

**FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC
DEPARTAMENTO DE CURSOS SUPERIORES
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

MAGDA ASSUMÇÃO JACINTHO DE SOUZA PEREIRA

**GESTÃO DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DA
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E SEUS EFEITOS NA
EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

JOINVILLE

2025

MAGDA ASSUMÇÃO JACINTHO DE SOUZA PEREIRA

**GESTÃO DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DA
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E SEUS EFEITOS NA
EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Orientador: Prof. Katiana da Silva Estevam.

JOINVILLE

2025

MAGDA ASSUMÇÃO JACINTHO DE SOUZA PEREIRA

**GESTÃO DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DA
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E SEUS EFEITOS NA
EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Joinville, 09 de dezembro de 2025.

Prof. Me. Katiana da Silva Estevam (Orientador)
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Leiliani Petri Marques
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Vilmar da Silva
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de sabedoria, força e inspiração, por ter me sustentado ao longo desta jornada acadêmica. Sua presença foi essencial nos momentos de dúvida, cansaço e superação.

Agradeço também ao meu próprio esforço, dedicação e perseverança. Cada etapa vencida, cada desafio superado e cada noite de estudo representam o compromisso que assumi com meu crescimento pessoal e profissional. Reconhecer esse caminho percorrido é, para mim, motivo de orgulho e gratidão.

Por fim, expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Katiana pela orientação precisa, paciência e incentivo constante. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação acadêmica. Seu comprometimento e generosidade intelectual deixaram marcas que levarei comigo ao longo da minha trajetória.

“Unir-se é um bom começo, manter a união é um progresso, trabalhar em conjunto é a vitória.”

Henry Ford

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo avaliar o impacto das ferramentas de qualidade na redução do retrabalho nos processos da indústria de aço, especificamente nas Unidades de Aços da América do Sul. A pesquisa é fundamentada na aplicação de metodologias reconhecidas, como o Diagrama de Ishikawa, o Método dos 5 Porquês e o 5W2H, entre outras. A revisão de literatura discute a importância da gestão da qualidade, enfatizando como a utilização eficaz dessas ferramentas contribui para a eficiência operacional e a melhoria contínua.

A metodologia adotada incluiu entrevistas com analistas de processos, que forneceram insights sobre a aplicação prática das ferramentas em situações reais. Os resultados indicam que a implementação sistemática das ferramentas de qualidade resultou em um aumento significativo na identificação de não conformidades e na padronização de procedimentos. A prática de brainstorming, por exemplo, incentivou a colaboração entre equipes, permitindo a geração de soluções inovadoras para problemas complexos.

Além disso, a técnica dos 5 Porquês ajudou a identificar causas raízes de falhas operacionais, facilitando a implementação de ações corretivas eficazes. A combinação dessas metodologias também demonstrou um aumento na maturidade operacional da empresa, contribuindo para a satisfação dos clientes e o fortalecimento da cultura de qualidade. Com base nos dados coletados, conclui-se que a adoção estruturada das ferramentas de qualidade é vital para a sustentabilidade do negócio e para a competitividade no mercado.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade, Ferramentas da Qualidade, Indústria do Aço, Melhoria Contínua, Retrabalho.

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Problema: Desvio no controle dimensional na produção de chapas

Tabela 2 – Uso das Ferramentas na Empresa em Estudo

Gráfico 1 – Distribuição geográfica (%) dos empregos na indústria siderúrgica brasileira

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Processo de fabricação do aço e ferro no setor siderúrgico
- Figura 2 – Cadeia produtiva da indústria siderúrgica
- Figura 3 – Ciclo PDCA
- Figura 4 – Diagrama de Ishikawa
- Figura 5 – Exemplo de Diagrama de Pareto
- Figura 6 – Exemplo de construção do Histograma
- Figura 7 – Exemplo de Histograma
- Figura 8 – Componentes para construir o diagrama de causa e efeito
- Figura 9 – Exemplo: Prevenção das falhas humanas em um processo de passar roupa
- Figura 10 – Matriz GUT
- Figura 11 – Método dos 5 Porquês
- Figura 12 – Ilustração da utilização da ferramenta 5 Porquês
- Figura 13 – Linha de Produção da Empresa em Estudo
- Figura 14 – Manuseio Produtivo
- Figura 15 – Centro de Controle – Utilização das Ferramentas de Qualidade
- Figura 16 – Controles Instalados na Produção
- Figura 17 – Problema: Bobinas apresentando manchas escuras
- Figura 18 – Exemplo Fictício: Formulário de Análise de Problemas

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS.....	10
1.1. OBJETIVO GERAL.....	10
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. INTRODUÇÃO.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1. Fatores Produtivos do Setor Siderúrgico Brasileiro	13
3.2. Qualidade no processo produtivo	18
3.3. Ferramentas da Qualidade	19
3.3.1. Ferramentas da Qualidade – PDCA.....	20
3.3.2. Ferramentas da Qualidade – Gráfico de Ishikawa	21
3.3.3. Ferramentas da Qualidade – Diagrama de Pareto	23
3.3.4. Ferramentas da Qualidade – Histograma	24
3.3.5. Ferramentas da Qualidade – Diagrama de Causa e Efeito.....	26
3.3.6. Ferramentas da Qualidade – Poka Yoke	28
3.3.7. Ferramentas da Qualidade – Matriz GUT	29
3.3.8. Ferramentas da Qualidade – Método dos 5 porquês	30
3.4. Ferramentas da Qualidade na Perspectiva da Melhoria Contínua	32
4. MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1. Ambiente de estudo: a maior produtora de aço do mundo	34
4.2. Ferramentas de Qualidade na Gestão Operacional	35
4.3. Folha de Verificação: Caso Prático na Empresa em Estudo	37
4.3.1. Caso Prático na Empresa em Estudo ... Erro! Indicador não definido.	
4.4. Brainstorming: Caso Prático na Empresa em Estudo	40
4.4.1. Caso Prático na Empresa em Estudo ... Erro! Indicador não definido.	
4.5. Método dos 5 Porquês: Caso Prático na Empresa em Estudo	44
4.5.1. Caso Prático na Empresa em Estudo ... Erro! Indicador não definido.	
4.6. Método 5W2H: Caso Prático na Empresa em Estudo	48
4.6.1. Caso Prático na Empresa em Estudo	49
4.7. Método 8D: Caso Prático na Empresa em Estudo	50
4.7.1. Caso Prático na Empresa em Estudo	51
5. RESULTADOS	56
6. CONCLUSÕES.....	58

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar, por meio de indicadores de desempenho, o impacto da aplicação das ferramentas da qualidade na diminuição do retrabalho nos processos do aço.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear as ferramentas da qualidade mais utilizadas no setor do aço Diagrama de Ishikawa, Fluxograma, Folha de Verificação, 8D, etc.
- Analisar as aplicações práticas das ferramentas em empresas do setor, observando como são implementadas e monitoradas.
- Comparar indicadores de desempenho antes e depois da aplicação das ferramentas da qualidade, com foco na redução do retrabalho.

2. INTRODUÇÃO

A indústria de aço desempenha um papel crucial na economia global, sendo fundamental para setores como a construção civil, a indústria automotiva e a produção de eletrodomésticos. Com a crescente competitividade e as demandas por produtos de alta qualidade, as empresas do setor necessitam adotar práticas eficazes de gestão da qualidade. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como foco a análise do impacto das ferramentas de qualidade na redução do retrabalho nas Unidades de Aços da América do Sul, buscando evidenciar como a implementação dessas práticas pode melhorar a eficiência operacional.

A revisão da literatura apresenta conceitos fundamentais sobre gestão da qualidade, enfatizando a relevância de metodologias e ferramentas específicas que podem ser aplicadas em ambientes industriais. Segundo Nascimento e Nascimento (2015), a gestão da qualidade é não apenas um conjunto de técnicas, mas também uma filosofia que visa promover a melhoria contínua em todos os níveis da organização. O modelo de qualidade total, conforme abordado por Aguiar (2006), destaca a importância de integrar as ferramentas de qualidade no ciclo de gestão, permitindo decisões informadas e baseadas em dados.

As ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa, o Método dos 5 Porquês e o 5W2H, são instrumentos que facilitam a identificação e análise de problemas, promovendo um ambiente colaborativo. Andrade et al. (2012) ressaltam que a aplicação dessas ferramentas é essencial para o diagnóstico e controle de processos, contribuindo diretamente para a redução de falhas e a otimização das operações. A utilização sistemática dessas metodologias pode resultar em uma maior eficiência e, conseqüentemente, em um aumento da competitividade das empresas no setor.

A metodologia do Diagrama de Ishikawa, também conhecido como o diagrama de causa e efeito, foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa na década de 1950. Essa ferramenta é amplamente utilizada para mapear as causas potenciais de um problema, permitindo que equipes identifiquem as raízes das não conformidades de maneira estruturada. Segundo Toledo (2015), essa abordagem sistemática não apenas facilita a identificação das causas, mas também promove discussões produtivas entre os membros da equipe.

Outra técnica relevante é o Método dos 5 Porquês, popularizado por Taiichi Ohno, um dos principais arquitetos do Sistema de Produção Toyota. Essa metodologia envolve a repetição da pergunta "por quê?" para explorar as camadas mais profundas de um problema, ajudando a evitar soluções superficiais. Como observado por Werkema (1995), essa abordagem é uma ferramenta poderosa que direciona as ações corretivas para a origem do problema, resultando em soluções mais eficazes e duradouras.

Além disso, o 5W2H, desenvolvido no contexto do Sistema Toyota de Produção, serve como um checklist para planejar e organizar ações de forma eficiente. A aplicação do 5W2H permite que as equipes definam responsabilidades, prazos e recursos, facilitando o planejamento de ações corretivas. Conforme mencionado por Lélis (2018), essa ferramenta proporciona clareza na comunicação e melhora a alocação de recursos.

A revisão da literatura também aborda a importância da capacitação contínua dos colaboradores, que é um fator determinante para o sucesso da implementação das ferramentas de qualidade. Segundo Cardoso (2020), investir em treinamentos e desenvolvimento de competências assegura que todos os envolvidos compreendam a importância das análises e ações corretivas, promovendo um ambiente de trabalho mais colaborativo e proativo.

Neste contexto, a pesquisa se propõe a avaliar, por meio de indicadores de desempenho, o impacto da aplicação das ferramentas da qualidade na diminuição do retrabalho nos processos do aço. A análise será fundamentada em dados coletados por meio de entrevistas com analistas de processos, que fornecerão insights sobre a aplicação prática das ferramentas em situações reais.

A importância de uma abordagem estruturada para a gestão da qualidade é evidente em um setor tão dinâmico e competitivo quanto o da siderurgia. As ferramentas de qualidade não devem ser vistas apenas como técnicas isoladas, mas sim como parte de uma filosofia de gestão que busca a melhoria contínua e a eficiência.

Por fim, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para a consolidação de práticas voltadas à excelência no setor, solidificando a posição das Unidades de Aços da América do Sul como líderes na produção de aço e contribuindo para a competitividade no mercado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura tem como objetivo apresentar os principais conceitos e estudos que fundamentam esta pesquisa. Para isso, são analisadas produções acadêmicas que abordam a relevância da gestão da qualidade e de suas ferramentas como instrumentos de melhoria nos processos produtivos. Dessa forma, busca-se compreender como a utilização adequada dessas práticas pode influenciar diretamente na eficiência operacional e na redução de falhas.

Nesta seção, são discutidos a evolução dos conceitos relacionados à qualidade, a aplicação de indicadores de desempenho e, de acordo com o foco deste trabalho, a importância das ferramentas da qualidade como estratégia de gestão. O propósito é evidenciar sua contribuição para a diminuição do retrabalho nos processos do aço, favorecendo maior produtividade, economia de recursos e melhoria contínua dentro das organizações.

3.1. Fatores Produtivos do Setor Siderúrgico Brasileiro

Segundo Tâmega (2017) citado por Cardoso (2020), através dos processos siderúrgicos modernos ocorreu uma revolução que possibilitou melhorar a qualidade da liga metálica obtida, aumentando não só sua aplicabilidade, como também, sua produtividade, que possibilitou a produção em massa de produtos manufaturados em ferro.

Os principais equipamentos que viabilizaram a siderurgia moderna são os altos-fornos e os conversores para a produção do ferro e aço. De acordo com Santos (2015) citado por Cardoso (2020), os produtos desenvolvidos com materiais metálicos envolvem um conjunto de processos e operações, cujo número e complexidade dependem do minério e do metal considerados para a manufatura. A extração de um metal constitui o campo de estudos da Metalurgia Extrativa, já seu refino constitui o campo da Metalurgia do Refino. O conjunto da Metalurgia Extrativa e da Metalurgia de Refino dos materiais metálicos é denominado Siderurgia.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2017) citado por Cardoso (2020), o setor siderúrgico é associado ao metalúrgico e está classificado pelo CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas – IBGE), na Seção C como

Indústrias de Transformação (Divisão 24 – Metalurgia), e são divididos em cinco grupos: Produção de Ferro-Gusa e de Ferroligas; Siderurgia; Produção de Tubos de Aço, exceto sem costura; Metalurgia dos Metais Não ferrosos e Fundição.

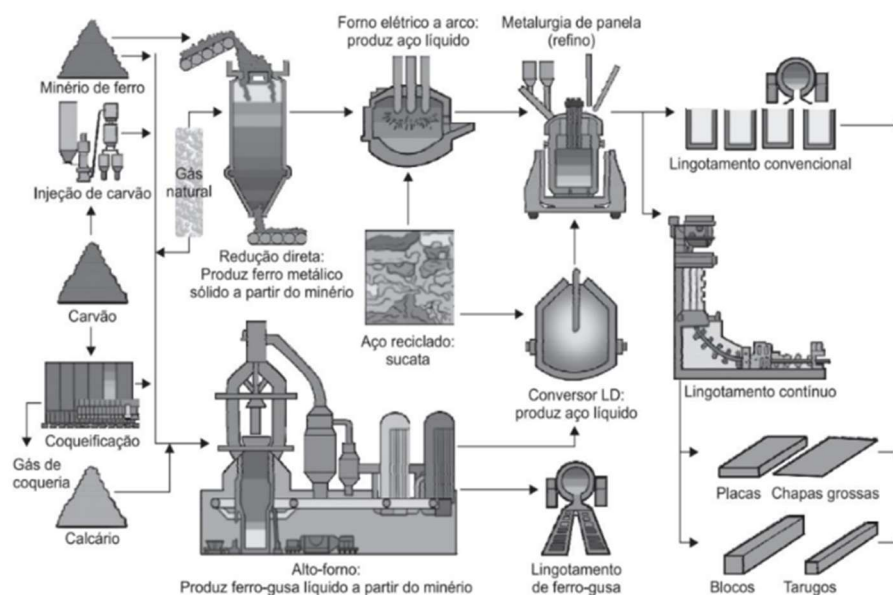
Conforme Cardoso (2020), o setor siderúrgico é associado principalmente a indústria de transformação, que é definido pelas atividades que envolvem a transformação física, química e biológica de materiais, substâncias e componentes, com a finalidade de obter produtos novos. (Cardoso, 2020, p.14)

De acordo com Santos (2015) citado por Cardoso (2020), o fluxo de produção mais comum no setor siderúrgico compreende:

- 1) Minério de ferro, carvão e calcário.
- 2) Processo de redução direta do minério para metal (liga ferro-carbono) ou pelo alto-forno, que produz ferro-gusa a partir do minério.
- 3) Produção de aço líquido na aciaria, por meio de fornos elétricos ou por conversores, podendo existir refino secundário do material para obtenção da composição do aço desejado no forno panela.
- 4) Lingotamento, que é a solidificação do material metálico (aço) em moldes convencionais ou por lingotamento contínuo, para posterior utilização em processos mecânicos para obtenção de produtos de aço.

Na Figura 1 é apresentado um esquema do principal processo produtivo da indústria siderúrgica.

