



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC NA ANÁLISE DO INDICADOR OTIF EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY IN THE ANALYSIS OF THE OTIF INDICATOR IN A METAL MECHANICAL INDUSTRY

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL ANÁLISIS DEL INDICADOR OTIF EN UNA INDUSTRIA METALMECÁNICA

Raelly Atena de Cerqueira Braga¹, Natália Fernanda Santos Pereira²,
Leandro César Mol Barbosa³, & Silvia Maria Santana Mapa⁴

^{1 2 3 4} Instituto Federal de Minas Gerais

¹raellyatena@hotmail.com ²natalia.pereira@ifmg.edu.br ^{3*}leandro.mol@ifmg.edu.br ^{4*}silvia.mapa@ifmg.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 13.06.2023

Aprovado: 13.07.2023

Disponibilizado: 17.08.2023

PALAVRAS-CHAVE: On Time In Full; Logística; DMAIC; Matriz GUT; 5W1H, Gráfico de Pareto.

KEYWORDS: On Time in Full; Logistic; DMAIC; GUT; 5W1H, Pareto.

PALABRAS CLAVE: On Time In Full; Logística; DMAIC; matriz GUT; 5W1H, diagrama de Pareto.

*Autor Correspondente: Braga, R. A. de C.

RESUMO

Este estudo foi aplicado em uma indústria produtora de tubos com alta exigência em relação aos prazos e atendimento dos seus clientes. Nesse contexto, o indicador OTIF (On Time In Full) se faz fundamental como forma de avaliar o desempenho da empresa e refletir a satisfação dos clientes com suas entregas. Na situação inicial, a organização não atendia à meta estabelecida. Dessa forma, o objetivo foi buscar as principais causas que impedem o atendimento da meta do OTIF por meio da metodologia DMAIC, priorizar ações com o auxílio da matriz GUT e do gráfico de Pareto, bem como propor um plano de ação para melhoria dos resultados utilizando o 5W1H. Foram encontradas as causas vitais de impacto sobre o OTIF e foi possível elaborar um plano de ação específico para cada uma delas. Observou-se também que parte dos problemas foram causados por uma má comunicação entre as áreas, impactando outros setores que não tinham acesso às informações, sendo necessária aplicar uma gestão adequada do conhecimento com registro e compartilhamento com as pessoas impactadas. Pode-se concluir que as ferramentas escolhidas auxiliaram a encontrar as principais causas relacionadas ao não atendimento do OTIF, definindo e priorizando as ações de melhoria.

ABSTRACT

This study was applied in an industry that produces tubes with high demands in terms of deadlines and compliance

with the characteristics of the products. In this context, the OTIF (On Time In Full) indicator is fundamental as a way of evaluating the company's performance and reflecting customer satisfaction regarding deliveries. Initially, the company did not meet the established target. Thus, the objective was to search the main causes that avoid the achievement of the OTIF goal through the DMAIC methodology, prioritize actions with the help of the GUT / Pareto diagram and propose an action plan to improve results using 5W1H. It was also observed that part of the problems was caused by poor communication between areas, impacting other sectors that did not have access to information, making it necessary to apply adequate knowledge management with registration and sharing with the people impacted. It can be concluded that the chosen tools helped to find the main causes related to non-compliance with the OTIF, defining and prioritizing improvement actions.

RESUMEN

Este estudio se aplicó en una industria productora de tubos con altas exigencias en cuanto a plazos y servicio al cliente. En este contexto, el indicador OTIF (On Time In Full) es fundamental como forma de evaluar el desempeño de la empresa y reflejar la satisfacción del cliente con sus entregas. En la situación inicial, la organización no cumplió con la meta establecida. Así, el objetivo fue buscar las principales causas que impiden el cumplimiento de la meta OTIF a través de la metodología DMAIC, priorizar acciones con la ayuda de la matriz GUT y el diagrama de Pareto, así como proponer un plan de acción para mejorar los resultados utilizando el 5W1H. También se observó que parte de los problemas se debían a la mala comunicación entre áreas, impactando a otros sectores que no tenían acceso a la información, siendo necesario aplicar una adecuada gestión del conocimiento con registro y compartición con las personas impactadas. Se puede concluir que las herramientas elegidas ayudaron a encontrar las principales causas relacionadas con el incumplimiento de la OTIF, definiendo y priorizando acciones de mejora.



1. INTRODUÇÃO

É importante que as empresas busquem formas de aumentar sua competitividade no mercado com o objetivo de se consolidar e melhorar sua posição. Para que isso ocorra, é fundamental que a empresa atenda às exigências de seus clientes por meio da adequação da qualidade do serviço oferecido. Segundo Ballou (2006), uma entrega com prejuízos relacionados a custos, avarias, prazos e consistência dos serviços para os clientes pode gerar perda de fidelidade ou fazer com que o cliente não faça novas compras.

O conceito de cadeia de suprimentos envolve todo o processo. Segundo Martins e Laugeni (2005), é uma integração entre fornecedores, clientes e provedores logísticos externos, que precisam estar ligados de forma a compartilhar informações e planos, o que de acordo com os autores, é capaz de aumentar a eficiência dos envolvidos e intensificar a competitividade. Conceição (2004) afirma que o nível de serviço apresentado em excelência tende a aumentar de forma significativa o valor agregado na cadeia de suprimentos. Pires (1995) declara que os principais fatores que geram prioridade competitiva são custo reduzido, qualidade elevada, maior desempenho nas entregas com prazos menores e confiáveis, assim como flexibilidade de produção.

Considerando a necessidade de atender às expectativas dos clientes, os indicadores de desempenho atuam como meio de análise de processos internos e externos em busca do atendimento dos objetivos estratégicos da organização (Ângelo, 2005). Para a autora, a melhoria da logística interna da organização ocorre a partir do aperfeiçoamento dos processos internos e do fluxo de informações, sendo necessário executar medição e controle dos resultados para ajudar no aumento da *performance* logística.

Os indicadores de *performance* logística são essenciais para que uma empresa possa melhorar seu desempenho, uma vez que só é possível gerenciar e melhorar aspectos que são medidos (Neves, 2009). Nesse sentido, o indicador o OTIF (*On Time In Full*) tem sido utilizado para monitorar diversos aspectos em relação à entrega de produtos ao cliente, como pontualidade, qualidade, condições físicas, identificação e quantidade correta (Donofre et al., 2019). Sendo assim, o indicador impacta diretamente na satisfação do cliente e seu controle se faz fundamental, considerando que ele exige simples medição e é capaz de controlar a qualidade da entrega de produtos e serviços por diferentes perspectivas (Rossi, 2012).

A empresa analisada no presente trabalho é uma indústria que produz tubos de aço, abastecendo o mercado nacional e internacional. A organização em estudo tem foco na produção de acordo com as exigências de cada cliente e possui atividades complexas no fluxo produtivo, tendo como diferencial à fabricação de produtos altamente customizados para diversas aplicações.

A proposta do estudo foi motivada pela dificuldade da empresa estudada em cumprir prazos acordados e atender todas as especificações solicitadas pelos clientes, tendo um resultado insatisfatório do indicador OTIF. Para a empresa, essa situação caracteriza um grande desafio, considerando a grande diversidade de produtos ofertados, a variedade significativa entre eles



e a exigência de alto nível de serviço por parte dos clientes. Para isso, foi utilizado a metodologia DMAIC, que de acordo com Werkema (2012) estabelece diretrizes para a resolução de problemas divididos em cinco etapas, sendo as letras iniciais de cada etapa, quando combinadas formam o nome da metodologia DMAIC e estão divididas em: definir; medir; analisar; melhorar (*improve* em inglês); e controlar.

