


Implantação da manufatura enxuta na linha de produção de misturas para bolos e seus efeitos no *Overall Equipment Effectiveness*

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.004-023>

Samira Abreu Jamal

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de
Tecnologia – Umuarama/PR
E-mail: samirabrej@gmail.com

Rodrigo Zunta Raia

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de
Tecnologia – Umuarama/PR
E-mail: rodrigoraia@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a aplicação da metodologia Manufatura Enxuta na linha de produção de massa para bolos de uma indústria alimentício localizada no Noroeste do estado do Paraná. Foram aplicadas as metodologias Estudo de Métodos e dos Tempos, Poka-Yoke e Kaizen para a obtenção de informações sobre o processo e verificação das mudanças mediante a construção de um plano de ação para melhorias na máquina enchedora da mistura. Todas as ferramentas foram suportadas pelo brainstorming, realizado no início do estudo, para coleta de dados anteriores e possíveis melhorias, bem como durante a aplicação da Manufatura Enxuta, visando a melhoria contínua. Os resultados, expressos em perdas de embalagens, demonstraram que, após aplicação das metodologias que fundamentaram o plano de ação, os percentuais de perda de embalagem foram reduzidos e se mantiveram constantes nas produções com e sem setup para a troca de produto na linha de produção. Tais resultados foram evidenciados com o aumento significativo do OEE, elevando-se de 27% para 62% após a aplicação da Manufatura Enxuta na linha de produção. Vale ressaltar que algumas informações foram suprimidas do texto devido ao compromisso de confiabilidade com a empresa.

Palavras-chave: Melhoria contínua, Eficiência Geral do Equipamento, Ferramentas da qualidade, Redução de desperdícios, Sistema Toyota de Produção.

1 INTRODUÇÃO

Após a segunda guerra mundial, em meados da década de 1950, os engenheiros Taiichi Ohno e Eiji Toyoda adotaram, na fábrica da Toyota, localizada no Japão, uma abordagem mais atual para a linha de produção, com a finalidade da eliminação de desperdícios. Taiichi Ohno é considerado o criador do Sistema Toyota de Produção (*Just in Time*), e responsável pela elaboração do Sistema Kanban, que é baseado nos seguintes princípios: produção nivelada, redução de tempo de preparação, layout de máquinas, padronização dos trabalhos, aperfeiçoamento das atividades e automação (Black, 1991; Monden, 1984)

Os conceitos desenvolvidos por Taiichi Ohno foram baseados em duas concepções: a primeira, a percepção de Henry Ford, fundador da Ford Motor Company, o primeiro a integrar todo o processo produtivo, iniciando a montagem em série na fabricação automóveis, e a segunda, pela própria observação da dinâmica nos supermercados norte-americanos, em uma visita em 1956. Em um livro publicado por Ohno, intitulado de “O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala”, o autor traz suas experiências no cenário industrial, além das modificações que ocasionaram a aplicação de sua metodologia em escala mundial. A esse contexto de aplicações de mudanças nos processos produtivos damos o nome de *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta (ME) (Womack; Jones, 1998).

No início do século XXI, com a expansão dos mercados e as necessidades tecnológicas, as empresas que, começaram a lidar com um novo cliente, exigindo produtos e serviços de alto nível, começaram a procurar um estilo inovador de gerenciamento, redefinindo as suas noções sobre qualidade. Isto impôs a busca por melhorias contínuas e aperfeiçoamento de produtos, buscando a eliminação, quase que total, dos desperdícios (Brito; Dacol, 2008). Assim, para atender a demanda de sistemas produtivos mais flexíveis e enxutos, os diferentes setores industriais continuam evoluindo com a aplicação de práticas propostas por Ohno, ou seja, da Manufatura Enxuta. Mesmo tendo sido desenvolvida com um foco industrial, a manufatura enxuta pode ser definida como um “sistema de negócios para organizar e gerenciar o desenvolvimento de produtos, operações, fornecedores e relações com o cliente”, sendo passível de aplicação em qualquer setor, inclusive no de serviços, visto que permite alcançar altos níveis de qualidade, baixos custos e prazo de entrega adequado (Womack; Jones; Roos, 1992).

Para o criador da manufatura enxuta, a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários, a fim de reduzir custos, consiste na ideia básica de que se deve produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida, pois a produção ocorre conforme a demanda de mercado, porém isso não delimita as perdas (Ohno, 1997). A manufatura enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos de desperdícios, também denominado de perdas, existentes dentro de uma empresa, tais como:



1. Perda por superprodução, que é a produção além do volume programado ou antecipado;
2. Perda por tempo de espera, que consiste no tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado;
3. Perda por transporte, que é a perda são realizados deslocamentos desnecessários ou estoques temporários;
4. Perda por processamento, em que máquinas ou equipamentos são usados de modo inadequado quanto à capacidade de desempenhar uma operação;
5. Perda por movimentação nas operações, em que há agitações desnecessárias realizadas pelos operadores na execução de uma operação;
6. Perda por produtos defeituosos ou retrabalho, quando produtos não satisfazem os requisitos de uso, sendo necessário descarte ou reprocessamento;
7. Perda por estoque, que consiste na perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado.

A metodologia da Manufatura Enxuta tem determinadas ferramentas a serem aplicadas de acordo com a necessidade da indústria a ser analisada. Vale lembrar que o cenário analisado demanda um conjunto de observações até a obtenção de dados para que se possa, então, realizar os planos de ações dentro dos limites estabelecidos pela empresa, pois vale ressaltar que a metodologia é moldável a realidade em que está sendo trabalhada. As principais ferramentas utilizadas na aplicação da Manufatura Enxuta são:

1.1 ESTUDOS DOS MÉTODOS E DOS TEMPOS

A aplicação dos Estudos dos Métodos e dos Tempos é essencial para utilização das ferramentas, de maneira a observar o ambiente fabril atual e anotar quais modificações serão necessárias. Junto a observação, a contagem do tempo é primordial para se avaliar quanto está sendo gasto desnecessariamente influenciando no processo. Ambos estão relacionados aos custos da empresa, que podem estar sendo influenciados negativamente por gargalos. Essa visualização é de extrema importância, pois influencia em todo o processo de modificação e qualquer detalhe deve ser analisado de maneira individual afim de caracterizar os danos que vêm sendo causado na empresa e como reverter esse cenário.

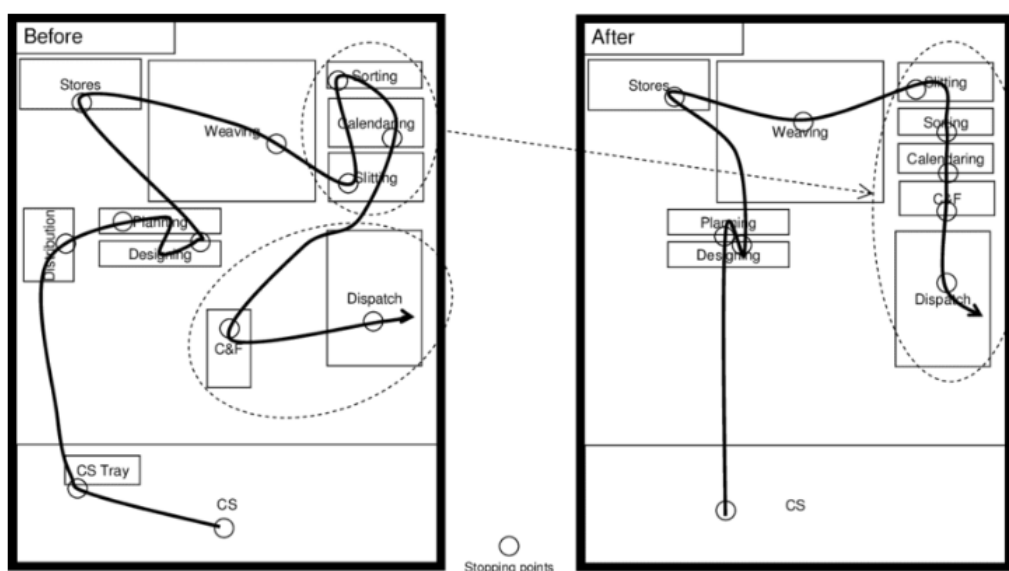
1.2 SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*)