Figura 1. Processo de fabricação do aço e ferro no setor siderúrgico

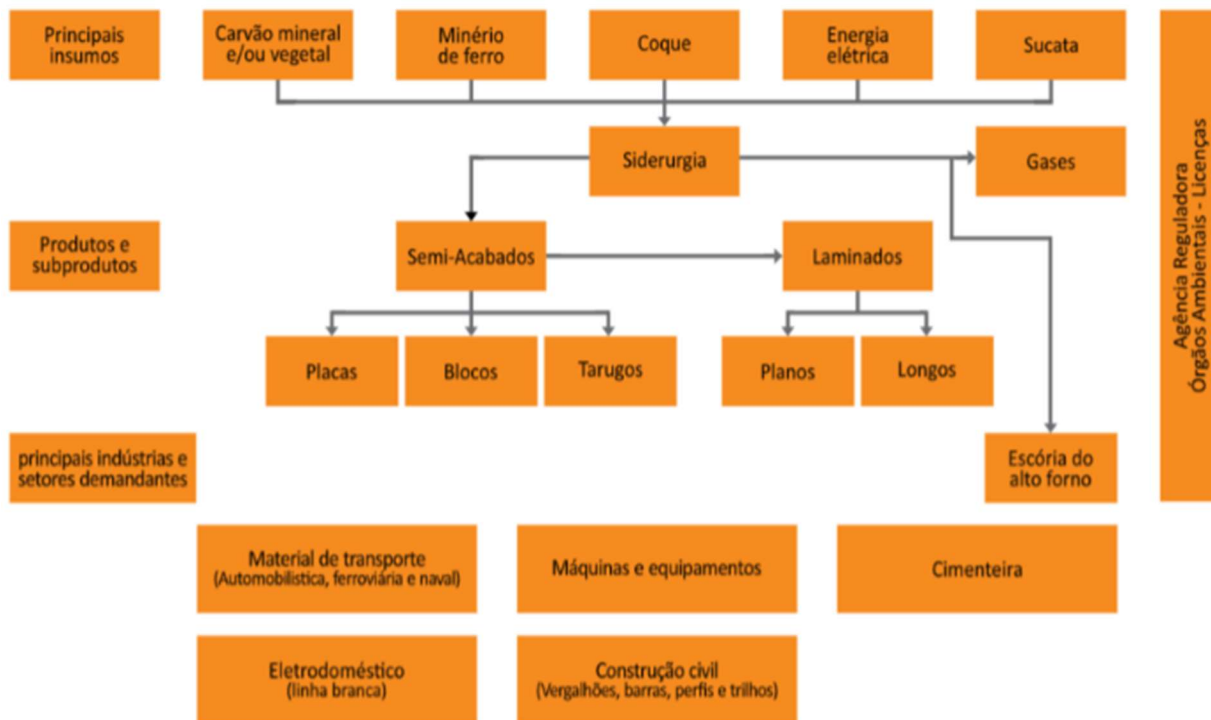


Fonte: Santos (2022)

Detalha Cardoso (2020),

que a diversidade do ramo siderúrgico (que trata de produtos para consumo básico, consumo intermediário e de bens de capital) é feita pela divisão por segmentos, que são as seguintes: siderurgia e metalurgia básica; eletroeletrônico; aeroespacial e de defesa; naval, bens de capital mecânico (divididos em máquinas e equipamentos e máquinas e equipamentos agrícolas); automotivo (divididos em montadoras e autopeças); e outros materiais de transporte. A Figura 2 mostra essa relação entre as cadeias produtivas principal a montante e jusante na indústria metalúrgica. (Cardoso, 2020.p15)

Figura 2. Cadeia produtiva da indústria siderúrgica



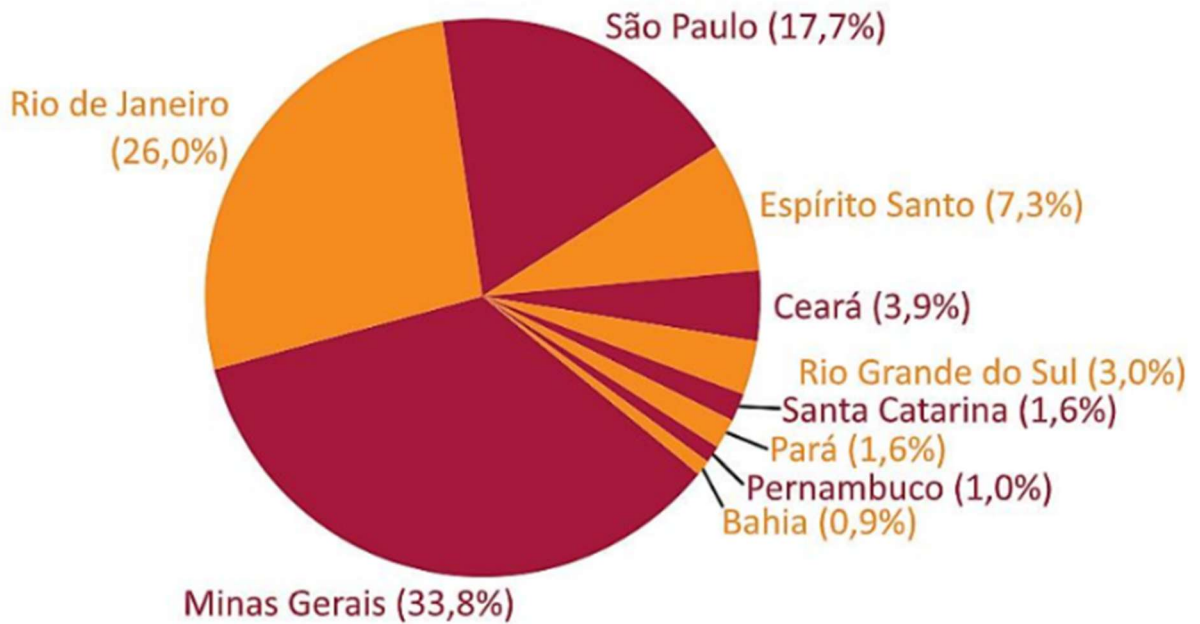
Fonte: Viana (2019) citado por Cardoso (2020)

Conforme a FIEMG (2013) citado por Cardoso (2020), o setor siderúrgico desempenha papel essencial como principal fornecedora de insumos para produtos industriais e para a construção civil, tornando-se fundamental para o crescimento da economia. Dessa forma, apresenta fortes encadeamentos com amplo leque de setores na matriz de relações interindustriais, além de ser intensiva em recursos naturais, energia e capital. (FIEMG, 2013 citado por Cardoso, 2020, p.16)

Segundo Viana (2019) citado por Cardoso (2020), apesar de ter uma grande participação no PIB e ser fundamental para indústria de transformação do país, considerando-se todos os seus grupos e classes da CNAE, os empregos formais

criados é bem pequeno comparado a outros setores, chegando a aproximadamente 1,2% no Brasil. Portanto, o uso intensivo de capital do setor não reflete em sua força de trabalho. O Gráfico 1 mostra a distribuição dos empregos do setor siderúrgico pelos estados do Brasil.

Gráfico 1. Distribuição geográfica (%) dos empregos na indústria siderúrgica brasileira.



Fonte: Viana (2019) citado por Cardoso (2020)

De acordo com Cardarelli, Carvalho e Mesquita (2017), a capacidade instalada atual brasileira é de 51,7 milhões de toneladas de aço bruto, representando o dobro do consumo aparente interno de aço na cadeia produtiva brasileira, o que não estimula novos investimentos em aumento de capacidade direcionados para o mercado interno. O consumo aparente de produtos siderúrgicos acabados alcançou 18,2 milhões de toneladas para uma produção de aço bruto de 34,7 milhões de toneladas.

Relata a FIEMG (2013) citado por Cardoso (2020), que o mercado siderúrgico é intensivo em capital, sendo necessários grandes investimentos para atingir níveis de escala competitivos. Essa é uma das razões para que haja poucos concorrentes, havendo uma forte tendência de concentração de mercado.

A participação dos principais grupos siderúrgicos do país é extremamente alta: as quatro maiores empresas são a Arcelor Mittal, Gerdau, Usiminas Cosipa e CSN, que juntas detêm 94% do mercado.