Este estudo se justifica pela necessidade de oferecer aos clientes um alto nível de serviço, manter uma imagem positiva para a organização e atingir resultados satisfatórios dos indicadores de *performance* de entrega de pedidos. Visto que o baixo desempenho do OTIF reflete diretamente na satisfação do cliente e impacta na receita da empresa. Para isso, é fundamental um estudo mais aprofundado da situação da empresa, identificando as causas de ocorrência de pedidos que não configuraram em entregas perfeitas e, assim, propor ações eficazes para melhorar os resultados desse indicador.

Dessa forma, o objetivo geral deste estudo foi aplicar a metodologia DMAIC para analisar as causas de não atendimento da meta do indicador OTIF e propor ações para maior controle e redução dos atrasos. Em relação aos objetivos específicos, o estudo propôs coletar dados do indicador OTIF, definir as 3 (três) áreas da empresa que geram maior grau de impacto negativo por meio do gráfico de Pareto, detalhar as causas de maior impacto com o uso da Matriz GUT e propor plano de ação para melhoria do OTIF por meio do 5W1H, que considera os passos da ferramenta original e exclui a avaliação de custos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Logística

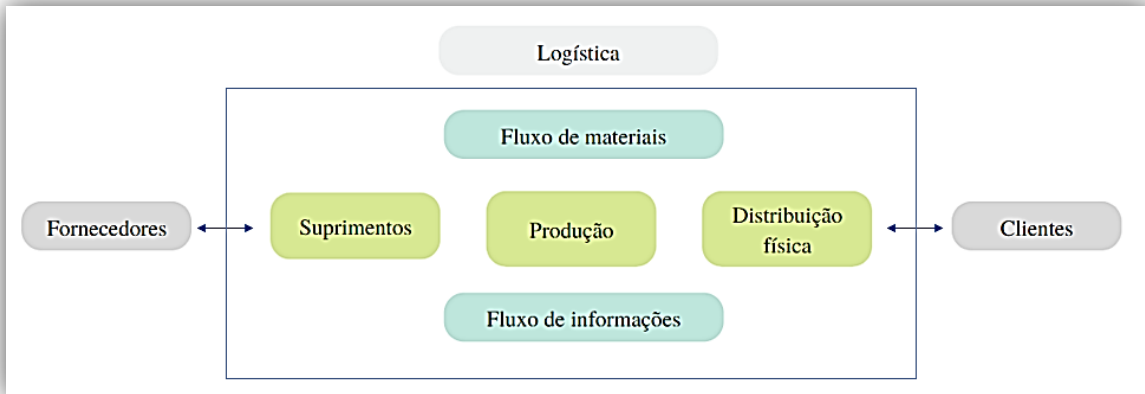
Para Ballou (2006) logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de mercadorias, serviços e informações, devendo ser eficiente e eficaz desde a origem até o cliente, que precisa ter suas necessidades atendidas. De acordo com esse conceito, todo o fluxo deve ser analisado de perto, considerando as atividades necessárias para que o produto seja entregue ao cliente no momento certo e de acordo com suas exigências.

Brandalise (2017) afirma que a atribuição fundamental da logística é otimizar os recursos internos e externos para que o cliente receba seus produtos ou serviços no momento combinado, no local definido, de acordo com as especificações estabelecidas e com o menor custo possível. Para isso, são consideradas algumas tarefas, sendo elas: compra; transporte e movimentação; armazenagem e entrega. Ballou (2006) explica que alguns dos elementos que mais geram reclamações pelos clientes são atrasos na entrega, produtos com qualidade inadequada e produtos danificados, sendo esses os itens que o OTIF é capaz de abranger.

O papel do consumidor é muito importante, já que o valor percebido por ele define o real valor das saídas dos processos. Segundo Crandall, Crandall e Chen (2015), os componentes da cadeia de suprimentos devem maximizar sua integração através de uma colaboração próxima para alcançar um desenvolvimento mais efetivo, aumentando a velocidade das operações e do fluxo de informação ao longo da cadeia. A Figura 1 demonstra as etapas do fluxo logístico de acordo com Ballou (2006), que engloba desde a relação com fornecedores da organização, envolvendo os processos produtivos, até a entrega para os clientes.



Figura 1. Fluxo logístico entre os fornecedores até os clientes.



Fonte: Adaptado de Ballou (2006).

De acordo com Scott et al. (2011), a satisfação dos clientes pode aumentar como consequência de entregas adequadas de produtos e/ou serviços, considerando principalmente as seguintes premissas: entregar o que foi combinado; atender às expectativas do cliente; e recuperar possíveis falhas. Gomes e Ribeiro (2020) afirmam que algumas ações podem ser feitas pelas empresas com o objetivo de reduzir as falhas antes mesmo que elas cheguem aos clientes, como adquirir conhecimento sobre os procedimentos, produtos e serviços da organização, estruturar um fluxo correto de informações dentro da empresa e com seus clientes e maximização da eficiência das operações.

Ballou (2006) ressalta que por meio do diferencial dos serviços em relação aos concorrentes se torna possível aumentar as vendas, que crescem de acordo com a melhoria dos serviços até o ponto de declínio das vendas. O nível de serviço ótimo é aquele que maximiza o lucro da empresa.

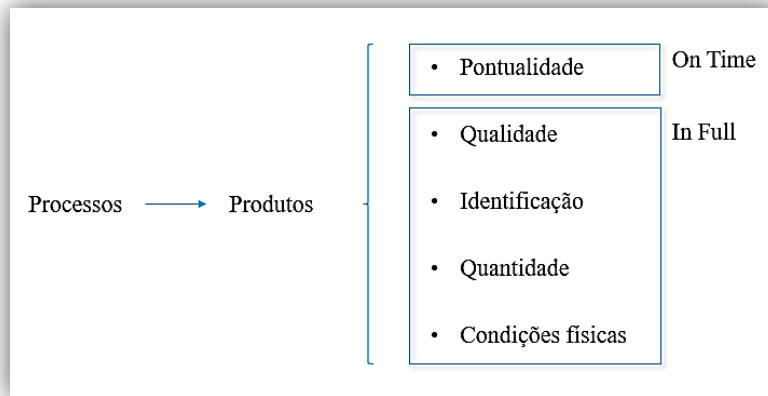
Christopher (2009) ressalta que o sucesso de uma organização está baseado no nível de valor que ela oferece a seus clientes. Esse valor é mensurado pela razão entre os benefícios percebidos pelos clientes em relação aos custos gerados pelas operações. Scheinkopf e Moore (1998) mencionam que o valor percebido pelo cliente é consequência de uma cadeia de relações de interdependência entre fábrica e fornecedores.