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou Troca Rápida de Ferramenta, se aplica quando há a necessidade da diversificação de produtos em baixos volumes de produção, aumentando o número de equipamentos envolvidos nos chamados *setups*. Para os autores Sharma (2001), Agustin e Santiago (1996), Severson (1988), Moxham e Greatbanks (2001), a metodologia de

Shingo se trata da redução de *setup*. Essa redução se baseia em converter, ao máximo, *setup* interno, quando é executado com a máquina parada, em *setup* externo, executado com a máquina em funcionamento, ou seja, as atividades em ambiente fabril, durante a troca rápida de produto, apresentam melhores resultados quando não há parada da máquina para as possíveis modificações, ou que, quando não há como não haver paradas, que este tempo seja minimizado (Shingo, 1988, 1989). Monden (1994) propôs a apresentação de um conjunto de técnicas para se alcançar a redução do *setup* com o uso do SMED, tais como: conhecer as reais condições das atividades de *setup*, filmar para conhecer melhor as restrições de tempo e movimentos e documentar a rotina das operações padrão. Com a implantação SMED, o Diagrama de Espaguete surge como uma ferramenta para auxiliar, visualmente as mudanças no processo e no layout do ambiente, permitindo reduzir a movimentação dos colaboradores e, conseqüentemente, os gargalos, como já citados anteriormente.

Coutinho (2020), define que o diagrama de espaguete consiste em exibir as rotas, tempos e fluxos de movimentação no chão de fábrica. Ele é feito utilizando como base o layout local onde são desenhadas as movimentações de cada colaborador, do produto e o tempo que se leva para se movimentarem. Esse diagrama é de grande importância para a redução do tempo e padronização da movimentação. A Figura 01 mostra um Diagrama de Espaguete antes e após a aplicação da Manufatura Enxuta.

Figura 01 - Diagrama de Espaguete antes e após a aplicação da metodologia da Manufatura Enxuta (Coutinho, 2020)



1.3 5'S

A metodologia 5'S traz a ideia dos “senso” e consiste basicamente no empenho das pessoas em organizar o local de trabalho por meio de manutenção apenas do necessário, pela limpeza do ambiente, da padronização e da disciplina na realização do trabalho, com o mínimo de supervisão possível. Os 5'S são as iniciais de cinco palavras japonesas, *Seiton*, *Seiri*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*,

traduzidas para organização, utilização, limpeza, higiene e disciplina respectivamente. Segundo Egoshi (2006), esta metodologia foi a base da qualidade total nas empresas japonesas, e também deve ser considerado como uma das filosofias base para a sustentação da Manufatura Enxuta.

1.4 KANBAN

O sistema Kanban, é mais uma ramificação do sistema Toyota de produção, que propõe, de maneira ágil, a formação de um fluxograma de *Post-it* visando deixar visível a maneira que se está trabalhando e a maneira de como se deve trabalhar, além de como ficará o trabalho após as modificações concluídas. Para Ohno (1997), o sistema Kanban, é baseado na padronização do layout dos equipamentos e espaços de trabalho, evitando movimentos desnecessários dos colaboradores e o desperdício de tempo, ou seja, mais uma metodologia que pode-se avaliar pelo Diagrama de Espaguete.

1.5 MAPEAMENTO DE FLUXO

Para fazer o mapeamento do processo, é necessário seguir o fluxo de produção, observando suas particularidades, as agregações ou não que cada operação contribui, assim como o tempo em que o produto permanece em cada uma delas (RIVERA; CHEN, 2007). Neste sentido, a Manufatura Enxuta, busca equilíbrio entre tempo de produção e *Takt*, que é o tempo de produção disponível dividido pelo índice da demanda do cliente.

Tempo da produção pode ser definido como o tempo máximo permitido em cada estação de trabalho para a realização das tarefas, antes do deslocamento do trabalho para a estação seguinte. Juntamente com o tempo de produção tem-se o tempo de ciclo, variável que estabelece a velocidade de produção de uma linha (STEVENSON, 2001), determinada de acordo com as necessidades da operação, tais como verificação da configuração da máquina, respeitando seus limites, anteriormente ao início da produção, da mão de obra direcionada corretamente, bem como da disponibilidade dos equipamentos. Assim, a aplicação do mapeamento de processo está direcionada para o bom funcionamento do processo, pois quanto maior a demanda, mais cuidados deve-se ter com o tempo do fluxo, para que a linha de produção funcione de maneira eficiente.

1.6 POKE-YOKE

Shimbun (1998) define o termo *Poka-Yoke* como um método que, inicialmente tinha o objetivo de prevenir o erro humano no trabalho, tido como a principal causa dos defeitos, mas que visou sempre obter zero defeitos na linha produtiva e eliminação das inspeções de qualidade. A implantação do *Poka-Yoke* está vinculada à implantação da filosofia kaizen, que tem por princípio a melhoria contínua.

Todas as ferramentas citadas anteriormente apresentam bases semelhantes e visam, na melhoria contínua, a redução de custos, as correções dos gargalos e a organização do processo, sofrendo

mudanças apenas no modo e nas situações em que são aplicadas. Os resultados da aplicação dessas ferramentas podem ser expressos por meio do índice OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), medidor da eficácia dos equipamentos na indústria. Para Garza et. al (2008), o índice OEE, também conhecido como Eficiência Geral do Equipamento tem sido cada vez mais utilizada na indústria não apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos na linha de produção, mas também como um indicador e motor de melhoria de processos e desempenho. Assim, o OEE é capaz de medir o desempenho, identificar oportunidades de desenvolvimento e direcionar o foco de esforços de melhoria em áreas com demandas específicas. Portanto, associando a metodologia da Manufatura Enxuta com o índice OEE, tem-se, como resultado, mudanças notórias no “chão de fábrica”, geralmente expressos em forma gráfica ou percentuais da produção/produtividade (GARZA et al., 2010).

No entanto, para Jeong e Phillips (2001), há limitação dos tipos de perdas que o sistema considera, podendo a avaliação pelo índice OEE causar distorções, tal como atribuir à produção a responsabilidade por perdas que não são controladas por ela. Perdas decorrentes de problemas de embalagens do fornecedor ou por reinicialização do processo, após uma queda de energia, são exemplos de falhas que têm como causa raiz problemas externos a um processo produtivo, mas que podem ser comumente associadas às áreas de produção. Ljungberg (1998) defende a tese de que as perdas consideradas pelo OEE são devem estar associadas às áreas de produção ou de manutenção e não áreas externas.

