

UTILIZAÇÃO DO INDICADOR OEE – *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*, APLICADO A MELHORIA DE PROCESSOS DE EMPRESAS MANUFATUREIRAS, UTILIZANDO A FILOSOFIA LEAN SIX-SIGMA, DMAIC E *PROJECT A3*

CARLOS ROBERTO REGATTIERI¹

¹Fatec TAQUARITINGA - PRODUÇÃO INDUSTRIAL

carlos.regattieri@fatec.sp.gov.br

Use of the Global Efficiency Indicator (OEE – Overall Equipment Effectiveness), Applied to Continuous Improvement in Manufacturing Companies with the Application of the A3 Project Concept in the Treatment of Improvements and Mapping of Processes by Flowchart

Eixo Tecnológico: *Produção Industrial*

Resumo

A utilização do Indicador de Eficiência Global (OEE - Overall Equipment Effectiveness) tem se mostrado uma ferramenta fundamental no processo de melhoria contínua em empresas manufatureiras. O indicador permite que as organizações identifiquem possíveis restrições e ineficiências em seus processos produtivos, contribuindo para a redução de desperdícios e aumento da produtividade. O OEE é calculado a partir da multiplicação dos indicadores de disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade avalia o tempo em que a máquina ou equipamento esteve disponível para a produção. O desempenho mensura a eficiência da máquina ou equipamento durante o tempo de produção. Já a qualidade verifica a porcentagem de produtos ou serviços que atendem às especificações estabelecidas. Com os dados obtidos a partir do OEE, é possível realizar uma análise detalhada dos processos para identificar as causas das baixas eficiências, desperdícios e restrições, e, assim, definir ações corretivas e melhorias. Estas ações serão tratadas com a filosofia Lean Six-Sigma, a metodologia DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve and Control (Definição, Medida, Análise, Melhoria e Controle) e Project A3. A utilização de fluxogramas para mapear os processos também se torna essencial na aplicação do OEE e no tratamento das melhorias. Permite visualizar de forma clara e objetiva como os processos ocorrem, identificando possíveis pontos de falha, retrabalho e restrições. Estes dados são coletados diretamente nas Empresas em seus processos de produção.

Palavras-chave: *OEE, Six-Sigma, DMAIC, Melhoria de Processos, Project A3.*

Abstract

The use of the Global Efficiency Indicator (OEE - Overall Equipment Effectiveness) has proven to be a fundamental tool in the process of continuous improvement in manufacturing companies. The indicator allows organizations to identify possible restriction and inefficiencies in their production processes, contributing to reducing waste and increasing productivity. OEE is calculated by multiplying availability, performance and quality indicators. Availability evaluates the time during which the machine or equipment was available for production. Performance measures the efficiency of the machine or equipment during production time. Quality checks the percentage of products or services that meet established specifications. With the data obtained from the OEE, it is possible to carry out a detailed analysis of the processes to identify the causes of low efficiencies, waste and restriction, and thus define corrective actions and improvements. These actions will be treated with the Lean Six-Sigma philosophy, the DMAIC methodology – Define, Measure, Analyze, Improve and Control (Definition, Measure, Analysis, Improvement and Control) and Project A3. The use of flowcharts to map processes also becomes essential when applying OEE and addressing improvements. They allow you to clearly and objectively visualize how processes occur, identifying possible points of failure, rework and restriction. This data is collected directly from the Companies in their production processes.

Key-words: *OEE, Six-Sigma, DMAIC, Processes improvement, Project A3.*

1. Introdução

As Empresas precisam ser eficazes e terem uma produção com o mais baixo custo possível. Este cenário é exigido no ambiente fabril e de manufatura nos tempos atuais, onde há a necessidade de se utilizar novas matérias primas, novos conceitos produtivos, a implementação da Indústria 4.0, bem como a preocupação com o Meio Ambiente, visando a aplicação da Redução dos Gases Efeito Estufa provenientes dos ambientes fabris. A demanda atual exige produtos com qualidade e com maior valor agregado. Estas Empresas buscam uma abordagem para a melhoria de seus processos produtivos através da implantação de melhorias. Conceitualmente buscam o OEE - Eficiência Global dos Equipamentos, possibilitando reconhecer a “Fábrica Oculta” dentro dos seus ambientes fabris, o que deve contribuir para a melhoria do resultado produtivo e consequentemente seu custo, possibilitando melhores lucros.

