



Uso do Diagrama de Espaguete no Setor de Armazenagem de Matérias-Primas em uma Indústria do Ramo Alimentício em Goiânia-GO

Luiz Fellipe da Silva de Novais

luizs.novais@outlook.com

Iuri Freire dos Santos

iurigoias@gmail.com

Gabriel De Oliveira Costa

GabrielOC.TST@gmail.com

Mariana do Prado e Silva

mariana.silva@ifg.edu.br

O presente artigo teve como objetivo analisar a movimentação das matérias-primas de uma indústria no ramo alimentício para suinocultura, que tem um único produto composto por resíduos e cereais. Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica das ferramentas da filosofia Lean e por meio desses instrumentos foi realizada a aplicação no consumo, processos e movimentação das matérias-primas da indústria estudada. As ferramentas utilizadas foram: curva ABC para categorizar todas as matérias primas de acordo com sua importância, o PFMA para analisar a família de matérias-primas, o fluxograma para mapear todo o processo e por fim o diagrama de espaguete para mapear a movimentação das matérias-primas de categoria A da curva ABC. Os resultados que poderiam ser obtidos através do estudo foram bastante satisfatórios chegando a uma possível diminuição do desperdício de movimentação de até 71,4% em alguns casos.

Palavras-chave: Diagrama de Espaguete, Curva ABC, PFMA, filosofia Lean.

1 Introdução

A necessidade de melhorias constantes na linha de produção sempre é vista com bons olhos, eliminar o que atrapalha o bom desenvolvimento da produção é fundamental para a geração de diversos lucros e para manutenção da qualidade, ainda mais no cenário atual da economia brasileira. Segundo o jornal Nexo (2020) “a chegada da pandemia do COVID-19 em março de 2020 derrubou a atividade econômica no Brasil. O PIB (Produto Interno Bruto), que soma todos os bens e serviços produzidos por um país em um intervalo de tempo, registrou no segundo trimestre seu pior resultado na série histórica do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), iniciada em 1996. A queda chegou perto dos 10% em relação ao trimestre anterior.

Visto isso é necessário realizar estudos para eliminar os desperdícios das organizações utilizando a filosofia *Lean* que possui os objetivos de: operar os sistemas de produção de forma descomplicada e aplicar a redução contínua de desperdícios, otimizando os processos e controles para alcançar a qualidade e flexibilidade do processo e aumentando a capacidade de produção (COSTA *et al.*, 2008 *apud* OKUMURA *et al.*, 2018).

A filosofia *Lean* pode ser aplicada e implementada por uma série de ferramentas e técnicas nos serviços e operações contribuindo significativamente para a redução dos desperdícios, dentre essas ferramentas tem-se o diagrama de espaguete, kanban, fluxograma, *Product Family Matrix Analysis* (PFMA). Todas essas ferramentas auxiliam a organização para a otimização dos processos produtivos e para a redução de desperdícios durante o processo de processamento de insumos e MP (Matéria-Prima) (GRABAN, 2013).

Buscando novas maneiras de aumentar a produtividade foi feito um estudo focado no arranjo físico das MP de uma indústria fabricante de ração animal e que será denominada de indústria X. O objetivo foi analisar a movimentação das matérias-primas de uma indústria no ramo alimentício para suinocultura.

2 Referencial Teórico

Gerir e organizar o estoque de MP de maneira correta, nos fornece um controle fundamental para a organização da produção. Segundo Vendrame (2008), o objetivo básico do controle de estoques é evitar a falta de materiais e encontrar o equilíbrio entre a demanda e a obtenção deles.

2.1 *Lean Manufacturing* (Manufatura enxuta).

Ao fim da segunda guerra mundial o Japão se encontrava abalado, não possuindo capacidade suficiente para realizar a ideia do fordismo (que tinha em sua essência principal reduzir os custos unitários dos produtos através da produção em grande escala). Diante do desafio de reerguer a organização, Taiichi Ohno criou novos modelos de produção, denominado de Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing* (WOMACK, 2004).

Segundo Fullerton (2014), a essência do pensamento *lean* é que todos os processos de negócio e funções se integram em um sistema unificado e coerente, tendo como finalidade proporcionar um maior valor agregado para os clientes através da melhoria contínua e eliminação de desperdícios.

A ideia do *Lean Manufacturing* é trabalhar em cima dos 7 desperdícios (OHNO, 1997):

- 1º Defeitos: erros em peças, materiais, processos e produtos;
- 2º Superprodução: adquirir mais matéria prima do que necessária e produzir mais do que o cliente precisa;
- 3º Estoques: armazenar produtos em grandes estoques, decorrentes do excesso de produção ou da compra excessiva de materiais;
- 4º Processo desnecessário: processos, relatórios e burocracias desnecessárias que não agregam valor ao cliente;
- 5º Movimento desnecessário: deslocamentos desnecessários que poderiam ser evitados e até eliminados para ganhar mais tempo e eficiência aos executores;
- 6º Transporte desnecessário: perda de tempo com o transporte desnecessário de materiais e produtos, e logística ineficiente de processos;
- 7º Espera: pausas no trabalho por motivo de problemas técnicos, falta de profissionais e demora na liberação de alguma operação.