Para a aplicação das ferramentas da metodologia Manufatura Enxuta, utilizou-se como fonte de estudo a linha de produção de mistura para bolos com adição de gordura em sua composição. De acordo com a ABIMAPI (2021), em estudo realizado pela Ital (Instituto de Tecnologia de Alimentos), os bolos costumam ser alimentos centrais das celebrações e hospitalidade doméstica, associando o prazer proporcionado pela grande diversidade de receitas, com seu valor nutricional formado pela composição que, além de farinha, gorduras e açúcar, costuma incluir ovos, leite, cacau, frutas, nozes, sementes, entre outros alimentos bastante nutritivos. Devido à ampla variedade de receitas, os bolos podem apresentar quantidades bem distintas de calorias e nutrientes.

No Brasil, conforme dados Nielsen/ABIMAPI, em 2020, o consumo total de bolos industrializados foi de 0,042 milhões de toneladas, com consumo per capita estimado em 0,196 Kg. Conforme a Resolução RDC nº 383, da Anvisa, de 5 de agosto de 2005, estabelece o “Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 7 - produtos de panificação e biscoitos”. Especificamente, no item 7.3.2 – “Bolos, tortas, doces e massas de confeitaria, com fermento químico, com ou sem recheio, com ou sem cobertura, prontos para o consumo ou semiprontos” da tabela anexa à Resolução, é que são colocados os limites para os aditivos e coadjuvantes utilizados para esse grupo de produtos. Além da RDC nº 383, de 05 de agosto de 1999, existe apenas a RDC nº 285, de 21 de maio de 2019, que proíbe

o uso de aditivos alimentares contendo alumínio em diversas categorias de alimentos (ABIMAPI, 2021).

Nos últimos anos, as tendências do mercado consumidor têm provocado o lançamento de novos produtos com ingredientes mais conhecidos pelos consumidores e com menos aditivos. Entretanto, muitas vezes, a reformulação dos produtos tradicionais, que são considerados seguros pela Anvisa e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) não é uma tarefa fácil sob aspectos tecnológicos e econômicos (ABIMAPI, 2021).

Portanto, o presente trabalho traz uma análise da implantação da Manufatura Enxuta na linha de produção de mistura para bolos em uma indústria alimentícia localizada no Noroeste do Paraná, visando a melhoria contínua, redução de desperdícios e aumento da OEE da máquina utilizada para o envase desta mistura.

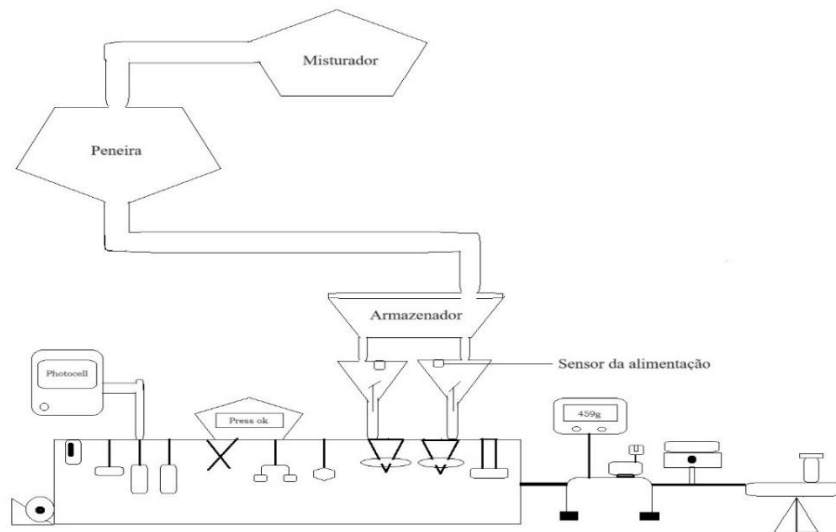
2 METODOLOGIA

O estudo realizado neste trabalho seguiu dois pontos fundamentais da pesquisa exploratória, a serem empregados em um estudo de caso: 1) A busca por referências bibliográficas para a base metodológica a ser utilizada no estudo e 2) A pesquisa *in loco*, possibilitando entrevistas com diferentes setores envolvidos na linha de produção de mistura para bolos (Selltiz et al., 1967).

A pesquisa se deu com dois enfoques principais: a primeira foi realizada uma observação geral em todo o setor produtivo, especialmente a linha de produção de mistura para bolos, buscando identificar e analisar as perdas durante o processo e a segunda visou avaliar os dados e manuais da empresa. As informações foram levantadas através dos dados operacionais e do sistema empregado da área tático gerencial com líderes, supervisores e colaboradores do setor. Posteriormente, os resultados foram avaliados e mensurados nas formas de gráficos, que foram segregadas de acordo com cada gargalo presente na máquina em questão. As análises foram realizadas durante o mês de setembro de 2023.

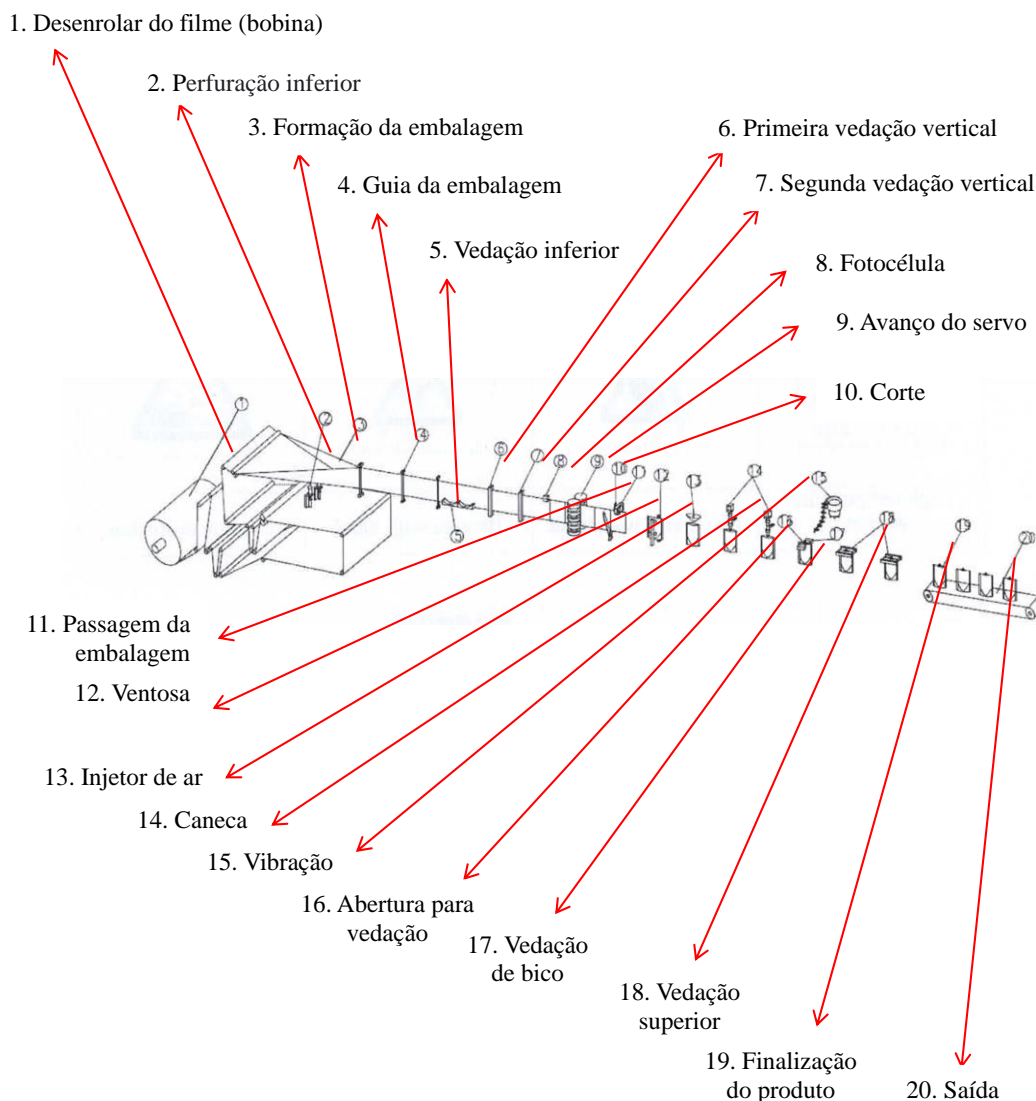
O estudo se iniciou com a escolha da empresa, que adota a metodologia da Manufatura Enxuta em seu sistema de processo produtivo. Após a entrevista com a líder do setor, esta orientou aos pontos de levantamento de dados, destinados para o estudo de caso. A formulação foi o primeiro passo para a melhor compreensão do processo. A formulação é constituída por três processos, a pesagem dos componentes presente na mistura para bolo, estipulado pelo controle de qualidade da empresa, inserção das matérias primas ao misturador, onde é adicionado gordura e, por fim, o peneiramento. A Figura 02 mostra o todas as etapas anteriormente citadas na máquina enchedora para a produção de mistura para bolos.

