

Estudo de caso: Análise e aplicação de *Lean manufacturing* em linha de produção de misturas para bolos

Samira Abreu Jamal

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Tecnologia – Umuarama/PR

Rodrigo Zunta Raia

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Tecnologia – Umuarama/PR

RESUMO

A Manufatura Enxuta, tradução literal da ferramenta de qualidade *Lean Manufacturing*, se adequa aos mais variados seguimentos, podendo ser aplicada de maneira ampla na indústria alimentícia, que apresentam maiores demandas com a crescente populacional. Com a expansão de mercado das marcas, urge a necessidade de aplicação de metodologias eficazes na empresa. Uma dessas metodologias é o *Lean Manufacturing*, um sistema de gestão focado na redução do desperdício com ganho de qualidade, que tem como objetivo central entregar o máximo de valor com a menor quantidade de recursos possíveis, por meio de ferramentas que são aplicadas, em acordo com as necessidades da indústria. Entre as ferramentas mais aplicadas estão: o Estudos dos Métodos e dos Tempos, SMED, 5'S, Kanban, Mapeamento de Fluxo, Poke-Yoke, Kaizen e Set-Up, Brainstorming, entre outros. O termo *brainstorming* significa uma tempestade de ideias, que consiste na formação de um grupo de pessoas que tenham conhecimento no assunto que será abordado, podendo auxiliar na descoberta das soluções de um problema (Pauling, 1960; Soares e Brito, 2008).

Palavras-chave: *Lean manufacturing*, Produção, Misturas para bolos.

1 INTRODUÇÃO

A Manufatura Enxuta, tradução literal da ferramenta de qualidade *Lean Manufacturing*, se adequa aos mais variados seguimentos, podendo ser aplicada de maneira ampla na indústria alimentícia, que apresentam maiores demandas com a crescente populacional. Com a expansão de mercado das marcas, urge a necessidade de aplicação de metodologias eficazes na empresa. Uma dessas metodologias é o *Lean Manufacturing*, um sistema de gestão focado na redução do desperdício com ganho de qualidade, que tem como objetivo central entregar o máximo de valor com a menor quantidade de recursos possíveis, por meio de ferramentas que são aplicadas, em acordo com as necessidades da indústria. Entre as ferramentas mais aplicadas estão: o Estudos dos Métodos e dos Tempos, SMED, 5'S, Kanban, Mapeamento de Fluxo, Poke-Yoke, Kaizen e Set-Up, *Brainstorming*, entre outros. O termo *brainstorming* significa uma tempestade de ideias, que consiste na formação de um grupo de pessoas que tenham conhecimento no assunto que será abordado, podendo auxiliar na descoberta das soluções de um problema (Pauling, 1960; Soares e Brito, 2008).



Para reflexão, os resultados da aplicação das metodologias anteriores são fornecidos por meio de gráficos e marcadores de índices. Um desses marcadores de índices é denominado de Eficiência Geral do Equipamento (OEE), que tem sido cada vez mais utilizada na indústria não apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos de produção, mas também como um indicador, e motor, da melhoria contínua e desempenho de processos (GARZA et al., 2010). Portanto, o OEE é capaz de medir o desempenho, identificar oportunidades de desenvolvimento e direcionar o foco de esforços de melhoria em áreas relacionadas à utilização de equipamentos ou processos, taxa operacional e qualidade. Associando a metodologia da manufatura enxuta com o índice OEE, tem-se, como resultado, mudanças notórias no chão de fábrica, expressos em forma gráfica ou porcentagem (GARZA et al., 2010). Em paralelo, outro método de obtenção de resultados por meio de estudos aplicados, é o estudo do balanço de massa, de grande peso na indústria alimentícia para controle do processo.

Na linha de produção da mistura para bolos, são utilizados diversos equipamentos, entre eles, misturadores, caixas alimentadores e canecas de envase automatizadas, que apresentam quantidades elevadas de retenção de produto em suas paredes e hélices, ocasionando problemas operacionais. Por esses motivos, a vazão do produto, a variação de umidade devido as características físico-química e as eventuais perdas, devem ser analisadas mediante ao cenário da empresa em questão, pois a inexistência de controle de diferentes tipos de materiais, tais como peso, especificação e espessura da embalagem divergente ao padrão da empresa, podem acarretar problemas específicos para esta linha de produção.

