



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**O USO DA METODOLOGIA DMAIC PARA AUMENTO DE EFICIÊNCIA DA
CHAVE DE RATEIO: UM ESTUDO EM UMA USINA SIDERÚRGICA**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PEDRO HENRIQUE FELIZARDO PEDROSA

OURO PRETO - MG
2025

PEDRO HENRIQUE FELIZARDO PEDROSA

**O USO DA METODOLOGIA DMAIC PARA AUMENTO DE EFICIÊNCIA DA
CHAVE DE RATEIO: UM ESTUDO EM UMA USINA SIDERÚRGICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Professor orientador: Prof. Dr. Helton Cristiano Oliveira e Gomes.

OURO PRETO – MG

2025



FOLHA DE APROVAÇÃO

Pedro Henrique Felizardo Pedrosa

O uso da metodologia DMAIC para aumento de eficiência da chave de rateio: um estudo em uma usina siderúrgica

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 01 de setembro de 2025.

Membros da banca

Doutor - Helton Cristiano Oliveira e Gomes - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Vanessa Criscuolo Parreiras de Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutor - Magno Silvério Campos - Universidade Federal de Ouro Preto

Helton Cristiano Oliveira e Gomes, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 02/09/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Helton Cristiano Oliveira e Gomes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/09/2025, às 06:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0970905** e o código CRC **D1F0C62F**.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me fortalecer e conceder sabedoria durante essa minha jornada de graduação.

À minha mãe, Danielle, pelo amor incondicional e por nunca medir esforços para que eu chegasse até aqui. À minha família pelo apoio e suporte constante.

Agradeço também ao meu orientador Helton, pelo direcionamento e orientação durante a construção deste trabalho.

À Gloriosa República Oito e Oitenta, por ter sido minha casa nestes últimos anos e terem me acolhido tão bem aqui em Ouro Preto.

RESUMO

Cada vez mais, empresas buscam maneiras para que seus processos sejam os mais eficientes possíveis. Com isso, este estudo busca propor melhorias no processo de chave de rateio da área de Controladoria de uma usina siderúrgica, visando reduzir o tempo de execução e proporcionar maior tempo para análises estratégicas. A pesquisa é de caráter aplicado, com uma abordagem quantitativa e qualitativa, permitindo a aplicação prática da metodologia DMAIC para identificar as causas raízes e implementar soluções viáveis. No cenário estudado, o processo analisado apresenta alto tempo de execução devido a elevada recorrência de etapas manuais e falta de uma padronização das informações, comprometendo, desta forma, processos posteriores. Os resultados coletados após as melhorias propostas demonstraram uma redução significativa no tempo de execução do processo em questão, aumentando a previsibilidade e eficiência dentro da área. As conclusões ressaltam que a aplicação do DMAIC se tornou eficaz, aumentando os ganhos quantitativos e promovendo um ambiente voltado à melhoria contínua, eficiência sustentável e competitividade no setor siderúrgico.

Palavras chaves: chave de rateio, DMAIC, eficiência, padronização.

ABSTRACT

Increasingly, companies seek ways to make their processes as efficient as possible. In this context, this study aims to propose improvements to the cost allocation process (chave de rateio) in the Controllershship department of a steel plant, with the objective of reducing execution time and providing more availability for strategic analyses. The research is applied in nature, adopting both quantitative and qualitative approaches, and allows for the practical application of the DMAIC methodology to identify root causes and implement viable solutions. In the studied scenario, the analyzed process presented a high execution time due to the frequent occurrence of manual steps and the lack of standardized information, thus compromising subsequent processes. The results collected after the improvements showed a significant reduction in the execution time of the process, increasing predictability and efficiency within the department. The conclusions highlight that the application of DMAIC proved effective, enhancing quantitative gains and fostering an environment oriented towards continuous improvement, sustainable efficiency, and competitiveness in the steel industry.

Keywords: apportionment key, DMAIC, efficiency, standardization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição mundial de aço	14
Figura 2 - Etapas da metodologia DMAIC.....	16
Figura 3 - Fluxograma do método de absorção	18
Figura 4 - Fluxograma da Chave de Rateio.....	22
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa	25
Figura 6 - Colunas para coleta de informações	29
Figura 7 - Colunas com Fórmulas	30
Figura 8 - Poka-yoke	30
Figura 9 - Gráfico de linha do tempo	32
Figura 10 - Passo a passo do rateio de oficinas	33
Figura 11 - Passo a passo do rateio de manutenção	34
Figura 12 - Passo a passo do rateio do Almojarifado	35
Figura 13 - Passo a passo do rateio de Energia	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coleta do tempo.....	24
Tabela 2 - Comparativo do Tempo de Execução do Processo	31

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Descrição do Problema	10
1.2	Objetivos.....	10
1.2.1	Objetivo Geral	10
1.2.2	Objetivos Específicos	11
1.3	Justificativa	11
1.3.1	Respostas aos Problemas Propostos	11
1.3.2	Ampliação das Formulações Teóricas	12
1.3.3	Inovação e Tecnologia	12
1.4	Estrutura do trabalho.....	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	O Impacto de Usinas Siderúrgicas na economia	14
2.2	A Metodologia DMAIC.....	15
2.2.1	As etapas do DMAIC.....	15
2.3	Fundamentos de Custos Industriais	17
2.3.1	Custos Diretos e Indiretos.....	17
2.3.2	Centros de Custo.....	17
2.3.3	Método de custeio por Absorção	17
2.3.4	Chave de Rateio	19
2.4	Tecnologia e Automação	19
3.	METODOLOGIA.....	20
3.1	Natureza da Pesquisa	20
3.2	Abordagem	20
3.3	Estratégia de Pesquisa.....	20
3.4	Coleta de Dados	21
3.5	Análise dos Dados	21
4.	DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS	22
4.1	<i>Define</i> (Definir)	22
4.1.1	Escopo do Projeto	23
4.1.2	Partes interessadas	23
4.2	<i>Measure</i> (Medir).....	23
4.2.1	Coleta dos Dados	24
4.3	<i>Analyse</i> (Analisar)	24

4.3.1	Levantamento das causas.....	25
4.3.2	Priorização.....	26
4.3.3	Aprofundando nas causas.....	27
4.3.3.1	Falta de padronização e automação.....	27
4.3.3.2	Dados errados.....	28
4.3.4	Conclusão das causas.....	28
4.4	<i>Improve</i> (Melhorar).....	28
4.4.1	Desenvolvimento e Implementação de um Padrão.....	28
4.4.1.1	Estrutura e Funcionalidades.....	29
4.4.2	Coleta dos Dados após melhoria.....	31
4.4.3	Análise das mudanças.....	31
4.5	<i>Control</i> (Controlar).....	32
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

O mundo industrial vive em constante transformação, pressionado por fatores econômicos, tecnológicos e sociais que exigem, cada vez mais, eficiência e competitividade. Entre os desafios enfrentados pelas empresas que atuam em segmentos pesados e estratégicos, como o setor siderúrgico, destaca-se a necessidade de tornar seus processos operacionais mais eficientes, especialmente na área de custos. A gestão eficiente de ferramentas, a minimização de desperdícios e retrabalhos, e a melhoria contínua de processos são fatores determinantes para que essas organizações alcancem maior eficiência operacional e se mantenham competitivas no mercado.

Sendo assim, as usinas siderúrgicas operam em um cenário complexo, repleto de variáveis técnicas, logísticas e financeiras. Produzem em grande escala, consomem altos volumes de matéria-prima e energia, e ainda lidam com variações de mercado, exigências ambientais e pressão por inovação. Diante disso, a eficiência operacional deixa de ser uma escolha e se torna uma exigência vital. Dessa forma, a área de custos passa a ocupar um papel central nesse processo, funcionando como um verdadeiro termômetro da saúde financeira da organização.

No entanto, não é incomum encontrar empresas onde a gestão de custos ainda é tratada de maneira burocrática, fragmentada e, muitas vezes, reativa. Falta integração entre os setores, sobram dados e relatórios, mas escasseiam análises estratégicas e ações concretas. Com isso, metodologias ágeis, tecnologias como automação e sistemas de integração ganham protagonismo. São elas que permitem transformar dados em decisões, identificar gargalos invisíveis e criar vantagens competitivas duradouras. Contudo, a transformação digital não se resume à implantação de máquinas ou programas: ela depende de mentalidade, estratégia e conhecimento técnico bem aplicado.