A implantação do indicador OEE permite entender o desempenho dos Centros de Custo (ambiente fabril) e identificar onde será possível a melhora da eficácia do processo. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes nos processos industriais, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, desempenho e qualidade [1]. O OEE é um indicador que mede o desempenho de forma “tri-dimensional”, que considera os três componentes do OEE que são [2].

- tempo útil que o equipamento tem para funcionar, ou seja, produzir que é a disponibilidade do equipamento;
- a eficiência durante o funcionamento, desempenho do equipamento;
- a qualidade do produto resultado do processo;

Na perspectiva de melhoria dos processos um fator importante é a identificação dos gargalos. Estes gargalos são estudados pela Teoria das Restrições - *Theory of Constraints* (TOC), que é um desenvolvimento recente no aspecto prático da tomada de diversas decisões organizacionais nas quais existem restrições. Uma restrição é qualquer fator numa empresa que a impede ou limita seu movimento em direção aos objetivos. A TOC tem sido aplicada em três diferentes níveis de tomada de decisão: gerência da produção, na resolução de problemas relacionados aos gargalos, à programação e à redução dos estoques e, na análise de rentabilidade, levando à mudança de decisões baseadas em custo para decisões da melhoria contínua das operações que afetam a rentabilidade; e, gestão de processos, na identificação de fatores organizacionais, que não são necessariamente recursos, que impedem as empresas de atingirem seus objetivos.

A aplicação da filosofia Lean Six-Sigma possui 5 fases definidas para sua implantação [3]:

FASE 1: AVALIAÇÃO, PARTIDA E DESDOBRAMENTO ESTRATÉGICO: Aqui são discutidos o significado e os benefícios do programa Seis Sigma envolvendo as oportunidades das atividades centradas no conhecimento. Esta fase também cobre o desdobramento, treinamento, seleção de projetos e necessidades gerenciais.

FASE 2: MEDIÇÃO: Nesta fase devem ser definidos os projetos, calculados e medidos os fatores de desempenho dos projetos e qualificada a variabilidade. As variáveis de entrada e saída de processos potenciais chave são identificadas. As ferramentas básicas para análise tais como medições Seis Sigma, análise de efeitos e modo de falha (FMEA) e o desdobramento da função qualidade (QFD) devem ser implementados.

FASE 3: ANÁLISE: Os assuntos cobertos nesta fase são: análise de dados com o objetivo de adquirir conhecimento sobre relações casuais. Informações desta análise podem ajudar na determinação das fontes de variabilidade e do desempenho insatisfatório, o que pode ser de grande utilidade na melhoria dos processos. Também devem ser discutidos testes de inferência, componentes da variância, análise de correlação e análise de variância (ANOVA).

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

FASE 4: MELHORIA: Esta etapa faz uso de desenho de experimentos (DOE) para ganhar conhecimento dos processos mudando estruturalmente os níveis operacionais de vários fatores simultaneamente dentro do processo. Esta informação pode ajudar a identificar os valores das variáveis chave para otimizar processos e oportunidades de mudança.

FASE 5: CONTROLE: Inclui controle de processo, engenharia de controle de processo, juntamente com sistemas pré - controle e a prova de erros, confiabilidade e testes passa/não passa.

O Relatório A3, também conhecido como “*One Page Report*”, é uma peça-chave para qualquer programa de Melhorias [4]. Definimos o A3 como um processo usado para documentar e relatar soluções para problemas estabelecidos em qualquer área da organização e este caracteriza-se pela maneira específica como as informações são apresentadas numa folha A3. Inicialmente o A3 foi desenvolvido simplesmente como um Formulário que permitia compartilhar informações e acompanhar o andamento da solução de problemas, mas em seguida, ficaram claros alguns traços comuns que caracterizavam o A3 como uma forma de pensamento dentro da Toyota, tornando sua aplicação muito poderosa, assim, A3 é um pensamento, uma maneira de usar a arma que aumenta sua efetividade. Os longos anos de uso do A3 acabaram por construir um Método, um processo para solução de problemas de simples e ampla aplicação. A3 é um método, uma ferramenta estruturada para vencer os diversos obstáculos e dificuldades que existem em qualquer organização [4]. Inicia-se com a criação da história (*Story Board*), a revisão contínua da história com outros (*Catch Ball*), a reescrita e a elaboração da história dentro de um ciclo PDCA (Planejamento, Fazer, Controle, Ação).