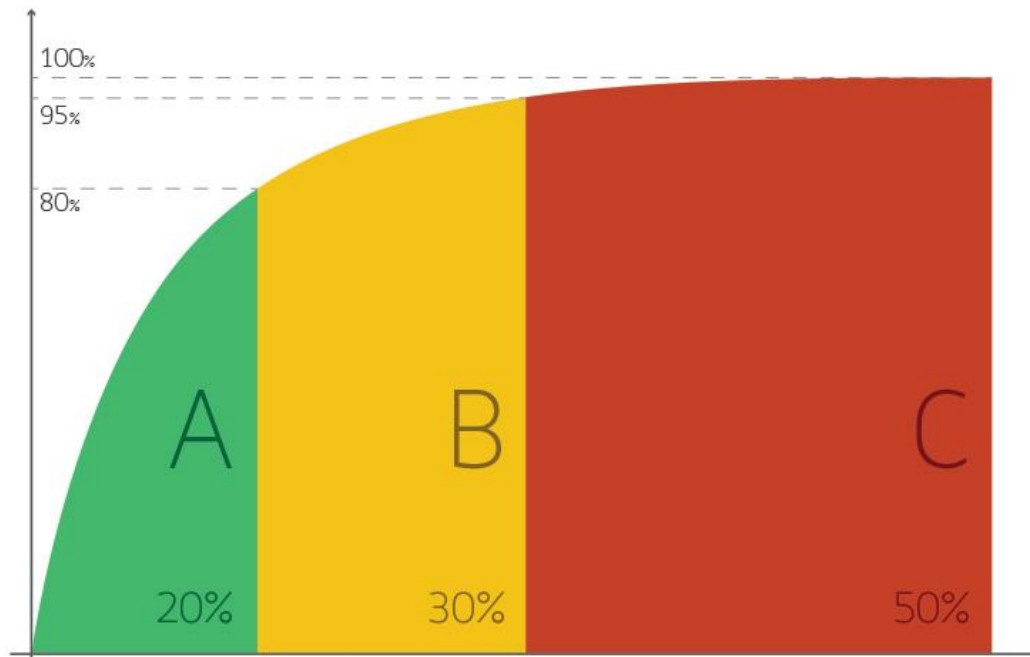
Ao longo dos anos foram desenvolvidas várias técnicas e ferramentas que auxiliam as organizações para possivelmente eliminar esses 7 desperdícios, dito isso, será utilizado algumas ferramentas no devido estudo, para identificar perdas e eventualmente propor melhorias, são elas: Fluxograma, Diagrama de Espaguete, Curva ABC e PFMA.

2.1 Curva ABC

De acordo com Tubino (2000) a curva ABC é uma análise que consiste em verificar e caracterizar quais itens devem receber maior atenção a partir de seu grau de importância para com a empresa. Com isso, os itens de maior importância são tratados com prioridade, pois apresentam uma demanda valorizada. Segundo Letti (2014) a curva ABC é uma maneira mais

fácil e prática para se resolver problemas no gerenciamento de estoques, pela forma como ela apresenta os resultados, podendo-se analisá-la não somente pelos números coletados, mas também pelo grau de importância de cada produto. A Figura 1 mostra um exemplo de curva ABC.

Figura 1 – Exemplo de Curva ABC



Fonte: Granatum Estoque, 2021

2.2 Product Family Matrix Analysis (PFMA)

Para Rother (1999), uma família de produtos é um grupo que passa por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos, logo, um PFMA deve incluir todas as operações, roteiros alternativos, subconjuntos e itens finais.

Womack (2001) sugere a criação da matriz da família de produtos, que consiste na criação de um quadro descrevendo a lista de produtos, os processos ou equipamentos utilizados. O objetivo é mostrar as MP que possuem processos idênticos, sendo classificados como MP da mesma família. Na Figura 2 é apresentado um modelo de PFMA.

Figura 2 – Exemplo de PFMA

Product Family Matrix																									
																									Date: 4/1/2020
Product	Process 1	Process 2	Process 3	Process 4	Process 5	Process 6	Process 7	Process 8	Process 9	Process 10	Process 11	Process 12	Process 13	Process 14	Process 15	Process 16	Process 17	Process 18	Process 19	Process 20	Process 21	Process 22	Process 23	Process 24	Process 25
Product 1	X																								
Product 2						X			X																
Product 3			X																X						
Product 4											X														
Product 5																X									
Product 6	X																								
Product 7																							X		
Product 8																						X			
Product 9		X																							
Product 10															X										
Product 11								X																	
Product 12											X														
Product 13												X													
Product 14										X															
Product 15															X										
Product 16											X														X
Product 17																									
Product 18													X												
Product 19						X																			
Product 20				X																					
Product 21								X																	
Product 22			X														X								
Product 23					X			X																	
Product 24														X								X			