Figura 02 – Etapas de pesagem, mistura e peneiramento na máquina enchedora do processo produtivo para mistura para bolos.



A Figura 03 mostra o fluxograma da parte interna da máquina enchedora. Os pacotes vazios são formados nos pontos do 1 ao 13, em que a bobina se desenrola seguindo o padrão configurado no painel da máquina. A caneca (14), é responsável pelo envase do produto no pacote, que passa por uma vibração (15) para acomodar a mistura, pois dos pontos 16 ao 20, ocorre os ajustes na parte superior da embalagem. Esta vibração é importante para que não fique retido o produto ao ser selado, pois se mal vedado ocorre reprocesso e perda da embalagem. Os pacotes contendo 500 g de mistura para bolo são direcionados ao pacote secundário, caixas de papelão, que de maneira manual são armazenados 12 pacotes pelos colaboradores de linha.

Figura 03 – Fluxograma da parte interna da máquina enchedora.



Colauto e Beuren (2004) expressam que a entrevista é uma técnica de obtenção de informações em que o investigador se apresenta pessoalmente à amostra da população selecionada e formula perguntas, com objetivo de obter dados necessários para responder à questão estudada. Portanto, toda compreensão do processo foi primordial para o decorrer do estudo realizado, tanto a observação quanto os diálogos.

Ao observar a máquina, demonstrada pelas Figuras 02 e 03, buscou-se, por meio de entrevista, informações com os colaboradores da linha de produção para melhor entendimento das problemáticas, despertando a atenção da equipe para sanar os erros. Por meio do diálogo, houve o questionamento a respeito da instrução de trabalho aplicada e o histórico de instalação da máquina, onde se levantou pontos primordiais para compreensão do processo. Ao decorrer da pesquisa foram-se criando métodos e indagações que levaram a contestação no setor mecânico da empresa, cujo notou-se que os parâmetros eram divergentes do manual estudado para a realização do estudo de caso. Por meio de

discussões, com base na experiência e na metodologia aplicada, levantou-se novas medidas a serem tomadas durante o processo.

O *brainstorming* realizado, levou a busca de dados anteriores ao início da aplicação da metodologia, tais como gráficos, o índice de eficiência global, justificativas das paradas de máquina, comportamento de todo ambiente fabril perante a problemática encontrada, planilhas de valores envolvendo todo processo, além do manual da máquina, para melhor entendimento mecânico da mesma. A análise de planilhas, índices de eficiência e gráficos anteriores ao da aplicação da manufatura enxuta tem como objetivo a comparação de valores após os planos de ações adotados, comprovando ou não a efetividade do estudo.

No estudo de caso foram aplicadas as seguintes ferramentas da metodologia Manufatura Enxuta: Estudo dos Métodos e dos Tempos, *Poka-Yoke* e *Kaizen*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando das ferramentas da Manufatura Enxuta, tais como Estudo dos Métodos e dos Tempos, *Poka-Yoke* e *Kaizen*, iniciou-se os planos de ações, visando as correções do processo, empregando a metodologia, gerando tabelas e utilizando de aparelhos de medidas para coleta dos dados. A Tabela 01 mostra os resultados gerados após a aplicação das ferramentas citadas anteriormente.

Tabela 01 – Resultados da aplicação das ferramentas da metodologia de Manufatura Enxuta

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA MANUFATURA ENXUTA			
DESPERDÍCIO	PLANO DE AÇÃO	DESCRIÇÃO	RESULTADO
Máquina interferindo na parte superior da embalagem durante processo de envase	A pesquisadora e operador da máquina iniciaram a correção dos bocais das embalagens dentro dos alcances de ambos.	Por meio de uma ferramenta pontiaguda e aplicando o movimento circular, as embalagens eram abertas de maneira manual.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.
Expulsão dos pacotes bons por passar junto a embalagens não conforme na balança	Analisar o peso ao final do processo de envase ou recolher o pacote não conforme.	Ao final do processo de envase deve-se pesar por meio da balança de mesa se o pacote que foi expulso junto ao vazio está realmente conforme ou recolher o pacote vazio antes que chegue a balança da máquina, o levando para mesa de encaixotamento.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.
Produto interferindo na identificação do sistema de alimentação da máquina (sensor)	Limpeza constante do sensor.	Observar se há sujidades de produto no sensor e por meio de batidas na máquina com uma ferramenta, eliminar os resíduos.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.
Excesso de peso causado por defeitos sucessores aos dosadores	Correção constante no painel da máquina.	A mistura para bolo armazena-se nas canecas, não envasando nas embalagens devido a falhas na máquina, por tanto a correção passa a ser constante por meio de observações.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.
Parte superior da máquina sem tampa de veda vento	Mudança no fluxo de vento na parte superior da máquina.	O sistema de ventilação do setor foi posicionado de outra forma, para que o ar não fosse em direção a parte superior da máquina.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.



Falha no datador	Observação constante do aparelho datador e mudanças no painel de configuração.	Ao ser apontado pelo painel a falta de padronização do datador, o operador prontamente realiza os ajustes.	*O tempo estipulado para a pesquisa não foi suficiente para apresentar resultados relevantes
Tesoura com falhas ao cortar embalagem	Medição da espessura das embalagens	Por meio do aparelho medidor de espessuras encontrado no controle de qualidade, iniciou a pesquisa com dez embalagens cada produção, tendo uma visualização dos padrões.	*O tempo estipulado para a pesquisa não foi suficiente para apresentar resultados relevantes
Característica do produto	Análise do teor de umidade do produto a ser envasado.	Por meio do aparelho medidor de umidade encontrado no controle de qualidade, um pacote por produção é levado até o contador que expressa a umidade a cada um minuto, totalizando dez. O último valor expresso é o quantificado e assim deve ser inserido em uma planilha para cria-se um padrão e comparar aos valores teóricos de metodologias.	*O tempo estipulado para a pesquisa não foi suficiente para apresentar resultados relevantes, porém valores significativos foram encontrados.
Tração da máquina fora dos parâmetros	Ajuste do painel.	Com uma régua é medido o início da embalagem até a tarja branca, na qual é codificado pela fotocélula e estimado o padrão. Com o valor encontrado, realizou-se os ajustes no painel. Outro plano de ação adotado foi a tradução do manual para melhor entendimento.	Diminuição significativa da perda de embalagens e reprocesso.
Luz do sensor identificando falha	Observação constante do sensor de luz.	Pesquisa ainda a ser elaborada.	*O tempo estipulado para a pesquisa não foi suficiente para apresentar resultados relevantes

Com as informações da Tabela 01, foi possível a construção de tabelas e gráficos que mostravam a realidade do processo, podendo-se identificar, de maneira mais fácil, os problemas associados a este. A Tabela 02 teve a finalidade de levantamento de dados a respeito dos erros do processo e a classificação do desperdício.