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

É utilizado para coleta de dados, planilhas previamente preenchidas de acordo com as necessidades e cronômetros para tomadas de tempo dos processos a serem metrificados.

2.2. Metodologia

Esta pesquisa se classifica como uma pesquisa descritiva, exploratória, de caráter qualitativa, baseada em um estudo de caso realizado em indústrias manufatureiras. É realizado a coleta de dados e, em seguida, uma análise com os conceitos que envolvem a OEE, TOC, Filosofia Lean Six-Sigma, DMAIC e Project A3 e posteriormente a execução do Mapeamento do Processo através do Bizagi, em confronto com as práticas observadas no estudo de caso (chão de fábrica).

Desta forma é possível observar com assertividade os impactos positivos que a OEE causa quando aplicada de forma efetiva e associada com melhorias propostas e o futuro mapeamento do Processo para o melhor conhecimento e tratativa do processo, pois são analisados conteúdos extraídos diariamente dos formulários de análise preenchidos pelo pesquisador, que alimentam as planilhas correspondentes para posterior verificação do problema e análise dos resultados, possibilitando a proposição das melhorias mencionadas, essenciais ao processo produtivo.

Para que haja a realização desta pesquisa, é necessária uma série de ações, desde a revisão de literatura, até a coleta de dados, facilitando a visualização prática da aplicação da OEE no ambiente fabril.

O estudo é realizado utilizando-se planilhas de registro, também conhecidas como diário de bordo, nas quais são anotadas todas as paradas e ocorrências, de acordo com cada produto

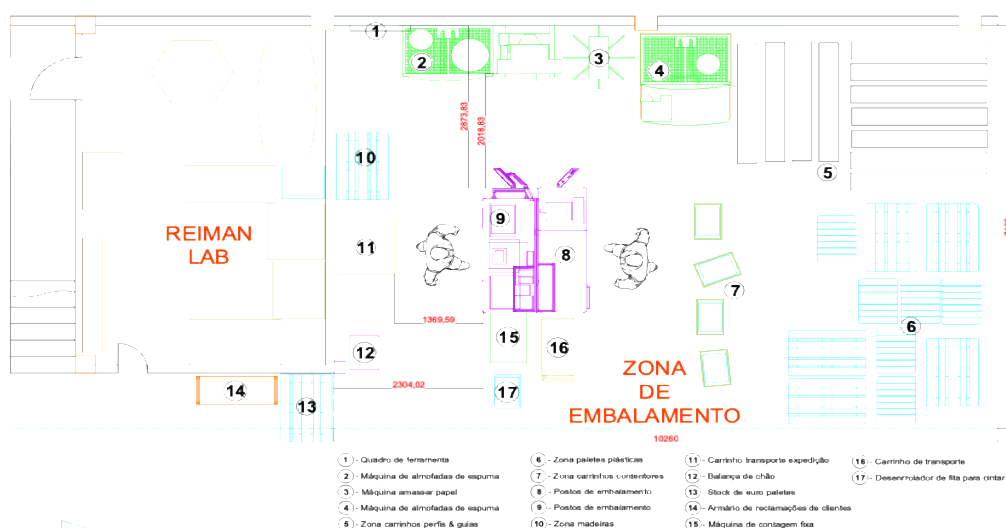
processado e seus respectivos tempos de duração. São anotados também, outras informações que [5] considera importantes, tais como: data, horário de início e término de lote, quantidade de peças produzidas, operador responsável, número de identificação da máquina e o centro de trabalho.

Após coleta, os dados registrados são digitalizados e transcritos em planilha de Excel. Desta forma, utilizaram-se fórmulas, tabelas e gráficos dinâmicos para realização dos cálculos, bem como para ilustração das perdas com a finalidade de melhorar a análise e gerenciamento da Empresa parceira.