Este trabalho busca compreender os desafios, explorar alternativas e propor caminhos para que uma usina siderúrgica possa tornar seus processos de custos mais eficientes, enxutos e inteligentes. Para isso, será utilizado a metodologia DMAIC, que, embora tenha sido criada na década de 80, continua sendo uma ferramenta crucial para a resolução de problemas e aprimoramento de processos, identificando, quantificando e eliminando as causas raízes dos problemas (Carvalho & Miranda 2024 *apud* Widodo & Soediantono, 2022).

Mais do que uma análise técnica, trata-se de um esforço para compreender como a Engenharia de Produção pode contribuir com soluções reais e aplicáveis, promovendo não só ganhos financeiros, mas também sustentação estratégica no longo prazo.

1.1 Descrição do Problema

Este trabalho investiga um problema operacional na área de Controladoria (custos) de uma usina siderúrgica. Dentro das várias atividades desse setor, focamos na chave de rateio. A chave de rateio é o processo pelo qual a Controladoria analisa os gastos das áreas de apoio, que são setores que não participam diretamente da produção do aço (como manutenção, tecnologia, almoxarifado, jurídico, dentre outros) e então distribui esses custos para as áreas funcionais, que estão diretamente relacionadas a produção do aço (como alto forno, sinterização, aciaria e laminação). Isso ocorre devido ao método de custeio por absorção, que será explicado mais adiante neste estudo.

Esse procedimento é indispensável devido à adoção do método de custeio por absorção, obrigatório para fins contábeis e fiscais, o qual determina que todos os custos – fixos e variáveis, diretos e indiretos – devem ser incorporados ao produto final. A chave de rateio, portanto, atua como uma ponte entre os custos indiretos e os produtos, garantindo que cada etapa da produção absorva uma parcela justa dos recursos consumidos.

No entanto, a forma como esse processo é conduzido na usina estudada apresenta problemas significativos. Atualmente, o processo envolve diversas etapas manuais: solicitação de informações às áreas de apoio, preenchimento de planilhas, conferência e ajustes dos dados recebidos, consolidação final e, por fim, carregamento dessas informações no sistema corporativo.

Essa sequência é altamente suscetível a erros e retrabalho, pois cada área de apoio costuma enviar suas informações em formatos distintos, sem padronização, o que exige esforço extra por parte da equipe da Controladoria para corrigir e ajustar os dados. Além disso, como o processo ocorre em um período crítico do mês – durante o fechamento contábil –, qualquer atraso no envio ou erro identificado gera efeito cascata, impactando processos subsequentes, aumentando a pressão sobre os colaboradores e comprometendo os prazos de entrega.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Por meio da metodologia DMAIC, o objetivo geral deste trabalho é propor melhorias no processo de chave de rateio na área de Controladoria de uma usina siderúrgica, visando a redução do retrabalho e do tempo operacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

A seguir, apresentam-se os objetivos específicos que orientam esta pesquisa:

- Mapear o processo atual de chave de rateio, identificando todas as etapas, os envolvidos e os pontos de retrabalho;
- Analisar as causas raiz dos problemas e ineficiências identificados no processo atual;
- Propor soluções para a padronização e automatização das etapas do processo de chave de rateio;
- Estimar os ganhos de tempo e a redução de retrabalho esperados com a implementação das melhorias propostas.

Ao perseguir esses objetivos, busca-se contribuir não apenas para a melhoria do desempenho de uma organização específica, mas também para o avanço do conhecimento técnico-científico sobre gestão de custos em ambientes industriais complexos.

1.3 Justificativa

A melhoria dos processos operacionais na área de custos de uma usina siderúrgica possui uma relevância significativa, tanto do ponto de vista prático quanto teórico. Diante de um setor altamente competitivo, onde margens de lucro são frequentemente pressionadas por fatores externos como variações nos preços das matérias-primas e demanda instável, a busca por eficiência se torna um imperativo estratégico (MACHLINE, 2019). Nesse sentido, compreender e aprimorar a gestão de custos não apenas impacta diretamente a rentabilidade da organização, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável do setor como um todo (SOUZA & MARTINS, 2020).

Com relação às metodologias gerenciais utilizadas na implantação do programa Seis Sigma, o estudo revela que o método DMAIC é o mais utilizado nas organizações do Brasil (MAZZUCHETTI et al., 2010).

1.3.1 Respostas aos Problemas Propostos

Este estudo parte da convicção de que identificar as causas é tão importante quanto propor soluções. Por isso, a proposta inicial não é apenas reformular tudo de imediato, mas compreender, com profundidade, onde residem os principais pontos de desperdício, retrabalho

e falha na comunicação. Uma análise técnica, acompanhada de escuta ativa com profissionais do setor, permitirá um diagnóstico fiel da situação real.

1.3.2 Ampliação das Formulações Teóricas

Este trabalho pretende contribuir para preencher essa lacuna, construindo uma ponte entre a teoria e a prática. Ao trazer exemplos reais, vivências técnicas e análises fundamentadas, busca-se não apenas reforçar os fundamentos já existentes, mas também provocar reflexões que ampliem o campo de estudo. A interação entre teoria e aplicação prática é o que confere valor ao conhecimento técnico-científico. Além disso, ao incorporar temas como sustentabilidade operacional, transformação digital e integração de processos, a pesquisa contribui para a renovação do debate acadêmico em torno da gestão industrial.

1.3.3 Inovação e Tecnologia

A modernização do setor siderúrgico exige a incorporação de novas tecnologias e práticas inovadoras que possam aumentar a precisão e a velocidade da tomada de decisão. Tecnologias emergentes, como a análise preditiva baseada em inteligência artificial, a automatização de processos e a integração de sistemas podem desempenhar um papel crucial na melhoria da área de custos. Ao alinhar a pesquisa às diretrizes da Indústria 4.0, este estudo busca demonstrar como a digitalização e a inovação podem transformar a gestão financeira e operacional, tornando-as mais estratégicas e eficientes.

1.4 Estrutura do trabalho

No capítulo 1 é apresentado a introdução deste trabalho, demonstrando seus objetivos, justificativas e a formulação do problema em questão.

No capítulo 2 é apresentado a revisão bibliográfica, tendo como função descrever o embasamento teórico para o desenvolvimento deste estudo.

No capítulo 3 é apresentado a metodologia utilizada para a realização do estudo do trabalho em questão.

No capítulo 4 é apresentado o desenvolvimento do trabalho, utilizando as etapas do DMAIC para a realização e estratificação da análise. Além disso, neste capítulo também é

apresentado os resultados adquiridos com este estudo. Por fim, no capítulo 5 é apresentado as considerações finais.

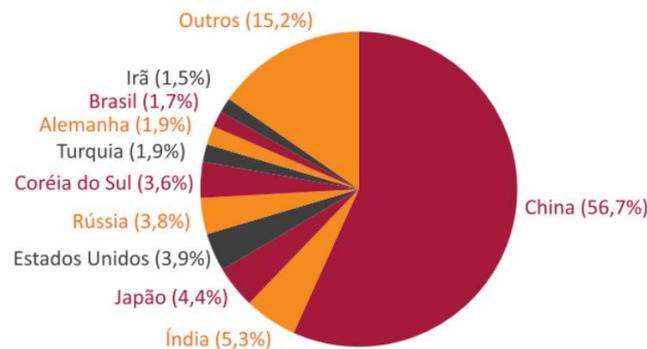
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Impacto de Usinas Siderúrgicas na economia

A siderurgia representa um papel e responsabilidade relevante no Brasil e no mundo. Além do desenvolvimento econômico, fornecendo insumos para setores como automotivo e bens de capital, uma usina siderúrgica também possui responsabilidade social, gerando empregos e realizando emissões de gases para a atmosfera. Sua importância pode ser demonstrada por meio de um estudo do Instituto Aço Brasil (IAB), em que a produção de aço bruto alcançou a marca de 31,1 milhões de toneladas em 2020, uma queda de 4,5% em relação ao ano anterior.

No âmbito mundial, a siderurgia tem uma grande relevância em diversos países. Na Figura 1 é possível ver a distribuição da produção do aço bruto pelo mundo.

Figura 1 - Distribuição mundial de aço



Fonte: IAB (2021). Elaboração do BNB/Etene.

Podemos destacar, a partir da Figura 1, a Ásia, em especial a China, como responsável por 56,7% da produção mundial (IAB, 2021). O Brasil aparece em nono lugar como maior produtor de aço, com 1,7% em 2020.

No Brasil, o mercado siderúrgico é concentrado em 6 grandes companhias: Arcelor Mittal, Gerdau, Usiminas, CSN, Ternium – CSA e CSP. Estas empresas detêm 91,2% da capacidade instalada do país (FALKE INFORMATION, 2021).