Desta maneira, a aplicação do balanço de massa na linha de produção de mistura para bolos foi utilizada na obtenção de resultados dentro da metodologia *Lean Manufacturing*, expressando a perda de produto durante o processo, no qual era descartado como rejeito e o acréscimo em cada pacote envasado, este por sua vez sendo direcionado para o consumidor. Ambas as perdas são irreversíveis, o que contribui para gastos além da produção dentro da indústria.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi, por meio de um estágio supervisionado realizado em uma empresa alimentícia localizada no Noroeste do estado do Paraná, o levantamento de dados necessários para a elaboração de documentos que expressem as perdas do processo, a falta de padronização do material auxiliar e as não conformidades observadas, utilizando-os na determinação do índice OEE pós implementação das metodologias do *Lean Manufacturing*.

3 METODOLOGIA

3.1 PROCESSAMENTO NO SETOR DE MISTURA PARA BOLOS

Conforme o fluxograma da Figura 01, é possível a visualização do processo de produção de mistura para bolos. A matéria prima chega ao polo industrial sendo previamente recolhida uma amostra para análise do controle de qualidade. Após a autorização, a matéria prima é destinada ao setor responsável e estocada. Determinado o sabor que será produzido na programação diária (brownie, chocolate, abacaxi, coco, formigueiro, laranja, aipim, linha festa, fubá e limão), a matéria prima é levada ao misturador, localizado no piso superior do setor, passando pela peneira, que está ligado diretamente ao armazenamento do produto acabado, por meio de tubulações, conforme a Figura 02.

