

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS FRONZA OLIVEIRA

**PROJETO DE MELHORIA DE OAE EM UMA LINHA DE EMBALAGEM DE UMA
INDÚSTRIA FARMACÊUTICA.**

LONDRINA

2023

LUCAS FRONZA OLIVEIRA

**PROJETO DE MELHORIA DE OAE APLICADO EM UMA LINHA DE
EMBALAGEM DE UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

OAE improvement project in a packaging line in a pharmaceutical industry

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Pedro Rochavetz de Lara Andrade

LONDRINA

2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUCAS FRONZA OLIVEIRA

**PROJETO DE MELHORIA DE OAE APLICADO EM UMA LINHA DE
EMBALAGEM DE UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 23/junho/2023

Pedro Rochavetz de Lara Andrade
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

José Ângelo Ferreira
Pós-Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rosana Travessini
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LONDRINA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, por ter me sustentado e me dado forças para passar por esses cinco anos de graduação. Toda a honra e toda a glória sejam dadas a Ele. Em todo o tempo, Deus é bom.

Aos meus pais, Elisete e Jorge, por me educarem e me formarem como homem, por investirem em minha educação, me proporcionando uma graduação de qualidade, por me amarem e serem presentes em todo o tempo. Também ao meu irmão, Thiago, por ser amigo e companheiro em tantos momentos.

À Luísa, por se dedicar em amor para com a minha vida, por me acompanhar e ajudar em diversos momentos da graduação, por me dar forças e me incentivar em momentos de desânimo e por acreditar em mim e no meu potencial.

Ao meu professor e orientador Pedro, pela paciência e atenção dadas nos momentos de orientação e correção do trabalho, por procurar me ajudar com todos os processos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, meu muitíssimo Obrigado!

RESUMO

Atualmente, as indústrias buscam cada vez mais métodos que possam auxiliar na melhoria de seus processos. Nesse cenário, as metodologias de melhoria de processo se apresentam como uma ótima alternativa para se atingir as metas estabelecidas, otimizar processos e mitigar as raízes dos problemas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi retratar a aplicação da metodologia 4'S em uma linha de embalagem de uma indústria farmacêutica, buscando melhorar o indicador de *Overall Asset Effectiveness* (OAE) da linha, expondo os pontos positivos e negativos da aplicação e buscando estabelecer um padrão a ser seguido para futuras implementações. Para isso, realizou-se uma comparação do método 4'S com técnicas como PDCA e DMAIC, a fim de estabelecer relações entre elas. Então, descreveu-se como realizar a implementação da metodologia 4'S, com base na aplicação realizada na indústria farmacêutica. Dos resultados apresentados, constatou-se que a metodologia foi eficaz, visto que o processo apresentou resultados de OAE acima da meta estabelecida após a implementação do projeto. Dessa forma concluiu-se que o método 4's foi eficiente no caso estudado e tem potencial para ser utilizado como uma metodologia padrão para melhoria de outros processos.

Palavras-chave: Metodologia 4's; Melhoria de processos; OAE; Indústria farmacêutica.

ABSTRACT

Currently, industries and companies in general are looking for more and more efficiency and productivity in their processes, and for that, they are looking for methods that can help in obtaining good results. In this scenario, process improvement methodologies are presented as a great alternative to achieve the established goals, optimize process flows and mitigate the roots of the problems present in this one. In this sense, the objective of this work was to portray the application of the 4'S methodology in a packaging line of a pharmaceutical industry, seeking to improve the Overall Asset Effectiveness (OAE) indicator of the line and exposing the positive and negative points of the application and seeking to establish a standard to be followed for future implementations. For this, a comparison of the 4'S with better known methodologies such as PDCA and DMAIC was carried out, in order to establish relationships between them, and later described how to implement the 4's methodology. From the results obtained from the implementation, it was verified that the methodology was effective, since the process presented OAE results above the established goal after the project was implemented. Thus, it was concluded that the 4'S method was efficient in the above case and can be used as a standard for improving other processes.

Keywords: 4'S Methodology; Processes improvement; OAE; Pharmaceutical Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Importância dos Indicadores.....	17
Figura 2 - OEE	20
Figura 3 - Relação de Perdas - OEE x OAE	23
Figura 4 - Ciclo PDCA.....	24
Quadro 1 - Comparação das Metodologias.....	27
Quadro 2 - Trabalhos Correlatos	28
Quadro 3 - Quadro Comparativo das Linhas de Embalagem	33
Figura 5 - Resultados OAE 2021	33
Quadro 4 - Fases do Projeto	35
Figura 6 - SIPOC.....	35
Figura 7 - Árvore de Perdas	36
Figura 8 - Linha do Tempo de Alterações	37
Figura 9 - OAE por turno	38
Figura 10 - Matriz Esforço X Impacto.....	39
Figura 11 - Status de Ações ao fim da fase Solve	40
Figura 12 - Área de relação das ações	40
Quadro 5 - Resultados de OAE	46
Figura 13 - Evolução do OAE	47
Figura 14 - Volume x OAE	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivos Específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Indicadores de Desempenho	16
2.2	OEE	19
2.3	OAE	21
2.4	PDCA	23
2.5	DMAIC	25
2.6	PDCA X DMAIC X 4'S	27
2.7	Trabalhos Correlatos	28
3	METODOLOGIA	31
3.1	Estudo Prévio	32
3.2	Fase <i>Scope</i> (Escopo)	34
3.3	Fase <i>Seek</i> (Investigação)	36
3.4	Fase <i>Solve</i> (Resolução)	39
3.5	Fase <i>Sustain</i> (Sustentação)	40
3.6	Padronização da Metodologia	41
3.6.1	Padronização Fase <i>Scope</i> (Escopo)	41
3.6.2	Padronização Fase <i>Seek</i> (Investigação)	42
3.6.3	Padronização Fase <i>Solve</i> (Resolução).....	44
3.6.4	Padronização Fase <i>Sustain</i> (Sustentação).....	44
4	RESULTADOS	46
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as empresas de manufatura têm sido cada vez mais exigidas pelo mercado, a entregar seus produtos com qualidade, rapidez, baixo custo e de forma confiável (BUSSO, 2012). Sendo assim, os indicadores de desempenho nas indústrias do Brasil e do mundo estão cada vez mais presentes em suas diversas aplicações e, a partir deles, pode-se saber o panorama de cada área da empresa. Segundo Francischini e Francischini (2017), existem alguns benefícios mais comuns que os indicadores de desempenho trazem para uma empresa ou indústria, sendo eles o controle da própria empresa, a comunicação de objetivos, a motivação dos funcionários e o melhor direcionamento de melhorias na empresa.

Este trabalho visa descrever um projeto que, através de uma aplicação da metodologia 4'S, buscou a melhoria do *Overall Asset Effectiveness* (OAE), um indicador de desempenho relacionado à manutenção de máquinas, em uma linha de embalagens de uma empresa farmacêutica. Com o isso, este trabalho de conclusão de curso irá apresentar e explicar cada etapa do projeto, analisando oportunidades de melhoria e buscando padronizar etapas na elaboração de um modelo efetivo para que outras indústrias farmacêuticas possam replicar, buscando a melhoria de seus KPI's (*Key Performance Indicators*) de manutenção.

Dito isso, faz-se necessária a compreensão do que são KPI's, para melhor entendimento do trabalho em questão. De acordo com Parmenter (2007), citado por Andrade (2019, p. 1402), os KPIs são um ou mais indicadores que possuem foco em aspectos mais críticos da organização, para se atingir um desempenho satisfatório.

Além do conceito de KPI, para o entendimento deste estudo, é importante o conhecimento sobre dois indicadores específicos, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e *Overall Asset Effectiveness* (OAE), a serem explicados a seguir. Segundo Raposo (2011, p.649-650), entende-se por OEE um indicador utilizado para mensurar o desempenho de equipamentos, ou um conjunto deles, indicando os recursos com menores índices de desempenho e eficiência, necessitando assim da exploração de melhorias.

É necessária também, a explicação de outro indicador de manutenção, menos utilizado no ambiente acadêmico. Como mencionado por Muchiri e Pitelon (2008), o OAE (*Overall Asset Effectiveness*) extrapola as perdas consideradas no

OEE, levando em consideração outras perdas que vão além da alçada dos responsáveis pelo equipamento. O autor ainda ressalta que esse indicador ainda é pouco discutido na literatura e necessita de uma definição mais consagrada. Vale ressaltar que o indicador utilizado na medição da eficiência do projeto é o OAE, devido a definições estratégicas da empresa em questão.

A melhoria do indicador acima citado se dá a partir da implementação de uma metodologia chamada 4's, na qual se estabelecem fases ao longo do período de implementação. Esse método é composto por quatro etapas, sendo elas o escopo (*scope*), investigação (*seek*), resolução (*solve*) e sustentação (*sustain*).

1.1 Problema

É natural que as empresas e indústrias em geral busquem de forma consistente a melhoria em seus processos. É sabido que processos ineficientes resultam em indicadores insuficientes, de forma a ser necessária a busca por melhorias nos fluxos da empresa. Além disso, há diversas dificuldades na implementação de metodologias para melhorias em processos, e por isso a importância de um modelo específico de implementação em um estudo de caso, que irá auxiliar especificamente a indústria farmacêutica na melhoria de KPI's de manutenção.

Diante disso, o projeto de melhoria de OAE retratado nesse trabalho possui como alvo final, o aumento desse indicador, melhorando assim a disponibilidade da linha de embalagem em que foi aplicada. Desta forma, este trabalho busca responder a seguinte pergunta: Como melhorar o OAE de uma linha de embalagem da indústria farmacêutica, aplicando todos os passos de uma metodologia 4's, de uma forma padronizada e aplicável em outras linhas, indústrias e empresas?

1.2 Justificativa

No meio produtivo, problemas com indicadores de performance de máquinas são de extrema constância. Desta forma, faz-se necessária a utilização de metodologias para melhoria desses indicadores, para que os resultados esperados pela liderança da empresa sejam alcançados.

Como já mencionado, a justificativa deste trabalho se dá no âmbito das melhorias necessárias para elevar o indicador de OAE de uma linha de embalagem

em uma indústria farmacêutica, devido aos diversos problemas encontrados nesse ativo.

Além disso, o presente trabalho visa retratar a forma como o projeto foi implementado, buscando a elaboração de uma metodologia padrão, possível de ser replicada para melhoria de indicadores de indústrias similares, visto que é uma metodologia com passos pré-definidos e aplicáveis a variados tipos de processos.

1.3 Objetivos

O objetivo do trabalho em questão é descrever as etapas de implementação do projeto de melhoria do OAE através da metodologia 4'S, bem como esclarecer como foram realizadas. Além disso, tem-se como parte do objetivo geral do trabalho a padronização de uma metodologia de melhoria de OAE em outras indústrias.

1.3.1 Objetivos Específicos

Conforme o objetivo geral do projeto, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Definir os conceitos necessários para entendimento da metodologia e aplicação desta, e elaborar um referencial teórico para definição destes conceitos.
- Retratar a forma de aplicação da metodologia 4'S na linha de embalagem de uma indústria farmacêutica e seus resultados;
- Propor uma padronização de utilização de tal metodologia para que possa ser aplicada em outras linhas de embalagem, setores e até empresas;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo visa apresentar os referenciais teóricos utilizados na fundamentação deste trabalho, com o objetivo de embasá-lo de forma consistente e clara, esclarecendo os principais conceitos envolvidos no projeto.

2.1 Indicadores de Desempenho

A medição do desempenho dos processos adquiriu um importante papel para o desenvolvimento das indústrias e organizações. Bititci et al. (2008) apud Souza e Correa (2014) apontam que as evoluções das medições de desempenho passaram por quatro períodos distintos, sendo eles o *Just in Case*, *Lean*, *Agile* e *Networking*. O autor explica que no período *Just in Case* (1900 – 1970) houve um aumento significativo na produtividade, o que levou a uma necessidade de controle de orçamento, já no período *Lean* (1970 – 1990), houve um foco maior na criação de valor durante o processo, despertando assim uma curiosidade pelas medições de desempenho. Após isso, iniciou-se o período *Agile* (1990 – 2000), o qual trouxe consigo modelos de pesquisas de análises de desempenho. Bititci et al. (2008) apud Souza e Correa (2014) ainda ressaltam que as empresas atuais operam no período *Networking*.