2.2 A Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC, oriunda do Seis Sigma, possui grande expressividade quando se trata de melhoria de um processo produtivo. Nesse contexto, Taquetti *et al.* (2017) destaca:

DMAIC consiste em uma ferramenta gerencial utilizada para melhorar processos de negócios existentes. Nesta metodologia são definidos os objetivos de melhoria do processo de acordo com as estratégias da empresa e a demanda dos clientes. Os processos são então mapeados e medidos de acordo com os dados coletados no processo. Os dados coletados são submetidos a uma verificação com o intuito de realizar uma comparação com as metas objetivadas. Melhorias e controles nos processos são realizados para garantir melhor desempenho das organizações.

Desta forma, a metodologia pode ser dividida em 5 etapas: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyse*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*).

Segundo Rodrigues (2014), dentre os maiores benefícios na utilização e integração das ações para a qualidade na busca da melhoria e dos projetos DMAIC pode-se citar: alinhamento dos processos, realinhamento cultural, redução dos desperdícios, redução de falhas, melhoria da produtividade, melhoria na qualidade, atendimento as necessidades e as expectativas dos clientes. Dentre os benefícios citados, este trabalho busca primeiramente a redução de falhas e conseqüentemente a melhoria da produtividade.

2.2.1 As etapas do DMAIC

Segundo Aguiar (2002) e Brady e Allen (2006), o DMAIC pode ser estruturado da seguinte maneira:

- I. *Define* (D): definição das necessidades e desejos do cliente. Estes objetivos são transformados em especificações do processo.
- II. *Measure* (M): é realizada a medição do desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria e mudanças.
- III. *Analyse* (A): esta etapa consiste em analisar os resultados das medições que permitirão identificar o que falta nos processos para atender as necessidades do cliente.
- IV. *Improve* (I): nessa fase, propõe-se, avalia-se e implementam-se as mudanças necessárias para melhoria do processo.
- V. *Control* (C): estabelecimento de um sistema permanente de controle para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas.

Além disso, é importante destacar que algumas etapas se utilizam de outras ferramentas vistas na Engenharia de Produção, com a finalidade de obter um maior grau de precisão e eficiência do método.

Segundo Rotondaro (2002), na etapa *Define* aconselha-se criar um fluxograma do processo em questão, com a finalidade de entender melhor as entradas e saídas do estudo.

Já na etapa *Analyse*, para Werkema (2002), algumas ferramentas auxiliam na examinação das causas do problema, como por exemplo, Diagrama de Ishikawa, Matriz de Causa de Efeito, Diagrama de Pareto e 5 Porquês.

Por fim, Werkema (2002), novamente, consolidou as etapas do DMAIC, vistas na Figura 2.

Figura 2 - Etapas da metodologia DMAIC

SIGLAS	ETAPAS	OBJETIVOS
D	→ <i>Define</i> (Definir)	Detalhar o problema e definir a meta do projeto.
M	→ <i>Measure</i> (Medir)	Mesurar o desempenho do processo, que durante a coleta de dados possibilita obter as primeiras ideias da causa do problema e identificar os pontos fortes e as oportunidades para sua melhoria.
A	→ <i>Analyse</i> (Analisar)	Analisar os dados coletados na fase anterior, identificar e organizar as causas potenciais do problema quantificar a importância das causas potenciais.
I	→ <i>Improve</i> (Melhorar)	Propor, avaliar e implementar soluções potenciais com o objetivo de eliminar as causas fundamentais do problema prioritário analisado na fase anterior.
C	→ <i>Control</i> (Controlar)	Garantir o alcance da meta em longo prazo. São adotadas diversas ferramentas para controlar continuamente o desempenho dos processos.

Fonte: Werkema (2002)

A partir desta Figura 2, foi possível analisar de maneira enxuta os principais objetivos da metodologia DMAIC. Tais objetivos descritos por Werkema (2002) sustentam as descrições feitas por Aguiar (2002) e Brady e Allen (2006), que foram mencionadas anteriormente neste estudo.

2.3 Fundamentos de Custos Industriais

2.3.1 Custos Diretos e Indiretos

Os custos industriais representam os gastos incorridos na transformação de matérias-primas em produtos acabados. Neste sentido, Martins (1998) informa:

com respeito à mão-de-obra, entendemos como direta aquela que diz respeito ao gasto que trabalha e atua diretamente sobre o produto que está sendo elaborado; já a outra, a indireta, é a relativa a atividades que, apesar de vinculadas à produção, nada têm de aplicação direta sobre o produto: manutenção, prevenção de acidentes, contabilidade de custos, programação e controle da produção etc.

Desta maneira, a partir desta definição, este estudo possui como foco de atuação nos custos indiretos, ou seja, aqueles que não estão envolvidos diretamente com a produção de aço. Áreas como manutenção terão bastante impacto no desenvolvimento da melhoria que será proposta.

2.3.2 Centros de Custo

Para melhor controle e rastreamento dos gastos, empresas utilizam centros de custo, que nada mais são que agrupamentos contábeis voltados à coleta e distribuição dos custos de forma segmentada. Uma forma de exemplificar em uma siderúrgica é atribuir um centro de custo (geralmente são dígitos) para o Alto Forno, outro para a Aciaria, outro para cada laminador, e assim por diante. De acordo com Sardinha & Abrantes (2000), os centros de custo permitem identificar quais áreas da empresa consomem mais recursos e como esses custos podem ser minimizados.

2.3.3 Método de custeio por Absorção

Entre os métodos de custeio utilizados na indústria siderúrgica, destaca-se o custeio por absorção, que é tradicionalmente exigido pela legislação contábil brasileira e internacional para fins de demonstrações financeiras. Esse método determina que todos os custos de produção – fixos e variáveis – sejam incorporados ao custo final do produto. Isso significa que os custos indiretos serão distribuídos proporcionalmente entre os produtos acabados (LIMA & MORAES, 2016).

O custeio por absorção é vantajoso por refletir com maior fidelidade os gastos totais da organização, sendo especialmente útil em empresas com grandes volumes de produção

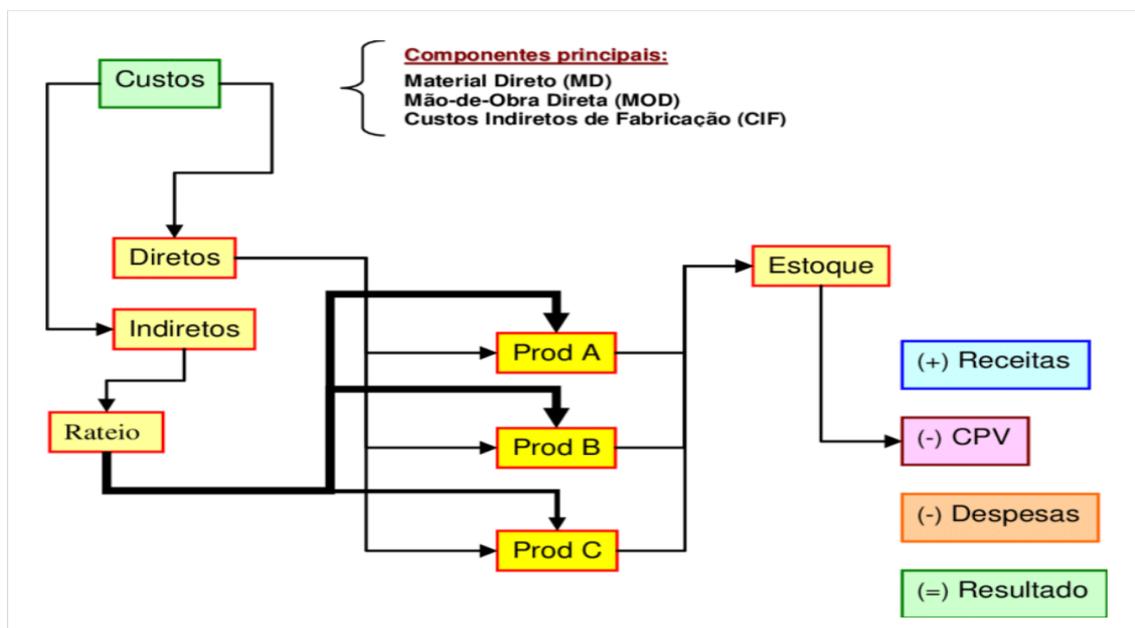
contínua, como é o caso da siderurgia. Essa abordagem contribui para a formação adequada do preço de venda, o cumprimento das exigências fiscais e a análise da margem de contribuição total do negócio. Segundo Crepaldi (2017), as vantagens do método de custeio por absorção são:

- Fixação de preços de vendas mais reais, pois engloba todos os custos da empresa;
- Demonstra índices de liquidez mais reais;
- É aceito pelo Fisco.