Figura 01 – Fluxograma do processo de produção de mistura para bolos

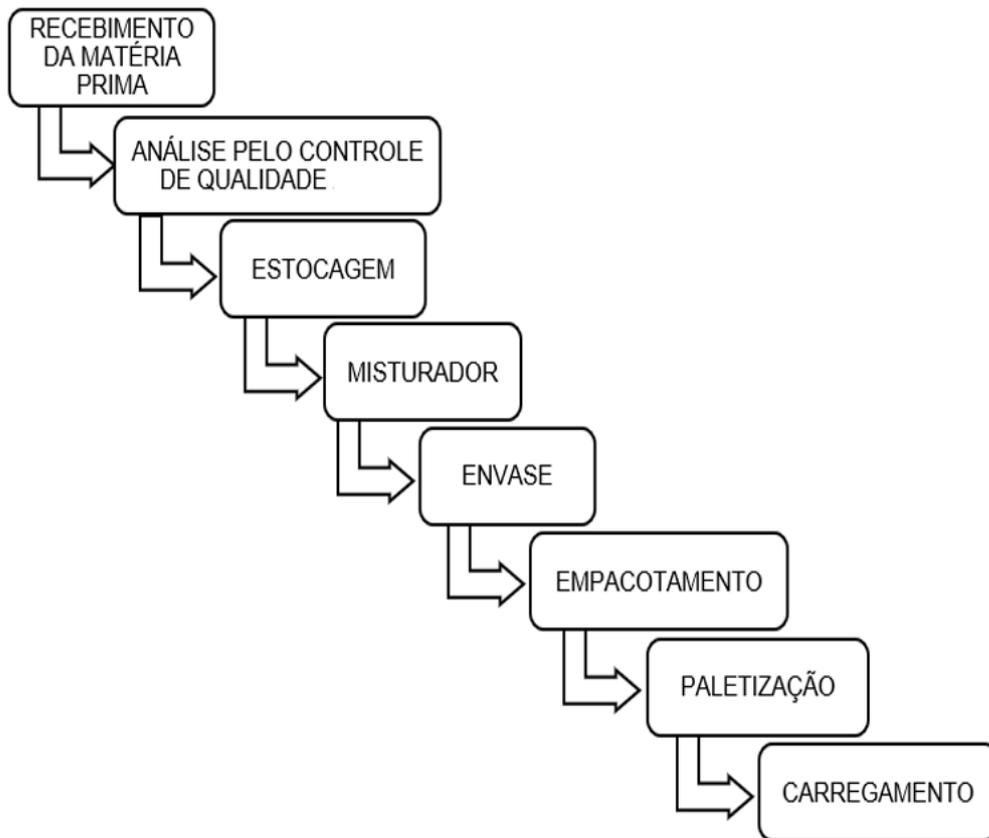