2.2. Indicador OTIF (*On Time in Full*)

Ângelo (2005) afirma que o OTIF se refere às entregas feitas no prazo determinado, respeitando as quantidades e as especificações do pedido. Segundo Araújo e Oliveira (2009), o OTIF é um indicador de desempenho que tem como objetivo o monitoramento de entregas de produtos e serviços, com foco principal na satisfação dos clientes. Ainda de acordo com os autores, *On Time* indica que as entregas devem ser feitas de acordo com o prazo e no local alinhado, enquanto *In Full* demonstra que os produtos devem ser entregues de acordo com as especificações propostas, atendendo a aspectos como características e condições físicas (Araújo & Oliveira, 2009). Os critérios considerados na medição do OTIF estão descritos na Figura 2.



Figura 2. Critérios considerados na medição do OTIF.



Fonte: Adaptado de Donofre et al. (2019).

O OTIF busca medir o nível de serviço e existe uma importante relação entre ele e os custos logísticos. Ballou (2006) explica que as atividades precisam ser melhoradas para que seja possível alcançar o objetivo de nível de serviço, o que gera um aumento nos custos. Nesse sentido, deve haver uma análise fundamentada para estabelecer a meta do OTIF para que os custos sejam aceitáveis e, conseqüentemente, a organização consiga atingir o lucro esperado.

O cálculo do OTIF é determinado através da Equação 1 (Araújo, 2008).

$$OTIF = \frac{\textit{Entregas perfeitas}}{\textit{Total de entregas}} \times 100 \quad \textit{Equação 1}$$

A medição de entregas perfeitas para o cálculo do OTIF é um indicador binário, tendo resultado 0 (zero) quando o produto não atende aos requisitos ou 1 (um) para quando todas as exigências são atendidas. Os requisitos de atendimento devem ser avaliados e acordados previamente com os clientes de modo que os esforços sejam direcionados pela empresa para que eles sejam atendidos. Para Araújo (2008) o fato de que o indicador é binário gera a necessidade de uma medição cuidadosa, considerando que todos os requisitos precisam ser atendidos para que o resultado seja 1 (um) e indique uma entrega perfeita.

Bowersox e Closs (2001) definem o conceito de pedido perfeito, que abrange o desempenho da logística integrada, sem falhas ao longo do processo – incluindo a expedição – e no produto. Para Campos (2013) o pedido perfeito é um indicador que avalia todas as atividades do fluxo dos pedidos, como disponibilidade de estoque, cumprimento de prazos de entrega e correção de erros envolvidos na cadeia produtiva. Macohin (2012) enfatiza que o pedido perfeito demonstra eficácia e acurácia do desempenho da logística de modo geral.

Araújo e Oliveira (2009) definiram que é necessário dividir o OTIF a partir de um mapeamento dos processos, com o objetivo de gerar maior profundidade para o indicador, tornando seus resultados mais completos para cada área de aplicação. A divisão do OTIF consiste em 5 (cinco) áreas, sendo elas:



- **Fornecedor:** mede a entrega de matéria-prima por parte dos fornecedores;
- **Suprimentos:** mede a logística de movimentação das matérias-primas e materiais entre armazenamento e processos produtivos;
- **Produção:** mede o desempenho da produção;
- **Vendas:** mede a velocidade com que o setor de vendas envia o pedido com suas respectivas informações para as áreas de planejamento e programação da produção;
- **Logística:** mede a entrega dos produtos aos clientes, podendo ser dividida em despacho e entrega. O despacho se refere à logística interna, entre a área de produção e o local de embarque do produto. Já a parte de entrega mede a logística externa, considerando a entrega do produto diretamente ao cliente.

A partir desses conceitos, alguns exemplos de aplicações práticas podem ser dados no intuito de ilustrar o seu uso. Rossi (2012) aplicou o indicador OTIF em uma empresa do setor agroindustrial. Nesse estudo, o autor utilizou *brainstorming* em busca de identificar pontos de melhoria para a organização e apontou que 90% das entregas estavam fora de conformidade e isso justificou a implantação do indicador, sugerindo novos trabalho com sua aplicação com foco em cada uma das cinco áreas propostas por Araújo e Oliveira (2009).

Melo (2018) aplicou o indicador OTIF alinhado à metodologia DMAIC para apoiar torres de controle em uma empresa varejista. Ao final do estudo, o autor conseguiu melhorar as entregas *On Time* em 5% e aumentou o atendimento de pedidos conformes em 4%, com uma projeção de redução de custos de até R\$260.000,00 em fretes em um período de dois anos.

2.3. DMAIC

De acordo com Werkema (2014), a metodologia DMAIC é dividida nas etapas Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*). O objetivo da ferramenta é estabelecer meios de alcançar resultados de melhorias nos problemas definidos como objetivos do estudo. A autora sugere a aplicação de várias ferramentas dentro das etapas do DMAIC como meio de atingir os resultados esperados. Shankar (2009) defende que essa metodologia auxilia na solução de problemas em busca de competitividade, sendo possível minimizar ou eliminar adversidades por meio de suas ferramentas integradas. A Figura 3 apresenta a metodologia DMAIC e suas etapas.

Figura 3. Etapas da Metodologia DMAIC.



Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

A fase Definir, segundo Werkema (2012), é o momento de estabelecer o escopo do problema no qual as ferramentas serão aplicadas. Para Rodrigues (2014), é nesta fase que devem ser definidos os processos críticos, sendo aqueles que mais impactam a visão do cliente de acordo com suas expectativas.



Na etapa Medir é necessário buscar e coletar dados ou acessar dados históricos já existentes (Shankar, 2009). Para Damsiar, Prastyo e Rimawan (2018), nesta etapa existe um histórico de dados sobre determinado processo e suas características devem ser medidas para que sejam determinados os pontos de melhoria. Ainda segundo o autor, o diagrama de Pareto é uma ferramenta adequada para esta etapa.

Na etapa Analisar, os autores Damsiar, Prastyo e Rimawan (2018) informam que a causa raiz deve ser validada e então devem ser encontradas as soluções para os problemas oriundos dessa causa, sendo conveniente aplicar ferramentas da qualidade. Lynch e Cloutier (2003) descrevem que nessa etapa é possível definir o foco do projeto, identificar as causas de variação do indicador e reduzir as situações que deverão ser melhoradas no próximo passo.

Em relação à etapa Melhorar, Araújo (2008) explica que as soluções devem ser implementadas de acordo com o que foi definido no planejamento. Para Shankar (2009) se os fatores significantes e seus papéis nos processos são conhecidos, a implementação de ações se torna mais fácil, auxiliando no controle.

A etapa Controlar é responsável por direcionar as responsabilidades em relação às melhorias propostas entre as equipes e dar o apoio necessário para que as ações sejam executadas e se tornem parte da rotina (Coutinho, 2011). Damsiar, Prastyo e Rimawan (2018) afirmam que nesta fase deve haver padronização, controle e manutenção das melhorias a longo prazo, devendo ser realizadas ações alinhadas à prevenção de problemas que poderiam ser causados pelas mudanças. Sendo assim, é uma etapa de reparar situações indesejadas e obter ganhos com as melhorias.

2.4. Matriz GUT

A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta usada para análise, priorização de problemas e implementação de ações. Essa atribui pontuação de 1 (um) a 5 (cinco) para cada um dos fatores, sendo eles gravidade, urgência e tendência (Novaski; Freitas; Billig, 2020).

A gravidade (G) se refere ao impacto que pode ser gerado por determinado problema, a urgência (U) se relaciona com o tempo aceitável para solução da situação, e a tendência (T) aborda a piora do problema caso não seja feita nenhuma ação (Trucolo, 2016). Os fatores G, U e T são multiplicados e os itens de maiores resultados devem ser tratados como prioridade (Junior, 2021).