No entanto, de acordo com Megliorini (2011), há também limitações, como a possibilidade de distorções nos custos dos produtos quando os critérios de rateio não representam adequadamente o consumo real dos recursos, sendo eles, arbitrários.

Na Figura 3 é possível entender, por meio de um fluxograma, como o método de absorção de custos impacta no resultado de uma organização.

Figura 3 - Fluxograma do método de absorção



Fonte: Adaptado de Martins (2003, p.57)

Por meio da Figura 3, destacamos o quadro denominado “rateio”. É nele que este estudo está focalizado, entendendo também a importância que esta etapa possui no processo de custos como um todo, pois a partir dele que será possível determinar os custos de produção de cada

linha do aço, como por exemplo, os laminados à Fio Máquina, Bobinas a Quente, Perfis, dentre outros.

2.3.4 Chave de Rateio

A chave de rateio é definida como a maneira com que se realiza o método por absorção. Ela nada mais é do que um consolidado dos custos realizados em cada um dos centros de custo das áreas de apoio, com uma chave que distribui quanto cada área produtiva irá absorver e apropriar estes custos no seu respectivo produto.

De acordo com Oliveira (2023), para ser eficaz, a chave de rateio deve ser padronizada e revisada periodicamente, acompanhando as mudanças na estrutura produtiva e nos processos internos. Em muitas organizações, entretanto, o processo ainda é manual e descentralizado, o que gera inconsistências, retrabalhos e limita a agilidade das áreas contábeis e financeiras.

2.4 Tecnologia e Automação

A chamada Indústria 4.0 não é apenas uma tendência tecnológica, ela representa uma inflexão no modo como as organizações industriais pensam, executam e controlam suas operações. Essa nova fase do desenvolvimento industrial é marcada pela integração entre sistemas físicos e digitais, promovendo automação em alto nível, coleta massiva de dados e decisões baseadas em algoritmos inteligentes.

No setor siderúrgico, historicamente caracterizado por operações robustas e de grande escala, os impactos da Indústria 4.0 são particularmente significativos. A aplicação de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e inteligência artificial torna possível não apenas monitorar os processos em tempo real, mas também antecipar falhas, otimizar fluxos produtivos e adaptar-se de maneira dinâmica às variações do mercado. Segundo Cunha (2021), a implementação da Indústria 4.0 na siderurgia promove uma dimensão inteligente e sustentável, resultando em processos mais eficientes e redução de impactos ambientais.

Já Martins (2019), destaca que as tecnologias da Indústria 4.0 tendem a melhorar a eficiência operacional e a produtividade da indústria siderúrgica, sem alterar significativamente a estrutura produtiva existente.

3. METODOLOGIA

O presente estudo aborda um processo operacional de caráter, em sua maioria, quantitativo. A seguir serão descritas as características essenciais da metodologia utilizada, abrangendo a natureza da pesquisa, os procedimentos de coleta de dados, os instrumentos utilizados e a forma de análise dos resultados.

3.1 Natureza da Pesquisa

Este estudo é caracterizado como uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos voltados à solução de problemas relacionados a chave de rateio, dentro do contexto siderúrgico. Diferentemente de pesquisas puramente teóricas, que possuem como principal objetivo a ampliação do conhecimento científico sem aplicação prática imediata, a pesquisa desenvolvida visa contribuir diretamente para o aumento da eficiência da chave de rateio.

3.2 Abordagem

Quanto a abordagem utilizada neste estudo, pode-se classificar como um misto entre quantitativa e qualitativa. Isso acontece pois é coletado dados numéricos (tempo gasto) em conjunto com análise de informações e resultados descritivos, utilizando-se por exemplo de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês.

3.3 Estratégia de Pesquisa

A estratégia adotada é de estudo de caso, pois possibilitará uma investigação do processo de chave de rateio dentro de um contexto real. O estudo analisará este processo dentro da área de custos, possibilitando, por meio do levantamento das causas raízes, a identificação de melhorias aplicáveis à realidade da organização.

3.4 Coleta de Dados

A coleta de dados, mais precisamente do tempo gasto com a chave de rateio, foi realizada medindo a partir do horário de início até o fim do processo. O horário de início foi determinado quando todas as áreas de apoio enviam as informações necessárias para que o colaborador da Controladoria consiga realizar a consolidação do processo sem interrupções. Já o fim será determinado quando as informações forem carregadas no sistema da organização e o colaborador encaminhe um e-mail padrão para os *stakeholders* informando que o rateio foi carregado.

Ademais, é importante destacar que como este processo da chave de rateio acontece em um período de fechamento contábil, há uma grande quantidade de demandas subsequentes umas das outras. Isso faz com que, a partir do momento em que se inicia a chave de rateio, é raro que haja uma interrupção por parte do responsável do processo. Contribuindo desta forma para que a medição do tempo gasto se torne mais eficiente.

Por fim, destaca-se, também, que durante os meses de janeiro a junho foram coletados os dados do processo antes da implementação das melhorias. Já no mês de julho os dados coletados foram com a implementação das melhorias propostas.

3.5 Análise dos Dados

As interpretações dos dados serão feitas com o auxílio de ferramentas de visualização de dados, como gráficos, com intuito de facilitar a análise e permitir que haja uma maior clareza dos resultados obtidos.

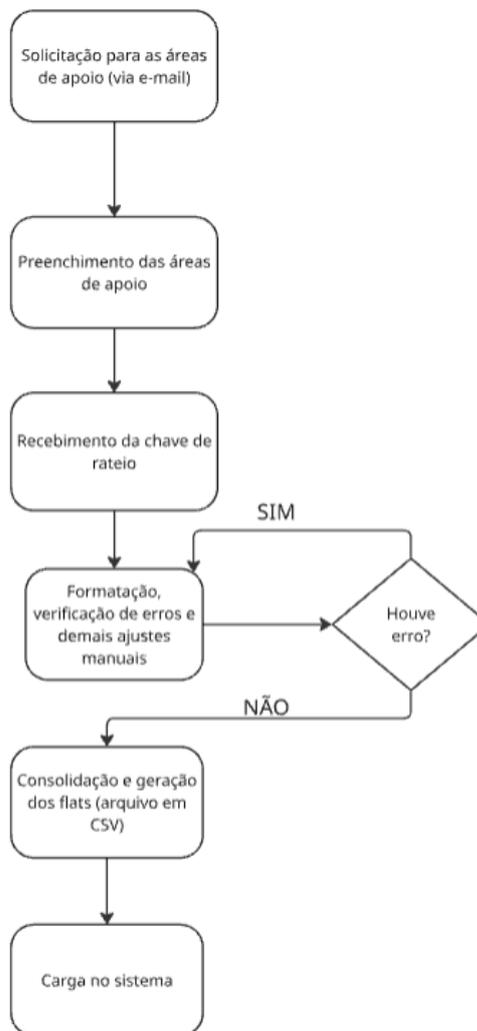
4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

4.1 *Define* (Definir)

Este trabalho investiga um problema operacional na área de Controladoria (Custos) de uma usina siderúrgica. Dentro das várias atividades desse setor, focamos na chave de rateio. A chave de rateio é o processo pelo qual a Controladoria analisa os gastos das áreas de apoio e então distribui esses custos para as áreas funcionais, que estão diretamente relacionadas a produção do aço (como alto forno, sinterização, aciaria e laminação). Isso ocorre devido ao método de custeio por absorção.

Na Figura 4 é possível visualizar, por meio de um fluxograma, cada etapa do processo da chave de rateio dentro da usina siderúrgica em questão.

Figura 4 - Fluxograma da Chave de Rateio



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 4 demonstra como o processo acontece na prática, desde o recebimento até a carga na chave de rateio no sistema da empresa. Tudo se inicia através de um e-mail enviado para as áreas de apoio, em que é solicitado que seja enviado as informações para a chave até uma data pré-determinada. Depois que as áreas enviam estes dados de volta, se inicia a principal etapa deste processo, a revisão, correção e ajustes manuais do que foi recebido, incorporando-os a uma estrutura existente dentro da área de custos. Isso acontece pois, na maioria das vezes, os dados não são recebidos de forma padronizada, gerando retrabalho para os envolvidos no processo. Caso seja percebido algum erro, é preciso retornar à comunicação para os pontos focais das áreas de apoio e entender aquele erro.