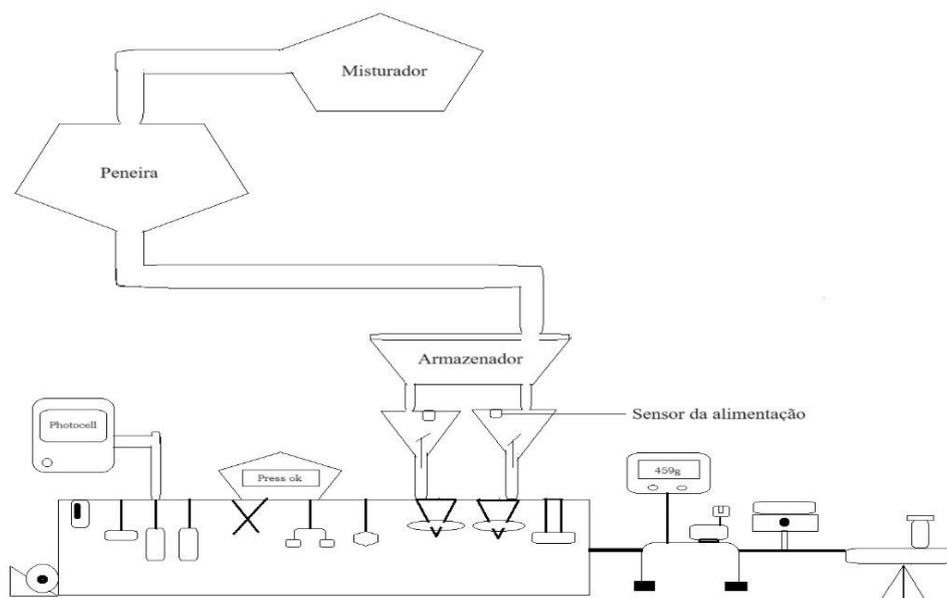
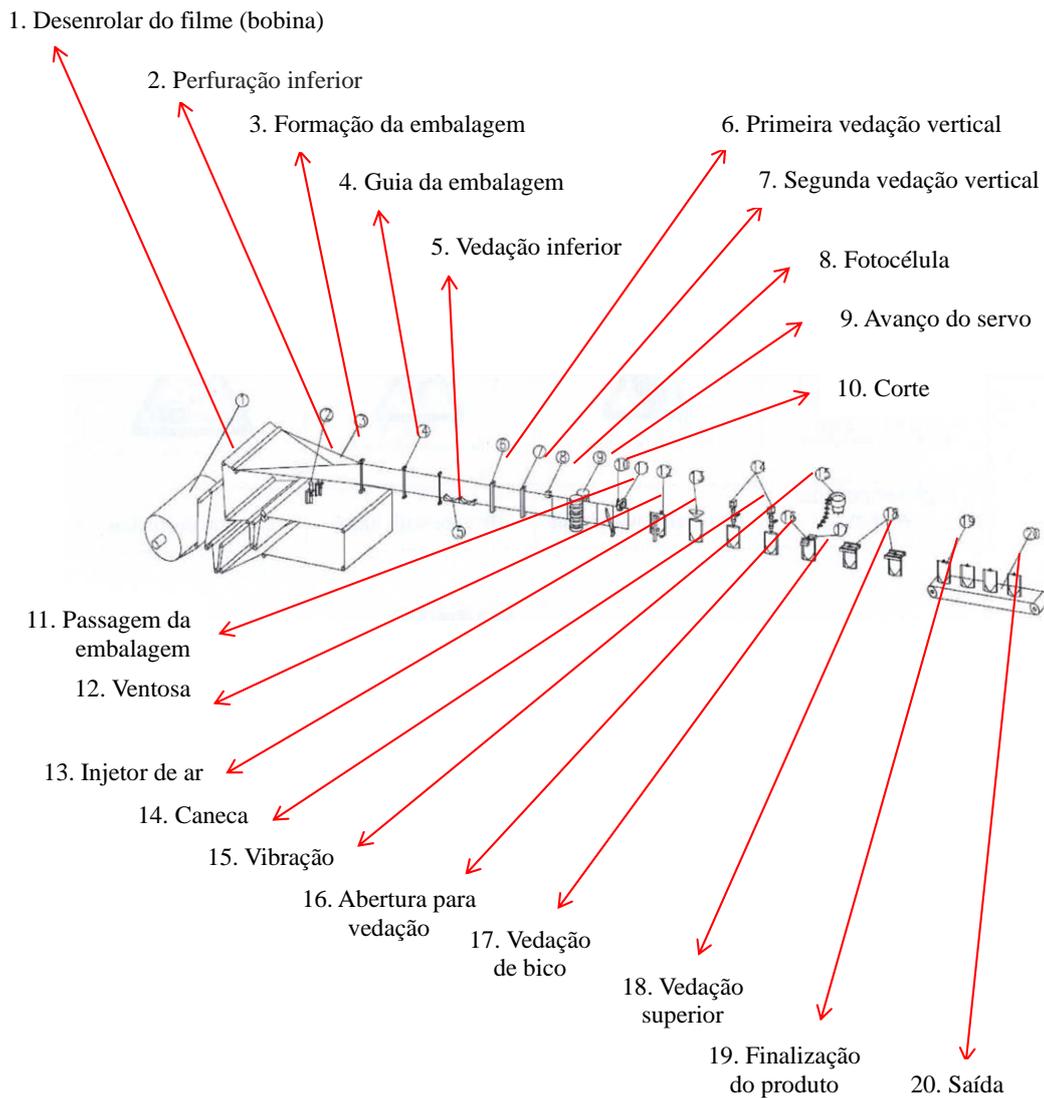