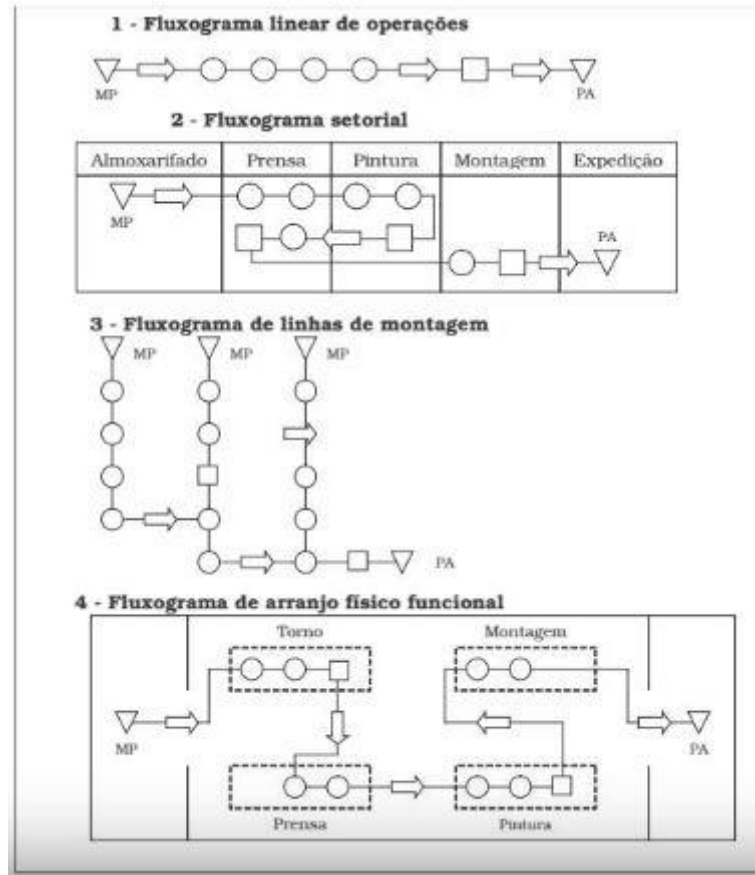
Fonte: QIMacros, 2020

2.3 Fluxograma

De acordo com Mello (2008) o fluxograma permite verificar como se conectam e relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, facilitando a análise de sua eficácia, a localização das deficiências, pois fica clara a visualização dos passos, transportes, operações e formulários, propiciando o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes. Seguindo essa base de informações, Lucas (2014) aponta o fluxograma como, graficamente, o coração do mapeamento de processos, frequentemente utilizado para fins de processamento de informações.

Segundo Peinado (2007) os fluxogramas industriais podem ser desenhados de várias formas. Na verdade, não existe norma regida para sua elaboração. A Figura 3 apresenta alguns exemplos de formatos para fluxogramas.

Figura 3 – Exemplo de fluxogramas



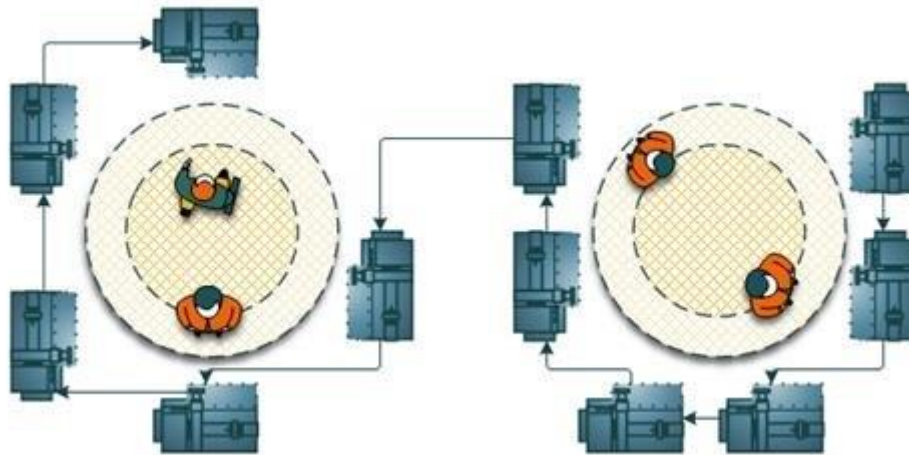
Fonte: Peinado, 2007

2.4 Arranjo Físico

O planejamento e gestão do arranjo físico são instrumentos de grande importância utilizados na adequação das operações até a estratégia competitiva das organizações, com a finalidade de minimizar as atividades que não agregam valor ao processo. De acordo com Corrêa & Corrêa (2012), o arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação. Tais recursos englobam pessoas, materiais e equipamentos. Dito isso é necessário ter ideia que as decisões sobre arranjo físico são de suma importância, pois podem afetar a capacidade de instalação e a produtividade das operações, e se mal projetadas e geridas, podem implicar em prejuízos financeiros e elevados custos (MOREIRA, 2011).

Segundo Neumann (2015), existem quatro tipos de *layout*, são eles: *Layout* posicional, por produto, por processo e celular, a Figura 4, tem como exemplo um *layout* celular.

Figura 4 – Exemplo de *Layout Celular*



Fonte: Fluxo Consultoria, 2021

2.5 Diagrama de Espaguete

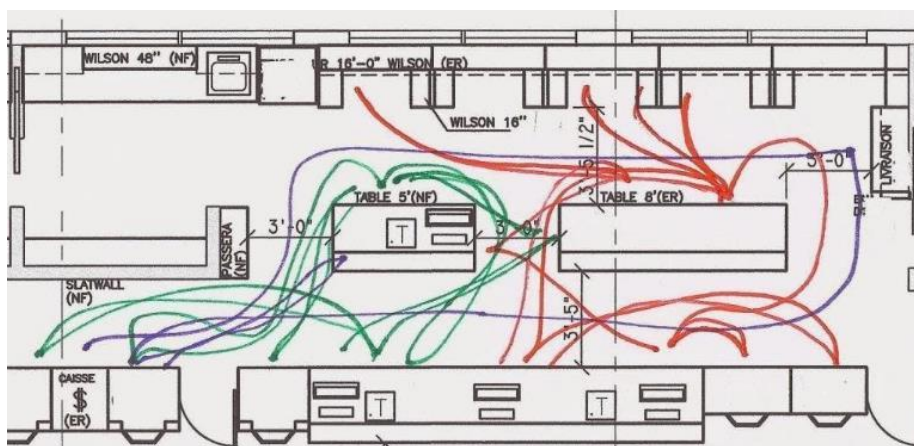
O diagrama de espaguete consiste em exibir as rotas, tempos e fluxos de movimentação no chão de fábrica. Ele é feito utilizando como base o *layout* local onde são desenhadas as movimentações de cada colaborador/produto e o tempo que se leva para se movimentarem. Esse diagrama é de grande importância para a redução do tempo de movimentação e a necessidade de se movimentar (COUTINHO, 2020).

