

AUMENTO DA DISPONIBILIDADE OPERACIONAL ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO LEANMANUFACTURING

INCREASE IN OPERATIONAL AVAILABILITY THROUGH THE APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING

Beatriz Greicyelle de Simone – b.greicyelle@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Carlos Roberto Regattieri – regattieri14@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v19i2.1474

Data de submissão: 01/09/2022

Data do aceite: 28/11/2022

Data da publicação: 20/12/2022

RESUMO

Nos dias atuais, a competitividade é uma exigência básica para a sobrevivência e oportunidades de expansão de uma empresa, proveniente de melhorias na produtividade e redução de custos, sem afetar a qualidade dos seus produtos. Este trabalho apresenta o sistema de gestão *Lean Manufacturing* e a ferramenta *SMED* como uma alternativa para solução de um problema comum entre as empresas: o desperdício. Neste artigo, vamos demonstrar a aplicação desta metodologia para reduzir o tempo de *SETUP* de uma linha de produção, afim de aumentar a disponibilidade operacional de uma grande e renomada empresa alimentícia por meio de uma pesquisa de campo. Os resultados obtidos demonstram que o *Lean Manufacturing* é uma ferramenta poderosa para incremento na competitividade e melhorando a qualidade de trabalho dos seus colaboradores.

Palavras-chave: Desperdício. *Lean Manufacturing*. Produtividade. Redução de tempo de *setup*.

ABSTRACT

Nowadays, competitiveness is a basic requirement for the survival and expansion opportunities of a company, resulting from improvements in productivity and cost reduction, without affecting the quality of its products. This work presents the Lean Manufacturing management system and the *SMED* tool as an alternative to solve a common problem among companies: waste. In this article, we will demonstrate the application of this methodology to reduce the *SETUP* time of a production line, in order to increase the operational availability of a large and renowned food company through field research. The results obtained demonstrate that Lean Manufacturing is a powerful tool for increasing competitiveness and improving the quality of work of its employees.

Keywords: Waste. Lean Manufacturing. Productivity. *Setup* time reduction.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente evolução da tecnologia e aquecimento da economia de mercado, o aumento da competitividade entre as empresas vem crescendo fortemente.

Dessa maneira, as organizações precisam gerir de forma adequada seus recursos e sua capacidade de resposta ao ambiente externo que de certa forma, afeta diretamente sua visão de futuro. Portanto, é indispensável que a empresa entregue como diferencial um produto com nível elevado de qualidade, buscando garantir a satisfação de seus clientes.

Nesse sentido, a filosofia *Lean Manufacturing* surge como modelo promissor e gerador de resultados efetivos que pode ser utilizado em todos os ramos de negócio, quando utilizado das diversas ferramentas que oferece.

O pensamento *Lean Manufacturing* busca “utilizar menor quantidade de tudo em comparação com a produção em massa: a metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento para ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos” (PAZZINATO; SENISE, 1993).

Diminuir custos, melhorar a eficiência dos processos e eliminar desperdícios significa aumentar os lucros possibilitando ser mais competitivo no mercado.

Este estudo de caso foi realizado em uma empresa de alimentícia e procurou demonstrar como algumas ferramentas baseadas nesta filosofia podem melhorar o tempo de *setup* e agregar mais valor ao produto final por meio de técnicas baseadas na teoria *Lean Manufacturing*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O SURGIMENTO

O *Lean Manufacturing* também conhecido por Sistema Toyota de Produção originou-

se no Japão após a Segunda Guerra Mundial, na década de 60. Era um momento em que o mercado exigia maior flexibilidade e juntamente com o crescimento dos concorrentes, conduzia a um novo sistema de produção sendo, portanto, desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe (OHNO, 1997).

Devastado pela Segunda Guerra Mundial, o Japão não dispunha de recursos para realizar altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa, a partir daí, surgiu a necessidade de se criar um novo modelo gerencial, nascendo assim, o Sistema Toyota de Produção na *Toyota Motor Company*, estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota.

O objetivo fundamental do novo sistema caracterizara-se por qualidade e flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir no cenário internacional.