Como exemplo de utilização, Novaski et al. (2020) aplicaram a matriz GUT alinhada ao princípio de Pareto para obter as maiores perdas no processo produtivo em uma padaria e identificaram as atividades que constituíam 77% das perdas, permitindo a priorização de ações para corrigi-las. Moura (2021) utilizou a matriz GUT com o objetivo de otimizar a manutenção em uma empresa de óleo e gás, permitindo identificar as maiores falhas no processo de manutenção e a elaboração de um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H.



2.5 Diagrama de Pareto

No início da década de 90, Joseph Juran, um dos pioneiros da gestão da qualidade, realizou uma série de análises e estudos nos trabalhos do economista Vilfredo Pareto. A partir disso, Juran chegou à conclusão de que, na maior parte das iniciativas de melhoria de um determinado sistema, poucos defeitos eram responsáveis pela maior parte dos problemas presentes. Dessa forma, foi estabelecida uma relação, similar à de Pareto, de 20/80 onde 20% dos defeitos de um determinado sistema era responsável por 80% dos problemas existentes (Machado, 2012).

Segundo Werkema (2012) o diagrama de Pareto tem como a finalidade de arranjar informações para que elas sejam visualizadas de forma mais clara, priorizando-as a fim de tratar problemas e/ou estabelecer projetos. Paranhos Filho (2007) conceituou essa ferramenta como um gráfico de barras verticais em um plano cartesiano, onde no eixo horizontal são apresentados problemas ou seus respectivos motivos, enquanto as ocorrências são quantificadas no eixo vertical com valores alocados de forma decrescente com o percentual acumulado.

2.6. Ferramenta 5W2H

Behr, Moro e Estabel (2008, p. 39) definem a ferramenta 5W2H da seguinte forma: “O 5W do nome correspondem às palavras de origem inglesa *What, When, Why, Where* e *Who*, e o 2H, à palavra *How* e à expressão *How Much*. Traduzindo: O que, Quando, Por que, Onde, Quem, Como e Quanto [...]”. Ou seja, na busca da realização de melhorias para determinado critério de desempenho, questiona-se cada uma dessas palavras e essas devem ser respondidas.

Segundo Maiczuk e Júnior (2013) a ferramenta 5W2H é aplicada como forma de diagnosticar um problema e planejar ações de solução, possibilitando uma visualização mais fácil da situação e deixando claro o que deve ser executado, assim como os responsáveis pelas ações, objetivos, prazos e recursos.

3. METODOLOGIA

O presente estudo é definido como uma pesquisa aplicada. Conforme Thiollent (2011), a pesquisa de natureza aplicada possui foco nos problemas existentes nos processos de instituições, grupos ou organizações, com o objetivo de obter um diagnóstico e buscar soluções.

Com relação aos objetivos, este trabalho se classifica como uma pesquisa descritiva, que de acordo com Triviños (1987), afirma que o estudo descritivo tem como objetivo investigar e descrever uma série de dados e fenômenos de determinada realidade.

Para a realização do trabalho, propõe-se utilizar o método de pesquisa-ação. Engel (2000) declara que esse método surgiu a partir da necessidade de suprir uma lacuna formada entre teoria e prática, buscando alcançar o diagnóstico de um problema e chegando a resultados no final do processo de forma objetiva.

O objetivo deste trabalho foi analisar o indicador OTIF em uma indústria de fabricação de tubos, buscando classificar e avaliar as causas de maior impacto negativo ao indicador e definir



formas de melhorar seus resultados e, conseqüentemente, a satisfação dos clientes. Foi utilizada a metodologia DMAIC com o propósito de guiar o estudo por meio de etapas estruturadas e gerar melhorias nos processos e no indicador OTIF.

A coleta de dados foi realizada, inicialmente, por meio de extração de relatórios com o histórico de medição do OTIF. Em seguida, foi aplicado o *brainstorming* com os responsáveis com enfoque nas três causas que mais impactaram de forma negativa o OTIF. Segundo Chammas et al. (2017), o *brainstorming* é simples, apresenta baixo custo e resultados rápidos, permitindo ligação entre diferentes ideias e criatividade na solução de problemas.

A análise dos dados foi realizada sob uma perspectiva quantitativa, com o histórico do OTIF de janeiro de 2020 a setembro de 2022. O diagrama de Pareto forneceu uma análise quantitativa em relação às causas críticas, enquanto o *brainstorming* forneceu uma visão qualitativa para ajudar a identificar as principais causas. A matriz GUT foi escolhida devido à possibilidade de priorizar problemas que devem ser tratados, sendo essa uma análise qualitativa e quantitativa. Em uma concepção qualitativa, foi aplicada a ferramenta 5W1H para elaboração do plano de ação, permitindo detalhamento do que será realizado, dos prazos necessários e dos responsáveis para que as ações sejam direcionadas.

3.1. A empresa

A empresa analisada é uma indústria localizada no Brasil, que produz tubos de aço para atendimento de mercado nacional e internacional. Os clientes são empresas que necessitam de um atendimento adequado das datas de entrega propostas e alinhadas, sendo que geralmente os produtos são aplicados em grandes projetos que envolvem um importante planejamento e altos custos.

Os critérios técnicos dos produtos são extremamente importantes para suas aplicações, que são feitas principalmente nos mercados de energia e indústria, óleo e gás, automotivo e construção civil. Dessa forma, a exigência do cliente é alta e são necessárias ações com foco na melhoria técnica e maximização da conformidade. O fluxo produtivo inclui processos como laminação, tratamento térmico, rosqueamento e testes específicos, tendo variação de acordo com as características específicas de cada tubo. Isso altera de acordo com fatores como classe do aço, comprimento do tubo, diâmetro, espessura da parede, tipo de aplicação e testes necessários para cada tipo de produto ou exigidos pelos clientes.

Considerando os resultados insatisfatórios do indicador OTIF nos últimos anos, foi identificada a necessidade de estudo e melhoria nos processos na organização. Optou-se por não divulgar o nome da empresa e os dados que pudessem possibilitar algum tipo de identificação.

3.2. Aplicação do DMAIC

A principal ferramenta utilizada e que orientou para as ações de melhoria foi a metodologia DMAIC, tendo suas etapas divididas de acordo com o Quadro 1.



Quadro 1. Resumo das ferramentas utilizadas em cada etapa do trabalho a partir da ferramenta DMAIC.

Etapa (DMAIC)	Atividades	Ferramentas e métodos
Definir (D)	Definição do indicador a ser analisado.	Extração de relatórios; Reuniões.
	Determinação do período de análise.	
	Estabelecimento das ferramentas para as etapas do DMAIC.	
Medir (M)	Extração da base de dados.	Power BI.
	Classificação das 3 (três) áreas que possuem maior impacto no indicador OTIF.	Gráfico de Pareto.
Analisar (A)	Descrição e priorização dos problemas de cada uma das áreas classificadas.	Brainstorming; Matriz GUT.
Melhorar (I)	Elaboração do plano de ação para as prioridades encontradas.	Plano de ação (5W1H).
Controlar (C)	Padronização (proposta).	Reuniões semanais de acompanhamento; Treinamento das equipes; Elaboração de procedimentos padrão.

Fonte: Autores (2023).