3. Resultados e Discussão

A empresa REIMAN, localizada na cidade do Porto - Portugal, produz componentes industriais aplicados a operacionalização de equipamentos industriais. Produz também, sob encomenda, produtos de tecnologia de movimento linear, perfis e sistemas de alumínio técnico. A empresa realiza suas vendas através de vendedores externos, e-commerce e também venda direta com pronta entrega – denominadas internamente de “vendas balcão”. As demais modalidades de vendas obedecem a um cronograma de entrega com datas pré-definidas. Estas vendas denominadas de “vendas balcão” interferem na programação prevista da área de embalagens para atendimento das outras modalidades de vendas, ocasionando a interrupção de embalamentos já previstos para atendimento destas. Foi observado também que não existe um plano de Interferências (Buffer) para administrar estas interrupções que ocasionam um atraso – Parada não Programada – no processo. O setor de embalamentos não possui POP – Processo de Operação Padrão [6]. A Figura 1 demonstra a disposição do layout da Empresa.

Fig 1. Layout atual da Empresa

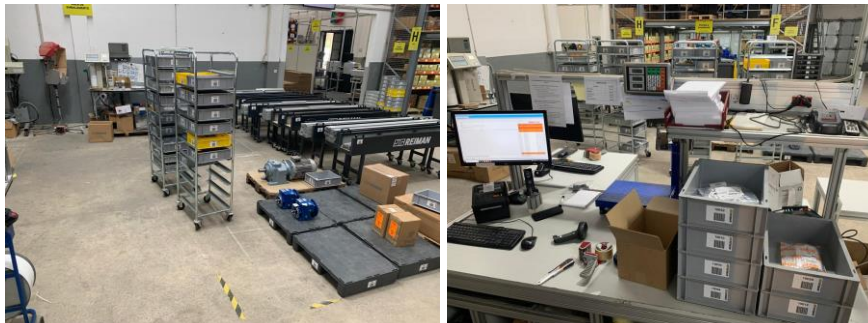


Fonte: Autor (2024)

Observa-se pela Figura 1 o espaço reduzido, a disposição das bancadas e a localização dos contentores e pallets contendo os materiais a serem embalados e transportados para a expedição.

As Figuras 2 e 3 apresentam uma visão da situação e falta de organização do setor.

Fig 2 e 3. Visão do setor de embalamentos



Fonte: Autor (2024)

As figuras acima demonstram a falta de organização e POP na mesa de embalagem e a incorreta utilização de pallets para produtos que serão embalados, ocasionando perda de espaço no setor. Os problemas encontrados forma relacionados em dois tópicos – Layout e Operações/Planejamento, e estão demonstrados na Figura 4 abaixo.

Fig 4. Relação dos problemas encontrados e qualificados

Relação de Problemas Encontrados		
DESCRIÇÃO	Tipo de Perda	
	LAYOUT	Operação/Planejamento
1. Ausência de espaço para os containers que abastecem o local	X	
2. O container listado no terminal nem sempre está no carrinho, obrigando operador a ir buscá-lo em outro lugar		X
3. Falta de algum produto no container, sendo percebido pelo operador quando da leitura do código de barra para checagem da encomenda		X
4. Interrupção do processo de operação previsto para o dia (OP), devido a encomendas inseridas na demanda, ocasionado o atraso da programação		X
5. Transporte dos produtos embalados para a expedição pelo colaborador		X
6. Espaço insuficiente para a operação de embalar para produtos de tamanho maior	X	X
7. Excesso de containers vazios que não são retirados após a utilização	X	X
8. Pedidos via "balcão" são colodados muitas vezes na mesa de embalamento ou próxima ao chão, por não haver um espaço determinado	X	X
9. Necessidade de deslocamento do operador para corte de madeiras	X	X
10. Máquina de stretch fica no galpão adjacente, ocasionando deslocamentos desnecessários	X	X
11. Retirada de máquinas que não estão sendo utilizadas na operação	X	

Fonte: Autor (2024)

Após o levantamento dos problemas observados, foi realizada a medição do índice de disponibilidade do setor. Para este cálculo foi conceituado como Paradas não Programadas as listadas na coluna “Paradas Não Programadas” e seu conceito na coluna “Descrição das Paradas Não Programadas”. A Parada Programada existente no processo é apenas para o lanche, sendo considerada de 15 minutos. O conjunto de valores obtidos mostrou-se adequado devido a repetição das operações do processo nos turnos mensurados, o que demonstra que o espaço amostral permite validar os cálculos. As medições realizadas obtiveram valores semelhantes e próximos das apresentadas na Figura 5 abaixo.