2.2 FERRAMENTA SMED

Ao final dos anos 80, Shigeo Shingo criou o *Lean Manufacturing* e a metodologia *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*) que baseia-se em um conjunto de técnicas que possibilitam a preparação de um equipamento no menor tempo possível.

De acordo com Sugai, McIntosh e Novaski (2007), a metodologia é considerada a principal referência quando trata-se de redução dos tempos de *setup*. Satolo e Calarge (2008) afirmam que o tempo de *setup* pode ser definido como o tempo transcorrido para realização de todas as tarefas necessárias para a troca de ferramenta, desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior, até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feita a primeira peça do lote posterior. Segundo Reis e Alves (2010), a base do método *SMED* está no entendimento de que as operações de *setup* são de dois tipos diferentes: *setup* interno que são as atividades que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada e *setup* externo que são as atividades que podem ser realizadas quando a máquina estiver em funcionamento.

O *SMED* proporciona uma maneira rápida e eficiente de alterar um processo de fabricação quando o produto deve ser modificado (BRAGLIA; FROSOLINI; GALLO, 2016).

2.3 SETE DESPERDÍCIOS

Para OHNO (1997), a produção enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios. Produzir mais com o mínimo de recursos talvez seja o grande objetivo das empresas, pois assim, a eficiência melhora quando se produz com zero desperdício, elevando o lucro.

O Segundo OHNO (1997), no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Abaixo a definição de cada um dos sete desperdícios:

- **Espera:** consiste no tempo em que nenhum processamento é executado. Existem três tipos de perdas: no processo, quando ocorre a falta ou atraso na matéria-prima e um lote inteiro fica aguardando a operação da máquina para iniciar sua produção; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e tem que esperar todas as outras peças do lote para poder seguir a próxima etapa; e do operador, quando permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação.
- **Transporte:** é aquela que são realizados deslocamentos desnecessários ou estoques temporários e devem ser eliminadas através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas.
- **Retrabalho:** a perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado, significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra e equipamentos, movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.
- **Movimentação:** relaciona-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação e as técnicas de estudo de tempos e métodos de padronização são importantes para eliminar este desperdício.
- **Superprodução:** a perda por superprodução pode ser por quantidade, que é a produção além do volume programado ou por antecipação, que é a perda por produzir antes do momento necessário.
- **Processamento Desnecessário:** consiste em máquinas ou equipamentos usados de modo inadequado quanto à capacidade ou capacidade de desempenhar uma

operação. Dessa maneira, é preciso aplicar as metodologias de engenharia e análise de valor, que são importantes ferramentas para minimizar este desperdício, que não afeta as funções básicas do produto.

- **Estoque:** significa desperdício de investimento e espaço. Sua redução deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizado um levantamento de dados, durante seis meses e, através de uma revisão bibliográfica, junto com uma pesquisa de campo, qualitativa, quantitativa e descritiva, em uma indústria alimentícia do interior do estado de São Paulo que terá seu nome preservado, demonstrando a aplicabilidade e os resultados da utilização da ferramenta para a organização.

4 ESTUDO DE CASO

A linha de produção do estudo possui uma grande diversidade de produtos com medidas de massa para envase. O equipamento produz itens nas seguintes medidas: 1,01L, 900g, 500ml e 150ml. Esta linha de produção chama-se Serac e é composta pelos seguintes equipamentos:

- Posimec: máquina posicionadora de frascos;
- Serac: máquina de envase que conta com tampadeira interna e externa;
- Rotuladeira P.E: máquina que rotula o frasco;
- Packform: composta pela armadora de caixas, a encaixotadora e a seladora de caixas.

4.1 SETUP

O *setup* de máquina é o período em que a produção é interrompida para que os equipamentos sejam ajustados, ou seja, quando a máquina esta parada para se reajustar e fazer uma troca de produto.