Tabela 02 - Tabela descritiva dos desperdícios observados e causa.

DESPERDÍCIO NO PROCESSO DE ENVASE						
DESCRITIVO	CAUSA					
	EMBALAGEM	ACRÉSCIMO	ESPERA	MOVIMENTAÇÃO	DEFEITOS DA MÁQUINA	PERDA DE PRODUTO
Máquina interferindo na parte superior da embalagem durante processo de envase	X				X	X
Expulsão dos pacotes bons por passar junto a embalagens não conforme na balança					X	
Produto interferindo na identificação do sistema de	X	X			X	X

alimentação da máquina (sensor)						
Excesso de peso causado por defeitos sucessores aos dosadores	X	X			X	
Perda de mistura para bolo por excesso de produto nos dosadores					X	X
Parte superior da máquina sem tampa de veda vento	X					X
Tesoura com falhas ao cortar embalagem	X				X	X
Característica do produto	X	X				X
Tração da máquina fora dos parâmetros	X				X	X

A Tabela 02 apresenta a descrição dos desperdícios processo de envase da mistura para bolos. A tabela era preenchida com “x” nas causas dos desperdícios correspondentes a cada um dos descritivos da tabela. Verifica-se que as causas selecionadas são: a perda de embalagem (EMBALAGEM), o acréscimo de produto durante o envase (ACRÉSCIMO), a espera para acontecer o procedimento realizado, tais como a formulação da matéria prima, o tempo de mistura, a chegada do produto a linha de produção, o ligamento da máquina, a organização do processo, entre outros (ESPERA), o quanto é necessário para a atividade realizada e se ocorre dispersão dos colaboradores durante esse momento (MOVIMENTAÇÃO), os defeitos apresentados pela máquina durante o processamento (DEFEITOS) e reprocesso e/ou rejeitos durante a falha no processo (PERDA DE PRODUTO). Logo, por meio das análises da Tabela 02, formulou-se os problemas a serem analisados, fez-se a construção de possíveis mudanças, identificou a ferramenta a ser empregada, observou as variações do processo que se apresentaram diariamente e traçou-se estratégias significativas para obtenção de dados que levam ao resultado.

Segundo os resultados apresentados na Tabela 02, expressa-se, de maneira evidente, que a perda de embalagem é o grande agravante da linha de produção de misturas para bolos. Prontamente tratou-se os dados e fez-se o levantamento dos possíveis gargalos. As embalagens são usadas para embalar produtos para transporte e armazenamento, a fim de proteger e manter a qualidade do produto. Segundo Arnold (2015) podem ser divididas em duas partes: embalagem primária e embalagem secundária. A embalagem primária está ligada diretamente ao produto, a embalagem secundária agrupa e armazena as unidades de produtos. Durante a análise notou-se que a perda partia da embalagem primária, que ocorriam por meio de falhas na máquina, regulagem equivocada dos operadores e até mesmo características do produto envasado. As perdas em geral são os grandes problemas dos processos de

produção, que são inseridas em uma complexidade, principalmente no controle de perdas e diminuição dos custos do processo, sendo muitas vezes um ponto de dificuldade para o gestor (COSTA, 2012).

Por meio do descritivo da Tabela 02, podemos tratar individualmente cada uma das problemáticas envolvidas na perda de embalagens no processo produtivo. Em relação a problemática 1, máquina interferindo na parte superior da embalagem durante processo de envase, ao questionar o operador, este citou que seria problema ventosa (Item 1- Figura 02), que não realizava abertura da parte superior da embalagem para inserção do produto. Pela visualização do processo, observou-se que o gargalo em questão era o injetor de ar das embalagens, que de forma equivocada estribava-se na abertura da embalagem causando dobradura, e assim o gerando reprocesso por meio das canecas (Item 14 - Figura 02). Esta etapa de observação foi primordial para a primeira obtenção dos resultados, pois após a observação as aberturas foram realizadas de forma manual, entre o injetor de ar e as canecas, tendo por fim produto envasado, realizando o primeiro plano de ação para conter as perdas.

Para a problemática 02, “Expulsão dos pacotes bons por passar junto a embalagens não conforme na balança”, indicava que as embalagens envasadas corretamente, sofriam interferência, por meio da massa total, ao passar pela balança junto aos pacotes envasados fora dos padrões. Em diversas situações, os envases fora dos padrões, que geralmente eram embalagens vazias, levitavam, devido a ventilação do setor, e caíam próximo aos pacotes envasados corretamente, indicando uma massa fora do padrão na balança. Ao observar tal situação, iniciou-se o comparativo entre balança da máquina e balança da mesa. A solução foi obtida ao confirmar, pela balança de mesa, que o pacote estava conforme. Quando isso acontecia, este ia para o encaixotamento, caso não acontecesse, ele era destinado ao reprocesso.

A problemática 3, “Sensor interferindo entre a comunicação da alimentação da máquina e a caixa de armazenagem”, ocorria quando a própria mistura para bolo ocasionava acúmulo de sujeira no sensor da máquina enchedora. O sensor da alimentação (Figura 02) tem como finalidade a identificação se há produto na alimentação dos pacotes ou não. Pela observação notou-se que a caixa de armazenamento (Figura 02) não se comunicava com o alimentador, diminuindo o preenchimento do produto pela caneca (Item 14 - Figura 03). Esta percepção foi evidente também ao constatar que o ponto de luz, anexado ao sensor estava, desregulado, pois, de acordo com o funcionamento correto da máquina, a luz vermelha expressava que a alimentação estava cheia e a mesma luz, apagada, que era necessário completar a máquina com o produto.

Durante a observação, analisou-se que a luz permanecia acesa (vermelha) enquanto a alimentação estava vazia iniciando um processo de falha na máquina, denominado de “retorno das peneiras”, na qual mesmo ocorrendo o pedido de enchimento pela máquina, este não era correspondido pois o sensor permanecia identificando que havia produto na alimentação. Ao apagar a luz vermelha, o produto descia da caixa de armazenamento até a alimentação, voltando o processo de envase correto.

Até a comunicação se estabelecer havia perda de pacotes. Para minimizar este problema, de forma manual, realizavam-se pequenas batidas no sensor ou configuravam-se rapidamente a máquina.

Interligadas à problemática 3, tem-se as problemáticas 4 e 5, “Excesso de peso causado por defeitos sucessores aos dosadores” e “Perda de mistura para bolo por excesso de produto nos dosadores”, respectivamente, em que ao se regularizar a alimentação da máquina, devido ao problema da luz vermelha ou apagada, os comandos obedecidos rapidamente, preenchendo os pacotes com uma quantidade a mais de produto, envasando além do necessário. O plano de ação foi a tradução do manual da máquina para os operadores e colaboradores, trazendo a leitura como melhor entendimento do processo.