3.2.1. Definir

Inicialmente foram observados alguns relatórios de desempenho da empresa e o indicador OTIF se mostrou um ponto crítico, apresentando resultados insatisfatórios e demonstrando incapacidade de atender às metas estabelecidas, o que gerou a necessidade do estudo. Para melhor entendimento em relação ao OTIF na empresa, foram realizadas entrevistas abertas com os responsáveis pela medição e disponibilização dos dados do indicador estudado. Nesse momento foi definido o período de dados para a amostra do estudo: sendo de janeiro de 2020 a setembro de 2022. Em seguida, foi realizado um aprofundamento no indicador OTIF na empresa com todo o histórico de pedidos, materiais, destino de entrega e outras informações relacionadas a cada item que influenciou o resultado.

3.2.1. Definir

A coleta dos dados históricos do indicador foi realizada a partir dos relatórios do OTIF da empresa por meio do *software* Power BI, conforme o período definido na etapa anterior. Os dados obtidos mostram as causas gerais de não atendimento do OTIF, ou seja, as áreas ou situações responsáveis pelo impacto negativo ao indicador. De acordo com Ângelo (2005), ao medir indicadores é importante a definição dos limites entre os quais eles podem variar e, nesse caso, a meta do OTIF na empresa é de 80% em todo o período analisado.

Em seguida, com o objetivo de identificar as principais áreas que influenciaram para o não atendimento do indicador OTIF, a ferramenta Diagrama de Pareto foi utilizada, conforme recomendações de Rodrigues (2014). O Princípio de Pareto define que algumas das causas dos problemas são responsáveis por grandes impactos (Carpinetti, 2012). Conforme Braz (2002), o princípio de Pareto divide os problemas em “poucos vitais”, que são poucos problemas que apresentam grande impacto, e “muitos triviais”, problemas numerosos que possuem menor impacto. O objetivo é facilitar a compreensão e definir os problemas mais importantes, tornando mais eficaz o direcionamento de ações, que devem buscar resolver as causas de maior impacto.



3.2.3. Analisar

Neste estágio, para identificar as principais causas do não atendimento do indicador OTIF, buscou-se reunir com as três áreas classificadas pelo gráfico de Pareto, incluindo os responsáveis pela operação, pela qualidade, pelo planejamento e pelos engenheiros. A inclusão de colaboradores envolvidos em diferentes processos dentro das áreas teve o objetivo de proporcionar uma visão ampla acerca dos problemas e, portanto, auxiliar na elaboração de soluções mais assertivas. Nessas reuniões foi elaborada a matriz GUT, ferramenta usada para descrever e priorizar os problemas contidos nas áreas destacadas.

3.2.4. Melhorar

Para a etapa de melhoria foi utilizada a ferramenta 5W1H com o objetivo de definir um plano de ação para as situações críticas classificadas por meio da Matriz GUT na etapa anterior. No presente estudo foi utilizada uma adaptação da ferramenta, conhecida como 5W1H.

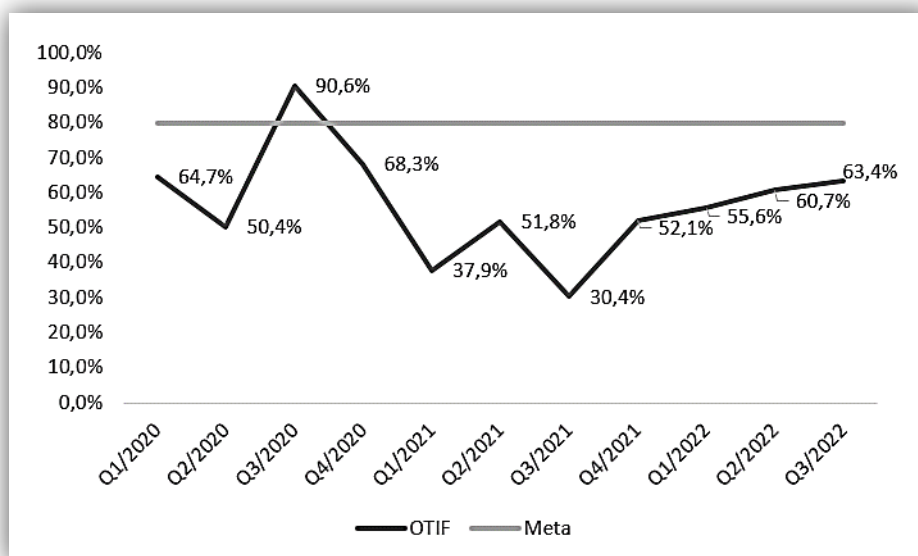
3.2.5. Controlar

A etapa de controlar será realizada com a execução de reuniões semanais de acompanhamento das melhorias, avaliando o indicador OTIF geral e considerando as metas estabelecidas pela organização e pelas próprias áreas selecionadas. Além disso, devem ser criados documentos de procedimento padrão pelos integrantes das áreas, visando facilitar as ações e aprimorar os resultados, conforme a necessidade de cada equipe. Sendo assim, as pessoas deverão ser treinadas de acordo com esses documentos, padronizando o nível de conhecimento dos colaboradores conforme suas atividades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4, é possível perceber que os resultados do OTIF na empresa analisada estão abaixo da meta de 80% entre o primeiro trimestre de 2020 (Q1/2020) e o terceiro trimestre de 2022 (Q3/2022), demonstrando a necessidade de implantações de melhorias. Essa análise foi realizada na fase Definir e caracteriza um problema que precisa de solução.

Figura 4. Histórico do OTIF trimestral.



Fonte: Autores (2023)



A Tabela 1 apresenta as causas de não atendimento do OTIF e a frequência de ocorrência de cada uma, em ordem decrescente, no total de pedidos que não configuraram entregas perfeitas. Todos os tubos da empresa passam pelo processo de laminação. Os problemas relacionados aos produtos não conformes são divididos em dobras, riscos, desvios na espessura, defeitos mecânicos, formação de buracos, alterações de diâmetro, comprimentos incorretos, amassamento e empeno dos tubos. A linha final contém processos como inspeção visual dos tubos, marcação dos materiais, teste hidrostático, ensaios não destrutivos, serra para redução de comprimento quando necessário, acoplamento de protetores nos tubos e formação de embalagens.

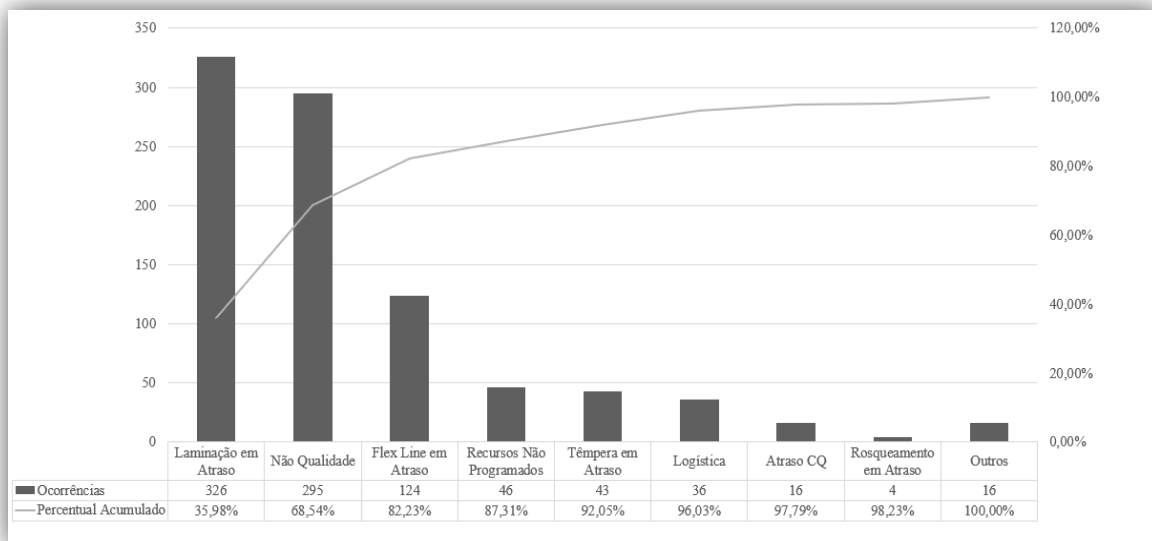
Tabela 1. Causas das ocorrências de OTIF não atendido.