Para desenhar o diagrama de espaguete é necessário:

- Conhecer o *layout* da fábrica;
- Entender a rotina e tempo de movimentação;
- Estruturar melhores rotas e desvios;
- Buscar redefinir as rotas sempre em busca do menor movimento.

A seguir é apresentado a Figura 5, com um exemplo de diagrama de espaguete.

Figura 5 – Exemplo do Diagrama de Espaguete



Fonte: Voitto, 2021

3 Metodologia

A empresa tem como foco principal, a fabricação de um produto X para o ramo da suinocultura. Suas MP provêm de diversas outras indústrias, sendo assim o produto tem como base: cereais, resíduos de biscoitos, de chocolate, de macarrão, farinha de trigo, etc.

As ferramentas utilizadas nesse estudo foram: a curva ABC, PFMA, Fluxograma e o diagrama de espaguete. Além disso, o uso da filosofia *Lean* como base para o estudo do movimento da MP até o início de produção, assim propondo uma melhoria significativa no arranjo físico das MP da empresa estudada.

Para a elaboração da curva ABC foi feito um levantamento do consumo das MP utilizadas durante o período de janeiro de 2020 até março de 2021, posteriormente foi feito um tratamento dos dados através de planilhas eletrônicas. Essas MP foram separadas na seguinte ordem: Categoria A, MP que representam 80% do consumo, Categoria B, MP que representam 15% do consumo e por fim, Categoria C, MP que representam 5% do consumo. Ao final foi elaborado o gráfico da curva ABC, seguindo o exemplo da Figura 1.

A elaboração do PFMA se iniciou com uma filtragem das MP através da curva ABC, MP que não são mais utilizadas foram excluídas para uma melhor adequação a realidade. O método de encontrar as famílias das MP foi realizado através do processo de separar cada etapa de produção do produto X, com o uso de planilhas eletrônicas foi elaborada uma tabela, com os nomes das MP (linhas da tabela) e seus processos (colunas da tabela) encontrados através dos métodos observados no fluxograma, disponibilizado pela empresa X. Após a elaboração da tabela, foi realizado um estudo de movimentação das MP, observando-as durante seu uso na indústria X. Em seguida, realizou-se um preenchimento da tabela indicando o processo pelo qual cada MP passa. Para uma melhor identificação da melhoria almejada, foi feito um destaque em vermelho nas MP de categoria A, com o intuito de identificar em quais famílias elas estão presentes.

O fluxograma foi elaborado em cima do ciclo de produção da única MP que se repete na categoria A da curva ABC, desde sua chegada, até o produto final. O tipo de fluxograma escolhido foi um de processos simples, e as informações em relação a cada processo durante a produção foi coletada com base em um fluxograma pré-existente fornecida pela consultora de qualidade da empresa X e com observações diárias do chão de fábrica.

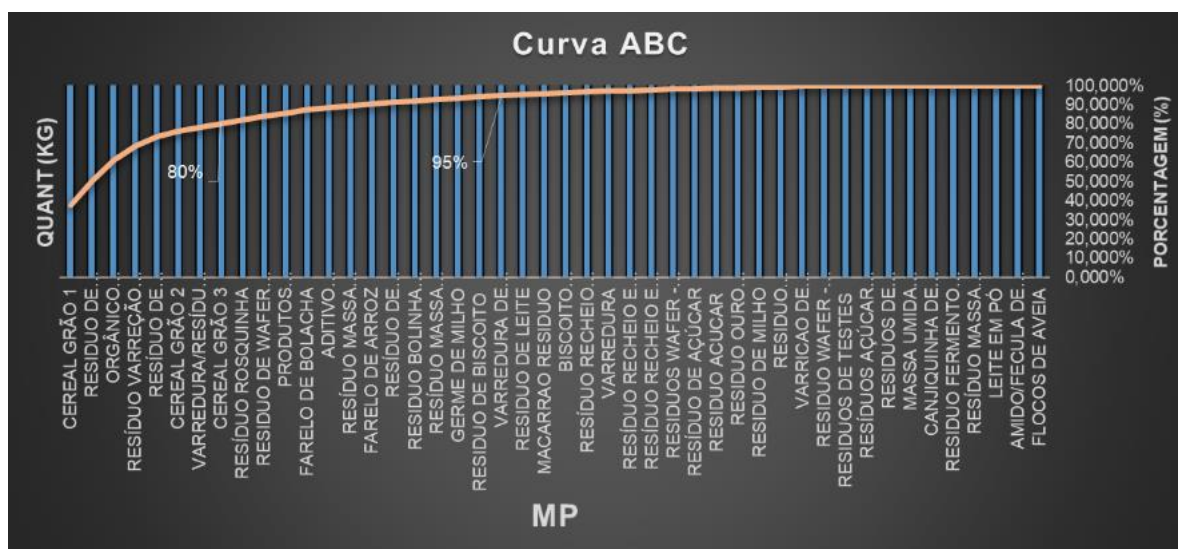
O diagrama de espaguete foi elaborado com foco nas MP de categoria A da curva ABC, após isso, foram feitas observações dos locais de armazenamento das MP e sua movimentação até

a chegada no início da produção (descarga ou produção). O esboço inicial foi feito através de um rascunho em cima do layout da planta baixa, disponibilizado pela empresa abordada, após isso o rascunho foi transferido para o *software* CAD (projeto auxiliado por computador). As distâncias necessárias para alimentar o diagrama espaguete foram extraídas integralmente por meio do *software* CAD, devido a indisponibilidade de conseguir as medidas no chão de fábrica.