A problemática 6, “Parte superior da máquina sem tampa de veda-vento”, ocorria externamente à máquina, em razão a ventilação do setor que, por se encontrar acima da máquina, as embalagens sofriam dobraduras no bocal interferindo no peso padrão. Foi-se então deslocado o sentido da ventilação para resolução desta problemática.

A problemática 7, “Tesoura com falhas ao cortar embalagem”, era verificada quando as embalagens que, ao passarem pelo corte (Item 10 – Figura 03), sofriam avarias. A ação corretiva foi iniciada com a medição da espessura dos pacotes, método utilizado para controle de qualidade em processos contínuos. Coletava-se, a cada processamento, uma amostra de 10 embalagens vazias e totalmente limpas, para que a espessura fosse medida por meio do medidor de espessura. Este levantamento de dados foi utilizado pelo controle de qualidade que ainda não continha a padronização adequada da bobina.

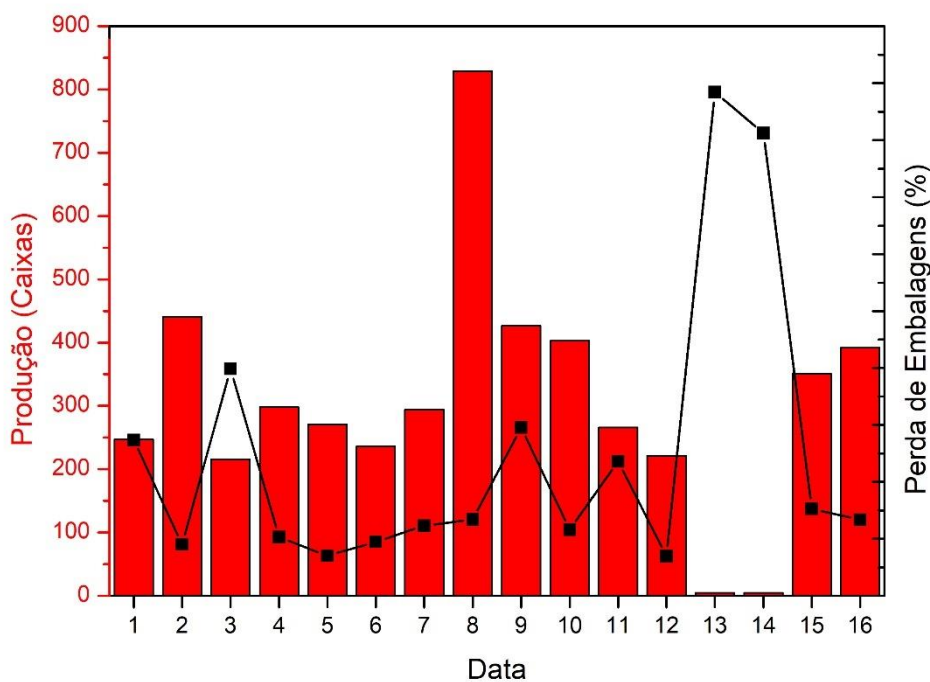
Outra abordagem foi a problemática 8, “Característica do produto”, ponto que de forma clara demonstra que as variáveis de um processo moldam a aplicação da metodologia da Manufatura Enxuta, visto que este estudo de caso tem como mercadoria um produto alimentício, que sofre alterações físico-químicas. Nesse caso levou-se em consideração a consistência do produto em relação a temperatura ambiente, que de forma significativa alterou o processo. O produto contém em sua composição gordura, na qual devido ao calor do setor, modificava as características do produto. O plano de ação iniciou por meio do analisador de umidade, aparelho que fornece de forma impressa a umidade do alimento durante dez minutos. Outra abordagem foi a identificação do fornecedor e a padronização da matéria prima em questão, aplicando o mapeamento de fluxo. Notou-se que seria necessário a utilização de ventilação interna na máquina, que não interferiria nas demais problemáticas. O setor de manutenção da empresa se prestou de acordo ao que foi analisado.

Por fim, a problemática 9, “Tração da máquina fora dos parâmetros”, tratou de analisar o visor da máquina, notando-se que as configurações eram em outro idioma, levando a realizar a tradução do manual para melhor entendimento por parte dos operadores. Outro plano de ação foi a observação dos valores numéricos, trazendo uma padronização. Ao contatar o setor da manutenção indagou-se a

existência de um método matemático ou de medida desta tração que interferia no comprimento dos pacotes (Item 03 Figura 03). As embalagens obtêm um comprimento adequado para o envase, portanto por meio de medidas realizadas por uma régua de 30 cm foram estabelecidos esses parâmetros de acordo com a bobina do respectivo sabor a ser envasado, visto que cada uma possuía suas características de espessura e tarja que eram identificados pela fotocélula (Item – 08 Figura 03).

Todos os descritivos apresentam em evidência a perda de embalagem e de produto como maior marcador de erro durante o processo, ocasionado pelos defeitos da máquina. Logo, iniciou-se os planos de ações detalhados na Tabela 01, segregando as tabelas para obtenção de valores específicos e trazendo de forma visual gráficos que demonstram os resultados. A Figura 04 mostra a perda de embalagens em relação à produção diária de caixas, com 12 pacotes cada.

Figura 04 – Perda de embalagem em relação à produção de caixa de mistura para bolos.



Para melhor compreensão da Figura 04 deve-se abordar alguns pontos, tais como: a identificação da data com valores numéricos de 1 a 16, pois durante o período da pesquisa houve no mesmo dia a aplicação de *setup*, que consiste no período em que a produção é interrompida para que os equipamentos sejam ajustados para troca de produto. A Tabela 03 expressa os valores de produção, em caixas, para as datas indicadas por 1 a 16 na Figura 04.

Tabela 03 - Produção referente ao dia para análise de *setup*.

PRODUTO	DATA	DIA	PRODUÇÃO (caixas)
Mistura pronta de bolo festa	1	05/09/2023	247
Mistura pronta de bolo formigueiro	2	06/09/2023	441
Mistura pronta de bolo sabor milho e queijo	3	11/09/2023	216
Mistura pronta de bolo sabor aipim	4	11/09/2023	298
Mistura pronta de bolo sabor limão	5	12/09/2023	271
Mistura pronta de bolo sabor fubá	6	12/09/2023	236
Mistura pronta de bolo sabor chocolate	7	12/09/2023	294
Mistura pronta de bolo sabor chocolate	8	13/09/2023	829
Mistura pronta de bolo sabor cenoura	9	18/09/2023	427
Mistura pronta de bolo sabor baunilha	10	19/09/2023	403
Mistura pronta de bolo sabor coco	11	19/09/2023	266
Mistura pronta de bolo sabor abacaxi	12	20/09/2023	221
Mistura pronta de bolo sabor aipim (exportação)	13	20/09/2023	5
Mistura pronta de bolo fubá (exportação)	14	20/09/2023	5
Mistura pronta de bolo formigueiro	15	20/09/2023	351
Mistura pronta de bolo chocolate	16	22/09/2023	392

Outra abordagem é que as porcentagens obtidas são valores reais, mas não serão demonstrados no referente trabalho devido a um acordo de ética com a empresa. Portanto, por meio da visualização é notório se ter a proporção dos desperdícios ocasionados em relação a cada dia de produção. Pela Figura 04 e pela Tabela 03 nota-se que não houve padronização entre a produção e as perdas de embalagens, pois em processos expressamente pequenos os desperdícios foram maiores. Associou-se então a regulagem da máquina, que pode ser atrelada a uma porcentagem considerável quando examinada individualmente em relação a perda total do processo. Nas datas 13 e 14, que se referenciam ao dia 20 de setembro de 2023, tem-se que a produção de apenas 5 caixas para exportação, expressou a maior perda de embalagem em todo o mês. O cálculo percentual da perda de embalagem ocorre por meio da produção realizada, quantidade por caixa, peso da embalagem e desperdícios, obtendo então os valores necessários.