Neste estudo será abordado o *setup* do equipamento principal, a máquina de envase, que demanda mais tempo e ajuste, medidos no item 900g para a produção do item 150 ml. Para este

setup, são realizadas as seguintes operações:

- Troca do bico: a cavidade do frasco do 900g é 26grs e do frasco 150ml é de 17grs, conseqüentemente, muda-se o tamanho do frasco. O bocal do frasco 150ml é menor e o produto envasado é mais fino, sendo necessário um bico menor para fazer a dosagem do produto;
- Porta tela: são telinhas, equivalentes a uma peneira, que serve para fazer a segurança do produto e ajudar a reduzir a pressão da dosagem;
- Vareta e Redutores de Pressão: por conta do produto (150ml) ser mais fino e líquido, é necessário colocar estes itens que servem para reduzir a pressão da dosagem, evitando que o produto transborde no frasco;
- Ferramental (Rosca, Guias e Estrelas); a rosca leva o frasco até o guia e a estrela, o guia é o apoio da estrela e a mesma leva o frasco para a tolva e os bicos, que fazem a dosagem e envase do produto;
- Castanha: faz o fechamento das tampas;
- Prato e Guias: são responsáveis por direcionar as tampas para as castanhas na tampadeira inteira;
- Base: apoio das castanhas e da tampadeira para realizar o fechamento dos frascos;
- Tampadeira externa: elevador que transfere e faz a passagem das tampas do estoque pulmão, passa pelos guias e entra na tampadeira interna para fazer o fechamento do frasco;
- Filtro: malha de aço inox 2mm. O filtro contém furos grandes pois o produto do frasco 900g é mais denso. Para o envase do produto 150ml, é utilizado o mesmo filtro, porém é colocado uma tela de proteção, pois o produto é mais líquido e fino.

4.1.1 ESTADO ATUAL

Foram mensurados os tempos de cada ação que o operador deveria executar para a realização do *setup* e após o levantamento de dados, foi constatado que o tempo médio para

este cada *setup* foi de 1 hora e 50 minutos, executado por somente 1 operador.

No estado atual, o ferramental dos dois lados da máquina são colocados em um único palete plástico, sem estar disposto por ordem de utilização e transportado por uma paleteira manual, conforme foto a seguir:

Ilustração 1 – Ferramental (estado atual)



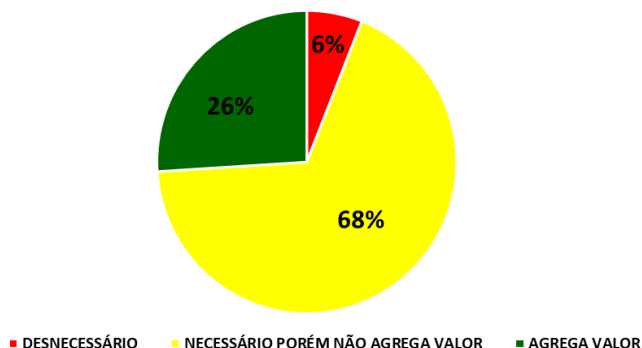
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Existem três categorias para classificar os processos e avaliar agregação de valor em uma empresa com o ponto de vista do cliente.

- 1º Agrega valor: são atividades que ocorrem quando existe transformação de produtos ou serviços da empresa;
- 2º Necessário, porém não agrega valor: são as atividades importantes para o funcionamento da empresa, mas não ocorre transformação;
- 3º Desnecessário: são as atividades desnecessárias, onde não ocorre transformação e é considerada desperdício.

Aplicando o DNA neste tempo total, é visível que 6% é desnecessário, 68% não agrega valor porém é necessário e somente 26% de fato agrega valor ao produto.