Figura 02. Fluxograma do processo de mistura para bolo.



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 (Figura 04). 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.



Assim, a metodologia da pesquisa se deu por dois enfoques principais: a primeira foi a observação na linha de produção de mistura para bolos, buscando identificar e analisar as perdas durante o processo e a segunda visou avaliar os dados anteriores ao novo procedimento tomado para melhoria da linha de produção, 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, sendo feito a tradução para compreensão dos colaboradores de linhas.

4 DESENVOLVIMENTO

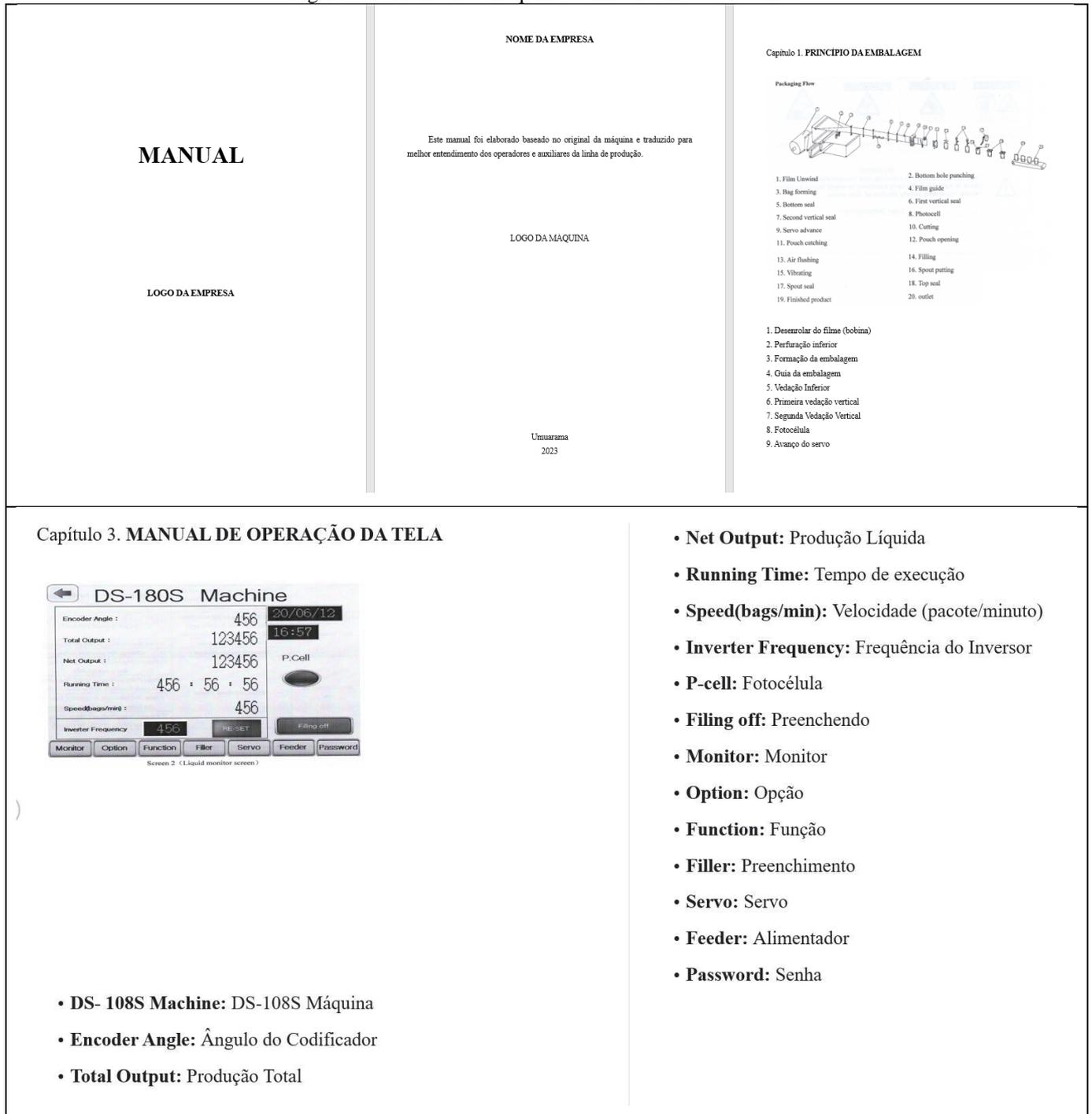
O desenvolvimento deste trabalho, juntamente com o desenvolvimento do estágio supervisionado, iniciou-se com uma reunião junto à gerente do setor de mistura para bolos. Orientou-se como deveria ser

elaborado o estudo durante o período de estágio e quais as problemáticas a serem observadas. Semanalmente, na reunião geral do setor, eram demonstrados, em forma de gráficos e em textos sucintos, as evoluções dos métodos adotados, evidenciando as melhorias ou índices não satisfatórios, para possíveis novos planos de ação a serem ajustados. Em uma destas reuniões, ocorreu a apresentação do novo projeto a ser desenvolvido durante o estágio, alertando a todos o papel primordial que cada colaborador poderia exercer.

Portanto, para o desenvolvimento do estágio, o alinhamento de ideias entre as equipes, a observação e o *brainstorming*, ferramenta do *Lean Manufacturing* utilizada neste estudo, foram essenciais, pois, por meio destes, notou-se que a máquina, que realizava todo o processo de enchimento dos pacotes de mistura para bolos (Figuras 02 e 03), apresentava os maiores índices de desperdícios e, conseqüentemente, a maior necessidade de mudanças. A caneca enchedora (14), representada pela Figura 03, teve maior destaque durante o estudo em relação aos desperdícios de produto, pois, ao tocar na parte superior do pacote já formado, o dobrava, resultando no reprocesso da mistura para bolo que era injetado para fora da embalagem. Por seqüência, a etapa do corte (10), no qual o material da embalagem, ao ter contato com a lâmina aquecida, era derretido, não obtendo padronização pela máquina, gerando sucessivos erros, como desalinhamento da fotocélula (8) e produto sem envase correto pelas canecas (14). Ambos causavam perda excessiva de produto e material auxiliar.