Assim que for finalizado e não houver mais erros, os dados são consolidados e transformados em um arquivo no formato CSV, que então é carregado no sistema.

4.1.1 Escopo do Projeto

Este processo que será analisado, irá focar desde a solicitação do rateio para as áreas até o momento de carregar o rateio no sistema. Todavia, neste trabalho, os processos posteriores (como análise do custo nas áreas funcionais) não serão discutidos.

4.1.2 Partes interessadas

A principal área envolvida neste projeto será a própria Controladoria, já que ela é a responsável pelo processo da chave de rateio. Além disso, as áreas de apoio também estarão envolvidas, pois elas enviam as chaves para a Controladoria e, com isso, caso haja alguma mudança na maneira do envio, será necessário a colaboração delas.

Por fim, há a possibilidade do envolvimento da área de TI, caso algum dos planos de ação sejam relacionados a automação de alguma parte do processo.

4.2 *Measure* (Medir)

Nesta etapa, o foco será realizar a medição de alguns indicadores que se relacionam com a chave de rateio. O indicador principal que será analisado é o tempo médio gasto para a execução e consolidação da chave de rateio.

Para se ter uma base histórica de como foram os resultados dos indicadores e analisar um padrão, serão analisados os meses entre janeiro e junho.

4.2.1 Coleta dos Dados

Para que seja possível coletar os dados, foi desenvolvida uma planilha para que o especialista contabilize o tempo assim que começar a consolidar a chave de rateio. O tempo não deverá começar a ser contado quando é solicitada as informações para as áreas de apoio o envio da chave de rateio, pois tal etapa se inicia cerca de 15 dias antes (por volta do dia 10 de cada mês), justamente para as áreas terem tempo para consolidarem os gastos que ocorreram no mês.

A contagem se inicia quando o especialista for formatar e tratar os dados. Já o fim da contagem é quando a carga no sistema é concluída sem erros.

Após a coleta do tempo gasto em cada mês, obteve-se os dados presentes na Tabela 1.

Tabela 1 - Coleta do tempo

Data	Tempo gasto	Observações
29/jan	2 hrs e 45 min	Maior número de despesas para rateio, devido a postergações de dezembro de 2024 que foram rateados agora em janeiro
26/fev	2 hrs e 21 min	
27/mar	2 hrs e 17 min	
28/abr	2 hrs e 43 min	Erros de fórmulas e retorno para uma das áreas corrigirem
28/mai	4 hrs e 45 min	Houve um atraso além do esperado. Uma das áreas de apoio só enviou a sua chave de rateio no dia 29, atrasando todo o processo. Além disso, algumas células estavam com erros de fórmulas e digitação
26/jun	2 hrs e 37 min	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A partir da coleta realizada, foi possível identificar, na Tabela 1, alguns pontos importantes. O primeiro refere-se ao mês de maio, que foi demandado um tempo de processamento além do comum dos demais meses coletados. Tal desvio ocorreu devido a um atraso de uma das áreas responsáveis pelo envio das informações. Este atraso fez com que todo o processo daquele mês também tenha sido afetado, já que, sem o envio de todas as áreas, não é possível o andamento das etapas posteriores. De acordo com Freitas (2019), um *outlier* pode ser definido como uma observação que parece inconsistente com o restante do conjunto de dados, ressaltando que ele pode indicar um evento raro e fora do padrão. Com isso, definiu-se que no mês de maio o dado coletado é considerado um *outlier*, já que ele está desviando de maneira considerável da média aritmética dos demais meses.

4.3 Analyse (Analisar)

Como já mencionado neste estudo, Werkema (2002) cita algumas ferramentas que auxiliam na examinação das causas do problema. Neste caso, iremos utilizar o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês.

4.3.1 Levantamento das causas

Diante dos dados coletados entre os meses de janeiro a junho, foi percebido a existência de um padrão de tempo entre os meses, com uma exceção no mês de maio, que, devido a um problema com prazo de envio das informações de uma das áreas, todo o restante do processo da chave de rateio foi comprometido.

A partir destes dados é necessário que agora seja feita uma análise para entender quais as causas estão envolvidas, para que seja possível combatê-las. Para isso será utilizado o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe.

Na Figura 5 é possível analisar as causas do problema por meio do Diagrama de Ishikawa.

Figura 5 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Por meio do diagrama da Figura 5 foi definido que o principal problema dentro do processo estudado é sobre o alto tempo gasto com etapas manuais, além do retrabalho frequentemente vivenciado. Desta maneira, as causas do problema foram alocadas em agrupamentos: mão de obra, método, máquina, materiais, medida e meio ambiente.

Em relação à mão de obra, que se refere aos fatores humanos e pessoas envolvidas, foi constatada uma baixa comunicação entre os *stakeholders*. Essa comunicação acontece em momentos em que é percebido algum erro, quando o processo já está com alguma falha. Além disso, a sobrecarga no trabalho, potencializado pelo período do mês, faz com que na maioria das áreas administrativas as demandas aumentem cada vez mais, fazendo com que a chave de rateio esteja mais suscetível ao erro.

O método relaciona-se com as etapas do fluxo de trabalho e seus respectivos procedimentos. Dentro deste grupo, uma causa bastante impactante é em relação a falta de uma padronização nas planilhas enviadas pelas áreas. Cada área envia suas informações em um *template* diferente, fazendo com que a consolidação das informações de todas as áreas seja mais demorada. Ligada a esta causa identifica-se outra relacionada a ausência de um manual para orientar o autor da chave de rateio, o que serviria como uma gestão de conhecimento para futuros envolvidos no processo. Outra causa neste grupo se refere ao excesso de etapas de formatação, principalmente devido à falta de padrão mencionada anteriormente.

A categoria máquina envolve o sistema em questão. Neste caso, foi notado que não há uma integração do sistema. Isso faz com que, caso seja feita alguma edição na planilha, torne necessário o reenvio para a Controladoria, tornando o processo ainda mais prolongado.

Em materiais, que diz respeito ao formato e disponibilidade dos dados, sua causa está relacionada com os frequentes erros de fórmulas e de dados, sendo um potencializador para o retrabalho.

Na medida, que é ligada em como o desempenho é acompanhado e avaliado durante o processo, não foi identificado nenhuma causa significativa relacionando diretamente com o tempo gasto.

Por fim, em meio ambiente, relacionado aos fatores do ambiente de retrabalho, foi constatado uma pressão devido ao curto prazo para concluir este processo. Além disso, uma causa relevante diz respeito a cultura de “apagar incêndio”.

4.3.2 Priorização

Diante de todas estas causas levantadas, é necessário que haja a priorização delas, selecionando aquelas que impactam de maneira mais significativa. O intuito disso está em poder combater diretamente essas causas mais relevantes, trazendo um resultado mais significativo.

Para isso, foi feita uma análise junto com os especialistas da Controladoria por meio de uma conversa com cada um, mostrando todas as causas identificadas e coletando as percepções

deles de quais acreditam que sejam as mais importantes a serem combatidas. Desta forma, foi selecionado a causa “Falta de padronização e automação” como a principal interferência. Também foram citadas como causas “Dados errados” e “Ausência de um manual”.

4.3.3 Aprofundando nas causas

Levantadas as 3 causas críticas, com destaque para a falta de padronização, será feito um aprofundamento de cada uma delas para que seja possível entender a fundo a causa raiz do problema. Para isso, será utilizado a técnica dos 5 Porquês.

4.3.3.1 Falta de padronização e automação

1) Por que falta padronização e automação?

R: Porque, apesar da necessidade, nunca foi desenvolvido um modelo com as diretrizes de preenchimento e formatação.

2) Por que nunca houve um desenvolvimento de um modelo padronizado?

R: Porque isto não foi uma tarefa padronizada entre as atividades rotineiras da Controladoria, não havendo um responsável designado e dedicado para essa iniciativa.

3) Por que não houve uma priorização e designação desta tarefa?

R: Porque, apesar do reconhecimento da necessidade, a Controladoria está constantemente envolvida com demandas operacionais urgentes, limitando o tempo para desenvolver soluções proativas.

4) Por que a equipe está constantemente envolvida com demandas operacionais urgentes?

R: Porque o processo da chave de rateio gera uma quantidade significativa de retrabalho e ações manuais, consumindo, assim, grande parte do tempo e criando um ciclo vicioso.

5) Por que o processo atual gera tanto retrabalho?

R: Devido à ausência de um *template* padrão, à falta de treinamento formal para as áreas de apoio e à não utilização de ferramentas que possam automatizar o processo.