Ilustração 2 – DNA (estado atual)



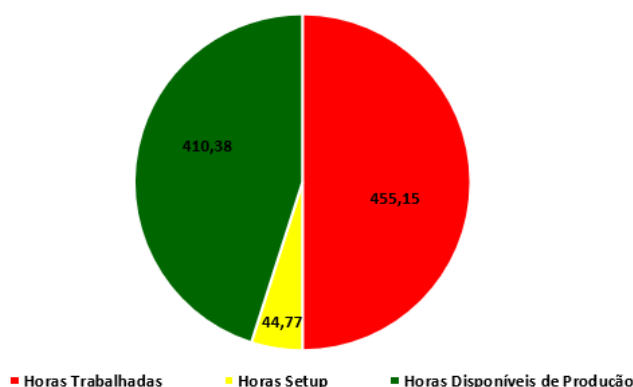
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na execução do *setup*, podemos observar que não há uma preparação externa, e com isso, houve bastante desperdício de tempo, visto que, a maioria dos materiais necessários estavam longe da máquina e o operador deveria buscá-los. Notamos também que, este *setup* trazia malefícios a ergonomia, pois o operador passava diversas vezes por debaixo da esteira para ir até o “carrinho de *setup*” pegar peças pesadas, ao invés de dar a volta na máquina.

Os valores mensurados durante a medição de 30 dias da linha Serac foram de:

- 455,15 horas trabalhadas;
- 24 *setups* que correspondem a 44,77 horas;
- 410,38 horas disponíveis de produção;

Ilustração 3 – Valores Mensurados (estado atual)

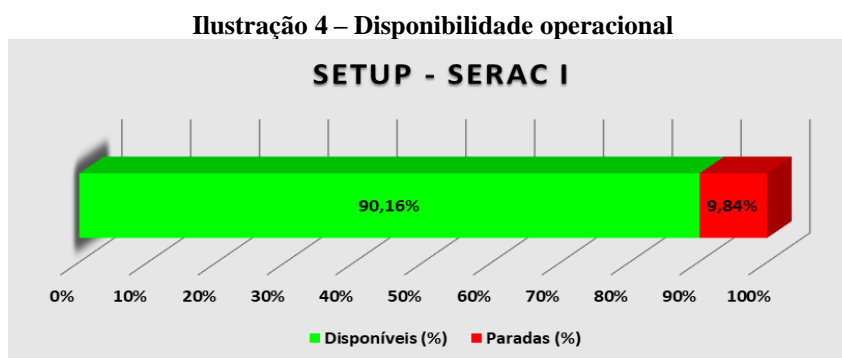


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com 44,47 horas de *setup*, esta máquina está deixando de produzir 21.488 caixas do

produto 900g.

Levando em consideração os dados acima, a linha de produção apresenta aproximadamente 10% de perda da disponibilidade operacional, conforme demonstra o gráfico abaixo:



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.1.2 ESTADO FUTURO

Após vários estudos e implementação da ferramenta *SMED*, algumas ações foram modificadas afim de melhorar a ergonomia e reduzir o tempo de *setup*. Tais ações foram padronizadas e, todo *setup* é executado de tal forma:

- Preparação do *setup* externo: todas as ferramentas e utensílios a serem utilizados foram separadas e alocadas próximo a máquina antes de iniciar o *setup* de fato;
- *Setup* em duplas: o *setup* foi realizado por uma dupla do lado esquerdo e uma dupla do lado direito, e cada dupla continha 1 operador (que é o executor do *setup*) e 1 ajudante (para que possa entregar as peças para o operador montar a máquina);
- Matriz de *setup*: foi elaborado uma matriz contendo todos os produtos, qual o tipo de *setup* e o tempo que a dupla deveria gastar para executá-lo.
- Mesas de *setup*: uma mesa continha todas as peças que seriam utilizadas do lado esquerdo e a outra mesa, todas as peças que seriam utilizadas do lado direito e as peças foram dispostas e organizadas por ordem de utilização, conforme abaixo:

Ilustração 5 – Ferramental (estado futuro)

LADO ESQUERDO**LADO DIREITO**

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Tabela 1 – Tempos de *setup*

CÓD.	TIPO SETUP	TEMPO
1	Bico e vareta	10min
2	Bico e vareta (valtec e redutor de pressão)	12min
3	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas) e filtro	35min
4	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), base tampadeira e filtro	35min
5	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, guias das tampas, tampadeira externa e filtro	40min
6	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas e tampadeira externa	45min
7	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas, tampadeira externa e filtro	45min
8	Bico, porta tela, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, guias das tampas e tampadeira externa	40min