Além disso, por meio de *brainstorming*, os colaboradores de linha operacional junto ao setor da manutenção detalhavam todo o processo de compra, instalação e funcionamento desta máquina, demonstrando a falta de padronização desta no processo, o que ocasionava falta de dados sólidos da empresa. Um dos pontos observados durante a pesquisa, foi a falta de compreensão dos informativos da máquina que eram expressos em um painel de controle, no qual o operador responsável demonstrou não ter conhecimento ao idioma original. Como solução, elaborou-se um novo manual com os descritivos traduzidos em paralelo aos textos de origem, como demonstrado na Figura 04. O documento impresso foi entregue aos colaboradores do processo e disponibilizado para sanar quaisquer dúvidas referente a máquina.

Figura 04 – Manual da máquina de mistura/envase traduzido



Deduziu-se que os desperdícios no processo poderiam estar ligados a falta de comandos adequados da máquina, na qual gerava reprocesso do produto acabado, perda do material auxiliar constante, e rejeitos não percebíveis a consumo quando caem ao chão, sendo necessário novo plano de ação. Após as mudanças realizadas, os colaboradores de linha se atentavam mais a padronização, pois os comandos, agora, eram expressos em uma linguagem possível de ser entendida.



Dentro dos recursos disponíveis, seguindo o objetivo de um estudo direto e sem custos, surgiu a necessidade de validação do balanço de massa da empresa, com o acompanhamento detalhado da massa de produto, durante as operações unitárias industriais. Para elaboração deste estudo foram definidos o volume de controle do processo completo, o conjunto de equipamentos e as correntes envolvidas. Assim, o balanço de massa funcionaria como um “inventário” da massa em relação a um sistema definido.

Figura 05 – Relatório diário da produção (Documento 1 - Parte 1 de 3).

DOCUMENTO 1

RELATÓRIO DIÁRIO	
MÁQUINA:	INÍCIO:
PRODUTO:	PARADA:
DATA:	
PERDA DE EMBALAGEM	
CAUSA	QUANTIDADE (Kg)
TOTAL	
*Todos os valores expressos foram descontados 0,008kg do saco plástico que armazena a perda de embalagem.	
CAUSA	PORCENTAGEM (%)
TOTAL	
*Para a perda total não é considerado o valor da troca de produto, pois os pacotes pertencem a bobina anterior.	
<u>Total de bobina gasta na produção:</u> _____ Kg	

Além da tradução do manual (Figura 04), visando uma possível redução nos desperdícios, surgiu também a necessidade da elaboração de um novo documento que cumpriria as funções previstas na metodologia *Lean Manufacturing*. Este documento forneceria à empresa o controle diário, por meio de



levantamento numérico da aplicação do balanço de massa, da produção e do desperdício, tanto de massa de produto quanto de embalagens, na linha de produção para mistura para bolos. Assim, elaborou-se o documento demonstrado na Figura 05, nomeado de Relatório Diário.

O Relatório Diário era preenchido com o nome da máquina a ser avaliada, o produto envasado no determinado período da análise, a data de início e fim da produção. Para a perda de embalagem, era identificado e separado em forma de tabela, a causa desta perda e a respectiva quantidade perdida, em quilogramas, em função desta causa. Ao final do dia, subtraía-se da massa total de embalagens o valor de 0,008 kg, que representava a massa do plástico que armazenava todas as embalagens, sendo possível o cálculo da massa total perdida, bem como a porcentagem de perda em relação ao total de embalagens utilizadas. Estas embalagens eram identificadas como desperdícios, pois todas eram descartadas. Por meio desta segregação de valores junto ao total de perda do material auxiliar, foi possível avaliar quais eram os pontos de maiores desperdícios durante o processo, levando ao foco principal o plano de ação, sanando de forma rápida a problemática encontrada, sendo sucessivamente realizadas as correções.