4.3.3.2 Dados errados

1) Por que os dados são recebidos com erros?

R: Porque as áreas que enviam as informações preenchem incorretamente.

2) Por que o preenchimento é incorreto?

R: Devido à falta de entendimento da finalidade do campo ou falta de treinamento.

3) Por que há falta de entendimento?

R: Porque não houve um treinamento formal para o preenchimento das informações.

4) Por que não houve treinamento?

R: Porque a Controladoria assume que as áreas já possuem o conhecimento necessário.

5) Por que assume isso?

R: Falta de comunicação, mencionado no Diagrama de Ishikawa criado.

4.3.4 Conclusão das causas

Com as análises realizadas sobre o levantamento e aprofundamento das causas, foi definido dois focos de atuação para melhoria: desenvolvimento e implementação de um padrão e a possibilidade de uma automatização para o processo de chave de rateio.

4.4 *Improve* (Melhorar)

4.4.1 Desenvolvimento e Implementação de um Padrão

A principal iniciativa de melhoria para a chave de rateio está relacionada com o desenvolvimento e aplicação de um padrão unificado. Tal melhoria tem como objetivo aprimorar a qualidade dos dados, reduzir a probabilidade de erros de preenchimento e, conseqüentemente, minimizar o tempo gasto e a necessidade de retrabalho da equipe de Controladoria.

4.4.1.1 Estrutura e Funcionalidades

O padrão desenvolvido foi realizado por meio de uma planilha no *software* MS Excel, assim como já era no processo anterior à melhoria. Todavia, neste novo formato, foram centralizados todos os índices das áreas de apoio em uma única planilha. Dessa forma, assim que cada área enviar suas informações, basta copiá-las e colá-las no padrão criado. Além disso, foram criadas fórmulas e restrições que visam eliminar os possíveis erros nas informações enviadas.

Primeiramente, foram disponibilizados nas colunas C e D campos para receber as informações das áreas de apoio. Basta que seja colado nesses campos o centro de custo que irá receber o rateio e o seu respectivo valor. A Figura 6 apresenta tal procedimento.

Figura 6 - Colunas para coleta de informações

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Índice	CC Recebe	H	CC a considerar	Índice	H arred				
2	1411200001	Manutenção	1411301001	2.888,32	1411301001	200001	2888			Rótulos de Linha	Soma de H arred
3			1411301101	21,39	1411301101	200001	21			=200001	7176
4			1411303001	283,91	1411303001	200001	284		1411301001		2888
5			1411303101	385,11	1411303101	200001	385		1411301101		21
6			1411304001	309,72	1411304001	200001	310		1411303001		284
7			1411304101	4,75	1411304101	200001	5		1411303101		385
8			1411307001	1.074,01	1411307001	200001	1074		1411304001		310
9			1411308001	2,36	1411308001	200001	2		1411304101		5
10			1411309001	85,58	1411309001	200001	86		1411307001		1074
11			1411310101	349,45	1411310101	200001	349		1411308001		2
12			1411310201	349,45	1411310201	200001	349		1411309001		86
13			1411342001	332,81	1411342001	200001	333		1411310101		349
14			1411343001	363,71	1411343001	200001	364		1411310201		349
15			1411344001	456,4264248	1411344001	200001	456		1411342001		333
16			1417349001	269,9843807	1417349001	200001	270		1411343001		364
17									1411344001		456
18									1417349001		270
19									=200002		1808
20	1411200002	Manutenção	1411301001	192,53	1411301001	200002	193		1411301001		193

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nas colunas E, F e G foram adicionadas fórmulas bloqueadas em cada uma das células. Dessa forma, não é possível que alguém altere elas por engano. Na Figura 7 destaca-se as colunas com as fórmulas.

Figura 7 - Colunas com Fórmulas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Índice	CC Recebe	H	CC a considerar	Índice	H arred				
2	1411200001	Manutenção	1411301001	2.888,32	1411301001	200001	2888		Rótulos de Linha	Soma de H arred	
3			1411301101	21,39	1411301101	200001	21		=200001	7176	
4			1411303001	283,91	1411303001	200001	284		1411301001	2888	
5			1411303101	385,11	1411303101	200001	385		1411301101	21	
6			1411304001	309,72	1411304001	200001	310		1411303001	284	
7			1411304101	4,75	1411304101	200001	5		1411303101	385	
8			1411307001	1.074,01	1411307001	200001	1074		1411304001	310	
9			1411308001	2,36	1411308001	200001	2		1411304101	5	
10			1411309001	85,58	1411309001	200001	86		1411307001	1074	
11			1411310101	349,45	1411310101	200001	349		1411308001	2	
12			1411310201	349,45	1411310201	200001	349		1411309001	86	
13			1411342001	332,81	1411342001	200001	333		1411310101	349	
14			1411343001	363,71	1411343001	200001	364		1411310201	349	
15			1411344001	456,4264248	1411344001	200001	456		1411342001	333	
16			1417349001	269,9843807	1417349001	200001	270		1411343001	364	
17									1411344001	456	
18									1417349001	270	
19									=200002	1808	
20	1411200002	Manutenção	1411301001	192,53	1411301001	200002	193		1411301001	193	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ademais, na coluna D não é permitido que seja inserido um valor igual a zero ou negativo pois todo os gastos rateados só podem ser maiores do que zero. Foi feito um Poka-Yoke nesta coluna. Caso algum usuário insira um valor negativo ou igual a zero, um aviso de alerta aparece, impedindo que seja dado seguimento no preenchimento das informações. A implementação do Poka-Yoke pode ser vista na Figura 8.

Figura 8 - Poka-yoke

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Índice	CC Recebe	H	CC a considerar	Índice	H arred				
2	1411200001	Manutenção	1411301001	0	1411301001	200001	0		Rótulos de Linha	Soma de H arred	
3			1411301101	21,39	1411301101	200001	21		=200001	7176	
4			1411303001	283,91	1411303001	200001	284		1411301001	2888	
5			1411303101	385,11	1411303101	200001	385		1411301101	21	
6			1411304001	309,72	1411304001	200001	310		1411303001	284	
7			1411304101	4,75	1411304101	200001	5		1411303101	385	
8			1411307001	1.074,01	1411307001	200001	1074		1411304001	310	
9			1411308001	2,36	1411308001	200001	2		1411304101	5	
10			1411309001	85,58	1411309001	200001	86		1411307001	1074	
11			1411310101	349,45	1411310101	200001	349		1411308001	2	
12			1411310201	349,45	1411310201	200001	349		1411309001	86	
13			1411342001	332,81	1411342001	200001	333		1411310101	349	
14			1411343001	363,71	1411343001	200001	364		1411310201	349	
15			1411344001	456,4264248	1411344001	200001	456		1411342001	333	
16			1417349001	269,9843807	1417349001	200001	270		1411343001	364	
17									1411344001	456	
18									1417349001	270	
19									=200002	1808	
20	1411200002	Manutenção	1411301001	192,53	1411301001	200002	193		1411301001	193	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Com isso, a adoção deste padrão combate diretamente duas causas identificadas na fase *Analyse*, falta de padronização e preenchimento de dados errados. Ao padronizar esta etapa do processo, estima-se que:

- Haja uma redução significativa da ocorrência de erros de preenchimento;
- Assegura que todas as informações estejam em um único formato para a Controladoria;
- Reduz o retrabalho.

Para garantir a adesão a este novo procedimento, será realizado um material de apoio, que será discutido de maneira mais aprofundada na próxima etapa do DMAIC.

4.4.2 Coleta dos Dados após melhoria

Após a implementação das soluções propostas foi realizada a coleta dos dados do tempo de execução do processo de chave de rateio durante o mês de julho com o objetivo de validar os ganhos esperados. A medição foi realizada no dia 29 de julho, de maneira integral, sem interrupções. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparativo do Tempo de Execução do Processo

Data	Tempo gasto	Observações
Média dos 6 primeiros meses	2 hrs e 54 min	Processo manual e sem padronização
29/jul	57 min	Processo ainda manual, porém com um padrão

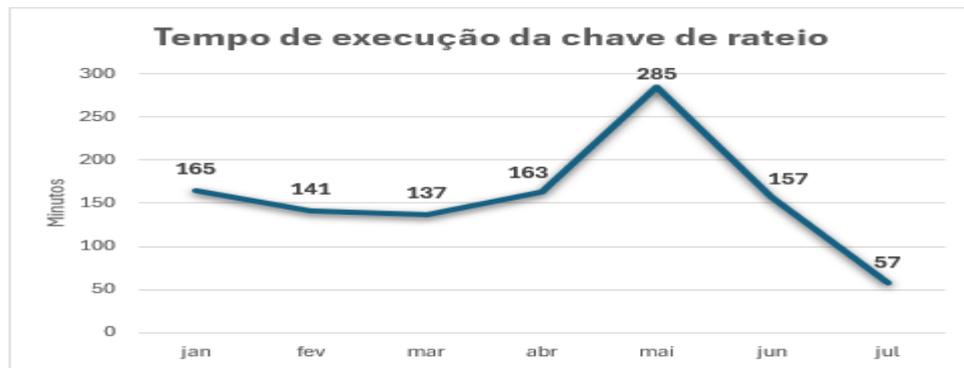
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Por meio da Tabela 2, foi destacado a média do tempo de execução do processo nos seis primeiros meses (janeiro a junho). Durante este período, o tempo médio gasto foi de 2 horas e 54 minutos.