Por definição, segundo Campos e Melo (2008, p. 542), indicadores são ferramentas que podem ser utilizadas para medir o desempenho de determinada atividade com base em uma meta ou padrão pré-estabelecidos. Outra definição de indicadores é trazida por Mitchell (2004), que afirma que são ferramentas com a função de obter dados de um cenário, utilizando sínteses dessas informações, com o intuito de reter apenas o significado essencial dos parâmetros analisados. Kaydos (1991) afirma que a medição do desempenho é um dos itens primordiais para a gestão, pois faz parte do resultado das tomadas de decisão e por consequência, a efetividade da decisão tomada.

Em busca de mais clareza no que compõe os indicadores, Zeltzer (2005), afirma:

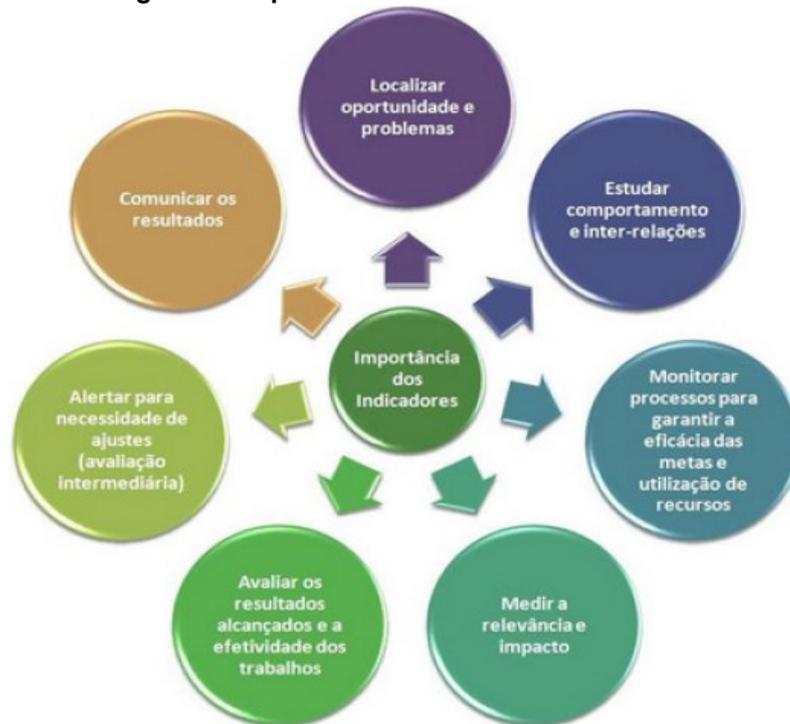
“(...) Os principais requisitos para gerar um indicador são: grau de importância, simplicidade e clareza, baixo custo de obtenção, representativo e/ou abrangente, estável e durável, rastreável e acessível, confiável e coerente, comparável; sistema de informação (identificar fonte de dados, eliminar indicadores inviáveis), medição e análise de dados e resultado (coletar, processar e analisar os dados e resultados), uso dos dados e resultados (tomar decisões com base nas análises), avaliação e melhoria

(avaliar o uso dos indicadores, aprimorar o sistema dos indicadores).(…)”
(*apud* ANDRADE, 2019, p. 1403)

Com base nisso, a função do indicador de desempenho se dá em monitorar a qualidade dos processos, evidenciando se ele atende ou não os requisitos primordiais levados em conta pela organização (FNQ, 2008, p, 14). Além disso, a utilidade dos indicadores se dá em uma ferramenta feita para mensurar o desempenho das áreas principais de um negócio.

Ainda sobre a relevância e importância do uso dos indicadores de desempenho Hronec (1994) ressalta que as medidas de desempenho são os “sinais vitais” de uma organização, pois informam o que e como as atividades estão sendo desempenhadas, bem como se estão sendo desenvolvidas como parte de um todo. Rodrigues e Canelada (2015), destacam que os indicadores de desempenho têm como objetivo a medição dos processos realizados, bem como o gerenciamento de forma adequada, buscando o cumprimento de metas pré-estabelecidas. Os autores ainda destacam a importância dos indicadores através da figura abaixo:

Figura 1 - Importância dos Indicadores



Fonte - Rodrigues e Canelada (2015)

Em relação aos tipos de indicadores, Zucatto et al. (2009) defende que os indicadores são tipificados com base na meta de avaliação ou medição, podendo se caracterizar em:

- Indicadores de resultado: são aqueles que retratam resultados já obtidos de um processo;
- Indicadores de processo: se tratam dos indicadores de eficiência, e geralmente são usados quando não há a possibilidade de utilização dos indicadores de resultados;
- Indicadores de estrutura: são utilizados para avaliação de custos e recursos;
- Indicadores estratégicos: em geral, avaliam os efeitos gerados por determinadas atividades.

Além disso, o autor classifica os indicadores pelo âmbito da atuação, podendo ser:

- Internos: levam em conta fatores e variáveis de funcionamento internas da organização;
- Externos: considera os impactos causados por atividades e serviços prestados à organização.

De forma complementar, Campo e Melo (2008, p. 552) assumem que tais dados são de extrema relevância para o planejamento dos processos, bem como para seu gerenciamento, visto que trazem informações muito importantes. Além disso, indicadores podem ser uma ótima ferramenta para determinar se as estratégias adotadas e implementadas funcionam ou não, podendo indicar se há necessidade de mais mudanças.

Além da importância para a tomada de decisão, Neves (2014) apud Tormem e Roder (2019) ressalta a relevância dos indicadores de desempenho como veículos de comunicação, pois permite o envolvimento do alto escalão das empresas, a partir dos dados coletados para que se estabeleça uma relação comunicativa com os níveis hierárquicos mais baixos.

É de se notar que além das importâncias já citadas, existem diversas aplicações que podem ser encontradas para o uso de indicadores de desempenho, como descrevem Tormem e Roder (2019) na aplicação de indicadores de desempenho no setor de planejamento e controle da produção em uma indústria de extrusão de alumínio. Neste caso, os autores utilizaram a implantação dos indicadores de desempenho para a criação de planos de melhorias de resultados após uma coleta de dados no setor de PCP da empresa.

Outra aplicação encontrada na literatura é descrita por Costa et al. (2006), no qual os autores descreveram diversas aplicações de indicadores de desempenho e produtividade para a construção civil em alguns países diferentes. Além disso, Pontes et al. (2008) realizaram uma revisão literária da utilização de indicadores no setor hospitalar, na qual apontaram algumas instituições que realizam análises de indicadores da saúde e sugeriram alguns tipos de indicadores como pontualidade, qualidade nas entregas, tempo médio de atendimento, entre outros. Desta forma, pode-se observar a importância e a amplitude de aplicação dos indicadores de desempenho.

2.2 OEE

Delimitando mais o escopo de atuação do presente trabalho, neste tópico serão abordadas as definições e importâncias do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), indicador utilizado para calcular a eficiência de máquinas em geral.

Segundo Fleischer et al. (2006) apud Santos (2018), a prática de medição do desempenho local visando o aumento da capacidade produtiva se dá devido à competitividade existente entre as indústrias. Diante desse cenário, Cesarotti et al. (2013), expõe que Seiichi Nakajima, por volta de 1980, proveu "(...) uma métrica quantitativa reconhecida e difundida para a medida da produtividade de qualquer equipamento de produção em uma empresa: o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)".

Da mesma forma, Gonçalves (2006) afirma que o OEE é composto por três índices que são multiplicados entre si para resultar em um único valor. A autora descreve os índices como Disponibilidade, definido como o tempo no qual a máquina se encontra disponível para produção, descontando assim os tempos de paradas por falhas, quebras e afins; o segundo índice descrito pela autora é a Qualidade, trazendo o percentual de peças consideradas "boas", em relação ao total produzido; e por fim o Desempenho, que segundo a autora leva em conta os demais fatores como variações no processo, esperas, entre outros.

O OEE também é definido por Ferreira et al. (2012) como uma medida de eficiência da produção de um equipamento, ao longo do seu tempo operando. Os autores ainda destacam que para o controle do OEE são necessários alguns apontamentos, como quantidade produzida, refugos, retrabalhos e tempos de paradas.

Conforme Nakajima (1989), o cálculo do OEE se dá através do produto entre os três índices: disponibilidade, performance e qualidade. Onde:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Programado}} \quad (1)$$

$$\text{Performance} = \frac{\Sigma[\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo Padrão}]}{\text{Tempo Operacional}} \quad (2)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\Sigma[(\text{Quantidade produzida} - \text{Refugo}) \times \text{Tempo de Ciclo}]}{\Sigma[\text{Quantidade produzida} \times \text{Tempo de Ciclo}]} \quad (3)$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (4)$$

Nakajima (1989), afirma que um OEE ideal como meta é de 85%, sendo necessário para isso a obtenção de 90% de disponibilidade, 95% de performance e 99% de qualidade. É possível observar melhor a construção do conceito de OEE a partir da figura abaixo, uma adaptação de Santos e Santos (2007).

Figura 2 - OEE

Tempo Total Disponível		
A	Tempo Disponível para Produção	Não planejado
B	Tempo Real de Produção	Ociosidade Falhas
C	Desempenho desejado com ciclo ideal	
D	Desempenho Real	Perda de Velocidade Paradas Pequenas
E	Quant. Produtos Total	
F	Quant. Produtos Bons	Sucata Retrabalho

$$\text{OEE} = \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times \frac{F}{E}$$

Índice de Disponibilidade Índice de Desempenho Índice de Qualidade

Fonte – Adaptado de Santos e Santos (2007)

A partir da figura 2, os autores ainda afirmam que a etapa mais importante para o cálculo do indicador é a identificação das perdas, pois geralmente há uma limitação para tal atividade.

É dito ainda que tal indicador é utilizado para medir o desempenho de um ou um conjunto de máquinas, indicando quais os recursos com menor índice de

eficiência, para que sejam tomadas as melhores decisões de melhorias e intervenções (RAPOSO, 2011).

Para Ribeiro, et al. (2010), o OEE auxilia no entendimento dos processos e comportamentos da produção, proporcionando assim uma maior facilidade de definições de metas, trazendo ganhos de produtividade para a empresa. Ron e Rooda (2005) ressaltam a utilidade do OEE em uma manufatura de volumes elevados e priorização do aumento da produção como fator competitivo, semelhante às indústrias de processos contínuos.

Outra função importante promovida pelo OEE é definida por Busso e Miyake (2013), na qual afirma que “(...) o OEE promove a análise dos problemas e o tratamento da causa raiz de modo a tornar as ações de melhoria do processo mais efetivas e aumentar o aproveitamento da capacidade dos equipamentos.”. Adicionalmente a isso, os autores ainda ressaltam a importância do indicador na identificação de distúrbios crônicos nos equipamentos, fazendo com que haja uma melhora na vida útil do equipamento.

Como se trata de um indicador de desempenho, as aplicações do indicador OEE também se fazem presentes em diversos tipos de indústrias. Como exemplo, podemos citar Palomino et al. (2010) que aplicou um estudo de caso em uma indústria de luminárias fluorescentes, no qual identificou, quantificou e classificou as perdas dos equipamentos da empresa, buscando a criação de ações para melhoria do OEE. Após as aplicações das ações, houve um aumento de 13% na eficiência das máquinas da empresa.

Outro exemplo interessante é descrito por Santos (2018), que aplicou o indicador em questão em uma retífica e oficina mecânica. Vale ressaltar a grande diferença entre as áreas citadas, evidenciando ainda mais que esse indicador pode realmente ser aplicado em diversas áreas industriais. Além dos exemplos dados, é possível aplicar esse indicador para inúmeros tipos de equipamentos produtivos, trazendo visibilidade da situação da empresa, bem como auxiliando nas tomadas de decisões.

2.3 OAE

Como destacado na introdução, o indicador utilizado para o projeto retratado é o OAE (Overall Asset Effectiveness). Muchiri e Pitelon (2008) afirmam que o OAE é um indicador derivado do OEE. Os autores ressaltam também que as perdas

consideradas nesse indicador vão além daquelas provocadas pelos gestores das operações produtivas, consideradas no indicador OEE, citado no tópico anterior.