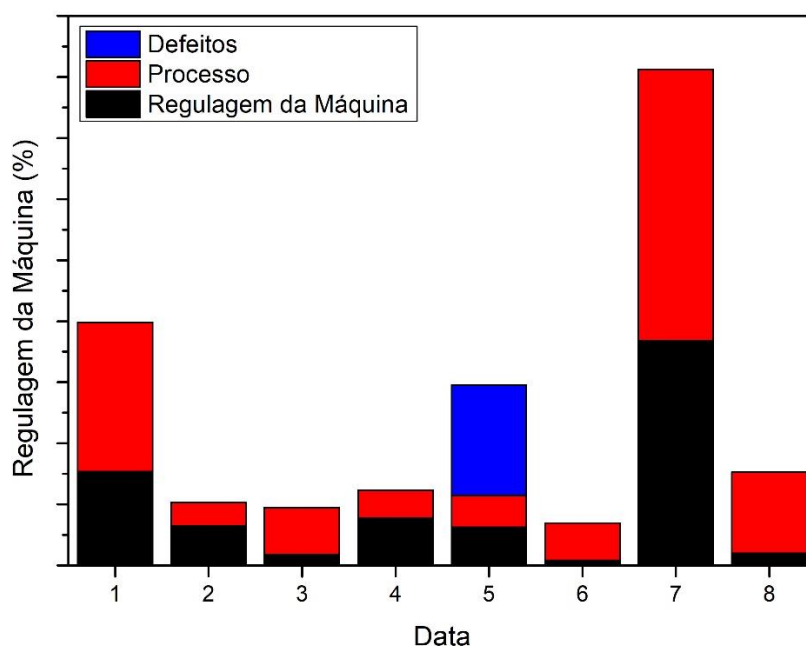
A Tabela 04 mostra as datas e dias em que houve *setup* no máquina, ou seja, quando houve para regulagem da máquina para a produção de mistura para bolo de um novo sabor.

Tabela 04 - Data da coleta de dados com segregação das perdas durante o processo.

PRODUTO	DATA	DIA
Mistura pronta de bolo sabor milho e queijo	1	11/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor aipim	2	11/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor fubá	3	12/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor chocolate	4	12/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor cenoura	5	18/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor abacaxi	6	20/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor fubá	7	20/09/2023
Mistura pronta de bolo sabor formigueiro	8	20/09/2023

Pela Tabela 04, é possível verificar que em quatro dias a produção teve que ser parada para a regulagem da máquina para a produção de outro sabor de mistura para bolo, podendo acarretar perdas de embalagem e produtos, devido à nova regulagem. Visando demonstrar a segregação dessas perdas, a Figura 05 mostra os valores de perdas de embalagem segregadas em três diferentes causas, sendo elas a regulagem da máquina, o próprio processo de produção e defeitos encontrados na máquina durante o processamento do envase de massa para bolo.

Figura 05 - Perda de embalagens por regulagem de máquina, processo e defeitos.



A Figura 05 evidencia que, na maioria dos dias, as principais causas da perda de embalagem são por regulagem da máquina e o processo como um todo, envolvendo a parte interna da máquina (Figura 03), alimentação (Figura 02) e características físico-químicas do produto. Somente na data 5, referente ao dia 18 de setembro de 2023, os defeitos puderam ser vistos como uma causa da perda de embalagem, sendo determinado pela falta de padronização do sistema da máquina, na qual não apresentou instalação correta desde sua compra pelo setor. A falta de respaldo do fornecedor acarretou todos os erros de padronização e compreensão da máquina, visto que não foi aplicado treinamento aos colaboradores de linha, operador e manutenção. Vale ressaltar também, que há uma diferença na análise dos dois principais motivos de desperdícios, pois enquanto a perda durante o processo pode ser considerada elevada em comparação com a regulagem da máquina, é válido lembrar que o tempo de processo é muito maior do que o tempo de regulagem da máquina, ou seja, as perdas por regulagem de máquina têm um impacto muito maior sobre o total, destacando mais os pontos citados acima

referente a falta de parâmetros corretos. Os desperdícios por regulagem ocorrem em alguns minutos, enquanto as perdas no processo ocorrem ao longo de sete horas de produção. Novamente, vale ressaltar que os valores de porcentagem foram retirados do gráfico devido os contrato de ética com a empresa.

Assim, utilizando os dados das Figuras 04 e 05 e das Tabelas 03 e 04, é possível verificar que a aplicação da metodologia da Manufatura Enxuta se deu de forma eficiente no período de 11 a 13 de setembro (datas 4 a 8 – Figura 03) pois, após um valor elevado de perda de embalagem, houve uma considerável queda e manutenção desses valores em uma faixa abaixo daquela praticada pela empresa. Na Tabela 01, é possível verificar que um plano de ação era a correção dos bocais das embalagens dentro do alcance do operador e da pesquisadora e que a descrição desse plano de ação era que, por meio de uma ferramenta pontiaguda e aplicando o movimento circular, as embalagens eram abertas de maneira manual, gerando um menor valor de embalagens perdidas e reprocesso. Os valores da queda e manutenção da perda de embalagens são reflexo desse plano de ação, aplicado tanto ao dia de processo sem, quanto ao dia de processo com setup, como demonstrado pela Tabela 04 e Figura 05 pois, exatamente as datas 2, 3 e 4, que apresentam os menores valores de perdas somadas, são as datas em que o plano de ação, descrito anteriormente, foi aplicado ao processo. No entanto, vale ressaltar que o processo é dinâmico e as problemáticas vão se evidenciando durante o mesmo, interferindo no controle perdas, que pode ser demonstrado pelo aumento, logo em seguida, da porcentagem de perda de embalagem no processo de produção de mistura para bolos.

Para análise dos motivos ocasionados durante o processo, elaborou-se a perda por escala, demonstrado pela Tabela 05, em que os valores percentuais foram expressos em uma escala de 1, que significam uma perda de embalagem desprezível, a 5, cuja perda era considerada crítica

Tabela 05 - Perda de embalagem por escala.

PERDA DE EMBALAGEM							
PRODUTO	DATA/DIA	ESCALA DE PERDA					MOTIVOS RESPECTIVOS A PRODUÇÃO
		1	2	3	4	5	
Mistura pronta de bolo sabor festa	(1) 5/set			x			Abertura da parte superior embalagem com deformação Falha na fotocélula
Mistura pronta de sabor formigueiro	(2) 6/set	x					Erro de identificação no sensor de alimentação
Mistura pronta de bolo sabor milho e queijo	(3) 11/set					x	Dosador de alimentação atingindo borda da embalagem Falha no datador
Mistura pronta de bolo sabor aipim	(4) 11/set	x					Interferência da máquina na abertura da embalagem para envase Embalagem inadequada para envase
Mistura pronta de bolo sabor limão	(5) 12/set	x					Sem causa aparente
Mistura pronta de bolo sabor fubá	(6) 12/set	x					Erro de identificação no sensor de alimentação Perda por regulagem Interferência da máquina na abertura da embalagem para envase
Mistura pronta de bolo sabor chocolate	(7) 12/set	x					O retorno da peneira não corresponde o sensor Queda no quadro de luz da máquina
	(8) 13/set	x					O retorno da peneira não corresponde o sensor