9	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão) e ferramental (guias e estrelas)	18min
10	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão) e retirar filtro	12min
11	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão) e trocar filtro	12min
12	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas) e filtro	18min
13	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias da tampas, tampadeira externa e filtro	40min
14	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas e tampadeira externa	40min
15	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, guias das tampas e tampadeira externa	35min
16	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, guias das tampas, tampadeira externa e filtro	35min
17	Bico, vareta e ferramental (guias e estrelas)	15min
18	Bico, vareta e filtro	10min
19	Bico, vareta, ferramental (guias e estrelas) e filtro	18min
20	Bico, vareta, ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas e tampadeira externa	40min
21	Bico, vareta, ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas, tampadeira externa e filtro	40min
22	Bico, vareta, ferramental (guias e estrelas), castanha, prato, base tampadeira, guias das tampas, tampadeira externa e retirar filtro	40min
23	Colocar filtro	05min
24	Colocar porta tela e trocar filtro	10min
25	Ferramental (guias e estrelas)	15min
26	Ferramental (guias e estrelas), base tampadeira e porta tela	10min
27	Ferramental (guias e estrelas) e porta tela	20min
28	Ferramental (guias e estrelas), base tampadeira, porta tela e filtro	15min
29	Ferramental (guias e estrelas), porta tela e filtro	25min
30	Ferramental (guias e estrelas), retirar porta tela e retirar filtro	15min
31	Ferramental (guias e estrelas), retirar porta tela e trocar filtro	20min
32	Lavagem do filtro	05min
33	Retirar filtro	05min
34	Retirar porta tela e trocar filtro	08min
35	Trocar filtro	05min
36	Bico, vareta, ferramental (guias e estrelas), base tampadeira e filtro	18min

37	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas) e base tampadeira	25min
38	Bico, vareta (valtec e redutor de pressão), ferramental (guias e estrelas), base tampadeira e filtro	25min

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Abaixo, um pequeno demonstrativo da Matriz de *Setup* contendo o tipo de produto, o código correspondente da tabela acima e o tempo que deve levar para execução, considerando dois operadores e dois ajudantes:

Ilustração 6 – Matriz *Setup*

DE → PARA	MOSTARDA AMARELA 1,010g		MOLHO DE PIMENTA VERMELHA 1,010g		MOLHO DE PIMENTA CALABRÊS 1,010g		MOLHO DE ALHO 1,010ml		MOLHO SHOYU 1,010ml		MOLHO INGLES COMUM 1,010ml		MOLHO DE PIMENTA VERMELHA 150ml	
	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO	CÓD.	TEMPO
MOSTARDA AMARELA 1,010g	-	-	1	10min	18	10min	1	10min	11	12min	2	12min	14	40min
MOLHO DE PIMENTA VERMELHA 1,010g	1	10min	-	-	33	05min	32	05min	11	12min	2	12min	14	40min
MOLHO DE PIMENTA CALABRÊS 1,010g	18	10min	23	05min	-	-	23	05min	11	12min	11	12min	13	40min
MOLHO DE ALHO 1,010ml	1	10min	-	-	33	05min	-	-	11	12min	2	12min	14	40min
MOLHO SHOYU 1,010ml	18	10min	18	10min	18	10min	18	10min	-	-	35	05min	13	40min

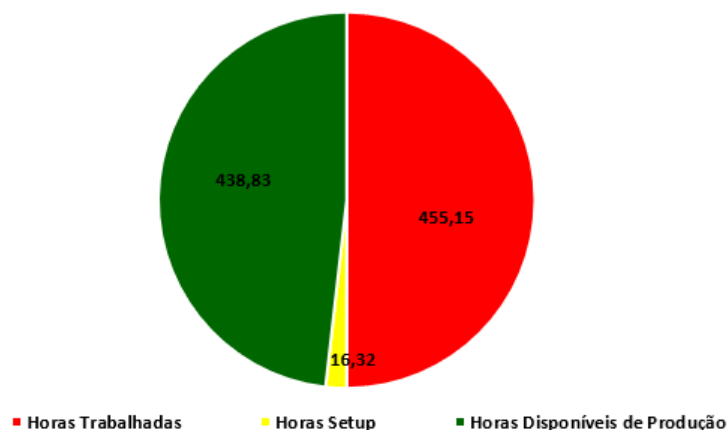
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após a implementação das melhorias, o tempo de *setup* teve 63% de redução, sendo executado em apenas 41min.