Reforçam Cardarelli, Carvalho e Mesquita (2017), que um dos principais desafios para aumento da competitividade da siderurgia no Brasil é a disponibilidade de recursos e estruturas dedicadas ao desenvolvimento e à implementação de novas tecnologias de processos industriais. As tendências de aceleração do conteúdo tecnológico têm promovido o surgimento e crescimento de agentes especializados em tecnologias e sistemas industriais.

Os fatores preponderantes que precisam ser desenvolvidos para que a produção nacional apresente vantagens competitivas e possa competir com as líderes do mercado, de acordo com a FIEMG (2013) citado por Cardoso (2020), são as seguintes:

- Baixo custo e a qualidade do minério de ferro nacional (em razão da grande ocorrência no território nacional de minério de ferro de alto teor e reduzido índice de impurezas);
- Eficiência da logística e infraestrutura para produção e comercialização de aço (esquema mina-ferrovia-porto);
- Disponibilidade de energia elétrica; • disponibilidade de recursos humanos qualificados;
- Processo produtivo no estado-da-arte em termos tecnológicos em razão de investimentos pós-privatização;
- Escala de produção decorrente do tamanho do mercado interno e da possibilidade de acessar outros mercados por meio da estrutura portuária;
- Existência de frete de retorno, por causa da necessidade de importação.

Reforça Viana (2019) citado por Cardoso (2020), que os desafios e oportunidades no setor siderúrgico estão relacionadas a pressão para a diminuição dos impactos ambientais durante os processos e menor intensificação do consumo de energia, pois a incerteza de fornecimento e elevação dos preços praticados tem prejudicado a competitividade do setor, o que exige investimentos em novas tecnologias e processos produtivos com foco na redução das emissões e do consumo de insumos, reuso e reciclagem.

Por fim, Tâmega (2017) citado por Cardoso (2020) ressalta que apesar do impacto de seus processos, os produtos siderúrgicos têm vantagens pela alta versatilidade e viabilidade, pois, o custo da matéria prima é relativamente baixo, pode ser facilmente conformado, não existe perdas de qualidade em seu processo de reciclagem, a água usada no processo de obtenção do aço pode ser reutilizada e parte da geração de energia vem das próprias siderúrgicas. (Tâmega, 2017 citador por Cardoso, 2020, p. 17 e 18)

3.2. Qualidade no processo produtivo

Para a ISO 9001, o cliente é o centro de todas as atenções para todo o processo produtivo e a qualidade visa à conformidade como o requisito mínimo às especificações do cliente. Qualidade é o atendimento às especificações previstas, em que não conformidade significa não qualidade e está associada ao processo de produção. De modo geral, podemos associar Qualidade a um consenso entre os desejos do cliente e os que oferecem produtos e serviços.

Portanto, a qualidade só será obtida se todos estiverem envolvidos, e a organização deve reconhecer os esforços para melhoria contínua. (Nascimento e Nascimento, 2015, p. 4)

De maneira geral, a gestão da qualidade é definida de forma diferente por diversos autores. Os conceitos existentes definem a gestão da qualidade como uma filosofia, um conjunto de métodos, a melhoria contínua, um serviço e envolvimento da mão-de-obra (Paladini, 2004 citado por Nascimento e Nascimento, 2015). O autor sintetiza os conceitos da seguinte forma:

- Filosofia: a gestão da qualidade compreende estratégias relativas à produção e avaliação da qualidade.
- Conjunto de métodos: a gestão da qualidade envolve ferramentas para dar forma a suas ações. Essas ferramentas destinam-se à definição do melhor modo de atendimento aos clientes, à redução de custos e ao modo de envolver os funcionários em processos de análise e solução de problemas, com ênfase nas ações de planejamento.
- Melhoria contínua: a gestão da qualidade envolve estratégias com o objetivo de definir a melhor maneira de executar ações produtivas.
- Serviço: a gestão da qualidade abrange estratégias que promovem uma análise de como a empresa atende a seus clientes, de modo a desenvolver melhor esse atendimento.
- Envolvimento da mão-de-obra: a gestão da qualidade envolve estratégias que desenvolvem formas sistemáticas de garantir que os funcionários estejam comprometidos com os consumidores, sejam eles internos ou externos. (Paladini, 2004 citado por Nascimento e Nascimento, 2015, p. 4)

Desta forma o esforço para agregar qualidade ao processo produtivo deu ênfase à busca das causas e não mais a atenção exclusiva aos efeitos. Sendo assim a viabilidade para a gestão da qualidade no processo produtivo envolve a implantação de três etapas sob a óptica de Paladini (2004) citado por Nascimento e Nascimento (2015): a eliminação de perdas; a eliminação das causas das perdas; e a otimização do processo.

É importante lembrar que a obtenção para melhorias do processo produtivo e a implantação da gestão da qualidade total é um processo que requer o comprometimento e auxílio de todos os envolvidos na empresa. Sendo assim, o controle de qualidade visa eliminar todas as imperfeições existentes no sistema e no processo de produção. Devendo ser visto como uma atividade permanente com o envolvimento de todos os operários na participação efetiva dos programas de melhoria da qualidade. (Nascimento e Nascimento, 2015, p. 4)

3.3. Ferramentas da Qualidade

Grande parte dos problemas existentes em uma empresa pode ser resolvida com o auxílio das Sete Ferramentas de Qualidade. São elas:

- a) Folha de verificação;
- b) Fluxograma;
- c) Histograma;
- d) Diagrama de Pareto;
- e) Diagrama de dispersão;
- f) Causa e Efeito;
- g) Gráficos de controle.

Sendo que não existe uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será utilizada em cada fase. Também denominada as Sete ferramentas do Controle da Qualidade, ou Sete Ferramentas Estatísticas, foram criadas com a finalidade de permitir a manipulação e análise objetivas de informações quantitativas (dados), com a exceção do Diagrama Espinha de Peixe que lida com informações qualitativas (fatos). São ferramentas utilizadas no controle da qualidade, que facilitam a coleta, a organização e a análise de informações.

Estas ferramentas viabilizam a tomada de decisão fundamentada em fatos e dados, um dos princípios da Qualidade Total. O objetivo principal é identificar os maiores problemas e através de análise adequada procurar a melhor solução. Estes métodos devem ser do conhecimento de todos os envolvidos em uma organização, desde a gerência até o chão da fábrica ou funcionários

de prestadoras de serviços, e devem fazer parte do programa básico de treinamento da qualidade. (Nascimento e Nascimento, 2015, p. 4 e 5)

A implementação eficaz das Sete Ferramentas de Qualidade promove a resolução de problemas e também fomenta uma cultura organizacional voltada para a melhoria contínua. Ao capacitar todos os colaboradores, desde a alta gestão até os operadores, a empresa cria um ambiente onde a qualidade é uma responsabilidade compartilhada. Essa abordagem colaborativa é essencial para garantir que as ferramentas sejam utilizadas de maneira adequada e que as decisões sejam tomadas com base em dados concretos, resultando em processos mais eficientes e em produtos de maior qualidade. Assim, a disseminação do conhecimento sobre essas ferramentas se torna um pilar fundamental para o sucesso das iniciativas de qualidade dentro da organização.

Além disso, a utilização das Sete Ferramentas de Qualidade deve ser vista como um processo dinâmico e adaptável, que pode evoluir conforme as necessidades e os desafios enfrentados pela empresa. A flexibilidade na escolha e aplicação dessas ferramentas permite que as organizações respondam rapidamente a mudanças no mercado e nas expectativas dos clientes. Portanto, a integração dessas ferramentas no cotidiano da empresa não apenas contribui para a resolução de problemas imediatos, mas também estabelece uma base sólida para a inovação e a excelência operacional a longo prazo. Dessa forma, as Sete Ferramentas de Qualidade se consolidam como instrumentos indispensáveis para a gestão eficaz da qualidade nas organizações contemporâneas.

3.3.1. Ferramentas da Qualidade – PDCA

O PDCA é uma das ferramentas das qualidades mais conhecidas e aplicadas dentro das organizações. Sua ideia defende a melhoria contínua dos processos organizacionais, que por sua vez, contribui para a satisfação do perfil atual dos clientes. Para que as empresas sejam capazes de promover as mudanças necessárias, em um tempo adequado, é necessário que tenha um sistema de gestão que as ajude a enfrentar os desafios que irão encontrar. O sistema de gestão, que deverá ser utilizado para defrontar esses desafios, é o PDCA (Aguilar, 2006).