4. Resultados e Discussões

A curva ABC foi realizada tendo como base o consumo das MP do produto X no período de janeiro de 2020 até março de 2021 da Indústria X. Foi feita uma análise e identificação das MP que mais são utilizadas, propiciando que ações de melhorias sejam priorizadas para os itens com maior representatividade de forma que o manejo dessas MP possam ser cada vez mais eficazes. No Gráfico 1 é apresentado a curva ABC com base no consumo de todas as MP.

Gráfico 1 – Curva ABC das matérias-primas mais utilizadas no Produto X



Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando a curva ABC (Gráfico 1) fica visível que é necessária uma atenção maior para as MP que ocupam a posição A, são elas: cereal grão 1 e 2, resíduo de biscoito, orgânico industrial, resíduo de varreção massa, resíduo de chocolate e varredura/ resíduos do macarrão. Armazenar essas MP em um local fixo, é de fundamental importância, para que não seja necessário que uma empilhadeira se movimente de forma excessiva no chão de fábrica a procura dessas MP.

Posteriormente foi utilizado o PFMA para mapear o processo de cada MP até a sua transformação em um produto X, as MP na cor vermelha foram demarcadas com base nas MP de categoria A da curva ABC. Na Tabela 1 é apresentado o PFMA das MP do produto X.

Tabela 1 – Matriz tabela do processo que as matérias-primas passam para a produção do Produto X (PFMA)

PFMA	PROCESSOS DE PRODUÇÃO (Produto X)																		
	ARMAZENAMENTO DE MP(Galão 1)	ARMAZENAMENTO DE MP(Galão 2)	ARMAZENAMENTO DE MP(Tenda 1)	ARMAZENAMENTO DE MP(Tenda 2)	ARMAZENAMENTO DE MP(Tenda 3 - Anel)	ARMAZENAMENTO DE MP(SILO)	MOINHO 1	ROSCA DE PISO	PENEIRA 1	MOINHO 2	CAIXA DE ARMAZENAMENTO	TRITURADOR 1	TRITURADOR 2	MISTURADOR	SILÓ	MOINHO 3	PENEIRA 2	CAIXA DE ARMAZENAMENTO(FINAL)	FAMÍLIAS
MATÉRIA-PRIMA	Descarga										Produção								
CEREAL FARELADO						X		X		X			X	X	X	X	X		C
FARELO DE BOLACHA						X		X		X			X	X	X	X	X		C
MACARRÃO RESÍDUO						X						X	X	X	X	X	X		D
MASSA UMIDA RESÍDUO		X			X			X		X			X	X	X	X	X		E
CEREAL GRÃO 3		X			X	X		X		X	X		X	X	X	X	X		A
CEREAL GRÃO 2		X			X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		A
ORGÂNICO INDUSTRIAL			X								X	X	X	X	X	X	X		O
PRODUTOS DESTINADOS P/ DESCARACTERIZAÇÃO	X											X	X	X	X	X	X		F
RESÍDUO DE AÇÚCAR	X	X	X										X	X	X	X	X		J
RESÍDUO DE BISCOITO P/ DESCARACTERIZAÇÃO	X							X		X			X	X	X	X	X		L
RESÍDUO DE BISCOITOS(S/ RECH OU RECHEADO)	X					X		X		X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUO DE BOLINHA DE WAFER			X	X	X					X	X		X	X	X	X	X		K
RESÍDUO DE CHOCOLATE	X			X									X	X	X	X	X		N
RESÍDUO DE LEITE		X											X	X	X	X	X		H
RESÍDUO DE MILHO (Salgadinho)	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X		M
RESÍDUO DE WAFER (S/RECH OU RECHEADO)	X					X		X		X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUO MASSA CRUA CRACKER		X				X	X			X			X	X	X	X	X		E
RESÍDUO MASSA CRUA ROSQUINHA		X				X	X			X			X	X	X	X	X		E
RESÍDUO RECHEIO DE BISCOITO			X									X	X	X	X	X	X		G
RESÍDUO RECHEIO E GORDURA WAFER			X									X	X	X	X	X	X		G
RESÍDUO ROSQUINHA	X					X	X			X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUO VARREDURA MASSA		X				X	X			X			X	X	X	X	X		E
RESÍDUO VARREDURA WAFER	X					X	X			X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUO WAFER - SEM RECHEIO	X					X	X			X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUOS AÇÚCAR E FARINHA	X	X	X									X	X	X	X	X	X		J
RESÍDUOS WAFER - COM RECHEIO	X					X	X			X			X	X	X	X	X		B
CEREAL GRÃO 1		X			X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X		A
VARREDURA		X	X					X		X			X	X	X	X	X		P
VARREDURA DE FARINHA DE TRIGO		X										X	X	X	X	X	X		I
VARREDURA/RESÍDUOS DO MACARRÃO		X	X	X								X	X	X	X	X	X		D
RESÍDUO AÇUCAR CRISTAL	X	X	X										X	X	X	X	X		J
RESÍDUO DE BISCOITO	X					X		X		X			X	X	X	X	X		B
RESÍDUO OURO BRANCO		X									X		X	X	X	X	X		K
VARRICAÇÃO DE BISCOITOS						X	X			X			X	X	X	X	X		C
RESÍDUOS DE RECHEADOS						X	X			X			X	X	X	X	X		C
RESÍDUO MASSA CRUA RECHEADOS		X				X	X			X			X	X	X	X	X		E
LEITE EM PÓ		X										X	X	X	X	X	X		H