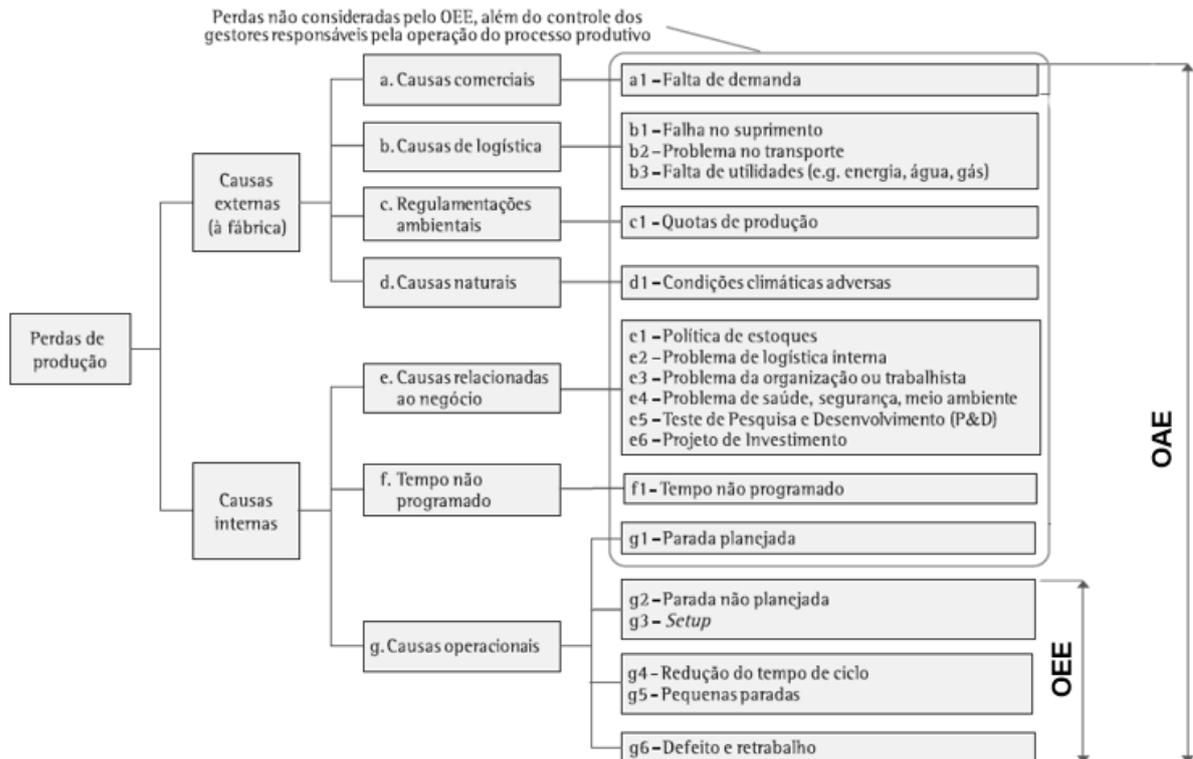
Os autores ainda ressaltam algumas perdas de produção consideradas para o cálculo do indicador de OAE, sendo elas:

- Perdas devido às razões externas:
 - Demanda comercial: Falta ou nenhuma demanda pode impactar o indicador;
 - Problemas Logísticos: Falha no fornecimento, problemas de transporte;
 - Regulamentações Ambientais: Limites de para emissão de efluentes podem afetar as quotas de produção estabelecidas;
 - Causas Naturais: Condições climáticas não favoráveis para o desempenho estabelecido previamente.

- Perdas devido às razões internas:
 - Perdas relacionadas ao negócio: Perdas relacionadas à problemas internos da fábrica, podendo ser problemas logísticos como separação de materiais, ou até mesmo problemas com a gestão da fábrica;
 - Perdas relacionadas à operação: São aquelas que se dão no dia a dia da operação, consideradas também no OEE.

Para o esclarecimento das perdas, os autores Busso e Miyake (2013) expõem o seguinte diagrama:

Figura 3 - Relação de Perdas - OEE x OAE



Fonte - Adaptado de Busso e Miyake (2013)

Conforme mostrado na Figura 3 e destacado por Adami (2015) o OAE possui uma maior abrangência no quesito de paradas consideradas, tanto para impactos internos do sistema produtivo, quanto para impactos externos à empresa.

2.4 PDCA

Neste tópico, será feita uma abordagem das definições e conceitos do Método do Ciclo PDCA com o intuito de comparar a metodologia aplicada no projeto retratado no presente trabalho.

O ciclo PDCA é abordado em inúmeros trabalhos, trazendo diversas definições e conceitos para o enriquecimento acadêmico. O reconhecimento dessa ferramenta, se deu a partir dos anos 50, a partir de palestras dadas por Willian Deming (DEMING, 1990, apud BRITO E BRITO, 2020). Os autores ainda descrevem o ciclo PDCA como “um eficaz modo para ser usado de forma contínua na gestão de atividades, prevenindo e favorecendo a análise de informações.”.

Entende-se o método PDCA:

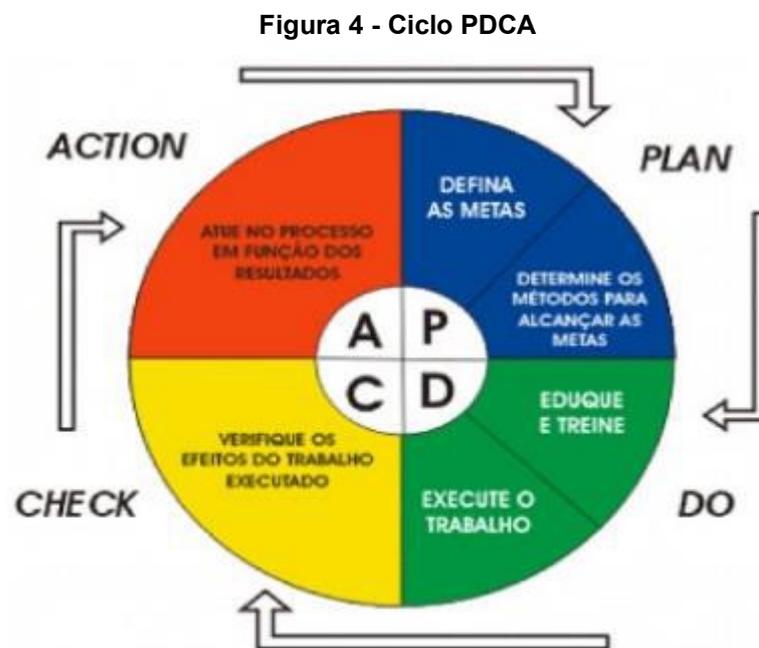
“(…) quando utilizado para controle de processos, passa a ter a característica de melhoria contínua, seguindo uma metodologia de padronização das atividades definida através de fluxogramas e procedimentos operacionais com a execução das tarefas de acordo com o padrão, podendo ser verificadas

oportunidades de melhoria e/ou anomalias, no processo, que poderão ser corrigidas com novas ações. (...)”. (CUNHA, 2013, p. 377).

Em complemento a isso, Mariani (2005) afirma que em geral o PDCA é utilizado pelas organizações para controlar os processos a fim de alcançar as metas pré-estabelecidas, tendo como fator norteador das decisões, as informações trazidas pela aplicação no método.

Outro ponto interessante advindo do Ciclo PDCA é trazido por Nascimento (2011), onde afirma que tal ferramenta é planejada para ser utilizada de forma dinâmica, de forma que permita sempre que quando um ciclo se finda outro se inicie.

Uma vez trazidas as definições de Ciclo PDCA, se faz necessário o entendimento de cada etapa envolvida no ciclo. Para isso, a Figura 4 ilustra os passos envolvidos na ferramenta:



Fonte: Campos (1996) apud Brito e Brito (2020)

O Ciclo PDCA se inicia na Fase Plan, que segundo Cunha e Abreu (2019) é a fase de se planejar, o que consiste no estabelecimento de metas com base nos objetivos da empresa. Segundo os autores, é nessa fase que são definidos os problemas a serem atacados com a implementação da metodologia. Andrade (2003), ressalta a importância dessa etapa, evidenciando que é nela que se iniciará o ciclo e se desencadeará todo o processo referente às etapas do PDCA.

Em continuidade com a explicação das etapas do ciclo, a próxima fase é a Do, explicada por Mariani (2005) como a execução das atividades planejadas após

treinamento das pessoas envolvidas nas atividades. Além disso, nessa fase são coletados dados para utilização posterior, na fase de checagem de efetividade das ações (ANDRADE, 2003). O autor ressalta ainda que é nessa fase que todo planejamento das ações, deverá ser colocado em prática, de acordo com a metodologia de trabalho de cada organização.

Na sequência das etapas do ciclo, se inicia a fase Check, a qual Costa e Souza (2019) definem como a fase de “(...) verificar, que analisa se o planejado foi alcançado por meio da comparação entre as metas desejadas e os resultados obtidos. Nesta fase podem ser detectados erros ou falhas. (...)” . É nessa fase que é checada a efetividade das ações estabelecidas na fase Do, como descrito por Mariani (2005). Por fim, Clark (2001) apud Andrade (2003) defende que essa fase é a mais importante do Ciclo, visto que é nela que será possível observar se os resultados advindos das ações foram satisfatórios e se o caminho de resolução proposto foi assertivo.

Para finalizar, temos a fase Act, ou atuar, que baseado em Slack (2009) representa a fase em que a mudança é consolidada ou se serão necessárias adequações para o que foi implantado. De acordo com o que for constatado, tem-se caminhos diferentes a seguir, caso tenha se atingido os objetivos propostos deve-se padronizar o processo, caso não, deve-se tomar ações corretivas e retomar o ciclo PDCA (MARIANI, 2005).

Por conclusão, é importante destacar que tal ferramenta foi desenvolvida para ser usada de forma dinâmica, ou seja, quando um ciclo for realizado e estabelecido, dá lugar a outro ciclo, criando assim um dinamismo de melhoria contínua (CUNHA; ABREU, 2019).

2.5 DMAIC

Para critério de comparação com a metodologia utilizada no projeto retratado nesse trabalho, também se faz relevante a contextualização do método DMAIC, que será retratado nesse tópico do trabalho.

Pande et al. (2001) afirmam que o método DMAIC consiste em uma evolução do PDCA, retratado no tópico anterior. Os autores Cleto e Quinteiro (2011) também ressaltam que a utilização de tal método se dá em referência à problemas com soluções desconhecidas e que a duração de um projeto utilizando essa metodologia deve ser de 6 a 12 meses sendo 2% do tempo para a etapa “D”, 25% para a etapa “M”, 45% para a etapa “A”, 25% para a “I” e 3% para a etapa “C”. Além disso, os

autores trazem uma definição do método DMAIC como um conjunto ordenado de etapas nas quais um grupo de trabalho avança na solução de problemas a fim de resolvê-los de forma ordenada.

Outra definição do método é trazida por Holanda et al. (2013) na qual afirma que DMAIC é uma ferramenta que possibilita a identificação, quantificação, e redução da variabilidade de um processo. Podemos defini-lo também como uma metodologia estruturada com foco na identificação de causas raiz para uma análise e solução de melhorias duradouras (MARTINS; OLIVO, 2016).

Fernandes e Ramos (2006) elencam alguns pontos fortes na aplicação de tal metodologia, como o foco em ganho financeiro, por se tratar de uma metodologia que trata da solução de problemas. Como ponto negativo os autores elencam um possível excesso de rigor na aplicação do método, o que pode acabar travando a fluidez do processo de resolução de problemas.

Para um melhor entendimento da metodologia, é interessante que se esclareça os passos presentes na aplicação deste. Desta forma, Reis (2016) traz a descrição de cada etapa como:

- D – Define (Definir): É a etapa em que se define o escopo do projeto, bem como sua equipe de atuação. É nessa fase também que se estima o impacto econômico que essa implementação terá;
- M – Measure (Medir): Através de medições de dados da atual operação e dos respectivos indicadores de desempenho, nessa fase são determinados os focos dos problemas e são analisados os processos;
- A – Analyze (Analisar): Nessa etapa são analisadas as fontes e causas dos problemas levantados nas fases anteriores. Isso serve para que se possa atacar as causas corretas dos problemas;
- I – Improve (Melhorar): Essa fase traz consigo as propostas, avaliações e implementações para os problemas principais, além de trabalhar nas causas de variações dos processos;
- C – Control (Controlar): É por meio dessa etapa que se garantirá a manutenção dos resultados obtidos por meio da implementação das ações. É necessário a

criação de mecanismos para manter o nível de desempenho, além do monitoramento das condições do novo processo.

Podemos observar que a metodologia DMAIC possui por característica a investigação de causas raiz, para que seja proporcionada um aumento de receita, redução de custos e melhorias nos processos da empresa como um todo, sendo uma ferramenta útil para diversos processos.