Para tanto, ela se utiliza de quatro etapas para alcançar seu objetivo, sendo essas: 1º Plan (planejar); 2º Do (executar); 3º Check (verificar) e 4º Act (agir).

O ciclo desta ferramenta mapeia um processo estratégico capaz de encontrar, analisar e solucionar um problema, a partir das seguintes etapas:

Planejar: Nesta etapa o gestor busca meios para solucionar seu impasse, seja ela por meio de alguma outra ferramenta da qualidade, ou um método conhecido de otimização, analisando seus problemas, quais suas potenciais causas, até chegar a uma ideia plausível como solução;

Executar: Depois de encontrar uma proposta de solução, o gestor começa o processo de implementação da mesma, dentro da organização, o que algumas vezes, requer muito esforço e investimento, sem haver a segurança do sucesso, sendo esse um fator de risco para a empresa;

Verificar: Após algum tempo decorrido à implementação, é necessário fazer uma análise, a qual compara a situação problemática com a atual, para que seja verificado se o plano proposto foi efetivo;

Agir: Quando a proposta de solução se torna um sucesso, a empresa então passa a oficialmente adotá-la em sua política de processos, podendo então, buscar novos impasses dentro dos fluxos para otimizá-los.

A principal característica do PDCA é a melhoria contínua, ou seja, o ciclo do PDCA, quando implantado dentro da organização, tem o objetivo de sempre ser utilizado, por isso, quando uma das etapas falha, o ciclo da ferramenta volta ao seu plano de origem (planejar). Para o melhor entendimento, suponhamos que uma proposta tenha sido implementada na empresa, mas que em comparativo, não demonstrou resultados positivos, tornando-se inviável. Tal inviabilidade dispõe uma única opção de atuação: voltar, planejar e tentar compreender novamente onde está o erro no processo. (Ferreira, Perez e Maciel, 2018, p. 4 e 5)

Figura 3. Ciclo PDCA



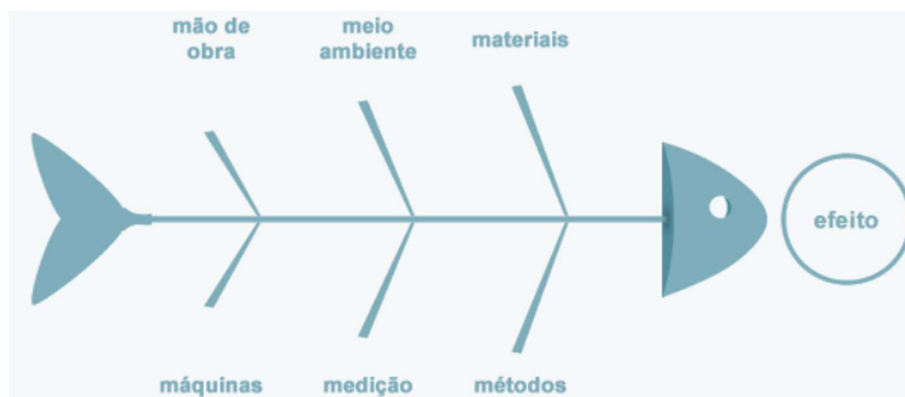
Fonte: Aguiar (2006)

3.3.2. Ferramentas da Qualidade – Gráfico de Ishikawa

Criado por Kaoru Ishikawa, essa ferramenta da qualidade relaciona os efeitos de um determinado problema com as possíveis causas, para se obter discussões produtivas e iniciar o processo de planejamento e resolução (Araújo, 2008, p. 235).

Também conhecido como espinha de peixe, sua estrutura se resume inicialmente a aplicação da técnica conhecida como 6 M's - Máquinas, Método, Mão de Obra, Medição, Matéria prima e Meio Ambiente - e no decorrer do processo de identificação, cria-se ramificações com as possíveis causas (Toledo, 2015).

Figura 4. Diagrama de Ishikawa



Fonte: Ávila (2025)

<https://blog.luz.vc/gestao-da-qualidade/5-usos-do-diagrama-de-ishikawa-que-voce-nunca-imaginou/>

- Máquinas: Todo o maquinário utilizado, desde as empilhadeiras de movimentação até as máquinas de produção.
- Método: Processo utilizado pela organização para produzir, estocar, entregar e documentar.
- Mão de Obra: Todo e qualquer recurso humano usado no processo.
- Medição: Tempo utilizado para a execução de um processo
- Matéria prima: Insumos consumidos para a formação do produto;
- Meio Ambiente: Fatores climáticos, cenários políticos, local de instalação e causas mercadológicas. (Ferreira, Perez e Maciel, 2018, p. 5 e 6)

Em suma, o Gráfico de Ishikawa se destaca como uma ferramenta essencial para a análise de problemas complexos dentro das organizações, permitindo uma visualização clara das relações entre causas e efeitos. Ao utilizar a técnica dos 6 M's, as equipes podem identificar de forma sistemática as diversas variáveis que

influenciam um determinado problema, promovendo discussões mais produtivas e embasadas. Essa abordagem não apenas facilita a identificação das causas raízes, mas também estimula a colaboração entre os membros da equipe, resultando em soluções mais eficazes e sustentáveis.

Além disso, a aplicação do diagrama de Causa e Efeito vai além da simples resolução de problemas; ele se torna um instrumento estratégico para a melhoria contínua e a inovação dentro da organização. Ao integrar essa ferramenta no processo de gestão da qualidade, as empresas não apenas aprimoram sua capacidade de resposta a desafios operacionais, mas também criam uma cultura organizacional que valoriza a análise crítica e a proatividade. Dessa forma, o Gráfico de Ishikawa se consolida como um aliado indispensável na busca pela excelência e pela competitividade no mercado.

3.3.3. Ferramentas da Qualidade – Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica de análise que ajuda a identificar e priorizar os problemas ou as causas que iniciaram para a maior parte dos efeitos ou resultados espontâneos em um determinado cenário. Ele é amplamente utilizado na gestão da qualidade na resolução de problemas (Lélis, 2018).

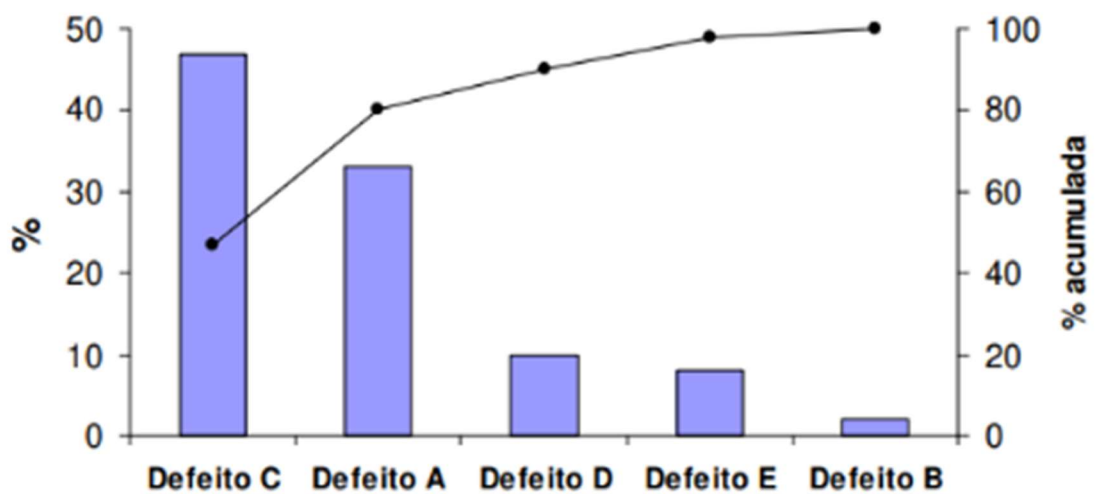
A ferramenta afirma que a maioria dos efeitos é resultado de um número relativamente pequeno de causas. Portanto, ao identificar e priorizar essas causas principais, é possível concentrar os esforços em ações corretivas ou de melhoria que terão maior impacto na resolução dos problemas (Lélis, 2018). O processo para construir um Diagrama de Pareto geralmente segue os seguintes passos segundo Lélis (2018):