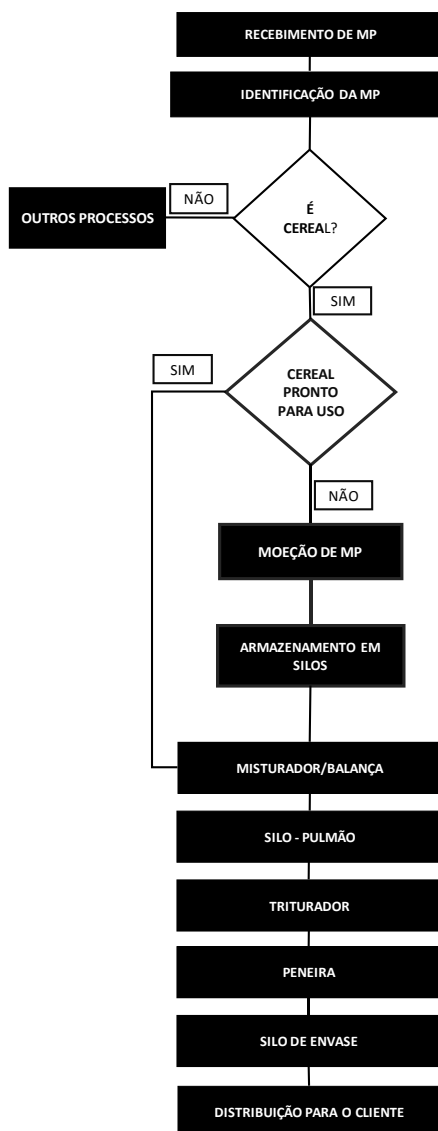
Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo mapeamento foram identificados dezasseis (16) diferentes famílias, sendo que no total existem doze (12) MP que possuem a mesma família das MP de categoria A da curva ABC.

O processo de produção do produto X se inicia no recebimento e armazenamento das MP, o uso de cada MP depende da formulação utilizada no dia e também da sua data de chegada, sendo que as mais antigas são utilizadas primeiro. Após a seleção das MP, as mesmas passam por diversos processos, dentre os principais, podemos destacar: movimentação da MP do local de armazenamento até o início do processo de produção, rosca de piso, moinho, peneira, triturador e caixa de armazenamento. Foi identificado na categoria A que a MP cereal grão aparece duas vezes, como cereal grão 1 e 2, destacando sua importância no processo de fabricação do produto X. A seguir é apresentado um fluxograma (Figura 6) do processo que

os cereais grãos percorrem até a formação do produto final.

Figura 6 - Fluxograma básico do processo que os cereais percorrem



Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a Figura 6 é possível identificar o processo de armazenagem possui relevância para a MP cereal, indicando a importância de realizar melhorias nessa etapa.

Com base nos estudos abordados anteriormente foi elaborado um diagrama de espaguete em relação ao percurso que as MP de categoria A fazem para chegarem no início do seu processamento. Para isso foi utilizado a planta baixa para ser feito esse percurso, como mostra a Figura 7 e a tabela 2 que serve como legenda para uma melhor visualização.

Figura 7 - Diagrama de Espaguete em cima das matérias-primas de categoria A da CURVA ABC da indústria X



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 – Legenda das matérias-primas e local que cada uma é armazenada

Local de armazenamento antes da padronização de um local para cada MP							
MP	Cor	Locais de armazenamento					
		Galpão 1 (Descaracterização e Armazenamento de Mp)	Galpão 2 (Silo)	Galpão 2	Tenda 1	Tenda 2	Tenda 3 (Aberta) e Descarga e Silo
CEREAL GRÃO 1	Red		X	X			X
RESÍDUO DE BISCOITO(S)/ RECH OU RECHEADO	Blue	X					X
ORGÂNICO INDUSTRIAL	Yellow				X		
RESÍDUO VARREÇÃO MASSA	Green			X			
RESÍDUO DE CHOCOLATE	Brown	X				X	
CEREAL GRÃO 2	Light Blue		X	X			X
VARREDURA/RESÍDUOS DO MACARRÃO	Purple			X	X	X	

Fonte: Elaborado pelos autores

Como visto na Tabela 2 foi possível identificar um desperdício no início do processo produtivo do Produto X, algumas MP possuem mais de um local de armazenamento evidenciando a necessidade de uma ação de melhoria no quesito armazenagem. Na tabela 4 são apresentadas as distâncias entre os locais de armazenamento das MP e o início do processo produtivo do produto X, no qual pode ser na Descarga (rosca de piso) ou diretamente na Produção (moinhos).