Os cálculos realizados para expressarem em porcentagem essa perda de embalagem foram:

$$MB = PT * ME * QC \quad (01)$$

Em que:

MB = Massa de bobina gasta no processo (kg);

PT = Produção Total (kg);

ME = Massa da embalagem do produto (0,009 kg);

QC = Quantidade de pacotes por caixa (12).

A bobina gasta no processo representa a massa de pacotes com êxito ao serem envasados. O valor, como representado pela Equação 01, é dado pela multiplicação da produção total, expressa em kg, pelo programa da empresa (SAP), que contabiliza quantos pacotes efetivamente foram produzidos, multiplicado pela massa da embalagem padronizada, que era de 0,009 kg, e pela quantidade de pacotes por caixa, no caso igual a 12. O total de bobina gasta durante todo o processo, era fornecido pela Equação 02, ou seja, a soma da massa de bobina gasta no processos (Equação 01) e a massa da perda de embalagem (kg), que era determinada à partir da pesagem de todos os pacotes avariado (ou rejeitados) ao final do mesmo processo.

$$MTB = MB + MPE \quad (02)$$

Em que:

MTB = Massa total de bobina gasta no processo (kg);



MB = Massa de bobina gasta no processo (kg);

MPE = Massa de perda de embalagem (kg).

Após a obtenção desses valores e, para expressá-los em um percentual de perdas de embalagens, realizava-se o cálculo da razão entre a massa de perda de embalagem (MPE) e a massa total da bobina gasta no processo (MTB), expresso pela Equação 03.

$$\text{Perda de embalagem (\%)} = \frac{MPE}{MTB} * 100 \quad (03)$$

Este cálculo demonstra a massa de desperdício de material auxiliar em relação a massa total de bobina gasta no processo. Para segregação destes valores, era necessário individualizar os desperdícios gerados em cada ponto da produção, realizando o cálculo de perda em relação a um respectivo fator. A Equação 04 mostra o cálculo da porcentagem de perda referente a cada ponto da produção.

$$\text{Perda por causa (\%)} = \frac{MPF}{MTB} * 100 \quad (04)$$

Em que:

MPF = Massa de bobina perdida por fator (ponto de produção).

Para a utilização dos valores obtidos pelas Equações de (01) a (04) foi necessário também a aplicação do balanço de massa em todo o processo, dado pela Equação 05.

$$ENT - SAI \pm GER/CON = AC \quad (05)$$

Em que:

ENT = Entrada de massa no processo (kg);

SAI = Saída de massa no processo (kg);

GER = Geração de massa no processo (kg);

CON = Consumo de massa no processo (kg);

AC = Acúmulo de massa no processo (kg);

Como o processo era considerado em estado estacionário e não havia presença de nenhum tipo de reação química, a equação anterior se torna:

$$ENT = SAI \quad (06)$$

O termo entrada de massa (*ENT*) era composto pela massa de mistura para bolo do reprocesso anterior do respectivo sabor a ser produzido, que era armazenado em estoque, somada a formulação estipulada pelo PCP da empresa. Já para o termo saída de massa (*SAI*), era necessário se obter a quantidade de massa envasada, o reprocesso da nova fabricação e o também o acréscimo de massa. Assim, por meio das equações apresentadas, era possível preencher a segunda parte do Relatório Diário proposto, representado pela Figura 06.

Figura 06 – Balanço de massa para obtenção do acréscimo (Documento 1 - Parte 2 de 3).

BALANÇO DE MASSA

O balanço de massa consiste em:

- Reprocesso anterior (Kg)
- Formulação (Kg)
- Produto (Kg)
- Reprocesso gerado (Kg)
- Acréscimo (Kg)

REP. ANTERIOR + FORMULAÇÃO = PRODUTO + REP. GERADO + ACRÉSCIMO

Considera-se nos cálculos a quantidade de formulação;
 Considera-se nos cálculos a produção obtida.