Mistura pronta de bolo sabor chocolate							Desconfiguração da máquina
Mistura pronta de bolo sabor cenoura	(9) 18/set				x		Corte sem parâmetro
							Defeito de máquina
							Falha na fotocélula
Mistura pronta de bolo sabor baunilha	(10) 19/set	x					Característica físico-química do produto interferindo no processo
							Comprimento de tração desalinhados
							Falha na fotocélula
Mistura pronta de bolo sabor coco	(11) 19/set			x			Data fora do padrão
							Comprimento de tração desalinhados
							Característica físico-química do produto interferindo no processo
Mistura pronta de bolo sabor abacaxi	(12) 20/set	x					Processo adequado.
Mistura pronta de bolo sabor formigueiro	(15) 20/set		x				Interferência da máquina na abertura da embalagem para envase
Mistura pronta de bolo sabor chocolate	(16) 22/set	x					Erro de identificação no sensor de alimentação
							Interferência da máquina na abertura da embalagem para envase

O intervalo de 5 classificações, foi realizado com o maior valor coletado durante o estudo até o menor, trazendo de forma evidente os resultados obtidos, visto que, após a aplicação da metodologia, a grande maioria permaneceu na escala 1 de perdas, demonstrando que a observação e aplicação dentro da alçada da pesquisa surtiram efeitos.

Um adendo ao estudo de caso realizado, foram pesquisas de controle de qualidade que foram desenvolvidas, tais como o controle de umidade do alimento pelo aparelho analisador de umidade e a medição de espessura das embalagens, através do Especímetro Micrômetro Medidor de Espessura, para controle das características físico-química do produto e para análise do corte, respectivamente. Além da tradução do manual da máquina, para melhor compreensão dos parâmetros.

A projeção da OEE evidenciou que após as melhorias implantadas houve um aumento significativo partindo do percentual de 27% para 62% constado no sistema e demonstrado em reunião ao setor, porém todos as projeções de dados não serão expressas de forma gráfica pois são de controle interno da empresa, além de manter o contrato de ética com a empresa que forneceu condições para que a pesquisa fosse realizada.

4 CONCLUSÃO

Pela análise do estudo de caso, a metodologia *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) é um conceito satisfatório para implantação no processamento da indústria alimentícia, resultando no aumento do índice de eficiência global (OEE) de 27% para 62%, além da diminuição de desperdícios, que foram demonstrados em gráficos internos da fábrica para os colaboradores. Os planos de ações baseados nas ferramentas utilizadas, sendo Estudo de Métodos e dos Tempos, *Poka-Yoke* e *Kaizen* foram possíveis a partir dos *brainstormings* e da observação. A aplicação é moldável ao cenário encontrado, resguardando os limites da empresa, no qual todos os setores são envolvidos, como



manutenção, líderes e colaboradores, pois cada administração apresenta seu modo de gerir além da Manufatura Enxuta.



REFERÊNCIAS

ABIMAP, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, 2010. Disponível em: <http://www.abimapi.com.br/>. Acesso em: 18 de setembro, 2023.

AGUSTIN, R.; SANTIAGO F. Single-Minute Exchange of Die. In: IEEE/SEMI ADVANCED SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CONFERENCE, 1996. Proceedings.. Piscataway, NJ: IEEE Conference. p. 214-217, 2006.

ARNOLD, J. R. T.; RIMOLI, C.; ESTEVES L. R. Administração de Materiais: uma introdução. 1º Edição, Editora Atlas, São Paulo, 2015.

BLACK, J. T. The design of the factory with a future. Nova Iorque, 1991.

BRITO, F. O.; DACOL, S. *A manufatura enxuta e a metodologia Seis Sigma em uma indústria de alimentos*. Rio de Janeiro, 2008.

COLAUTO, R. D.; BEUREN, I. M. Coleta, Análise e Interpretação dos Dados. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 2 ed. São Paulo, 2004.

CONNOR, G. Poka-yoke: Human-Proof your Process. Journal of Industrial Maintenance e Plant Operations, p.12-14, 2006.

COSTA, J. E. L. Gestão em processo produtivo. Ibplex. Curitiba, 2007.

COSTA, J.E.L. Gestão em processos produtivos. 1ª Edição, Editora Inter Saberes. Curitiba, 2012.

COTRIM, S. L.; ARAÚJO, G. A.; VALENTE, B. C.; LEAL, G. C. L.; GALDAMEZ, E. V. C. Implantação do programa 5S em uma fábrica de vassouras de garrafa PET a partir do Diagrama Espaguete. v. 16, n. 3, 2019.

COUTINHO, T. O diagrama de espaguete atua como grande aliado nos projetos de otimização de layout. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-espaguete>. Acesso em: 15 de setembro, 2023.

EGOSHI, K. Os 5'S da administração japonesa, 2006. Artigo disponível em http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/5S/Index.htm, acessado em 05/07/2023.

FURLANI, K. Estudos de Tempos e Métodos. Disponível em: <https://furlani.eng.br/2022/10/23/estudo-de-tempos-e-metodos/>. Acesso em: 19 de setembro, 2023.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time. EDUCS. Caxias do Sul, 1996.

GIL, A. C.; Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo, 2002.

IMAI, M. Kaizen a Estratégia para o Sucesso Competitivo. IMAM São Paulo, 1990.

JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. International Journal of Operations and Production Management, v. 21, n. 11, p. 1404-1416, 2001.



LIAN, Y.; LANDEGHEM, H.V. An application of simulation and value stream mapping in Lean Manufacturing. Department of Industrial Management, Ghent University, Technologiepark, 903, B-9052, Belgium, 2002.

LIKER, J. K.; MEIER, D. O modelo Toyota: Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, S. A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total. Academia: Accelerating the world's research, 2005.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998.

MONDEN, Y. Sistema Toyota de produção. São Paulo: IMAM, 1984.

MONDEN, Y. Toyota Production System: An integrated approach to just-in-time. London: Chapman e Hall, 1994.

MONDEN, Y. Toyota Production System: An integrated approach to just-in-time. Londres, 1994.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. Prerequisites for the implementation of the SMED methodology. *International Journal of Quality e Reliability Management*, v. 18, n. 4, p. 404-414, 2001. *Manufacturing Market Insider - MMI*. 2009. Disponível em: <http://mfgmkt.com> Acesso em: 12 de Abril de 2024.

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

REYS, G. "Uma abordagem sistemática para diagnosticar o status atual dos sistemas de gestão da qualidade e processos de negócios", *Business Process Management Journal*, Vol. 16 N° 1, 2010.

RIVERA, L.; CHEN, F. F. Measuring the impact of Lean tools on the cost–time investment of a product using cost–time profiles. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v.23, n.6, p.684-689, 2007.

ROTHER, M. & SHOOK, J. Aprendendo a enxergar. Lean Institute Brasil. São Paulo, 1999.

SELLTIZ, et al. Métodos de pesquisa nas relações sociais. São Paulo, 1967.

SEVERSON, D. The SMED system for reducing *changeover* times: an exciting catalyst for companywide improvement and profits. *P&IM Review with APICS News*, v. 8, n. 10, p. 10, 15-16, 1988.

SHARMA, V. SMED for high-mix assembly. *Circuits Assembly*, v. 12, n. 1, p. 62, 64-68, 2001.

SHIMBUN, N. K. Poka-yoke: improving product quality by preventing defects. Portland, 1988.

STEVENSON, W. J. Administração das operações de produção. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1992.