2.6 PDCA X DMAIC X 4'S

Para a continuação do trabalho, é interessante ressaltar que a metodologia 4'S aplicada ao projeto apresentado possui uma revisão literária reduzida, visto que é aplicada de forma interna na empresa em questão, e na maioria de suas aplicações. Dessa forma elaborou-se um tópico a fim de comparar as metodologias anteriormente explicadas para se ter um panorama do funcionamento do 4'S.

Assim como o PDCA e o DMAIC, o 4'S também se divide em etapas, as quais também possuem o objetivo de melhoria de processos ou indicadores como é o caso da aplicação aqui descrita. Essas etapas são divididas nas fases de Scope (Escopo), Seek (Investigação), Solve (Resolução) e Sustain (Sustentação). Desta forma, podemos observar uma semelhança com os métodos apresentados anteriormente, nos quais se tem as fases de definição de escopo, indicadores e situação atual do processo, investigação das causas raiz do processo, resolução dessas causas e a manutenção disso ao longo do tempo.

Para uma melhor visualização da comparação entre as metodologias, foi elaborado um quadro, a seguir, que compara as três metodologias:

Quadro 1 - Comparação das Metodologias

METODOLOGIA		
Etapa do 4'S	Etapa equivalente no PDCA	Etapa equivalente no DMAIC
<i>Scope</i> – É nessa fase que é definido o escopo, os indicadores e processos que serão abordados no projeto.	<i>Plan (P)</i>	<i>Define (D) e Measure (M)</i>
<i>Seek</i> – Nessa fase, são investigadas as causas raiz dos problemas, a fim de levantar ações que serão implementadas na etapa seguinte.	<i>Plan (P)</i>	<i>Analyze (A)</i>

<p><i>Solve</i> – Esta é a fase de resolução das causas raiz dos problemas levantados. São criadas ações para que tais causas sejam sanadas e os indicadores ou processos cheguem ao objetivo estabelecido.</p>	<p><i>Do (D)</i></p>	<p><i>Improve (I)</i></p>
<p><i>Sustain</i> – Considerada uma fase de extrema importância para a companhia, ela se dá pela manutenção dos resultados obtidos da resolução dos problemas anteriores. É nessa etapa que os ganhos para a companhia serão percebidos.</p>	<p><i>Check (C) e Action (A)</i></p>	<p><i>Control (C)</i></p>

Fonte - Autoria Própria

Por fim, pode-se observar que há uma grande semelhança entre as metodologias descritas acima, bem como suas etapas, facilitando a comparação entre as metodologias e suas aplicações.

2.7 Trabalhos Correlatos

Para conclusão desta revisão literária, foi elaborado um tópico de trabalhos correlatos. Este tópico tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico de obras com temas semelhantes ao presente projeto. Buscou-se por trabalhos que relacionassem a aplicação de metodologias de melhoria de processo com indicadores de manutenção, visando relacioná-los à aplicação do projeto realizado no presente trabalho.

Quadro 2 - Trabalhos Correlatos
Quadro de Trabalhos Correlatos

Autores	Título	Ferramenta	Área de Aplicação	Foco de Melhoria
Bugor e Filho (2021)	Utilização da metodologia DMAIC para promover melhorias na qualidade em indústrias alimentícias: uma revisão de literatura	DMAIC	Alimentícia	Qualidade dos Produtos

Silva <i>et al.</i> (2018)	Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de tempos na perfuração de poços	DMAIC	Construção Civil	Tempo de Processo
Cunha (2013)	O método PDCA como ferramenta de melhoria contínua dos processos e suporte para a elaboração do planejamento estratégico das empresas	PDCA	Gestão de Empresas	Processos
Silva <i>et al.</i> (2017)	A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios	PDCA	Carregamento de Navios	Processos
Suzano e Gamberini (2020)	A utilização do indicador de eficiência OEE (<i>overall equipment effectiveness</i>): estudo de caso em uma indústria farmacêutica	OEE	Indústria Farmacêutica	Indicador OEE
Amaral (2013)	Optimização de Processos na Indústria Farmacêutica mediante a aplicação da metodologia Lean Six Sigma	DMAIC	Indústria Farmacêutica	Processos Industriais
Miranda e Santana (2018)	Aplicação da ferramenta PDCA na otimização de equipamentos de análises instrumentais (HPLC-UPLC) na rotina de análises físico-químicas em uma indústria farmacêutica nacional	PDCA	Indústria Farmacêutica	Otimização de Equipamentos

Corrêa (2018)	Proposta de aplicação do ciclo PDCA na manutenção das máquinas extrusoras de uma empresa do ramo de encadernação	PDCA	Empresa de Encadernação	Manutenção de Máquinas
---------------	--	------	-------------------------	------------------------

Fonte - Autoria Própria

Bugor e Filho (2021) utilizaram da metodologia DMAIC para implementar melhorias no sistema de qualidade de uma indústria alimentícia. O projeto trouxe a aplicação do passo a passo para a realização das melhorias necessárias, atingindo um objetivo final de melhorar problemas com latas de leite em pó. Constatou-se que os problemas maiores ocorriam no transporte, variável que foi atacada e solucionada com a implementação da metodologia DMAIC.

Ainda utilizando o método DMAIC, Silva et al. (2018) aplicaram a ferramenta no processo de perfuração de poços, buscando a redução de tempos perdidos no processo e um aumento no desempenho operacional. Os autores afirmam que após a aplicação da metodologia houve um aumento projetado da eficiência de 11,52% e em decorrência disso uma redução de 50% dos custos relacionados a paradas de produção.

Partindo para a utilização do método PDCA, Cunha (2013) fez uso do ciclo objetivando melhorias no planejamento estratégico de empresas. Em seu trabalho, o autor propõe a criação de processos simples e padrões, através da metodologia PDCA, com o objetivo de diminuir a necessidade de ações corretivas na estratégia da empresa.

Outro trabalho relacionado ao ciclo PDCA é apresentado por Silva et al. (2017), no qual os autores analisam o processo de carregamento de navios e aplicam o ciclo PDCA a fim de identificar oportunidades de melhoria. Com a aplicação, foi possível identificar causas que contribuíam para a queda na qualidade dos produtos e realizar um levantamento de ações para melhorias do processo, eliminando assim as não conformidades existentes na rotina.

Ainda nesse tópico, os autores Suzano e Gamberini (2020) apresentam em seu trabalho a utilização do indicador OEE em uma indústria farmacêutica, com o objetivo de eliminar perdas e sugerir melhorias nos processos para que o indicador se

eleve. Os autores buscaram analisar a indisponibilidade presente nos processos, a fim de diminuir as paradas não programadas do processo.

A otimização dos processos pela metodologia DMAIC também foi utilizada por Amaral (2013), que em sua dissertação utilizou o Lean Six Sigma, para otimizar os processos industriais de uma indústria farmacêutica. Este artigo se assemelha com o presente trabalho, visto que aplica uma metodologia de melhoria de processos, similar ao 4'S, na indústria farmacêutica.

Já na área de otimização de equipamentos, Miranda e Santana (2018) aplicaram a metodologia do ciclo PDCA para otimizar equipamentos de análises instrumentais de uma indústria farmacêutica. Com a implementação das melhorias, pode-se observar reduções de custos com manutenção de equipamentos e uma otimização da rotina de trabalho dos funcionários da empresa.

Por fim, Corrêa (2018) aplicou o ciclo PDCA na manutenção de máquinas de uma empresa de encadernação com o objetivo de minimizar a necessidade de manutenções corretivas, que geram paradas de máquina não programadas e custos altos para a empresa.

3 METODOLOGIA

Este capítulo visa esclarecer quais métodos de pesquisa foram utilizados para a realização do projeto em questão, além de explicar os passos tomados para a efetivação dos objetivos propostos.

A metodologia de pesquisa utilizada para a realização deste projeto é a quantitativa. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), esse modelo de pesquisa "(...) tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana. (...)". Desta forma, como se trata de um projeto de melhoria de indicadores com uma base lógica de dados, viu-se nesse modelo de pesquisa o mais adequado para a utilização.

Quando ao método de abordagem, foi escolhido o hipotético-dedutivo, visto que apresenta uma estrutura de abordagem que possui semelhanças com a ferramenta 4'S utilizada no trabalho. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), tal abordagem têm início com um problema, partindo para a formulação de hipóteses, após isso há uma dedução de consequências, teste de hipóteses e avaliação de resultados, podendo serem ou não rejeitados. Este método se assemelha com o 4'S ao passo que as fases presentes na ferramenta também possuem uma

problematização, levantamento de hipóteses, resolução dos problemas e averiguação dos resultados, o que caracteriza o método hipotético-dedutivo como o mais adequado para utilização.

Já em relação aos métodos de procedimentos, a metodologia empregada neste trabalho foi a experimental, pois segundo Gil (2002) em sua essência, a pesquisa experimental se dá na determinação do objeto de estudo, constituído neste trabalho pelo indicador OAE de uma linha de embalagem, partindo para a definição das variáveis capazes de influenciar tal objeto, formas de controle dessas variáveis e por último uma observação dos efeitos produzidos no objeto. Sendo assim, o procedimento experimental se faz ideal para o projeto de melhoria do indicador OAE.

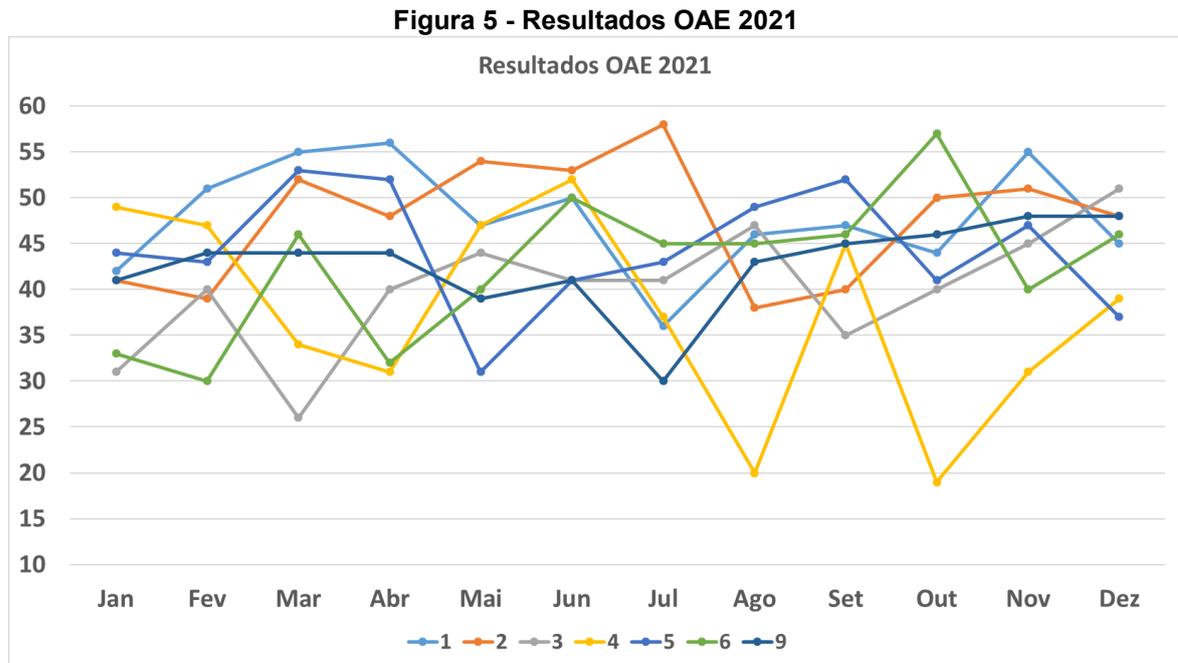
3.1 Estudo Prévio

A indústria farmacêutica na qual o projeto foi realizado conta com nove linhas de embalagem, das quais oito são divididas entre embalagem primária e embalagem secundária, e uma possui apenas embalagem secundária.

Para melhor entendimento desses termos, podemos definir a embalagem primária de forma simples, como a área responsável por produzir o blíster (“cartela” do remédio). Nessa área, a máquina recebe os comprimidos, o PVC e o alumínio, que irão formar o blíster, e após processado o envia para a próxima parte do processo, a embalagem secundária. Essa área se responsabiliza por embalar o blíster formado anteriormente, o colocando dentro do cartucho (caixa do remédio), juntamente com a bula. Na embalagem secundária, o processo se inicia com o recebimento do blíster e é finalizado com caixas de embarque fechadas e empilhadas em um pallet. Vale ressaltar que o processo ocorre de forma contínua e interligada, ou seja, enquanto os blísteres são formados e enviados para a embalagem secundária, os cartuchos também são formados para encher as caixas de embarque.