Coleta de dados: é necessário coletar dados relevantes sobre o problema ou situação a ser atendida. - Classificação dos dados: Os dados coletados são organizados em categorias relevantes, como causas, tipos de defeitos ou problemas etc. Contagem das ocorrências: Conta-se o número de ocorrências de cada categoria, representando a frequência com que ocorre. - Ordenação dos dados: As categorias são ordenadas em ordem decrescente de frequência, da maior para a menor. - Construção do gráfico: O gráfico de barras é desenhado, com as categorias no eixo horizontal e as frequências no eixo vertical. Geralmente é adicionada uma linha acumulada para mostrar a porcentagem cumulativa. - Análise dos resultados: Através do gráfico, é possível identificar as poucas categorias que são responsáveis pela maioria dos problemas (geralmente 80% dos efeitos são causados por cerca de 20% das causas). Essas são as chamadas “causas resistentes”, e focar nelas pode trazer melhorias. O diagrama de Pareto é uma ferramenta poderosa para a gestão da qualidade, permitindo que as equipes priorizem suas ações

e recursos para resolver os problemas mais críticos e obter melhores resultados de forma mais eficientes (Lélis, 2018, p. 7)

É um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, possibilitando a pré-ordenação dos problemas. Indica ainda a curva de percentagens acumuladas, a maior utilidade deste diagrama é a de permitir uma fácil visualização e reconhecimento das causas ou problemas mais relevantes, possibilitando a centralização de esforços sobre eles.

Figura 5. Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: Andrade, Abreu, Silva e Cunha. 2012. p3.

É uma das ferramentas mais eficientes para identificar problemas, melhorar a visualização, confirmar os resultados, comparar o antes e depois do problema e identificar itens que são responsáveis pelos impactos eliminando as causas.

3.3.4. Ferramentas da Qualidade – Histograma

Segundo Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012, p. 3 e 4), o histograma é um gráfico formado por rectângulos unidos em que a base equivale ao intervalo de classes e a sua altura à frequência. A construção de histogramas tem carácter prévio em qualquer estudo e é um importante indicador da distribuição de dados. Na qualidade

esta ferramenta é utilizada para analisar determinados problemas. Como construir um histograma:

- Anotar todos os dados de uma análise;
- Contar a quantidade de valores coletados durante a tabulação de dados;
- Determinar qual é a amplitude R de toda a tabulação.

Segundo os autores, a amplitude é o maior valor encontrado menos o menor valor encontrado dividir o valor da amplitude R em um certo número de classes K. Este valor de K é determinado segundo a quantidade de dados totais da tabulação conforme apresentado na Figura 6. Ainda se deve, segundo Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012),

Determinar o intervalo de classes (H), utilizando a seguinte fórmula: $H=R/K$; Determinar o limite da classe ou os pontos limites, simplificando a determinação do limite de classe tomar a menor medida individual de tabulação; utilizar esse número que será o valor inferior para a primeira classe; construir uma tabela de frequências baseada nos valores calculados acima e construir um histograma baseado na tabela de frequências. Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012, p. 3 e 4)

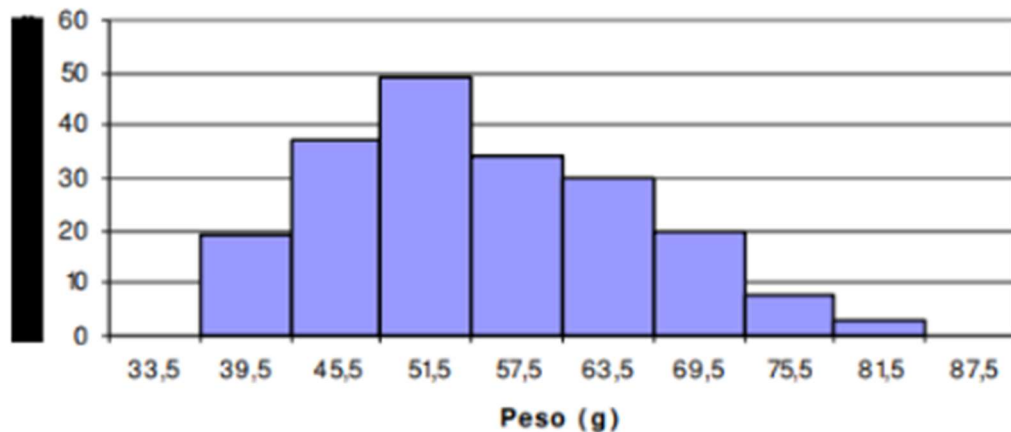
Figura 6. Exemplo de construção do Histograma

N.º de valores da Tabulação	Número de classes K
Abaixo de 50 valores	5 – 7
Entre 50 e 100 valores	6 – 10
Entre 100 e 250 valores	7 – 12
Acima de 250 valores	10 - 20

Fonte: Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012)

Este histograma é uma forma gráfica que fornece uma rápida visualização da distribuição para uma determinada medida. Em síntese, o histograma se revela como uma ferramenta indispensável na análise de dados, proporcionando uma representação visual clara e intuitiva da distribuição das variáveis em estudo.

Ao seguir os passos para sua construção, conforme delineado por Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012), os pesquisadores conseguem não apenas identificar padrões e tendências nos dados, mas também detectar anomalias que podem indicar problemas subjacentes.

Figura 7. Exemplo de Histograma

Fonte: Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012)

Essa capacidade de visualização rápida e eficaz torna o histograma um recurso valioso para a tomada de decisões informadas, contribuindo significativamente para a melhoria contínua dos processos e a qualidade dos resultados em diversas áreas de atuação.

3.3.5. Ferramentas da Qualidade – Diagrama de Causa e Efeito

Conforme Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012), o Diagrama de Causa e Efeito, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1953, na Universidade de Tóquio, para representar a relação entre alguns efeitos que poderiam ser medidos e o conjunto de possíveis causas que produzem o efeito.

Para os autores,

O diagrama se trata de uma representação gráfica que permite visualizar facilmente a cadeia de causas e efeitos do problema. Ele mostra a relação entre as características da qualidade e os fatores e representa a relação entre o efeito de todas as possibilidades de causas que contribui para esse efeito. Para cada um dos efeitos existem inúmeras causas dentro das categorias como as 6 M'S: método, mão-de-obra, matéria-prima, máquinas, mensuração e meio ambiente.

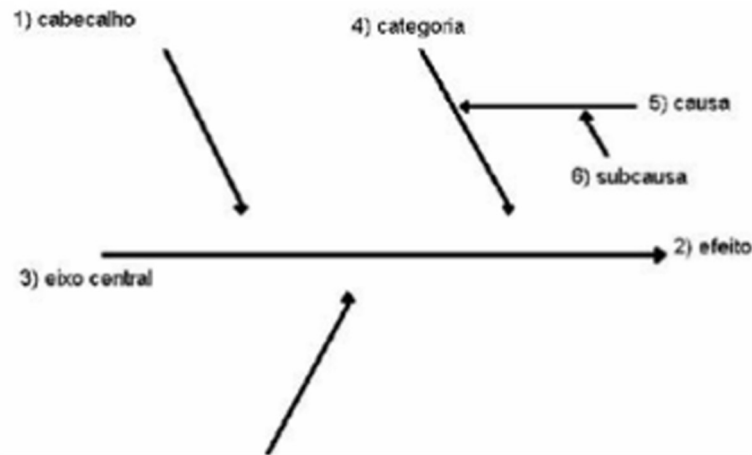
Através de uma lista de possíveis causas as mais prováveis são identificadas e selecionadas para uma melhor análise. Examinando cada causa, observa-se os factos que mudaram, como por exemplo, desvios de norma ou dos padrões.

