Nesse caso, em particular, estudar a dificuldade da conversão de configurações internas em configurações externas tiveram impactos significativos nos resultados. No entanto, a análise realizada resultou em mudanças nos equipamentos que produziram um resultado relevante, permitindo reduzir os tempos de preparação dos principais equipamentos utilizados na fábrica. Esse resultado pode ser comprovado com o aumento de 22,5% da produção, representando 310,3 kg/dia a mais de produto acabado.

As propostas e melhorias implementadas se tornam válidas, uma vez que a empresa está inserida na cultura pela busca de melhoria contínua. Ainda no decorrer do estudo, muitas melhorias sugeridas já foram implantadas no setor analisado, porém, existiu uma certa limitação quanto a investimento financeiro em algumas situações.

Com relação a análise de chão de fábrica, foi percebido que existiu uma certa resistência por parte dos colaboradores ao surgir um método novo que seja mais apropriado para a realização das suas atividades, bem como tornar isso algo rotineiro no dia a dia na empresa. No entanto, os treinamentos realizados com os operadores foram fundamentais para mostrar a importância da TRF tanto para o desempenho das atividades destes, quanto para o crescimento da linha de produção de salgadinhos.

Muitos resultados foram alcançados nesta pesquisa, no entanto, nota-se que há capacidade de ser ampliada para outros setores (outras linhas de produção) com equipamentos diferentes. Esta é uma proposta à pesquisas futuras, podendo fazer uso de adequação, atualização ou alteração das proposições descritas neste trabalho, a fim de atender de forma mais adequada e efetiva a situação em questão.

REFERÊNCIAS

- ABIA. **Associação Brasileira da Indústria de Alimentos**. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2018.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2019.
- ALMOMANI, M.A. **A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. Computers & Industrial Engineering (2013)**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036083521300226X>. Acesso em: 22 out. 2019.
- AMBONI, Nério. **Metodologia para elaboração de trabalhos acadêmicos e empresariais**. Florianópolis: ESAG/UFSC, 1996.
- AQUINO, A. R. **Análise da capacidade produtiva de um fábrica de portas e componentes por intermédio da cronoanálise**. Trabalho de conclusão do curso em Engenharia Industrial, Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Industrial, Abaetetuba- PA, 2018.
- DOANE, David P. SEWARD, Lori E. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 4ª ed. AMGH Editora, 2014 .
- FEITOSA, A.D. **Smed e ferramentas da qualidade para controle e redução dos tempos de paradas das máquinas injetoras**.
- FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. Gestão e Produção, v. 10, n. 2, 2003.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8º ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GIL, A. Ca. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1996
- GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.
- GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.
- KARAM, A. et al. **The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED Project**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304219>. Acesso em: 03 nov. 2019.
- LAZARIN, D.F. **Análise de práticas enxutas: estudo de caso em uma empresa fabricante de componentes para motores automotivos**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, Alagoas, 2018. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_258_478_36564.pdf. Acesso em 30 set. 2019.
- LIMA, A. **Proposta para redução de tempo de setup em células de usinagem com o uso de conceitos da metodologia smed: pesquisa-ação em uma empresa do setor de autopeças**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Maceió, Alagoas,

Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_480_35526.pdf. Acesso em 02 out. 2019.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, M. et al. **A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry**. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918312319>. Acesso em: 22 out. 2019.

MATTOSO, A. S. **Metodologia de redução de setup em um processo de extrusão: implantação e análise crítica por meio de uma pesquisa-ação**. Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de engenheiro industrial químico, Lorena-SP, 2014. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2014/MIQ14014.pdf> Acesso em: 22 ago. 2019.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)** UnicenP, 2007.

REIS, M. E. P.; ALVES, J. M. **Um método para o cálculo do benefício econômico e definição da estratégia em trabalhos de redução do tempo de setup**. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 17, 2010.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PRODANOV.C.R & FREITAS.E.C. **Metodologia do trabalho Científico, métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2º Ed. Universidade FEEVALE. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul - Brasil 2013

RICHARDSON, Roberto Jarry *et al.* **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, A.P. **Implementação da metodologia smed: pesquisa-ação em uma linha de extrusão de um fornecedor do setor automobilístico**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_485_35325.pdf. Acesso em: 30 set. 2019.

SANTANA, R.R. **Estudo de caso - a aplicação da produção enxuta em uma indústria do ramo alimentício através do mapeamento de perdas com sobrepeso e reprocesso**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa, 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_227_328_30691.pdf. Acesso em: 22 ago. 2019.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. **Metodologia de Shingeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. *Gestão e Produção*, v. 14, maio-ago. 2007.

ANEXO A – COEFICIENTE D2*Tabela A1 - Coeficiente d2 para o número de cronometragens inicial*

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>D</i> ₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: PEINADO, J.; GRAEML, A. R (2007)

APÊNDICE A – TESTE T-STUDENT PARA DUAS AMOSTRAS

Figura A1 – Teste T-Student para duas amostras

18/11/2019 18:32:36

Bem-vindo ao Minitab, pressione F1 para obter ajuda.

Teste T para Duas Amostras e IC: extrusora antes; extrusora depois

* ERRO * Deve haver exatamente dois subscripts distintos.

Teste T para Duas Amostras e IC: extrusora antes; extrusora depois

Teste T para 2 amostras para extrusora antes vs extrusora depois

	N	Média	DesvPad	EP	Média
extrusora antes	10	132,00	7,32		2,3
extrusora depois	10	95,00	1,76		0,56

Diferença = μ (extrusora antes) - μ (extrusora depois)

Estimativa para a diferença: 37,00

IC de 95% para a diferença: (31,70; 42,30)

Teste T de diferença = 0 (versus \neq): Valor-T= 15,54 Valor-P = 0,000 GL = 10

Teste T para Duas Amostras e IC: PRÉ MIX, MISTURADORES E ; PRÉ MIX, MISTURADORES E

Teste T para 2 amostras para PRÉ MIX, MISTURADORES E CILI_AN vs PRÉ MIX, MISTURADORES E CIL_DEP

	N	Média	DesvPad	EP	Média
PRÉ MIX, MISTURADORES E	10	170,00	6,04		1,9
PRÉ MIX, MISTURADORES E	10	60,00	1,33		0,42

Diferença = μ (PRÉ MIX, MISTURADORES E CILI_AN) - μ (PRÉ MIX, MISTURADORES E CIL DEP)

Estimativa para a diferença: 110,00

IC de 95% para a diferença: (105,58; 114,42)

Teste T de diferença = 0 (versus \neq): Valor-T= 56,26 Valor-P = 0,000 GL = 9

Teste T para Duas Amostras e IC: BALANÇAS MULTICABEÇOTES_; BALANÇAS MULTICABEÇOTES_

Teste T para 2 amostras para BALANÇAS MULTICABEÇOTES_ANTES vs BALANÇAS MULTICABEÇOTES_DEPOIS

	N	Média	DesvPad	EP	Média
BALANÇAS MULTICABEÇOTES_	10	145,00	5,27		1,7
BALANÇAS MULTICABEÇOTES_	10	100,000	0,943		0,30

Diferença = μ (BALANÇAS MULTICABEÇOTES_ANTES) - μ (BALANÇAS MULTICABEÇOTES_DEPOIS)

Estimativa para a diferença: 45,00

IC de 95% para a diferença: (41,17; 48,83)

Teste T de diferença = 0 (versus \neq): Valor-T= 26,58 Valor-P = 0,000 GL = 9

Fonte: MINITAB V.17 (2019)