Causa	Frequência de pedidos com OTIF não atendido
Atraso de laminação	35,98%
Produtos não conformes	32,56%
Linha final em atraso	13,69%
Recursos não programados	5,08%
Atraso de tratamento térmico	4,75%
Logística	3,97%
Atraso CQ	1,77%
Atraso no rosqueamento	0,44%
Outros	1,77%
Total	100,00%

Fonte: Autores (2023).

A partir das informações da Tabela 2, foi elaborado o gráfico de Pareto (Figura 5) sendo realizado também na etapa Medir. Por meio da análise desse gráfico, observou-se que as três causas vitais de influência negativa ao indicador OTIF são atraso de laminação, produtos não conformes e linha final em atraso, que constituem 82,23% dos pedidos que não configuraram uma entrega perfeita.

Figura 5. Gráfico de Pareto para as áreas e ocorrências de não atendimento do indicador OTIF.



Fonte: Autores (2023).



Seguindo o princípio proposto pela matriz GUT (Tabela 2), os itens de maior resultado de acordo com impacto, urgência e tendência foram avaliados para elaboração do plano de ação (etapa Melhorar do DMAIC). Na sequência, serão tratados aqueles problemas que apresentaram resultado maior que uma dezena na matriz GUT (destacados na cor vermelho).

Tabela 2. Problemas encontrados nas áreas classificadas e aplicação da Matriz GUT.

Item	Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado
1	Reprocesso	5	3	3	45
2	Materiais não liberados para entrar na linha de produção	5	5	5	125
3	Liberação de marcação técnica	2	2	2	8
4	Formação de embalagem	2	2	2	8
5	Relatório de Plano de Qualidade não fica pronto quando precisa ser consultado	5	4	5	100
6	Aquisição de ferramentais fora do tempo	5	3	2	30
7	Setup excessivo na laminação	3	2	1	6
8	Falta de matéria-prima para laminação	2	2	1	4
9	Pedido liberado antes de definições do cliente	4	4	3	48
10	Sucata a quente para lotes pequenos	2	2	2	8
11	Pedidos que não consideram meta e capacidade de reparo de laminação	4	4	3	48
12	Materiais específicos que precisam de mais tempo de recuperação	4	2	1	8
13	Materiais que necessitam de confecção de ferramental específico para laminação	5	4	4	80
14	Falta de mandris	4	4	4	64

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 1** (Quadro 2): os materiais que apresentam problemas são encaminhados para o local de despacho de produtos na empresa, mas ficam bloqueados. Não existe um rastreamento adequado e nem um local específico para esses itens, então os produtos são esquecidos e muitas vezes só voltam à linha para reparo após a data proposta para entrega, gerando atraso.

Quadro 2. Aplicação do 5W1H para o Problema 1.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Gestão eficaz de reprocessos e de materiais bloqueados.	Reduzir a quantidade de materiais parados devido a bloqueio e otimizar os casos com necessidade de reprocesso.	Área de gestão da qualidade da linha final de produção.	Prazo de 15 dias.	Online, com o objetivo de facilitar participação de todos.	Elaboração de planilha que possa ser acessada e preenchida pelas áreas interessadas em tempo real, possibilitando rastreamento dos materiais bloqueados ao gerar um alerta sempre que um material estiver aguardando reprocesso.

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 2** (Quadro 3): A situação se refere a produtos que chegam na entrada da linha final sem liberação para seguir o fluxo. O estoque intermediário é abastecido normalmente, mas os itens que apresentam problemas de qualidade, gerados na laminação, ficam presos antes de passar pela linha de produção. Esses problemas não são previstos ou comunicados entre as linhas.



Quadro 3. Aplicação do 5W1H para o Problema 2.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Comunicação de itens bloqueados entre as linhas.	Permitir comunicação mais eficaz de problemas observados e direcionar possíveis ações.	Envolvidos com laminação, tratamento térmico, linha acabadora e linha de reparo.	Execução diária com início imediato.	Online, com o objetivo de facilitar participação de todos.	Execução de reuniões entre as linhas.
Sequenciamento da produção conforme data proposta para entrega.	Priorizar produção de pedidos com entregas mais próximas e evitar atrasos.	Planejamento de curto prazo.	3 meses para implantação da nova regra.	Cronograma de produção.	Alteração da regra de sequenciamento e programação dos pedidos dentro das linhas de produção.

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 5** (Quadro 4): O Relatório de Plano de Qualidade é fundamental para a definição dos requisitos de qualidade e acompanhamento do coordenador do projeto. Quando esse relatório não é concluído antes do início da produção, o *lead time* do produto é consumido na espera de sua conclusão e existe um prejuízo ao atendimento das especificações, que ainda não estão totalmente definidas. Os projetos possuem grandes volumes, itens com especificações rigorosas e alto valor agregado. Caso o relatório demore a ficar pronto, deve ser proposta uma nova entrega com alinhamento direto com o cliente, respeitando o *lead time* padrão dos materiais e evitando prejuízo ao OTIF.

Quadro 4. Aplicação do 5W1H para o Problema 5.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Antecipar o relatório	Evitar consumir <i>lead time</i> dos produtos na espera do relatório.	Área de gestão da qualidade e cliente.	1 mês para avaliação de impacto e implantação da regra.	-	Exigir o Relatório de Plano de Qualidade para a área técnica antes da liberação do pedido para a produção.

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 6** (Quadro 5): quando necessária, a aquisição de ferramental ocorre somente após a definição completa das dimensões do material, informação contida no Relatório de Plano de Qualidade. O ferramental demanda um tempo de três a quatro meses para chegar após a solicitação ao fornecedor, que deve ser feita assim que ocorre a liberação da ordem de produção. Porém, principalmente quando há atraso do Relatório de Plano de Qualidade (conforme o item 5 do Quadro 1), a demanda do ferramental ao fornecedor também atrasa e esses materiais chegam depois do prazo necessário para atender a data de entrega proposta, gerando atraso no pedido.

Quadro 5. Aplicação do 5W1H para o Problema 6.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Informar quando o tempo adicional é necessário	A proposta de entrega será feita considerando esse tempo adicional, não sendo mais necessário consumir <i>lead time</i> de produção aguardando a avaliação. Antecipar o relatório (conforme item 5 da tabela 3) - A aquisição de ferramental só é feita após a definição do plano de qualidade.	Equipe de análises técnicas deve inserir a informação e o planejamento deve avaliar.	Início imediato.	Nas consultas feitas pelos clientes, momento em que a empresa faz a proposta de data e condições de entrega.	Especificar quanto tempo é necessário para aquisição de ferramental para cada item.