Tabela 3 – Distância que as matérias-primas percorrem até o início de seu processo de produção

Distância do armazenamento de MP até seu início de processamento de produção	Distância que a MP percorre até a Descarga (m)	Distância que a MP percorre até a Produção (m)
Galpão 1 (Descaracterização e Armazenamento de Mp)	27.2	35
Galpão 2	112.2	119.3
Tenda 1	124.3	135.6
Tenda 2	42.4	49.9
Tenda 3 (Aberta)	24.8	32.1

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme visto na Tabela 3 as maiores distâncias se encontram na tenda 1 até a descarga com 124,3 m e da tenda 1 para a produção com 135,6 m. Outra distância que merece destaque é a encontrada do galpão 2 até a descarga com 112,2 m e do galpão 2 até a produção com 119,3 m.

A Tabela 4 apresenta a distância atual que a empilhadeira pode percorrer para movimentar as MP de categoria A.

Tabela 4 – Distância que as MP percorrem

MP	Local de início da produção		Locais de armazenamento (EM METROS)							Distância total percorrida (m)
	Produção	Descarga	Galpão 1 (Descarcaterização e Armazenamento de Mp)	Galpão 2 (Silo e moinho)	Galpão 2	Tenda 1	Tenda 2	Tenda 3 (Aberta)	Descarga e Silo	
CEREAL GRÃO 1		X		112,2	112,2			24,8	0	249,2
RESÍDUO DE BISCOITO(S/ RECH OU RECHEADO)		X	27,2						0	27,2
ORGÂNICO INDUSTRIAL	X					135,6				135,6
RESÍDUO VARREÇÃO MASSA		X			112,2					112,2
RESÍDUO DE CHOCOLATE	X		35				49,9			84,9
CEREAL GRÃO 2		X		112,2	112,2			24,8	0	249,2
VARREDURA/RESÍDUOS DO MACARRÃO	X				119,3	135,6	49,9			304,8

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Tabela 4 pode-se perceber que as maiores distâncias percorridas são da varredura/resíduos de macarrão com o total de 304,8 m e a dos cereais grão 1 e 2 com o total de 249,2 m.

Como sugestão de melhoria foi proposto fixar as MP da categoria A da curva ABC em apenas um local. A seguir é apresentado um diagrama de espagete proposto (Figura 8) feito com base na localidade fixa que cada MP poderia ter. As cores das linhas obedecem a mesma padronização apresentada na Tabela 2.

Figura 8 - Diagrama de Espagete em cima do arranjo físico das matérias-primas da indústria X, após a fixação de cada matéria-prima em apenas um local



Fonte: Elaborado pelos autores

Na Tabela 5 são apresentadas as distâncias que as MP poderiam percorrer, caso fossem alocadas em um local fixo, desde que não atrapalhassem o seu processamento de descaracterização ou de moição.

Tabela 5 – Distância que as MP poderiam percorrer

MP	Local de início da produção		Locais de armazenamento (EM METROS)							Distância total que poderia percorrer (m)
	Produção	Descarga	Galpão 1 (Descarcaterização e Armazenamento de Mp)	Galpão 2 (Silo e moinho)	Galpão 2	Tenda 1	Tenda 2	Tenda 3 (Aberta)	Descarga e Silo	
CEREAL GRÃO 1		X		112,2					0	112,2
RESÍDUO DE BISCOITO(S/ RECH OU RECHEADO)		X	27,2						0	27,2
ORGÂNICO INDUSTRIAL	X					135,6				135,6
RESÍDUO VARREÇÃO MASSA		X						32,1		32,1
RESÍDUO DE CHOCOLATE	X						49,9			49,9
CEREAL GRÃO 2		X		112,2					0	112,2
VARREDURA/RESÍDUOS DO MACARRÃO	X				119,3					119,3

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando a distância que os cereais grãos 1 e 2 percorrem é possível observar que de 249,2 m caso fosse aplicada a proposta passaria para 112,2 m e a varredura/resíduos de macarrão passaria de 304,8 m para 119,3 m.

Para fins de comparação da situação atual com a melhoria proposta, a Tabela 6 apresenta a soma das distâncias percorridas, e o percentual ganho na movimentação.

Tabela 6 – Percentual de diminuição na movimentação das matérias-primas de categoria A da curva ABC

MP	Distância total percorrida antes da melhoria (m)	Distância total percorrida se aplicada a melhoria (m)	Porcentual de diminuição de movimento
CEREAL GRÃO 1	249,2	112,2	55,0%
RESIDUO DE BISCOITO(S/ RECH OU RECHEADO)	27,2	27,2	0,0%
ORGÂNICO INDUSTRIAL	135,6	135,6	0,0%
RESÍDUO VARREÇÃO MASSA	112,2	32,1	71,4%
RESÍDUO DE CHOCOLATE	84,9	49,9	41,2%
CEREAL GRÃO 2	249,2	112,2	55,0%
VARREDURA/RESÍDUOS DO MACARRÃO	304,8	119,3	60,9%

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 6 evidência que a melhora poderia ser significativa podendo chegar a uma diminuição na movimentação das MP de até 71,4% como no caso do resíduo varreção massa. Além da melhoria de ganhos em cima da movimentação, esse processo contribuiria com a fixação de cada MP em um local (ou descarga), proporcionando um melhor desenho de rota para que o operador de empilhadeira pudesse percorrer, evitando frustrações de chegar em um determinado local e não existir MP em estoque.