Após a implementação da padronização, no mês de julho, o tempo gasto para a mesma atividade foi de 57 minutos.

4.4.3 Análise das mudanças

Na Figura 9 é possível visualizar a evolução do tempo de execução ao longo dos meses.

Figura 9 - Gráfico de linha do tempo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A partir da Figura 9 observa-se que, para o período de janeiro a junho, o tempo de execução permaneceu em um patamar elevado e instável, com média de 174 minutos (2 horas e 54 minutos). Tal comportamento, que inclui um pico de 285 minutos no mês de maio, reforça a natureza crônica do problema.

A partir do mês de julho, com a implementação das melhorias propostas, o gráfico da Figura 9 apresenta uma redução drástica no tempo de execução, que caiu para 57 minutos, representando uma redução de aproximadamente 67%. Essa queda acentuada valida a eficácia das soluções aplicadas, comprovando que a padronização na origem dos dados afetaria a eficiência do processo.

O colaborador responsável estava em fase de adaptação, com algumas dúvidas e incertezas sobre o novo fluxo. Acredita-se que, à medida que a equipe de custos ganhe familiaridade, a fluidez do processo aumentará e os resultados coletados nos próximos meses serão ainda melhores do que os observados inicialmente.

4.5 *Control* (Controlar)

A última etapa do DMAIC tem como objetivo garantir com que as melhorias propostas e implementadas sejam mantidas e que o desempenho da execução da chave de rateio permaneça dentro do novo padrão estabelecido. Para isso, é crucial propor um controle que assegure que os ganhos alcançados no mês de julho não sejam restritos a este período e que o retrabalho seja minimizado no futuro.

Para concretizar essa melhoria foi desenvolvido um manual de instrução operacional para a atualização mensal da chave de rateio. Neste material é descrito o seu objetivo, os responsáveis pela execução e monitoramento do processo, o caminho das planilhas externas

que são utilizadas como apoio na consolidação da chave de rateio e, por fim, o passo a passo para a execução do processo. Na Figura 10, além de destacar tais objetivos, responsabilidades, campo de aplicação e referências externas, é instruído como deverá ser realizado a consolidação das informações vindo pela área de oficinas.

Figura 10 - Passo a passo do rateio de oficinas

Passo 1

- Planilha "Rateio Mês Ano Oficinas", localizada na pasta U:\Análises Financeiras\Área de Custos\Custos\03 - CUSTOS FIXOS\CICLO ANOXX\05 - CHAVE RATEIOX - MES ANOXX.

Para atualizar o mês corrente, salvar o arquivo enviado pela Oficina e copiar as orientações e formatação do arquivo do último mês. Para consolidar os dados na Base Principal, é necessário adicionar um PROX na coluna I, vinculando com a base de dados. Após isso, basta copiar os dados da coluna H e I do arquivo recebido e colar nas colunas C e D da Base Principal.

Exemplo: Segue abaixo, template do arquivo que é enviado pela Oficina e logo em seguida como os dados devem ser consolidados na Base Principal.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
175	1411200017 Oficinas	1411301016	6	1411301001	200017			6
176		1411303001	26	1411303001	200017			26
177		1411303004	4	1411303001	200017			4
178		1411303101	8,508	1411303101	200017			9
179		1411304001	7	1411304001	200017			7
180		1411307001	1,5	1411307001	200017			2
181		1411307101	2	1411307101	200017			2
182		1411307201	74,5	1411307201	200017			75
183		1411307203	1	1411307201	200017			1
184		1411307301	2	1411307301	200017			2
185		1411307303	2,5	1411307301	200017			3
186		1411310101	38,5	1411310101	200017			39
187		1411310103	48	1411310103	200017			48
188		1411310201	5	1411310201	200017			5
189		1411343001	71,032	1411343001	200017			71
190		1411343002	4	1411343001	200017			4
191		1411344001	33,508	1411344001	200017			34
192		1411348001	3,5	1411348001	200017			4
193		1417310301	17,5	1417310301	200017			18
194		1417349001	5	1417349001	200017			5
195								

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Como mostra a Figura 10, primeiramente foi indicado o caminho do arquivo que será consolidado. Posteriormente, o passo a passo do processo de rateio da área de Oficinas e a indicação de quais colunas as informações da área deve ser colada.

Na Figura 11 é explicado como serão consolidadas as informações vindas da área de manutenção, alertando ainda sobre um caso específico desta área.

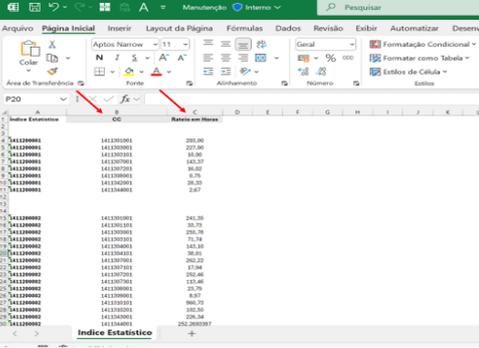
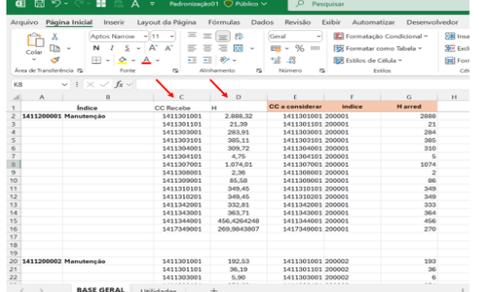
Figura 11 - Passo a passo do rateio de manutenção

Passo 2

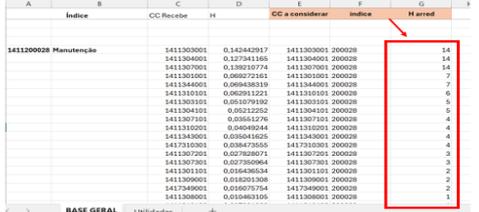
- Planilha "Rateio Mês Ano Manutenção", localizada na pasta U:\Análises Financeiras\Área de Custos\Custos\03 - CUSTOS FIXOS\CHICLO AVOXXX\05 - CHAVE RATEIO\X - MÊS ANO\X

Para atualizar o mês corrente, salvar o arquivo enviado pela Manutenção e copiar as orientações e formatação do arquivo do último mês. Para consolidar os dados na Base Principal basta copiar os dados da coluna B e C do arquivo recebido e colar nas colunas C e D da Base Principal.

Exemplo: Segue abaixo, template do arquivo que é enviado pela Manutenção e logo em seguida como os dados devem ser consolidados na Base Principal.

Ponto de Atenção: Os valores da coluna G precisa no índice 200028, precisam ficar no total com um total de 100. Caso o não esteja, acrescentar ou retirar o valor em alguma linha. Tal configuração é vista na imagem abaixo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Como é demonstrado na Figura 11, novamente é indicado o caminho do arquivo da área de manutenção. Logo após, o passo a passo para a consolidação das informações. Por fim, nesta etapa, também foi adicionado um ponto de atenção para a consolidação das informações desta área em específico. Por meio do manual, foi alertado que os valores da coluna G precisam ter um somatório total de 100%.

Na Figura 12 é mostrado como a área de almoxarifado deve ser consolidada no padrão desenvolvido.

Figura 12 - Passo a passo do rateio do Almojarifado

Passo 3

- Planilha "Rateio Mês Ano Almoxx", localizada na pasta U:\Análises Financeiras\Área de Custos\Custos\03 - CUSTOS FIXOS\CICLO ANOXX\05 - CHAVE RATEIOX - MÊS ANOXX.