Desse modo, foi necessário escolher em qual linha de embalagem o projeto de melhoria de OAE seria aplicado. Para isso, foi realizado um levantamento de dados históricos das máquinas que continham o histórico do indicador de OAE de cada linha, histórico de tempos de setup de máquinas e quais as principais perdas de processo no ano anterior. Sendo assim, dentre as linhas de embalagem, que a implementação do projeto seria possível, foram escolhidas duas, devido a uma tendência de queda do indicador OAE e estratégias financeiras para tais linhas. A tendência de queda

pode ser observada no gráfico a seguir, que mostra os dados de OAE de cada uma das linhas.



A escolha entre as linhas 1 e 4, para a realização de um estudo prévio, se deu devido a uma queda de performance da linha 4, a qual apresentou resultados abaixo do esperado. Além de um posicionamento estratégico e financeiro da linha 1, a qual produz SKU's importantes para a fábrica. Vale ressaltar que as linhas 7 e 8 não foram apresentadas no gráfico pois não são linhas-alvo para a empresa e, portanto, não foram cogitadas para o projeto.

Após a delimitação entre os ativos, foi realizado um estudo mais aprofundado a respeito das linhas de embalagem em questão, para que a melhor decisão fosse tomada. Sendo assim, foi elaborada uma tabela de comparação entre as máquinas, que pode ser visto no Quadro 3, logo abaixo:

Quadro 3 - Quadro Comparativo das Linhas de Embalagem

LINHAS	1	4
Ano de Fabricação	2012	2005
SKU's	23	48
OAE (2021)	49%	38%
OAE Meta (2022)	48%	48%

Volume de Produção/Ano (2021)	19 milhões de cartuchos	9 milhões de cartuchos
--------------------------------------	-------------------------	------------------------

Fonte - Autoria Própria

Pode se observar no Quadro 3, que as máquinas em questão possuem diferenças consideráveis entre si, como o número de produtos diferentes produzidos (SKU's), sendo que a máquina 4 produziu mais que o dobro de produtos. Isto resulta em tempos de setup maiores e mais demorados devido à grande quantidade de trocas necessárias ao longo do processo. Além disso, pode-se perceber que o indicador de OAE da máquina 1 no ano de 2021, mesmo com uma tendência de queda ao longo do ano, se manteve alinhado com a meta do ano de 2022. Outro ponto levado em consideração para a escolha da aplicação do projeto foi o volume anual produzido, o qual a máquina 1 teve resultados muito superiores à máquina 4.

Desta forma, a linha 4 foi escolhida para a aplicação do projeto de melhoria, visto que seus indicadores se apresentaram inferiores ao restante das linhas de embalagem, o que oportuniza uma melhora nos indicadores e na entrega de volume anual, visto que as possibilidades de melhoria são variadas.

3.2 Fase Scope (Escopo)

Após os estudos prévios realizados e a definição da linha que receberia a aplicação do projeto de melhoria de OAE, deu-se início a primeira etapa, chamada Scope (Escopo). Nessa etapa são definidos os pontos de partida, objetivos e o que foi chamado de "Blue Sky", que seria o indicador "dos sonhos". Para isso, foi elaborado um projeto esquematizado, que foi apresentado e aprovado pelos gestores da empresa, com o objetivo de fazer com que o projeto ganhasse visibilidade por parte da alta gerência.

Na elaboração deste projeto foram levantados o ponto de partida do OAE que antes do projeto era de 38%, a meta para o ano de 2022 que foi definida em 48% e o Blue Sky que foi definido em 50%. Além disso, foi envolvido um time multidisciplinar que contava com a operação da linha de embalagem, colaboradores da equipe de manutenção, coordenação de embalagem, equipe de financeiro e o time de excelência operacional da empresa, para que os esforços fossem focados na melhoria do processo e conseqüentemente do indicador.

Além disso, nessa fase foram definidas as datas de início e finalização de cada etapa do projeto, delimitando assim prazos para a realização das atividades.

Vale ressaltar que esses prazos foram estipulados pela gerência da fábrica. As datas estipuladas foram:

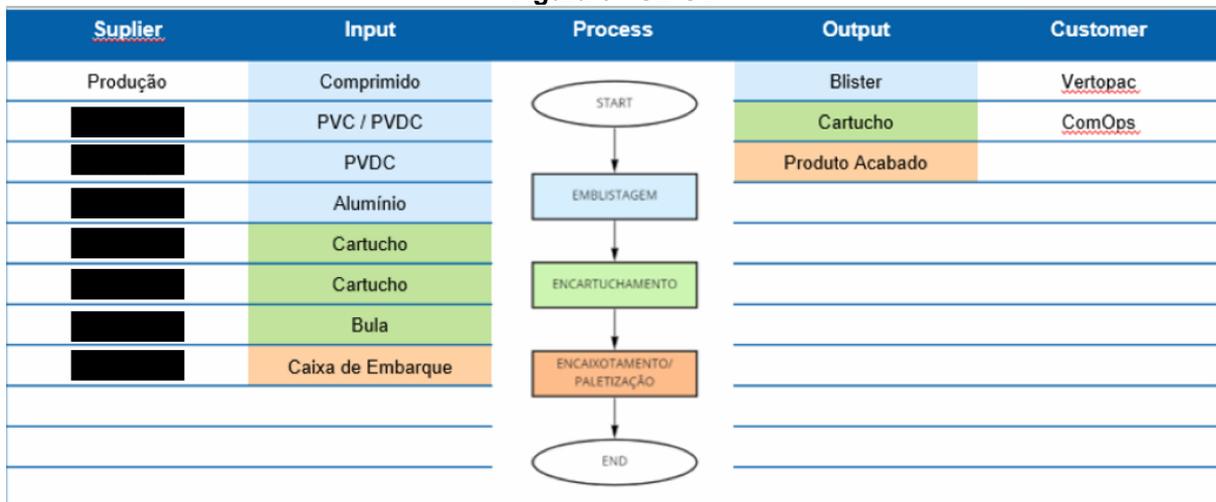
Quadro 4 - Fases do Projeto

Fase	Início	Término
Scope	26.01.2022	23.02.2022
Seek	23.02.2022	11.05.2022
Solve	11.05.2022	10.08.2022
Sustain	10.08.2022	09.11.2022

Fonte – Autoria Própria

Para complementar as informações levantadas nessa etapa do projeto, foi desenvolvido um mapa deste processo, chamado pela empresa de SIPOC (*Supplier, Input, Process, Outputs e Customer*), com o objetivo de ter-se uma visão mais clara dos processos e fluxos da linha de embalagem, como mostra a figura abaixo:

Figura 6 - SIPOC



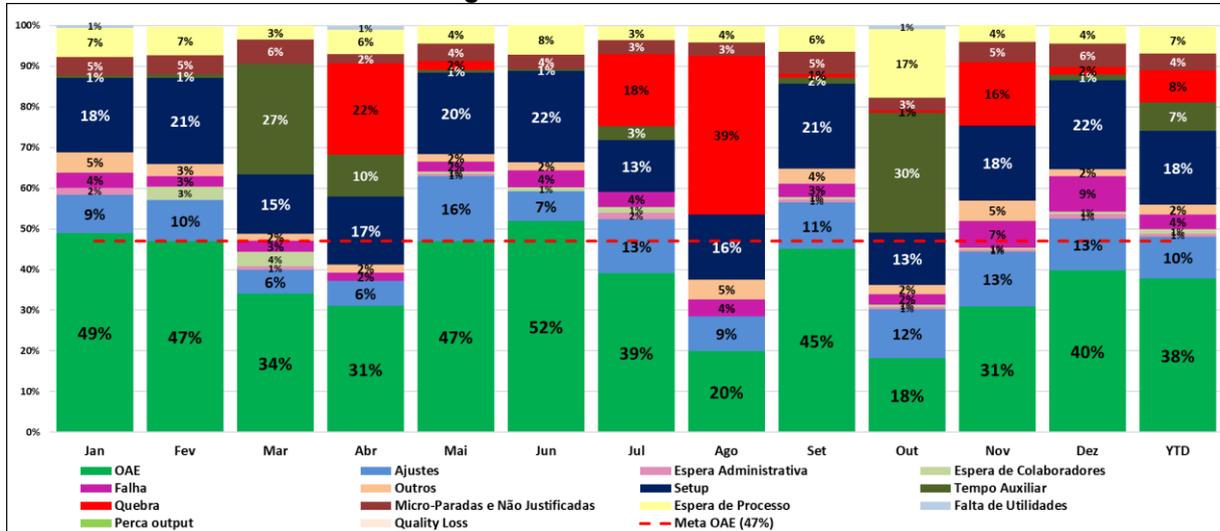
Fonte – Autoria Própria

No SIPOC criado, é possível visualizar o processo como um todo, passando pelas matérias primas utilizadas no processo de fabricação do blíster, passando pelo encartuchamento, até a paletização. Com isso, foi possível setorizar o processo, o que possibilitou uma análise mais clara na fase de investigação dos problemas da linha. Vale ressaltar que as informações da coluna “*Supplier*” foram removidas pois contém os nomes dos fornecedores da indústria em que foi realizado o projeto.

Outra ferramenta relevante utilizada para compreensão do estado atual do processo em relação ao indicador OAE foi a árvore de perdas de processo. No gráfico

é possível identificar quais paradas mais impactaram a linha de embalagem no ano de 2021, para que as melhores decisões em relação à criação de ações sejam tomadas ao longo da implementação do projeto. Essas perdas podem ser observadas na figura a seguir:

Figura 7 - Árvore de Perdas



Fonte - Autoria Própria

Os dados para a construção da árvore de perdas são retirados de um sistema de medição de eficiência, utilizado pela indústria farmacêutica em questão, em todas as linhas de embalagem. Sendo assim, pode-se obter informações mais precisas do processo, para que as análises sejam feitas de forma mais assertiva.

Desta forma, finaliza-se a etapa de criação do escopo do projeto, visto que as informações referentes ao processo, aos indicadores e aos objetivos a serem alcançados foram levantadas, dando início assim à fase de investigação dos problemas.

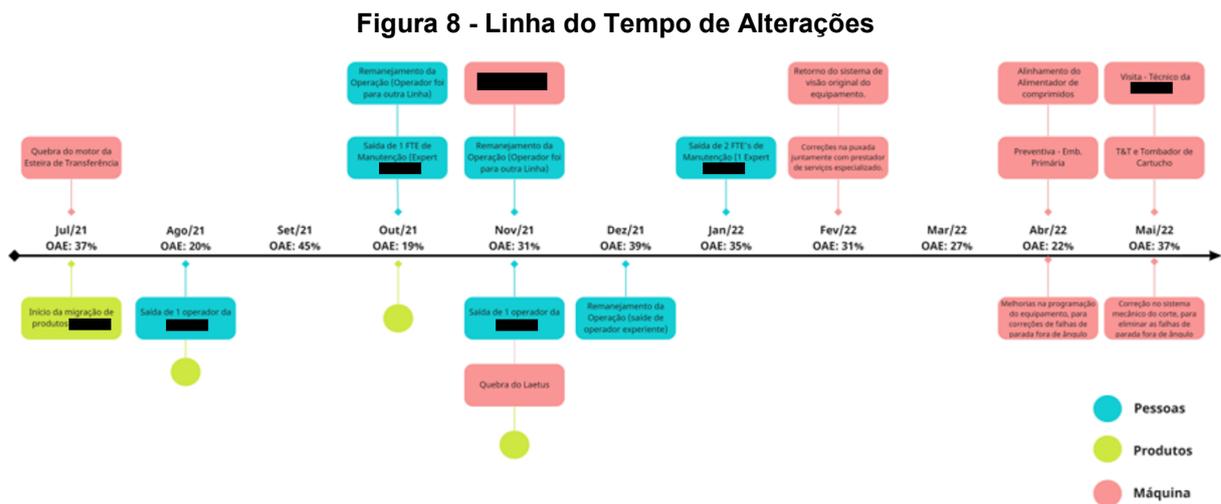
3.3 Fase Seek (Investigação)

Uma vez o escopo do projeto definido, foi possível iniciar a etapa de investigação das causas raízes dos problemas que impactam o processo da linha de embalagem. Para isso, definiu-se um calendário de acompanhamento do processo da linha, a fim de identificar problemas que podem atrapalhar a eficiência da máquina e assim diminuir o indicador alvo do projeto.