Aplicando essa melhoria nos 24 *setups* do estado atual, teremos:

- 455,15 horas trabalhadas;
- 24 *setups* que correspondem a 16,32 horas;
- 438,83 horas disponíveis de produção;

Ilustração 7 – Valores Mensurados (estado futuro)

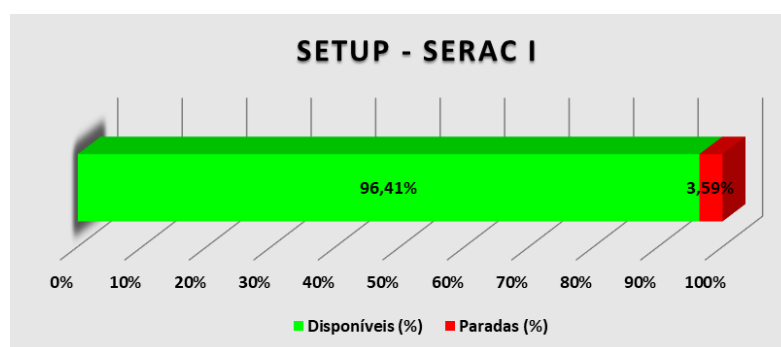


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com 16,32 horas de *setup*, esta máquina terá ganho de aproximadamente 15 dias de produção, o que corresponde a 163.680 caixas/anuais do produto 900g.

Levando em consideração os dados acima, a linha de produção apresenta um ganho de disponibilidade operacional de aproximadamente 7% em relação ao estado atual, conforme demonstra o gráfico abaixo:

Ilustração 8 – Disponibilidade operacional (estado futuro)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo descrever o processo de melhoria de uma linha de produção de uma empresa alimentícia aplicando os conceitos do Lean Manufacturing e a ferramenta SMED.

Por meio dessa aplicação, o propósito do projeto foi alcançado, melhorando portanto, a

condição física de trabalho dos colaboradores e aumentando a disponibilidade operacional da linha.

Os processos não eram padronizados, dessa maneira, cada operador executava o processo da maneira que achava melhor, o que conseqüentemente trazia diversos tipos de desperdícios, como por exemplo, o desperdício de tempo, levando mais de uma hora para execução do *setup*.

Com a padronização dos processos e redução dos desperdícios, os resultados obtidos foram de grande impacto na organização. Havia uma estimativa de reduzir o tempo de *setup* em pelo menos 50% e o atingido foi 63%, tendo um ganho de aproximadamente 15 dias de produção anuais, equivalente a um aumento no faturamento de 3 milhões de reais.

Neste caso, seria importante que a Empresa X replicasse este projeto de melhoria para as outras linhas de produção que necessitam de *setup*, afim de aumentar a disponibilidade operacional e continuar investindo na aprimoração de técnicas e melhorias cabíveis.

REFERÊNCIAS

BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco; GALLO, Mose. Enhancing SMED : Changeover Out of Machine Evaluation Technique to implement the duplication strategy. **Production Planning & Control**, v. 7287, 2016.

HOEFTS, S. **Histórias do Meu Sensei: Duas Décadas de Aprendizado Implementando os Princípios do Sistema Toyota de Produção**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.

PAZZINATO, A. L.; SENISE, M. H. U. **História moderna e contemporânea**. São Paulo: Editora Ática, 1993.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

REIS, M. E. P.; ALVES, J. M. **Um método para o cálculo do benefício econômico e definição da estratégia em trabalhos de redução do tempo de setup**. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 579-588, 2010.

SATOLO, E. G.; CALARGE, F. A. **Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais**. Exacta, São Paulo, v. 6, n. 2, 2008.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. C.; NOVASKI, O. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, 2007.