Resultado do Acréscimo gerado: _____ Kg

PADRONIZAÇÃO DO MATERIAL AUXILIAR

LOGO DA EMPRESA	PESO DA EMBALAGEM	ESPESSURA (mm)
MÉDIA		

Média peso da embalagem: _____ Kg

Média do acréscimo: _____ Kg

Na Figura 06, a massa de formulação era o componente a ser confirmado com os formuladores da empresa, que fracionavam a matéria prima em pacotes plásticos, no qual continham toda a receita de mistura para o bolo a ser produzido. A esses pacotes plásticos dava-se o nome de kits. A massa de cada kit,



multiplicada pela quantidade era utilizado como o termo de entrada no balanço de massa. Além disso, devia-se confirmar também a massa de entrada via reprocesso, ou seja, a massa advinda da produção anterior do mesmo sabor, mas que atuava como “entrada” para uma nova produção, dada pelo termo “Reprocesso anterior”. Para se obter o valor da massa “produto”, era efetuado o cálculo da quantidade de pacotes envasados, fornecidos pelo sistema da empresa, multiplicando esse valor por 500g, referente ao peso de cada um dos pacotes produzidos. O “reprocesso gerado” era pesado em uma balança específica do setor, que, após aferição, era destinado ao armazenamento para a próxima produção (reprocesso anterior).

Dentro do balanço de massa, o valor a ser encontrado era o valor do acréscimo de massa por pacote na produção, para comparação ao valor calculado por meio das amostragens. A Equação 07 demonstra o cálculo para o acréscimo na produção de cada pacote.

$$\text{Acréscimo (kg)} = \frac{MPP}{0,500} * 100 \quad (06)$$

Em que:

MPP = Massa média dos pacotes produzidos (0,509 kg);

O valor de 509 g corresponde ao valor da massa da embalagem somada ao produto envasado. Durante o estudo, notou-se que havia variância no peso das embalagens formadas pela máquina de envase, sem adição da mistura para bolos, ou seja, a bobina utilizada para formar os pacotes, sofria alterações de espessuras e massa ao decorrer do processo, sendo, às vezes, inferiores a 9 g como estipulado pela empresa. Ao questionar os responsáveis pelo material auxiliar, estes orientaram a realizar uma verificação mais detalhada dos resultados, assim, elaborou-se o Documento 2, em que a análise consistia em medir, em uma balança de precisão, a massa de 10 pacotes vazios e suas respectivas espessuras, pois, como a empresa não possuía esse controle, poderia utilizá-los para confrontar os resultados do processo. A Figura 07 demonstra a tabela preenchida no Documento 2.

Figura 08 – Espaço destinado para observações durante o processo (Documento 1 - Parte 3 de 3).

Para o cálculo:

- Média do Acréscimo (g)
- Peso Padrão dos pacotes envasados (g)
- Média do peso das embalagens (g)

$$\frac{\text{Média do Acréscimo} - (\text{Peso Padrão dos pacotes} + \text{Média do peso das embalagens})}{\text{Peso Padrão dos Pacotes} \times 100}$$

CAUSAS DA PERDA DURANTE O PROCESSO

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as metodologias aplicadas e os resultados apresentados, visando a aplicação do *Lean Manufacturing* em uma presa alimentícia do Noroeste do estado do Paraná, espera-se que este documento possa facilitar a elaboração do artigo pelos autores, bem como a revisão dos avaliadores. Os planos de ações tomados dentro da metodologia *Lean Manufacturing* com aplicação da ferramenta balanço de massa, realizaram melhorias e reduções de desperdícios a produção de mistura para bolos, demonstrando que a melhoria continua é aplicável nos mais variados ambientes fabris.



REFERÊNCIAS

GARZA REYES, et al. Overall Equipment Effectiveness (OEE) And Process Capability (PC) Measures: A Relationship Analysis, International Journal Of Quality & Reliability Management, Vol. 27 Issue: 1, pp.48-62, 2010.

PAULING, L. Nature of the chemical bond and the structure of molecules. New York: Cornell University, 1960.

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