Os acompanhamentos do processo da linha de embalagem foram realizados por um time multidisciplinar, formado por colaboradores da manutenção, analistas de processos, operadores experientes e pela coordenação da área de excelência

operacional da empresa. O período de acompanhamento para levantamento das observações de possíveis melhorias foi de duas semanas, resultando em uma lista de diversas observações de possíveis melhorias de processo, gestão visual, disponibilização de treinamentos e adequações dos recursos utilizados na máquina.

Em paralelo ao acompanhamento do processo e levantamento de dados, construiu-se uma linha do tempo referente ao equipamento. Foram representadas as mudanças sofridas pela linha de embalagem com relação direta com os produtos alocados, as pessoas que faziam parte do processo e a máquina, como pode ser observado na imagem:



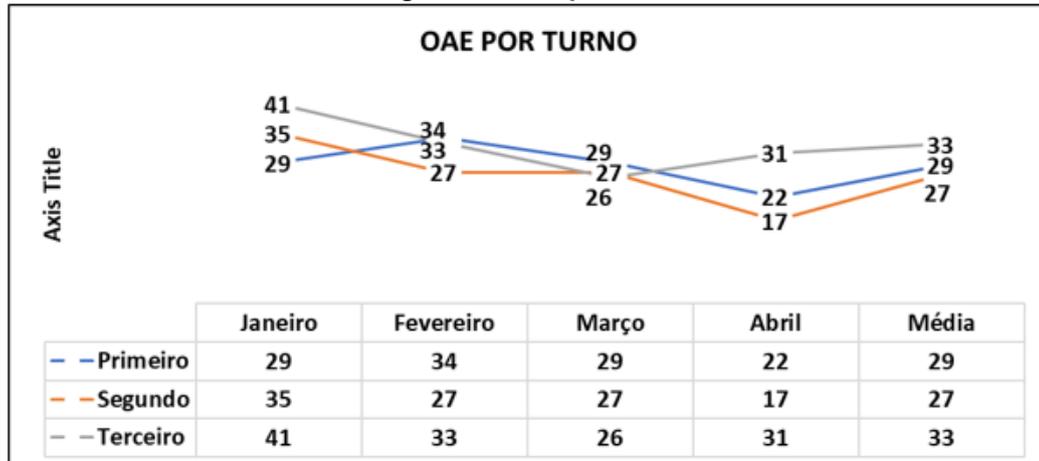
Fonte - Autoria Própria

Para melhor compreensão da linha do tempo, pode-se notar que os pontos em verde representam a entrada de novos SKU's na linha de embalagem, o que resulta em mais tipos de produtos e conseqüentemente mais tipos de setup diferentes, podendo ocasionar esperas maiores entre lotes. Os pontos em azul representam entradas e saídas de colaboradores que possuem relação com a linha de embalagem, como operadores e mantenedores experientes, se fazendo necessário o treinamento de colaboradores novos para a operação da linha. Por fim, os pontos em vermelho representam mudanças ocorridas na máquina em si, como quebras, alterações, intervenções por parte do fornecedor e correções realizadas.

Além das investigações do histórico de mudanças, foi realizada uma comparação entre o indicador de OAE por turno, visando identificar uma possível divergência entre os períodos de trabalho existentes na fábrica e criar alguma estratégia de treinamento para os colaboradores realizarem o processo de forma

padronizada. Vale ressaltar que os dados de OAE por turno foram coletados de janeiro à abril de 2022 em decorrência da data de implantação da fase seek do projeto.

Figura 9 - OAE por turno



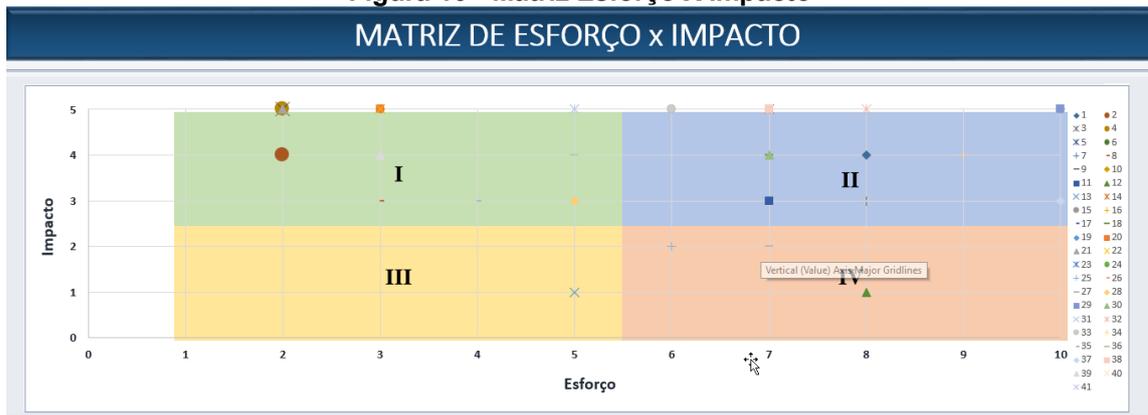
Fonte - Autoria Própria

Essas informações foram levantadas com o objetivo de compreender o histórico de alterações da máquina, bem como as variáveis que podem ter influenciado na queda do OAE da linha de embalagem, como saída de pessoas experientes, diferenças de processos entre os turnos com base nos resultados e adição de SKU's na linha de embalagem.

Como resultado do acompanhamento do processo e dos levantamentos investigativos realizados na linha de embalagem, realizou-se a criação de 41 ações de melhoria, variando entre adequações de máquina, realização de treinamentos para manutenção e operação, intervenções por parte dos fornecedores das máquinas, padronização dos tempos de setup e até mesmo adequações nos documentos utilizados nas linhas.

Antes das atribuições de responsáveis para as ações criadas, foi elaborada uma matriz de prioridade, para que as ações mais importantes e mais fáceis fossem realizadas primeiro. Para isso, as ações foram classificadas pelo impacto que seria causado por sua realização e pelo esforço necessário para realizá-la, resultando em uma distribuição por quadrantes, como mostra a figura:

Figura 10 - Matriz Esforço X Impacto



Fonte - Autoria Própria

Como existiam ações de rápida implementação, que não demandavam muito esforço por parte da equipe envolvida no projeto, foi possível finalizar 15 das 41 ações criadas antes do término da fase *seek*. Já as demais ações, foram atribuídas ao time multidisciplinar envolvido no projeto, visando a conclusão destas ao longo da fase *solve*.

3.4 Fase *Solve* (Resolução)

A etapa de resolução se deu ao longo de três meses, nos quais os responsáveis pelo projeto realizaram reuniões semanais de atualização do andamento das ações, buscando a efetivação dessas de forma ágil e eficiente, a fim de obter resultados positivos no indicador de OAE da máquina.

As principais ações realizadas ao longo dessa fase foram as visitas dos técnicos da empresa fabricante da máquina, troca do motor da esteira da máquina, adequação de sensores responsáveis pela rejeição de produtos não conforme, padronização dos tempos de setup e a realização de treinamento para a operação. Como passos futuros, deixou-se estabelecido e programado a contratação de mais treinamentos operacionais e de manutenção, visando dotar os colaboradores de conhecimento da máquina, compra de novas peças para instalação e acompanhamento das atividades implementadas.

Ao final da fase de resolução das ações, notou-se que algumas ações se encontravam atrasadas e outras ainda sem início. Tais ações continuaram sendo acompanhadas ao longo da fase seguinte para que fossem de fato implementadas. Podemos ver a proporção dessas ações a seguir:

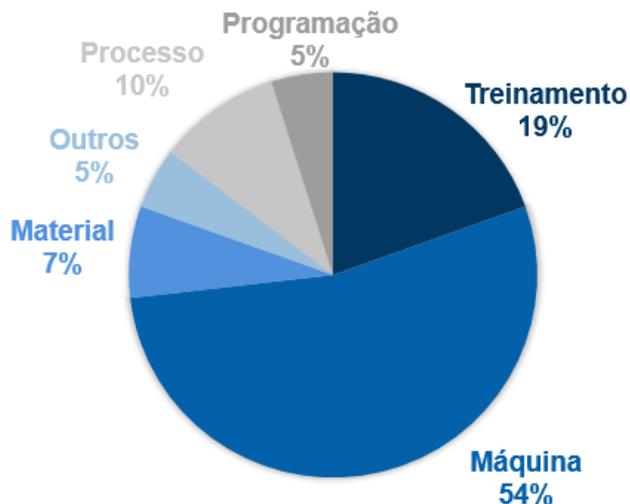
Figura 11 - Status de Ações ao fim da fase Solve



Fonte - Autoria Própria

Assim como o status das ações, foi levantado a proporção das ações relacionadas a cada uma das áreas, podendo ser observado a seguir:

Figura 12 - Área de relação das ações



Fonte - Autoria Própria

Por fim, ao final da etapa de resolução, ainda haviam 39% das ações sem conclusão, o que ocasionou uma mescla entre a etapa de resolução e sustentação após o término da fase solve.

3.5 Fase Sustain (Sustentação)

A etapa de sustentação se trata da etapa com menos ações necessárias. Nela foi realizado o acompanhamento do OAE da linha de embalagem de forma mais assídua, visando identificar possíveis falhas e desvios da meta estabelecida. Para sustentar o resultado foi necessário realizar atualizações do andamento das ações

que ainda não haviam sido finalizadas, a fim de que todas fossem implementadas e o indicador atingisse o patamar adequado.

Nessa fase, as reuniões periódicas da equipe se mantiveram, com o objetivo de discutir os resultados e as principais perdas que a linha de embalagem estava apresentando, de forma que ficasse mais claro, quais eram os pontos a serem atacados ao longo das semanas.

O período de implementação desta fase seria de 3 meses, conforme o cronograma estabelecido no início do projeto, porém ao final desse tempo, a alta liderança da empresa, juntamente com a liderança do projeto, decidiu estender por mais 3 meses, o período de sustentação desse indicador, visto que apenas no último mês do projeto, a meta estabelecida foi atingida.

3.6 Padronização da Metodologia

Com base nos passos descritos nesse capítulo, é possível estabelecer um padrão de metodologia que pode ser aplicado em diversos tipos de projetos de melhoria. A partir do aplicado, estabelece-se quatro fases de implementação, entre as quais se distinguem os focos de cada uma.

Inicialmente, é necessário que se faça um estudo prévio completo das variáveis que serão abordadas no projeto de melhoria, delimitando o escopo de implementação do projeto (indicadores que serão analisados), analisando quais as principais oportunidades de melhoria da empresa, visando o melhor retorno possível. Nesta etapa, é importante a análise de dados históricos que embasem a tomada de decisão. Após isso, pode-se efetivamente iniciar as fases do projeto. Este capítulo busca esclarecer as etapas de execução da metodologia detalhadamente, para que seja possível a sua reprodução em outros contextos. Naturalmente, esta metodologia padrão será melhor aplicada em projetos de melhoria de KPI's de manutenção, ainda que não precise se limitar apenas a estes tipos de projeto.

3.6.1 Padronização Fase *Scope* (Escopo)

Para dar início a fase de desenvolvimento do escopo do projeto, uma vez que o estudo prévio feito, é necessário, caso não exista, o estabelecimento de metas para os indicadores a serem atacados. A meta servirá de base para medir a eficiência ao longo da implementação do projeto, em contraponto ao desempenho inicial.

Além do estabelecimento das metas, faz-se necessária a criação de um time multidisciplinar para que as ações sejam tomadas de forma mais efetiva e rápida. A multidisciplinariedade da equipe de implementação permite que as ações estabelecidas ao longo do projeto possam ser implementadas com mais rapidez e assertividade, visto que cada membro ficaria responsável pelas ações relacionadas à sua área.

Assim como em outros projetos, é importante que se estabeleça um calendário a ser seguido, com as datas de início e fim de cada etapa, para que a equipe se atente ao andamento e não deixe de realizar nenhuma tarefa estabelecida no prazo acordado. Além disso, na etapa Scope, um calendário de reuniões deve ser criado. A frequência de reuniões bem como seus participantes devem ser definidos para garantir que desvios sejam rapidamente tratados. A equipe multidisciplinar deve se reunir em uma periodicidade alta, em reuniões curtas para esclarecimentos e ajustes do andamento das atividades. Já os gestores do projeto devem se reunir com a equipe em uma frequência menor, para analisar, de forma mais ampla, o andamento do projeto, bem como necessidades de investimentos de recursos.