Fig 5. Cálculo da Disponibilidade

PLANILHA AQUISIÇÃO DADOS						
REMAN		SETOR - EMBALAGEM			Turno: 8:30 - 12:00	
Data	Ordem	Tempo Decorrido	Paradas Não Programadas	Descrição das Paradas Não Programadas	Tempo Líquido	Observação
08/out	10021	00:02:38	0:02:54	Iniciou as embalagens		parada maior que proc.
	10033	00:04:43	0:02:08	retirar carrinhos vazios; buscar palet com rodízios para armazenar pallets vazios	0:00:38	Balcão
			0:01:57	Consultar terminal		
	30002	00:01:10			0:01:10	
	20013	00:03:27	0:00:58	Levar para Expedição		
			0:00:29	retirar carrinho vazio		parada maior que proc.
			0:02:40	Levar carrinhos vazios/buscar carrinho		
	10073	0:05:22	0:00:49	Atender o Vitor (Alteração/Inclusão)	0:04:33	
	30041	0:11:02	0:01:49	Levar para embulhar - Filme	0:09:13	
	20037	0:10:14			0:10:14	Containers Associados
	20043					
	30018	0:08:11			0:08:11	
	40008					
	10076					
	10017		0:01:40	Buscar container 10004, pois não se encontrava no local		Containers Associados
	10060	0:09:00			0:07:20	Containers Associados
	10014					
	10051	0:01:49			0:01:49	
			0:04:27	Levar para Expedição		
	10070	0:14:50	0:01:19	Levar para embulhar - Filme		
			0:02:10	Solicitar transportadora para a Sra Manoela	0:11:21	
			0:08:17	Fechar encomenda de ontem e levar para expedição		
	40010	0:15:06	0:01:05	Cortar madeira		
			0:01:31	Levar para embulhar - Filme	0:12:30	
	40001	0:24:46	0:01:44	Cortar madeira		
			0:03:21	Embalar 10005 - Balcão	0:13:05	
			0:01:36	Levar para embulhar - Filme		
			0:08:21	Trocar bobina de papel toalha		
	30016		0:01:12	Apenas imprimir etiqueta de ontem		
	30036	0:20:21	0:01:25	Buscar empilhadeira	0:18:56	
	Total	2:22:33	0:56:31		1:45:33	

CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE: D=(TRD/TC)X100

Tempo de Carga (TC) = Tempo teórico disponível - Paradas programadas
TC = 01:30:33

Tempo Real Disponível (TRD) = Tempo de carga - Paradas não programadas
TRD = 00:34:02

Disponibilidade = 0,38 38%

Tempo do Turno: 03:30:00
Parada Programada - Lanche: 0:15:00

Fonte: Autor (2024)

A figura 6 acima representa como os dados obtidos são tratados. Apresenta o dia, hora em que foram obtidos e a descrição das paradas Programadas e não Programadas para a obtenção do cálculo do indicativo OEE. O índice de Utilização foi considerado o turno da operação e o índice de qualidade medido no período não apontou nenhuma devolução por problemas de embalagem. O valor do OEE, foi calculado pela Eq.1 abaixo [7].

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Esta Eq. 1 apresenta como são calculados os índices de Utilização (quanto tempo disponível de máquina e quanto deste tempo foi utilizado), Performance (quanto foi produzido no tempo disponível) e Qualidade (quanto foi produzido na qualidade desejada para o processo).

O valor encontrado indica que apenas 38% do potencial máximo do equipamento está sendo utilizado, o que significa que há perdas substanciais. Isso está sendo causado por interrupções frequentes e ineficiências do layout existente, conforme paradas apresentadas na Figura 5 acima [8], [9]. O OEE ideal é considerado acima de 85% em ambientes de alta performance, enquanto valores abaixo de 50% geralmente indicam sérios desafios operacionais [8], [9].

Para o novo layout foi determinado como prioridades:

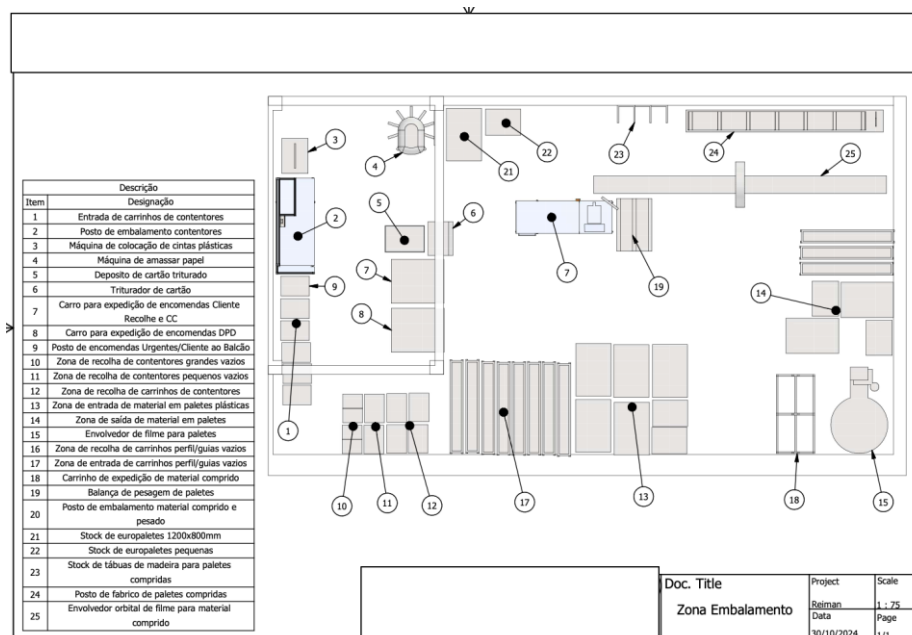
- Entrada de carrinhos contentores;
- Definição de bancadas de embalagem para materiais menores e mais leves;
- Definição de bancadas de embalagem para materiais maiores e mais pesados;
- Posto de encomendas urgentes/Cliente ao Balcão;
- Inserção da máquina Orbital de filme, que estava em outro local da fábrica, o que obrigava o colaborar a se deslocar, perdendo tempo.

As demais disposições foram definidas, tendo como base a eliminação de paradas não programadas. Como o espaço existente era insuficiente para as mudanças, foi realizado a demolição das paredes do Laboratório existente ao lado do setor de embalagens, visto que este

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

local apenas estava sendo usado como depósito (Figura 1 acima). Esta ampliação foi necessária para a realização do novo layout. O novo layout está demonstrado na Figura 6 abaixo.

Fig 6. Layout Proposto



Fonte: Autor (2024)

Como apresenta a Figura 6, foi necessário a demolição das paredes do antigo Laboratório para a disposição do novo layout, permitindo ganhar espaço e trazer para o local equipamentos que estavam localizados em outro lugar da fábrica.

4. Considerações finais

Após a realização do novo layout, o cálculo do indicativo do OEE propôs as seguintes melhorias no processo que estão sendo implantadas:

- Criação de uma ordem de produção diária com buffers para atendimento de pedidos balcão;
- Criação de POP – Processos de Operação Padrão;
- Melhorias em TI, com vistas ao setor de embalagens.

Estas medidas, proporcionaram em aumento em até 15% no valor do OEE, permitindo um ganho de produtividade compatível ao mercado atual. Este estudo permitiu demonstrar que o Indicador OEE também pode ser aplicado em melhorias de layout de setores de embalagens, influenciando positivamente na melhoria de sua produtividade.

Referências

[1] NAKAJIMA, Seiichi. *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC, Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

- [2] SILVA, J. P. A. R. *OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos*. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>. Acesso em: 18 abr. 2022.
- [3] DE MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, v. 139, n. 2, p. 604–614, 2012. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.05.035.
- [4] SUAREZ, G. A. *A3 da Toyota na prática*. 2. ed. [S.l.]: Amazon, 2020.
- [5] HANSEN, Robert C. *Eficiência global dos equipamentos – Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [6] GONÇALVES, M. S.; SILVA, R. A.; LIMA, P. C. Procedimentos operacionais padrão: fundamentos e aplicação. *Revista de Gestão e Qualidade*, v. 14, n. 2, p. 30–40, 2021.
- [7] PARK, J.; KIM, H. Optimizing pharmaceutical packaging lines: a layout redesign approach. *Healthcare Packaging Technology and Innovation*, v. 27, n. 4, p. 331–345, 2022.
- [8] SANTOS, P. et al. Indicadores de OEE como suporte à tomada de decisão. *Gestão e Produção Avançada*, v. 29, n. 1, p. 67–80, 2023.
- [9] ZHANG, L.; LI, Y.; ZHAO, X. Simulation-driven layout improvement in food packaging industries. *Journal of Packaging Systems and Technologies*, v. 15, n. 2, p. 65–78, 2023.