Para atualizar o mês corrente, salvar o arquivo enviado pelo Almoxx e copiar as orientações e formatação do arquivo do último mês. Para consolidar os dados na Base Principal, é necessário adicionar um PROXX na coluna I, vinculando com a base de dados. Após isso, basta copiar os dados da coluna H e I do arquivo recebido e colar nas colunas C e D da Base Principal.

Exemplo: Segue abaixo, template do arquivo que é enviado pelo Almoxx e logo em seguida como os dados devem ser consolidados na Base Principal.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Como mostra a Figura 12, além do caminho do arquivo, novamente é demonstrado o passo a passo de como consolidar as informações da área do Almojarifado.

Por fim, na Figura 13 é mostrado os passos para a consolidação da área de energia.

Figura 13 - Passo a passo do rateio de Energia

Passo 4

- Planilha "Rateio Mês Ano Energia", localizada na pasta U:\Análises Financeiras\Área de Custos\Custos\03 - CUSTOS FIXOS\CICLO ANOXX\05 - CHAVE RATEIOX - MÊS ANOXX.

Para atualizar o mês corrente, salvar o arquivo enviado pela Energia e logo após ir à guia "Dados" e depois na função "Colar Links" para quebrar todos os vínculos antes de realizar a formatação do arquivo. As abas a serem mantidas no arquivo são a de Fechamento, Utilidades. Na aba Fechamento, manter apenas as colunas C, D e F. As demais colunas devem ser deletadas.

Exemplo: Segue abaixo, template do arquivo que é enviado pelo Almoxx e logo em seguida como os dados devem ser consolidados na Base Principal.

Já na aba Utilidades, é necessário que seja copiado os valores da coluna A e B. Após isso, estes valores devem ser colados nas colunas A e B da Base Principal.

Na aba "Utilidades" deixar somente a coluna do mês a ser atualizado e excluir as demais.

Ponto de Atenção: A coluna de C precisa ficar no total com 100%. Caso o não esteja, acrescentar ou retirar o valor em alguma linha.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na Figura 13, como feito em todas as etapas anteriores, indicamos o caminho do arquivo da área de Energia. Além disso, nesta etapa também foi criado uma tabela dinâmica para que facilite o *check* final de todas as informações consolidadas até então.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes do início deste trabalho, o processo de chave de rateio na área de Controladoria era marcado por atividades excessivamente manuais, ausência de padronização e uma comunicação reativa, que ocorria somente após a identificação de erros. Esse cenário gerava retrabalhos constantes, sobrecarga para os colaboradores envolvidos e atrasos que afetavam diretamente o fechamento contábil da usina siderúrgica. Além dos impactos operacionais, havia também consequências estratégicas, uma vez que o tempo gasto em tarefas manuais limitava a disponibilidade da equipe para análises mais profundas e de caráter estratégico, fundamentais para a tomada de decisões gerenciais.

Com a implementação das melhorias propostas, incluindo a criação de um modelo padronizado de planilha, mecanismos de prevenção de erros (poka-yoke) e um manual de instruções detalhado, observou-se uma redução significativa do tempo médio de execução do processo: de 174 minutos (quase 3 horas) para 57 minutos, representando uma queda de aproximadamente 67%. Mais do que um ganho quantitativo, essa melhoria representou uma mudança qualitativa, promovendo maior organização, confiabilidade e previsibilidade na rotina de trabalho da equipe. Com processos mais ágeis e padronizados, a equipe pôde direcionar seus esforços para atividades de maior valor agregado, como análise crítica dos custos, projeções financeiras e suporte às decisões estratégicas da empresa.

Outro benefício percebido foi a redução de inconsistências nas informações recebidas, uma vez que o padrão criado estabeleceu critérios claros para o preenchimento dos dados, diminuindo a ocorrência de erros de digitação e interpretações equivocadas. Isso também contribuiu para a melhoria da comunicação entre as áreas de apoio e a Controladoria, fortalecendo a integração entre os setores e diminuindo os conflitos gerados por falhas no envio de informações.

Entretanto, é importante reconhecer que este estudo teve limitações. A solução implementada concentrou-se em uma padronização parcial e ainda depende de interação humana para a consolidação dos dados. Existe, portanto, um grande potencial para avanços futuros por meio da automação, como a integração direta entre sistemas corporativos e planilhas, utilização de softwares específicos de gestão de custos e até mesmo a aplicação de tecnologias da Indústria 4.0, como inteligência artificial. Essas tecnologias poderiam não apenas eliminar etapas manuais, mas também possibilitar análises em tempo real e projeções mais precisas, elevando ainda mais o nível de eficiência e competitividade da organização.

Do ponto de vista acadêmico, este trabalho contribui para a literatura ao demonstrar, na prática, como a Engenharia de Produção pode transformar processos complexos em ambientes industriais, utilizando ferramentas consagradas como o DMAIC de forma aplicada e orientada a resultados. Ele reforça a relevância do pensamento sistêmico, da gestão baseada em dados e da melhoria contínua como pilares para a modernização da gestão de custos no setor siderúrgico.

Em termos práticos, os resultados obtidos indicam que melhorias simples, quando bem estruturadas, podem gerar impactos expressivos não apenas em indicadores operacionais, mas também na qualidade do ambiente de trabalho, na motivação dos colaboradores e na capacidade da empresa de responder rapidamente às demandas do mercado. A chave de rateio, muitas vezes vista como uma tarefa burocrática, mostrou-se estratégica para o equilíbrio financeiro e a competitividade da usina siderúrgica analisada.

Por fim, este estudo deixa como recomendação a continuidade das iniciativas de padronização e automação, bem como a realização de treinamentos periódicos com as áreas de apoio e de custos, assegurando que o conhecimento seja compartilhado e que os ganhos obtidos sejam sustentáveis ao longo do tempo. Assim, acredita-se que a organização poderá evoluir de um cenário reativo para um modelo de gestão proativa, integrada e orientada à excelência, consolidando-se como referência em eficiência operacional no setor siderúrgico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BARROS, M. F. C. **Implantação do custeio baseado em atividades em uma indústria siderúrgica**. Universidade Federal do Ceará, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br>.

BRADY, J. E.; ALLEN, T. T. **Six sigma literature: a review and agenda for future research**. Quality and Reliability Engineering International, 2006.

CARVALHO, P. E. C.; MIRANDA, D. **Aplicação do ciclo DMAIC para redução de custos de uma indústria manufatureira de fraldas descartáveis**. Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), 2024.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade gerencial: teoria e prática**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CUNHA, A. G. M. da. **Siderurgia 4.0: dimensão inteligente e sustentável**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 37087-37103, abr. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/28052/22218/72036>

FALKE INFORMATION. **Evolução do setor brasileiro de siderurgia e metalurgia**. Relatório Setorial, fev. 2021.

FREITAS, I. W. S. **Um estudo comparativo de técnicas de detecção de outliers no contexto de classificação de dados**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL – IAB. **Estatísticas da siderurgia 4º trimestre 2020**. Rio de Janeiro: IAB, 2021.

LIMA, F. F.; MORAES, R. A. **Gestão estratégica de custos: custeio por absorção em pequenas empresas em Recife, PE, Brasil**. Interações (Campo Grande), v. 17, n. 3, 2016. Disponível em: <https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/664>. Acesso em: 19 maio 2025.

MACHLINE, C. **Contabilidade de custos: enfoque na gestão empresarial**. São Paulo: Saraiva, 2019.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, M. S. **Inovações tecnológicas da Indústria 4.0: aplicações e implicações para a siderurgia brasileira**. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25113>.

MAZZUCHETTI, Roselis Natalina et al. **Implementation of Six Sigma program in an industry of slaughter of chicken**. Acta Scientiarum Technology, v. 32, 2010.

MEGLIORINI, E. **Custos: análise e gestão**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

OLIVEIRA, Y. O. M. **Proposta de implementação de gestão de custos em uma empresa de pequeno porte**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

RODRIGUES, M. **Ações para a qualidade: gestão estratégica e integrada para melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

SARDINHA, J. C.; ABRANTES, A. S. **Alocação de custos: a procura de critérios justos e equitativos**. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Recife, 2000.

SOUZA, C. A.; MARTINS, E. **Gestão de custos e formação de preços: estratégias competitivas**. São Paulo: Atlas, 2020.

TAQUETTI, L. B.; COLOMBO, S. G.; MALACARNE, R.; SELEME, R. **Aplicação da integração *Lean Six Sigma* para melhoria da produtividade em uma linha de montagem**. Journal Of Lean Systems, v.2, 2017.

WERKEMA, M. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.