É de extrema importância que toda a equipe conheça os pontos de partida de cada indicador ou do indicador trabalhado. Como já mencionado, isso possibilita o acompanhamento do desenvolvimento e eficiência do projeto. Sem a base conhecida, se torna mais difícil realizar as verificações de efetividade do projeto.

Além disso, é interessante que se calcule os benefícios financeiros potenciais do projeto, com base no estabelecimento dos pontos de partida e das metas. Sendo assim, além dos benefícios para os indicadores, será possível observar um benefício monetário.

Após as definições dessas informações é possível iniciar a fase de investigação, na qual serão encontradas as principais causas dos problemas para determinado indicador.

3.6.2 Padronização Fase Seek (Investigação)

Em continuidade à implementação da metodologia, dá-se início à fase de investigação dos principais problemas e causadores de problemas, visando encontrar as causas raízes destes. Esta fase possui como objetivo principal o levantamento das principais barreiras existentes que impossibilitam o alcance das metas, seja de uma linha de produção, ou um indicador da empresa que precisa de melhorias.

Visando tal melhoria, para a fase seek ser implementada com sucesso, faz-se necessária a utilização do time multidisciplinar, criado na fase anterior (scope), pois desta forma as causas dos problemas serão destacadas de forma mais ampla e precisa. Através dessa equipe, inicia-se um período de observação dos processos que envolvem o(s) indicador(es) escolhido(s), a fim de relatar os problemas que acontecem na rotina e atrapalham o atingimento das metas estabelecidas.

O tempo de observação pode ser variável de acordo com o processo observado. No caso de processos produtivos, é interessante que se observem todos os turnos de produção, bem como revezamento de pessoas, para que se possa ter um panorama mais adequado das atividades exercidas. Além disso, o revezamento da equipe em turnos de observação, é interessante para que seja possível a identificação dos problemas em diversas áreas. Como exemplo, pode-se mencionar o próprio projeto descrito neste trabalho, no qual pessoas da área de manutenção conseguiram identificar falhas mecânicas na máquina e também pessoas responsáveis pelos materiais de embalagem conseguiram identificar problemas com o material utilizado.

Em paralelo às observações a serem realizadas, por se tratar de uma investigação, é interessante que se faça um levantamento de histórico do(s) indicador(es), a fim de encontrar relações entre os acontecimentos passados e os resultados obtidos, a fim de encontrar outros possíveis problemas. Além dos dados do(s) indicador(es), é interessante que haja um levantamento dos acontecimentos da área ou processo envolvido, para que se tenha claro os motivos de cada resultado do indicador.

Uma vez os problemas e causas raízes levantados, é nessa fase ainda que se criam as ações para a resolução de tais problemas. Desta forma, é interessante que se realize reuniões periódicas com o time responsável pelo projeto, a fim de que todos os problemas recebam uma ação para a sua resolução.

É natural que muitas ações sejam criadas para os problemas levantados pela equipe do projeto. Em vista disso, sugere-se que seja criada uma matriz de Esforço/Impacto, para que se crie uma priorização na resolução das ações, e assim os resultados comecem a ser observados pelos envolvidos no processo. A partir da priorização, é possível iniciar a fase de resolução das ações criadas.

3.6.3 Padronização Fase *Solve* (Resolução)

Uma vez as ações e as prioridades estabelecidas, é possível dar início à fase de resolução (*solve*). Nessa etapa do projeto é importante que os prazos estejam claros para os responsáveis, e que esses prazos sejam lembrados e cobrados pela liderança do projeto.

Em vista disso, é importante que sejam realizadas reuniões periódicas por parte da liderança do projeto (estabelecidas na fase *scope*), visando atualizar as ações que já foram realizadas e ter um controle mais preciso do andamento do projeto. Além disso, as reuniões periódicas permitem que a liderança do projeto realize ajustes necessários para o alcance dos objetivos, como novas ações que não foram vistas inicialmente, ou mudança em algumas ações. Na fase de resolução das ações é interessante que um modo de controle das ações seja criado (planilha, ferramentas de projetos), para que as ações sejam direcionadas às pessoas responsáveis.

Outro ponto importante para o andamento do projeto são as resoluções de forma priorizada, seguindo o que foi estabelecido na fase anterior. Com a priorização, é possível ter um panorama da efetividade das ações, e começar a observar os resultados adquiridos a partir das implementações.

3.6.4 Padronização Fase *Sustain* (Sustentação)

Partindo para a finalização do projeto, a etapa de sustentação se apresenta como uma “conclusão” de que a implementação obteve seu objetivo. Nesta fase, a equipe de liderança do projeto deve acompanhar assiduamente os resultados do projeto, observando-os e analisando-os de forma crítica.

A partir dessas análises, será possível compreender as mudanças implementadas, quais foram úteis para as melhorias e quais não foram, também é possível identificar novos problemas que possam surgir e mitigá-los antes de se tornarem algo impactante para o(s) indicador(es).

É de extrema importância que os acompanhamentos do indicador em questão sejam feitos de forma rotineira, pois caso algo ocorra de forma diferente do esperado, será possível tomar as medidas cabíveis de forma rápida e efetiva, visando a manutenção dos resultados dentro das metas.

Em resumo, foi desenvolvido um quadro com os pontos mais relevantes de cada fase do projeto, a fim de que as etapas se tornem mais compreensíveis.

Quadro 5 - Pontos importantes de cada fase

Fase	Pontos Chave	Área Envolvida
Estudo Prévio	<ul style="list-style-type: none"> • Definir indicador que será abordado no projeto; • Definir qual máquina/área será abordada para o projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança do Projeto
<i>Scope</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer calendário para implementação; • Escolher equipe multidisciplinar para atuação no projeto; • Definir metas para o indicador escolhido; 	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança do Projeto
<i>Seek</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar assiduamente os problemas envolvidos no processo; • Desenvolver planos de ação para cada problema encontrado; • Criar cronograma para realização das ações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança do Projeto; • Time Multidisciplinar
<i>Solve</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar as ações estabelecidas; • Observar se as ações realizadas foram efetivas em relação ao problema atacado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança do Projeto; • Time Multidisciplinar
<i>Sustain</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar os resultados do indicador ao longo do tempo; • Desenvolver planos de ação, caso os resultados não aconteçam como esperado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Liderança do Projeto; • Time Multidisciplinar

Fonte – Autoria Própria

4 RESULTADOS

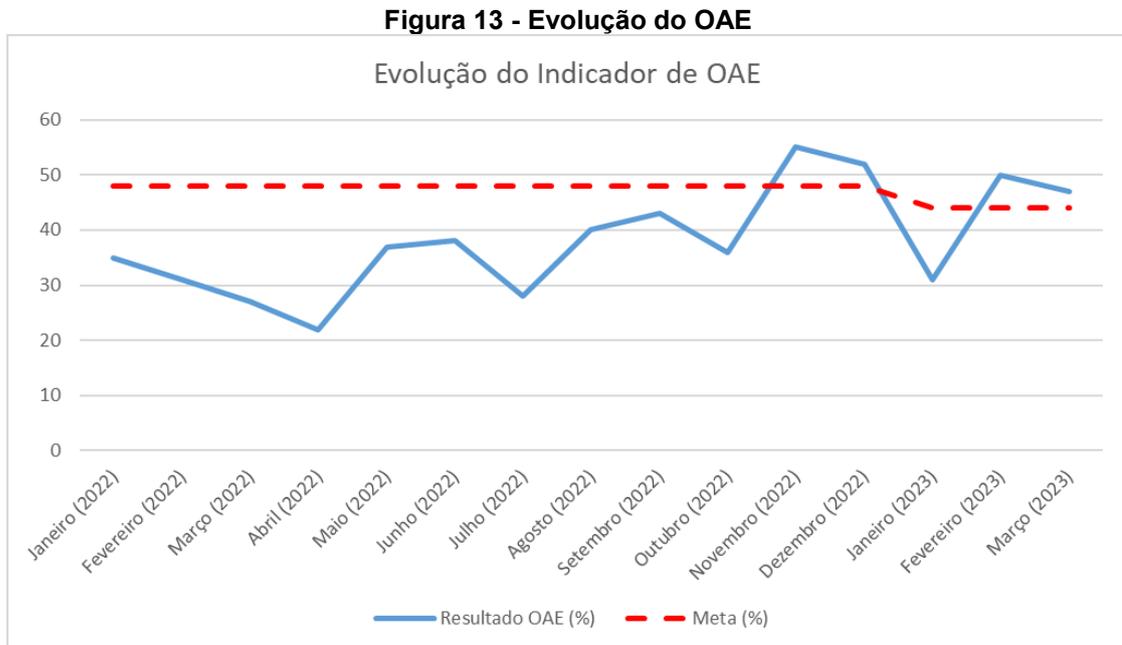
O presente capítulo possui como objetivo apresentar os resultados adquiridos, a partir da implementação da metodologia 4's em uma linha de embalagem de uma indústria farmacêutica. Ante ao descrito a respeito da fase de implementação do projeto, é interessante notar que a primeira e a última etapa (*Scope e Seek*) são fases um tanto mais fáceis de exercer o controle, pois possuem menor interface com o processo e assim estão menos expostas às variáveis deste. Para uma melhor visualização dos resultados, os dados históricos do indicador OAE foram compilados em uma tabela, apresentada as seguir. Assim, pode-se observar os efeitos no indicador, em cada fase do projeto.

Quadro 5 - Resultados de OAE

Mês	Resultado OAE (%)	Meta (%)	Meta atingida
<i>Janeiro (2022)</i>	35	48	NÃO
<i>Fevereiro (2022)</i>	31	48	NÃO
<i>Março (2022)</i>	27	48	NÃO
<i>Abril (2022)</i>	22	48	NÃO
<i>Maio (2022)</i>	37	48	NÃO
<i>Junho (2022)</i>	38	48	NÃO
<i>Julho (2022)</i>	28	48	NÃO
<i>Agosto (2022)</i>	40	48	NÃO
<i>Setembro (2022)</i>	43	48	NÃO
<i>Outubro (2022)</i>	36	48	NÃO
<i>Novembro (2022)</i>	55	48	SIM
<i>Dezembro (2022)</i>	52	48	SIM
<i>Janeiro (2023)</i>	31	44	NÃO
<i>Fevereiro (2023)</i>	50	44	SIM
<i>Março (2023)</i>	47	44	SIM

Fonte - Autoria Própria

Além disso, os dados foram tratados em um gráfico de linha, observando-se assim a evolução nos resultados do indicador, nos períodos finais da implementação do projeto.



Com base nos resultados obtidos, podemos observar que ao longo do ano de 2022 a linha de embalagem teve resultados consideravelmente baixos em relação a meta estabelecida para o ano. Vale ressaltar que a empresa em questão realiza revisões anuais das metas de suas linhas de embalagem, e em decorrência disso, a meta de OAE para o ano de 2023 foi reduzida de 48% para 44%.