Este diagrama tem a forma de uma espinha de peixe e resulta da forma na qual as diversas causas se dispõem no diagrama. O objetivo deste diagrama é identificar e solucionar falhas. (Andrade, Abreu, Silva e Cunha. 2012, p. 5)

Segundo afirmativa de Souza (1998) os modelos, metodologias, sistemas e técnicas gerencias têm procedência na complexidade dos processos produtivos assim

como dos produtos, permitindo um tratamento de forma gerencialmente simples em resolução de problemas de natureza complexa. Assim, novas demandas surgem, ao lado das metodologias orientadas para gestão da qualidade e da função tecnológica, tornando a função gerencial ainda mais complexa, dado a variedade de métodos.

Figura 8. Componentes para construir o diagrama de causa e efeito.



Fonte: Andrade, Abreu, Silva e Cunha (2012)

Em conclusão, o Diagrama de Causa e Efeito, desenvolvido por Kaoru Ishikawa, se revela uma ferramenta essencial na análise e resolução de problemas dentro das organizações. Sua representação gráfica, que se assemelha a uma espinha de peixe, facilita a visualização das relações entre os efeitos observados e suas possíveis causas, permitindo uma abordagem sistemática na identificação de falhas.

A categorização das causas nas 6 M's — método, mão-de-obra, matéria-prima, máquinas, mensuração e meio ambiente — proporciona uma estrutura clara para a análise, ajudando as equipes a focar nas causas mais prováveis e relevantes.

Além disso, conforme destacado por Souza (1998), a utilização deste diagrama não apenas simplifica a complexidade dos processos produtivos, mas também se alinha às metodologias de gestão da qualidade, contribuindo para a melhoria contínua e a eficácia organizacional.

Assim, o Diagrama de Causa e Efeito se estabelece como uma ferramenta indispensável para a gestão eficiente e a resolução de problemas complexos nas organizações contemporâneas

3.3.6. Ferramentas da Qualidade – Poka Yoke

Tsou e Chen (2005) definem o Poka Yoke como um procedimento utilizado na prevenção de erros em produtos, processos ou sistemas, foi idealizado por Shigeo Shingo para proteger a produção industrial da Toyota da ocorrência de erros comuns que viessem a gerar produtos defeituosos.

Poka Yoke é considerado uma estratégia nos sistemas de manufatura enxuta, para o processo não ser afetado por perdas, possibilitando continuidade de fluxo e estabilidade na produção (Liker; Meier, 2007).

A simplicidade de implantação tem levado sua aplicação em diferentes ambientes, tais como: construção civil, metalúrgica, saúde, logística, indústria automotiva, entre outras, demonstrando sua abrangência, desempenho e importância na estabilidade da produção (GROUT, 2007).

Figura 9. Exemplo: Prevenção das falhas humanas em um processo de passar roupa

Processo: Passar roupa	
Possíveis Falhas	Poka-Yoke
- Ligar o ferro de passar em ponto de energia com potência inadequada	- Colocar adesivos indicando a capacidade do ponto de energia - Colocar dispositivo para evitar sobrecarga no equipamento
- Deixar o ferro de passar ligado após a execução do serviço	- Instalar sensor ou dispositivo de desligamento automático

Fonte: Rodrigues (2004)

A eficácia na utilização do *poka-yoke* tem levado a uma diminuição significativa na taxa de retrabalho, à diminuição de acidentes de trabalho e à melhoria dos processos produtivos, sempre com foco na eliminação dos erros. Rodrigues (2004)

Para EPR Consultoria (2025),

A implementação do Poka Yoke, embora eficaz na redução de falhas operacionais, enfrenta desafios significativos, especialmente em empresas sem uma cultura de melhoria contínua. A resistência à mudança por parte das equipes operacionais é um dos principais obstáculos, pois soluções simples podem ser rejeitadas se os colaboradores não compreenderem seu propósito. Para superar isso, é crucial envolver a equipe desde o diagnóstico do problema até a validação da solução, promovendo treinamentos que esclareçam os benefícios diretos.

Outro desafio é a análise de custo-benefício, uma vez que, embora muitas soluções sejam de baixo custo, adaptações mais complexas podem exigir investimentos. É essencial priorizar pontos críticos do processo e medir resultados com indicadores claros. Além disso, a adequação das soluções ao contexto específico é fundamental, recomendando-se o uso de ferramentas como o diagrama de Ishikawa e o 5W2H para identificar causas raiz antes de implementar mecanismos. (ERP Consultoria, 2025)

Ainda para a ERP Consultoria (2025), o Poka Yoke deve ser visto como uma ferramenta complementar, funcionando melhor em um ambiente de melhoria contínua, com monitoramento constante e liderança comprometida.

3.3.7. Ferramentas da Qualidade – Matriz GUT

A Matriz GUT é uma ferramenta valiosa no gerenciamento do retrabalho na linha de montagem. Essa matriz auxilia na priorização das causas identificadas pelo Diagrama de Ishikawa, considerando a gravidade do impacto, a urgência para solução e a tendência de recorrência de cada causa (Periard, 2011 citado por Nascimento, Moraes e Silva, 2025, p. 4).

Ao atribuir pontuações a cada critério, segundo Nascimento, Moraes e Silva (2025), é possível identificar as causas que requerem tratamento prioritário, otimizando o uso dos recursos e acelerando a implementação de melhorias.

Figura 10. Matriz GUT

Importância = G x U x T		
G	Gravidade	É o fator impacto financeiro ou qualquer outro dependendo dos objetivos da instituição
U	Urgência	É o fator tempo
T	Tendência	É o fator tendência (padrão de desenvolvimento)

Fonte: BomControle (2019)

Ainda, segundo ERP Consultoria (2025),

De maneira geral, a matriz GUT pode ser utilizada em toda situação em que é preciso tomar decisões que exigem uma análise mais cuidadosa de determinados contextos. Dessa forma, se mostra uma análise imprescindível para tomadas de decisões.

Assim, como resultado da aplicação da matriz GUT, dispõe-se de uma lista de itens priorizados, onde ela possibilita identificar o que deve ser feito primeiro.

Essa informação muitas vezes é crucial para a efetividade da resolução de um problema. Contudo, ainda é possível saber onde alocar recursos para evitar maiores danos para a organização. (ERP Consultoria, 2025)

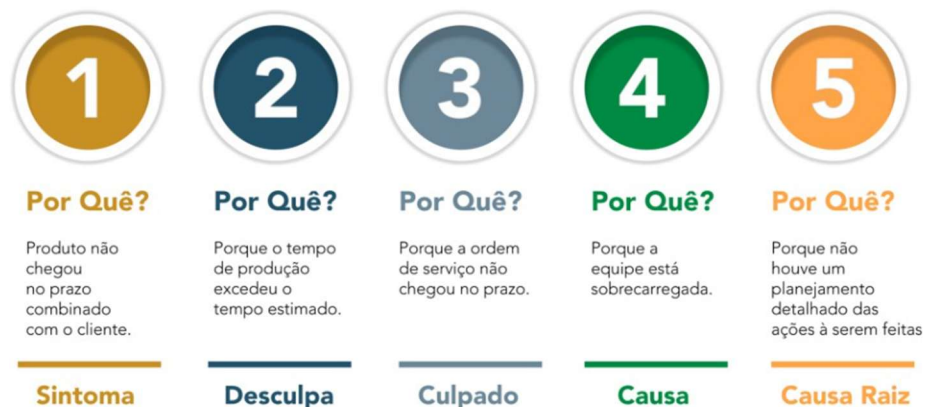
Para o autor, a matriz GUT auxilia também no Planejamento Estratégico de uma empresa, para conseguir tirar ideias do papel e colocá-las realmente em prática, e assim, efetivar ações definidas no planejamento.

3.3.8. Ferramentas da Qualidade – Método dos 5 porquês

O Método dos 5 Porquês, uma técnica simples, mas poderosa, permite uma investigação mais aprofundada das causas raiz do retrabalho (Ohno, 1997). Através da repetição da pergunta “Por quê?” sucessivamente, é possível explorar as camadas mais profundas do problema até identificar a causa fundamental. Essa abordagem evita soluções superficiais e direciona as ações corretivas para a origem do problema, tornando-as mais eficientes e duradouras. (Werkema, 1995).

A aplicação do Método dos 5 Porquês, em conjunto com outras ferramentas da qualidade, aumenta a probabilidade de eliminar o retrabalho de forma eficaz e promover uma melhoria contínua nos processos de montagem.