Fonte: Autores (2023).



- **Problema 9** (Quadro 6): o pedido é liberado para produção antes da definição de empresa inspetora e algumas exigências do cliente, itens fundamentais para iniciar a laminação. O *lead time* do pedido começa a ser consumido antes da conclusão dessas definições, o que reduz o tempo disponível para as atividades produtivas.

Quadro 6. Aplicação do 5W1H para o Problema 9.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Definir uma regra concreta de informações técnicas necessárias para liberação dos pedidos (empresa inspetora e outras informações técnicas).	Permitir que o <i>lead time</i> considerado para o pedido realmente seja utilizado nas atividades do fluxo de produção.	Equipe de alocação de ordens.	1 mês para elaboração do procedimento e treinamento dos envolvidos.	Procedimento padrão.	Exigir que informações técnicas e de empresa inspetora de produção sejam determinadas antes da liberação do pedido.

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 11** (Quadro 7): a área da laminação possui uma meta de reparo de 10%, com a capacidade de absorver 120 peças por dia. Essa regra não é de conhecimento do planejamento, que por sua vez, não considera essa atividade e o acréscimo no *lead time* de acordo com a capacidade. Portanto, é necessário que o planejamento considere essa condição para os pedidos liberados, com atenção ao número de peças e ocupação da linha de reparo.

Quadro 7. Aplicação do 5W1H para o Problema 11.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Considerar reparo necessário para as consultas e pedidos.	Considerar condições e capacidades reais de produção.	Equipe de alocação de ordens.	Início imediato.	Análise de consultas e liberação de pedidos.	Calcular <i>lead time</i> adicional para os itens de acordo com número de peças e a meta de reparo da laminação.

Fonte: Autores (2023).

- **Problema 13** (Quadro 8): Alguns itens precisam de ferramental específico para laminação, sendo necessária a produção de um tubo padrão antes da produção do pedido em si, o que exige de 20 a 30 dias adicionais no *lead time* do material.

Quadro 8. Aplicação do 5W1H para o Problema 13.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Avaliação técnica que informe ao planejamento a necessidade de <i>lead time</i> adicional devido à demanda de ferramental.	Otimizar o tamanho dos lotes de produção, priorizando agrupamentos com o objetivo de obter lotes maiores e utilizar o mesmo tubo padrão para pedidos diferentes com o mesmo dimensional.	Equipe de análises técnicas.	Início imediato.	Consultas e pedidos.	Análise de dimensões e materiais com a avaliação de necessidade de aquisição ferramental específico.

Fonte: Autores (2023).



- **Problema 14** (Quadro 9): o mandris é usado para o processo de laminação e o problema enfrentado é a falta desse, que gera necessidade de postergar pedidos e conseqüentemente perder a data de entrega proposta ao cliente. Existe uma necessidade de mandris diferentes de acordo com o tipo de aço e características específicas dos tubos. A causa dessa situação é a falta de orçamento específico para a aquisição de mandris, que além de serem caros, dependem de várias características que deveriam ser consideradas no orçamento anual (diâmetro, espessura, material e quantidade de peças).

Quadro 9. Aplicação do 5W1H para o Problema 14.

O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Orçamento mais específico que considere a necessidade de mandris conforme características dos materiais.	Garantir que os mandris estejam disponíveis no momento da laminação, já que o plano não considera esse nível de detalhe atualmente.	Área de planejamento.	Plano de produção do ano seguinte à implementação (2024).	Orçamento.	Incluir dimensões dos materiais que serão produzidos no ano seguinte para que a compra dos mandris seja feita corretamente, evitando atrasos na chegada deles e na entrega do pedido.

Fonte: Autores (2023).

As pessoas envolvidas devem ser treinadas em todas as ações propostas, com o objetivo de maximizar o aproveitamento dos benefícios. As ações definidas por meio do 5W1H devem ser aplicadas e seus resultados devem ser acompanhados na etapa de Controle da metodologia DMAIC na busca pela melhoria contínua.

Alguns desafios são observados para que essas ações se concretizem, tais como o escasso conhecimento geral em relação à importância do atendimento da meta do OTIF, além do pouco entendimento sobre a relevância de atender completamente às necessidades do cliente. Também foi notado que a empresa tem foco nas atividades de rotina com a execução de procedimentos já consolidados e a busca pela melhoria contínua ainda é um desafio, pois é necessário sempre executar a cultura de melhoria. Ao passo que todos os processos estejam alinhados com o objetivo de atendimento do OTIF, em uma cultura adequada, os processos e as ações de melhoria contínua serão direcionados para isso.

Na literatura, foi observado que as necessidades indicadas neste estudo convergem com os estudos de Ferreira et al. (2021). Os autores mencionaram que se torna cada vez mais fundamental, o atendimento dos pedidos dos clientes dentro do prazo estabelecido e notou-se que o bom atendimento é uma consequência do processo de planejamento e forma de execução que ocorre dentro da empresa. As ações propostas foram: elaboração de contrato; criação de um processo de reuniões de alinhamento; criação de um cronograma e desenvolvimento de documento de padronização; elaboração de um plano para utilização do MRP (Planejamento de Recursos de Produção) e treinamentos; criação um plano de recompensas e pesquisa de clima organizacional, visando elevar o indicador OTIF (Ferreira et al., 2021). Portanto, o indicador OTIF se faz necessário principalmente para aumentar o nível de serviço aos clientes.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia DMAIC propõe o uso de diversas ferramentas integradas com o objetivo de alcançar a melhoria de processos, que deve ser realizada de forma contínua. Sendo assim, é possível aumentar o aproveitamento dos recursos disponíveis e reduzir os custos. Neste trabalho foi observado um bom engajamento dos colaboradores da organização na busca dos problemas contidos no processo produtivo, algo fundamental para a definição de um plano de ação. Sendo assim, é essencial a adoção de medidas pela própria organização para obter apoio dos envolvidos nos processos e assim atingir melhorias.

Considerando que algumas ações são desafiantes para se concretizar, tais como o escasso conhecimento geral em relação à importância do atendimento da meta do OTIF e de atender completamente às necessidades do cliente. Por isso, o gráfico de Pareto e a Matriz GUT foram ferramentas adequadas para a priorização, direcionando as ações e buscando maximizar os resultados do estudo.

O trabalho atingiu o objetivo de entender as principais causas de não atendimento ao indicador OTIF e às propostas de ação, mas é necessária a incorporação da cultura de melhoria contínua na rotina da organização para que as ações sejam aplicadas e possam gerar resultados favoráveis. O conhecimento sobre os respectivos processos e o incentivo à proposição das melhorias por cada colaborador envolvido também se faz fundamental na busca pela melhoria do indicador.

Foi percebido no estudo, que grande parte dos problemas foram causados por uma má comunicação entre as áreas, com informações importantes retidas dentro de cada uma delas, impactando outros setores que não tinham acesso às informações. Logo, uma gestão adequada do conhecimento com registro e compartilhamento com as pessoas impactadas por ele se faz essencial. As ações definidas como de início imediato, que se referem de modo geral ao compartilhamento de informações, já estão sendo executadas e serão medidas em relação ao impacto no OTIF nos próximos meses.