Com o uso do PFMA o dezanove (19) MP da mesma família das MP de categoria A, observadas na curva ABC, também seriam impactadas pelas melhorias, pois elas seguem o mesmo processo que as MP de categoria A.

5. Conclusão

Com o uso das ferramentas adotadas nessa pesquisa foi possível notar com clareza problemas cotidianos de localização e movimentação das MP no chão de fábrica da indústria X. Através da curva ABC, foi possível identificar a importância que as MP de categoria A possuem para a fabricação do produto X, pois das trinta e sete (37) MP utilizadas, sete (7) são dessa categoria e com o uso do PFMA foi possível encontrar doze (12) MP que possuem processos idênticos as MP de categoria A, logo, dezanove (19) MP caso fossem aplicadas as melhorias

propostas com esse estudo.

O fluxograma contribuiu para entender os processos dos cereais grãos, matéria-prima evidenciada como parte da categoria A. O diagrama de espaguete da situação atual das MP de categoria A foi feito em cima do layout da planta baixa e apresentou as distâncias percorridas por ela na indústria X.

O uso das quatro ferramentas supracitadas embasou o estudo para a análise e proposta de melhoria com o objetivo de diminuir o desperdício de movimentação. Como ação de melhoria foi proposto a fixação das MP de categoria A em um local de armazenamento.

Como possíveis resultados, caso a proposta fosse aplicada na indústria X, haveria a seguinte diminuição de movimentação de cada MP da categoria A:

- Cereal Grão 1: 55% de diminuição;
- Resíduo de Biscoito: 0% de diminuição;
- Orgânico Industrial: 0% de diminuição;
- Resíduo de Varreção Massa: 71,4% de diminuição;
- Resíduo de Chocolate: 41,2% de diminuição;
- Cereal Grão 2: 55% de diminuição;
- Varredura/ Resíduos do Macarrão: 61,9% de diminuição.

O maior impacto seria nas MP, resíduo de varreção massa e varredura/ resíduos de macarrão com 71,4% e 61,9 % respectivamente.

As principais dificuldades encontradas estão relacionadas aos cálculos das rotas exatas das MP para a elaboração da tabela com as distâncias percorridas, como as MP não possuem apenas um local fixo, a distância percorrida era difícil de encontrar por meios convencionais, como por exemplo: trenas. Por isso, foi necessário o uso das cotas do *software* CAD, para encontrar uma aproximação das distâncias.

Como visto durante o estudo, as MP possuem mais de um local de armazenamento e o intuito da pesquisa foi eliminar locais excessivos de armazenagem de algumas MP, na tentativa de alcançar um resultado significativo na movimentação das empilhadeiras com a padronização do local de armazenamento de cada MP. Esse aprendizado permitirá dar início a uma série de estudos para melhorias futuras, como por exemplo: estudo de diminuição de movimentos das empilhadeiras buscando a utilização com precisão em relação a todo movimento que a mesma realizará, além do estudo da quantidade de gás necessário para fazer determinado manejo de MP, entre outros.

6. Referências Bibliográficas

CORRÊA, L. H.; CORRÊA, C. A. Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços - Uma Abordagem Estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

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: 14 jan. 2021.

FULLERTON, Rosemary R.; KENNEDY, Frances A.; WIDENER, Sally K. Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. Journal of Operations Management. v. 32, p. 414-428. 2014.

GRABAN, M. Hospitais Lean: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Tradução Raul Rubenich. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 293p.

JORNAL, N. A economia fraca no final de 2020. E o cenário para 2021. Disponível em:

< <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2021/02/14/A-economia-fraca-do-fim-de-2020.-E-o-cen%C3%A1rio-para-2021> > Acesso em: 24 abril 2021.

LETTI, G.C; GOMES L. C. Curva ABC: Melhorando o gerenciamento de estoques de produtos acabados para pequenas empresas distribuidoras de alimentos. Update, Porto Alegre, v.1, n. 2, p. 66-86. 2014.

LUCAS, A. s. et al Mapeamento de Processos: um estudo no ramo de serviços IJIE: Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial. Florianópolis Vol 7 2015. Disponível em

<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/3667/pdf_107> Acesso em: 12 jan. 2021.

MELLO, C.H.P.; SILVA, C.E.S.; TURRIONI, J.B.; SOUZA, L.G.M. ISO 9001:2000. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviço. São Paulo: Atlas.

MOREIRA, D. A. Administração da Produção e Operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NEUMANN, C. & SCALICE, R. Projeto de Fábrica e Layout. 1.ed. Rio de Janeiro, 2015.

OHNO, T. Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. ed. São Paulo: Bookman, 1997.

OKUMURA, J.; Vinotti, C. A.; Santos, I. L.; Okumura, M. L. M.; Canciglieri Junior, O. Manufatura Lean aplicada no processo fabril para implantação do código de barra bidimensional QR-Code no controle operacional. In. Anais do VIII Congresso de Sistemas Lean, p.48-60, Santa Catarina, 2018.

PEINADO, J.; GRAEML, A. Administração da produção (Operações industriais e de serviços). 1.ed. Paraná, 2007, p. 154.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar. LeanInstitute Brasil. São Paulo. P 118, 1999.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VENDRAME, F. C. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais, 2008. Apostila da Disciplina de Administração, Faculdades Salesianas de Lins.

WOMACK, J. The product family matrix: homework before value stream mapping. In: LeanThinkers' Corner, 2001.

WOMACK, J.; JONES, Daniel. T; ROOS, Daniel. A máquina que mudou o mundo. 11ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p 332.