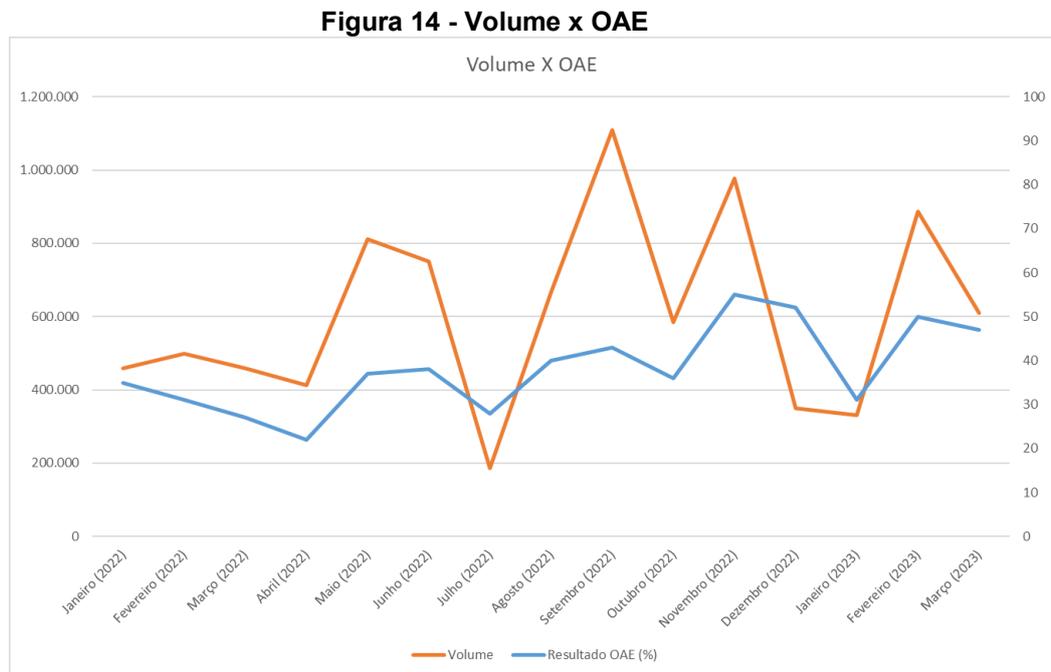
Analisando a tabela e o gráfico apresentado acima, é possível observar que ao longo do ano de implementação do projeto, obteve-se melhora nos resultados do indicador. De janeiro até abril de 2022, meses que correspondem às fases de escopo e investigação (nas quais não há tomadas de ações efetivas para melhoria do indicador), houve apenas quedas de performance da linha de embalagem, e a partir de maio do mesmo ano (início da fase de resolução de ações), o resultado teve melhoras gradativas.

Além disso, pode-se atentar ao fato de que ao final da fase de sustentação, os resultados se tornaram positivos em relação à meta, evidenciando que a metodologia aplicada foi eficaz, mesmo que com algum atraso em relação ao calendário preestabelecido. Outro ponto importante para destaque, se dá no resultado abaixo do esperado no mês de janeiro de 2023, em decorrência de férias coletivas.

Em geral, quando a máquina permanece por dias sem operação, é necessário realizar diversos ajustes para que o funcionamento volte ao normal, e por conta disso a meta não foi atingida. É de se ressaltar que os meses de fevereiro e março de 2023 foram satisfatórios em relação à meta estabelecida.

Sendo assim, pode-se afirmar que, até o período analisado, os resultados da implementação do projeto de melhoria de OAE da linha de embalagem se mostraram satisfatórios, visto que nos últimos 5 meses analisados, apenas um permaneceu abaixo da meta. Observando os meses iniciais do projeto (fevereiro a junho), tem-se uma média de OAE de 31%, e nos últimos meses analisados (novembro a março), o resultado subiu para 47%. Ainda que tais resultados sejam satisfatórios, é interessante que a empresa continue o monitoramento desse indicador, para que este se mantenha acima dos objetivos estabelecidos.

Como forma de melhor visualizar dos resultados, elaborou-se um gráfico com o objetivo de evidenciar o ganho produtivo (volume), em decorrência da maior disponibilidade da linha de embalagem.



Fonte - Autoria Própria

Analisando o gráfico, é possível perceber que os meses nos quais a disponibilidade da linha de embalagem se elevou, o volume de produção também cresceu. Desta forma, conclui-se que o projeto estudado neste trabalho trouxe resultados benéficos para a empresa, indo além apenas da disponibilidade da linha

de embalagem, uma vez que aumentando a disponibilidade, a produção também é elevada, melhorando, por exemplo, indicadores financeiros e de nível de serviço.

5 CONCLUSÃO

Em conclusão, o presente trabalho teve como objetivo esclarecer a metodologia utilizada no projeto de melhoria de OAE, bem como estabelecer métricas padrão para futuras aplicações desse método. Além disso, buscou-se realizar uma comparação com trabalhos existentes, que buscaram implementar outros tipos de metodologias de melhoria em diversos tipos de indicadores.

Ao longo da implementação do projeto, foi possível identificar que as fases de implementação que não possuem tanta interação com o processo, são mais fáceis de controlar e analisar, como as fases *Scope* e *Sustain*. Já as fases com envolvimento no processo (*Seek* e *Solve*) requerem um nível de atenção e dedicação maiores por parte do time do projeto.

Analisando os resultados apresentados, é possível compreender que a metodologia de melhoria de indicadores, aplicada na linha de embalagem, se mostrou eficaz, pois mesmo que com pequenos atrasos no cronograma estabelecido no início do projeto, pode-se obter resultados conforme o esperado, com o aumento do OAE da linha, ocasionando também o aumento da disponibilidade desta. Este indicador é de extrema importância para a empresa, pois proporciona uma visão ampla da produtividade, incluindo a qualidade, performance e disponibilidade.

A indústria farmacêutica em questão necessita de bons resultados de suas áreas produtivas, para que se mantenha competitiva no mercado. Desta forma, o projeto de melhoria pode ser aplicado em outras linhas, a fim de que os resultados melhorem ainda mais e forneçam mais benefícios para a empresa, uma vez que obteve resultados satisfatórios com essa implementação.

Além disso, o trabalho em questão estabelece uma padronização da metodologia como uma opção para projetos de melhoria, podendo ser utilizado em outras indústrias, empresas e setores. A padronização descrita no trabalho possui como meta o esclarecimento do modo adequado de implementação da metodologia 4's, buscando disponibilizar um novo tipo de meio de melhoria de indicadores, visando estabelecer um padrão para tal aplicação.

Conclui-se então, que a metodologia 4's se mostrou efetiva na implementação do projeto de melhoria e também pode se tornar uma metodologia padrão em diversos

campos industriais, uma vez que atingiu os resultados esperados na implementação do projeto.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, B. M. G. **Optimização de Processos na Indústria Farmacêutica mediante a aplicação da metodologia Lean Six Sigma**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.
- ANDRADE, F. F. de. **O Método de Melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- ANDRADE, P. H. C. de. Proposta de melhoria por meio de KPI em uma empresa de movelaria com fornecedores no exterior. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, Florianópolis, v. 19, n. 4, p. 1398-1420, 2019. Anual.
- BRITO, F. R. de; BRITO, M. L. de A. Impacto do ciclo PDCA no processo de atendimento aos clientes em empresa de aviamentos. **E-Acadêmica**, N/A, v. 1, n. 3, p. 1-6, dez. 2020.
- BUGOR, F.; FILHO, J de I. Utilização da metodologia DMAIC para promover melhorias na qualidade em indústrias alimentícias. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 18, n. 2, p. 724-733, 20 dez. 2021. Interface Tecnológica. <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v18i2.1280>.
- BUSSO, C. M. **Aplicação do Indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 205-225, abr. 2013.
- CAMPOS, L. M. S.; MELO, D. A. Indicadores de desempenho dos sistemas de gestão ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. **Produção**, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.
- CESAROTTI, V.; GIUIUSA, A.; INTRONA, V. **Using Overall Equipment Effectiveness for Manufacturing System Design**. Rijeka: Intech, 2013.
- CLETO, M. G.; QUINTEIRO, L. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. **Revista Produção Online**, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 210-239, mar. 2011.
- COSTA, J. M. da; HORTA, I.; GUIMARÃES, N.; CUNHA, J. F. e; NÓVOA, H.; SOUSA, R. S.. Sistemas de indicadores de desempenho e produtividade para a construção civil. Porto, jan. 2006.
- CÔRREA, A. F. **Proposta de aplicação do ciclo PDCA na manutenção das máquinas extrusoras de uma empresa do ramo de encadernação**. 2018. 39 f. TCC

(Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2018.

CUNHA, J. D. da C.; CUNHA, V. H. S. Aplicação do Método PDCA para melhoria do Processo Construtivo de uma Empresa de Grande Porte. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 11-18, jun. 2019.

CUNHA, L. F. P. da. O método PDCA como ferramenta de melhoria contínua dos processos e suporte para a elaboração do planejamento estratégico das empresas. **Uniabeu**, Belford Roxo, v. 6, n. 14, p. 366-384, dez. 2013.

FERREIRA, T.; MOREIRA, D.; DISCONZI, C. Análise da Produtividade de Uma Empresa de Beneficiamento de Arroz Através do Índice de Rendimento Global. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

FERNANDES, P. M. P.; RAMOS, A. W. Considerações sobre a integração do lean thinking com o seis sigma. In: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza, CE: UNIFor, 2006.

FNQ- FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. Cadernos Rumo a Excelência: da Qualidade, 2008. - (Serie Cadernos Rumo a Excelência).

FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho**: dos objetivos à ação - métodos para elaborar KPI's e obter resultados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. 448 p.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

HRONEC, S. M. **Sinais Vitais**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1994.

HOLANDA, L. M. C.; SOUZA, I. D.; FRANCISCO, A. C. Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa in-dústria de calçados em Alagoa Nova-PB. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, nº 4, out-dez/2013, p. 31-44.Recebido: 22/01/2013 Aprovado: 11/09/2013

KAYDOS, W. **Measuring, Managing, and Maximizing Performance**. Portland: Productivity Press, 1991.

MARIANI, C. A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI - Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, jan. 2005.

MARTINS, W.; OLIVO, A. de M. Aplicação da metodologia DMAIC para aumento de produtividade industrial. **Colloquium Exactarum**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 17-23, 10 dez. 2016. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC).

MIRANDA, A. C.; SANTANA, J. C. C. Aplicação da ferramenta PDCA na otimização de equipamentos de análises instrumentais (HPLC-UPLC) na rotina de análises físico-químicas em uma indústria farmacêutica nacional. **Exacta**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-6, 21 mar. 2018.

MITCHELL, G. Problems and fundamentals os sustainable development indicators. **Sustainable Development**, Leeds, v. 4, p. 1-11, 1996.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, V.46, n. 13, pp. 3517-3535, 2008.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NASCIMENTO, A. F. G.. **A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua**. 2011. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios, Faculdade Pitágoras, São João del Rei, 2011.

PALOMINO, R. C.; MANICA, C. R.; MIRANDA, B. B. de. Incremento na produção através do índice OEE: um estudo de caso em uma empresa fabricante de luminárias para lâmpadas fluorescentes. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. São Carlos: ABEPRO, 2010. p. 1-14.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PONTES, A. T.; SILVA, R. F. da; ALLEVATO, R. de C. G.; PINTO, M. A. C. A utilização de indicadores de desempenho no setor de suprimentos hospitalares: uma revisão de literatura. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-9.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RAPOSO, C. de F. C. Overall Equipment Effectiveness: aplicação em uma empresa do setor de bebidas do polo industrial de Manaus. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 648-667, jun. 2011. Anual.

REIS, M. S. **Estatística para a melhoria de processos: a perspectiva seis sigma**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2016. 388 p.

RIBEIRO, G.; PAES, R.; KLIEMANN, F. Aplicação da Metodologia OEE para Análise da Produtividade do Processo de Descobertura de Carvão Mineral em uma Mina a Céu Aberto. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: ABEPRO, 2010.

RODRIGUES, A. C.; CANELADA, M. **Utilização de KPI**: indicadores de desempenho na cadeia de suprimentos. Um estudo de caso em indústria metalúrgica no setor da construção civil. 2015. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Univem, Marília, 2015.

RON, A.; ROODA, J. Equipment effectiveness: OEE revisited. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v.18, n.1, p.190-196, 2005.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Artigo**. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007. p. 1-10.

SANTOS, P. V. S. Aplicação do indicador overall equipment effectiveness (OEE): um estudo de caso numa retífica e oficina mecânica. **Brazilian Journal Of Production Engineering**, São Mateus, v. 4, n. 3, p. 01-18, out. 2018.

SILVA, C. O. *et al.* A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. **Espacios**, [S.I.], v. 38, n. 27, p. 1-14, jan. 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. Tradução Henrique Luiz Corrêa. 3ª Ed. São Paulo. Ed. Atlas, 2009.

SOUZA, A. E.; CORREA, H. L. INDICADORES DE DESEMPENHO EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS. **Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 118-136, set. 2014.

SUZANO, M. A.; GAMBERINI, L. V. F. A utilização do indicador de eficiência OEE (overall equipment effectiveness): estudo de caso em uma indústria farmacêutica. **Scientiatec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 4-29, jul. 2020.

TORMEM, G. R. da S.; RODER, C. **Implantação de indicadores de desempenho para o setor de planejamento e controle da produção em uma indústria de extrusão de alumínio**. 2019. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.

ZUCATTO, L. C.; SARTOR, U. M.; BEBER, S.; WEBER, R. Proposição de indicadores de desempenho na gestão pública. **Contexto**, Porto Alegre, v. 9, n. 16, jul. 2009.