Portanto, este estudo sugere aprofundamento na etapa Controlar da metodologia DMAIC, com avaliação dos efeitos das ações propostas. Além disso, novos ciclos de DMAIC devem ser realizados, com priorização de ações de acordo com a evolução dos resultados. Deve-se ressaltar que a metodologia proposta neste trabalho pode ser replicada para detecção e solução de problemas em outras indústrias do mesmo ramo, potencializando o uso das ferramentas aqui propostas.



REFERÊNCIAS

- Ângelo, L. B. (2005). Indicadores de Desempenho logístico. *Grupo de Estudos Logísticos - Universidade Federal de Santa Catarina* (GELOG - UFSC).
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Behr, A., Moro, E. L. S., & Estabel, L. B. (2008). Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. *Revista Ciência da Informação*, 37, 32-42.
- Bowersox, D. J. & Closs, D. J. (2001) *Logística Empresarial: O Processo de integração da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas.
- Brandalise, L. (2017). *Administração de materiais e logística*. Cascavel: Simplíssimo Livros Ltda.
- Braz, M. A. (2002). Ferramentas e Gráficos Básicos. In: Rontondoro, R. G. (Org) *Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços*. São Paulo: Atlas.
- Campos, A. J. C. (2013). *A Gestão da Cadeia de Suprimentos*. Paraná: Iesde Brasil.
- Carpinetti, L. C. R. (2012) *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas*. 2.ed. São Paulo: Atlas.
- Chammas, A., Quaresma, M., & Mont'alvão, C. R. (2017). *A dicotomia entre teoria e prática do Brainstorming*. 16° Ergodesign & USIHC; Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano Tecnológica, Santa Catarina, Brasil.
- Christopher, M. (2009). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning.
- Conceição, S. V. & Quintão, R. T. (2004). *Avaliação do desempenho logístico da cadeia brasileira de suprimentos de refrigerantes*. São Carlos, SP.
- Coutinho, M. N. S. (2011). *Aplicação do método dmaic no processo de pintura de uma linha de montagem de ônibus*. Dissertação Mestrado em Engenharia Mecânica, Programa de PósGraduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, SC, Brasil.
- Crandall, R. E., Crandall, W. R., & Chen, C. C. (2015). *Principles of Supply Chain Management*. 2. ed. CRC PRESS. 141 p.
- Damsiar, Prastyo, Y., & Rimawan, E. (2018). Reduce reject painting process using Six Sigma method with DMAIC Approach and Experiments on Brake Disc Products. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. Meruya, 327-337.
- Donofre, T. C., Piratelli, C. L., & Pacheco, B. C. S. (2019). *Análise do indicador de desempenho On Time In Full - OTIF aplicado ao abastecimento de matéria-prima em uma agroindústria*. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, Brasil.
- Engel, G. I. (2000). *Pesquisa-ação*. Educar, Curitiba, n. 16, 181-191.
- Ferreira, F. R., Mariano, L. F., Lima, M. P., Brito, R. C. D., Terres, R. F. L., & Silva, S. C. D. (2021). Proposta para elevar o indicador OTIF. *Revista Eletrônica Conhecimento Interativo*, 2(1), 645-672.
- Gomes, C. F. S. & Ribeiro, P. C. C. (2020). *Gestão da cadeia de suprimentos integrada à Tecnologia da Informação*. 2. ed. [S. l.]: Cengage Learning. 364 p.
- M, I. Jr, Rocha, A. V., Mota, E. B., & Quintella, O. M. (2021). *Gestão da qualidade e processos*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV.
- Lynch, D., Bertolino, S., & Cloutier, E. (2003). *How to scope DMAIC Projects*. Quality Progress. 36(1).
- Macohin, G. A. (2012). *Compras, contratações e terceirizações*. Paraná: Leste Brasil.
- Maiczuk, J. & Júnior P. P. A. (2013). Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. *Qualitas Revista Eletrônica*, 14(1), 1-14.
- Martins, P. G. & Laugen, F. P. (2005). *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 562 p.
- Melo, L. V. (2018). *Implementação do indicador OTIF apoiado ao conceito de torre de controle para melhoria na distribuição de uma empresa do varejo*. 19 p. Trabalho Acadêmico (Curso de Especialização Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- Machado, S. S. (2012). *Gestão da Qualidade*. Inhumas: Instituto Fífq-inhumas e a Universidade Federal de Santa Maria. 92 p.
- Moura, E. S. (2021). *Aplicação do brainstorming, diagrama de causa e efeito, matriz gut e 5w2h para otimizar a gestão de manutenção em uma unidade de uma empresa de óleo e gás: um estudo de caso para elaboração de propostas de melhoria*. 22 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Católica do Salvador, BA, Brasil.
- Neves, M. A. O. (2009). Tudo sobre indicadores de desempenho em logística. *Revista Mundo Logística*. São Paulo, 1(12).
- Novaski, V., Freitas, J. L., & Billig, O. A. (2020). Aplicação de matriz GUT e gráfico de Pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora. *International Journal of Development Research*, Paraná, 10, 42203-42207.
- Oliveira, R. R., & Araújo, R. B. (2009). Otimizando os Processos Logísticos pela Implantação do OTIF com Lean Seis Sigma. *Tecnol. Metal*. 5(4), 235-240.
- Paranhos Filho, M. (2007). *Gestão da produção industrial*. Editora Ibpex.
- Pires, S. (1995). *Gestão estratégica da produção*. Piracicaba: Unimep.



Citação (APA): Braga, R. A. de C., Pereira, N. F. S., Barbosa, L. C. M., & Mapa, S. M.S. (2023). Aplicação da metodologia DMAIC na análise do indicador OTIF em uma indústria metal mecânica. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(3), 132-150.

- Rey, M. F. (1999). *Indicadores de desempenho logístico*. 30. Ed. São Paulo: Revista Logmam.
- Rodrigues, M. V. (2014). *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo qualidade padrão seis sigma*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Rossi, L. G. P. (2012). *Aplicação de OTIF para Mensurar o Nível de Serviço de Fornecedores em uma Empresa do Setor Agroindustrial*. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia De Produção) - Universidade Estadual De Maringá, Maringá, SP, Brasil.
- Scheinkopf, L. & Moore, R. (1998). *Theory of Constraints and Lean Manufacturing; Friend or Foes?* Chesapeake Consulting.
- Shankar, R. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide*. Milwaukee, Wisconsin: Asq Quality Press.
- Tachizawa, T., Jr., J. B. C., & Rocha J. A. O. (2003). *Gestão de Negócios: visões e dimensões empresariais da organização*. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- Thiollent, M. (2011). *Metodologia da pesquisa-ação*. 18. ed. São Paulo: Cortez.
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas.
- Trucolo, A., Talaska, T., Assumpção, V., & Filho, J. (2016). Matriz GUT para priorização de problemas – Estudo de caso em empresa do setor elétrico. *Revista Tecnológica*. 5(2), 124-134.
- Werkema, C. (1995). *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG; Fundação Christiano Ottoni. 108 p.
- Werkema, C. (2012). *Criando a Cultura Lean Seis Sigma*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Werkema, C. (2014). *Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas ao PDCA e DMAIC*. Rio de Janeiro: Elsevier.
-