Figura 11. Método dos 5 Porquês



Fonte: Filho (2023)

Segundo Becher (2025), para aplicar os 5 Porques é necessário:

1. **Forme um time qualificado:** É fundamental contar com uma equipe que tenha conhecimento do processo e dos detalhes do problema a ser resolvido, pois uma única pessoa não consegue abordar todas as nuances.
2. **Descreva o problema com clareza:** Utilize documentos, registros e e-mails para garantir que todos os membros da equipe tenham um entendimento comum do problema, evitando que detalhes importantes sejam negligenciados.
3. **Pergunte: “Por que esse problema ocorreu?”:** As respostas devem ser baseadas em evidências concretas, evitando suposições ou hipóteses infundadas.
4. **Repita a pergunta “por quê” até chegar à causa raiz:** Embora a referência seja a repetição da pergunta cinco vezes, em alguns casos pode ser necessário perguntar mais ou menos vezes para identificar a causa raiz.
5. **Defina ações corretivas com responsáveis e monitore resultados:** Após identificar a causa raiz, a equipe deve estabelecer ações corretivas e designar responsáveis, monitorando os resultados para garantir que o problema não se repita. O processo deve ser encerrado quando não houver mais respostas fundamentadas para as perguntas feitas.

Segundo Becher (2025), a metodologia dos 5 Porquês é uma ferramenta simples, de baixo custo e extremamente eficaz para empresas que buscam resolver problemas de forma estruturada, atacando suas causas e não apenas os efeitos.

Figura 12. Ilustração da utilização da ferramenta 5 Porquês



Fonte: Cirius Quality (2024)

“Portanto, ao combinar uma equipe qualificada que conheça o método e com seus processos claros e organizados, você tem uma ferramenta poderosa para identificação e resolução de falhas.” (Becher, 2025, p. 1)

Segundo Airton (2024), para uma análise mais completa, a técnica dos 5 porquês pode ser combinada com outras ferramentas. Uma dessas ferramentas é o **diagrama de Ishikawa**, que pode ajudar a visualizar as várias causas potenciais de um problema.

Ainda para o autor, “os **5 Porquês** emergem como uma ferramenta robusta e eficaz no cenário atual de solução de problemas. Com a sua flexibilidade inerente, esta técnica pode ser empregada em uma variedade de contextos, tanto pessoais quanto profissionais. O seu poder reside na sua simplicidade – uma série de perguntas “por que” que nos levam cada vez mais perto da causa raiz de um problema.” (Airton, 2024, p.1)

3.4. Ferramentas da Qualidade na Perspectiva da Melhoria Contínua

As ferramentas da qualidade representam instrumentos fundamentais para o diagnóstico, controle e melhoria contínua dos processos organizacionais. Sua aplicação possibilita a coleta, a análise e a interpretação de dados de forma sistemática, permitindo identificar falhas, priorizar problemas e propor soluções eficazes. Ao promover decisões baseadas em evidências, essas ferramentas contribuem para a redução do retrabalho, o aumento da eficiência operacional e a entrega de produtos e serviços em conformidade com as expectativas dos clientes.

Além disso, a disseminação do uso dessas ferramentas entre todos os níveis da organização fortalece a cultura de qualidade, incentivando a participação ativa dos colaboradores e a responsabilidade compartilhada. Essa prática não apenas eleva a confiabilidade dos processos, mas também potencializa a inovação e a adaptação a novos desafios do mercado. Assim, sua incorporação ao cotidiano empresarial amplia a capacidade de resposta das empresas diante de cenários competitivos e de constante transformação.

Por fim, pode-se afirmar que as ferramentas da qualidade constituem um pilar estratégico para o desenvolvimento sustentável das organizações. Elas não devem ser entendidas apenas como técnicas isoladas, mas como parte de uma filosofia de gestão voltada para a melhoria contínua, a eficiência e a satisfação do cliente. Nesse

sentido, sua correta utilização no setor siderúrgico e em outros segmentos industriais se mostra indispensável para garantir produtividade, competitividade e a consolidação de práticas voltadas à excelência.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, serão apresentados os materiais e métodos utilizados para conduzir a pesquisa, bem como a contextualização do ambiente de estudo. A escolha das metodologias é fundamental para assegurar a validade dos resultados obtidos e a efetividade das análises realizadas.

A pesquisa foi estruturada de maneira a incluir tanto a revisão da literatura pertinente quanto a coleta de dados empíricos por meio de entrevistas e observações diretas nas Unidades de Aços da América do Sul. A seguir, detalharemos a contextualização do ambiente de estudo, que é essencial para compreender as particularidades da indústria de aço e os desafios enfrentados pelas organizações no que se refere à gestão da qualidade. Metodologia qualitativa e análise de campo.....

4.1. Ambiente de estudo: a maior produtora de aço do mundo

A empresa é uma multinacional siderúrgica de origem luxemburguesa, sendo um dos maiores produtores de aço do mundo e líder no Brasil, presente em diversos setores da economia e comprometida com a produção de "aços inteligentes", sustentáveis e inovadores para as pessoas e o planeta. A empresa atua em toda a cadeia produtiva, desde a mineração até produtos, com um forte foco em descarbonização e iniciativas de responsabilidade social.

A empresa nasceu em 2006, resultado da fusão entre duas gigantes da indústria siderúrgica. Fundada em 2006, era uma empresa indiana que cresceu rapidamente por meio de aquisições estratégicas em diversos países. Seu modelo de negócios focava em comprar ativos siderúrgicos subvalorizados e integrá-los a uma rede global eficiente.

- Criada em 2002 pela união de três empresas europeias — Aceralia (Espanha), Usinor (França) e Arbed (Luxemburgo) —, a multinacional representava a tradição e excelência europeia na produção de aço.
- Em junho de 2006, foi adquirida a maioria das ações da empresa que promoveu a fusão, formando a maior produtora de aço do mundo, com sede em Luxemburgo. Essa união criou o maior grupo siderúrgico do mundo, com presença em mais de 60 países e capacidade de produção de mais de 130 milhões de toneladas de aço por ano.

Com capacidade de produção total de 1,6 milhão de toneladas/ano de bobinas decapadas, laminadas a frio e revestidas por imersão a quente, a empresa em estudo oferece uma moderna linha de produtos às indústrias automotivas, de eletrodomésticos, de produção de tubos, construção civil, entre outros segmentos.

A unidade iniciou suas operações em 2003, fruto de um investimento inicial de US\$ 420 milhões. Atualmente, já realizou duas grandes expansões e se prepara para um terceiro investimento.

- Em 2010, inaugurou a linha de Galvanização 2, com aporte de US\$ 76 milhões.
- Em 2015, investiu US\$ 32 milhões em adequações na linha para diversificação do portfólio de produtos e aumento da capacidade.
- Em 2021, retomou as obras do maior projeto de expansão de sua história, um investimento de US\$ 350 milhões para a produção de uma nova linha de Galvanização e Recozimento Contínuo. A conclusão da obra ocorreu em 2023.

A empresa é um dos maiores investimentos privados da história de Santa Catarina. Desde o início de suas operações, a unidade contribui para a criação de um polo de negócios dinâmico em toda a região, desenvolvendo empregados, contratados e fornecedores para as atividades do setor siderúrgico, capacitando-os com base nas políticas de segurança, saúde e meio ambiente.

Além da empresa, o condomínio industrial é formado por mais três empresas parceiras instaladas em seu parque fabril onde juntas, geram mais de mil empregos diretos para a região.

Os principais valores da empresa são Segurança, Sustentabilidade, Liderança e Qualidade, que são a base para todas as atividades da empresa no Brasil e no mundo. Recentemente, a empresa também passou a destacar a Diversidade e Inclusão como um valor fundamental, buscando um ambiente de trabalho que valorize as diferenças e a pluralidade de seus colaboradores.

4.2. Ferramentas de Qualidade na Gestão Operacional

As Unidades de Aços da América do Sul desenvolvem continuamente ações para a ampliação da liderança do Grupo como fornecedor preferencial de produtos de aço em seu segmento, buscando a excelência operacional e a sustentabilidade do

negócio contribuindo para o aumento da competitividade em harmonia com as partes interessadas.

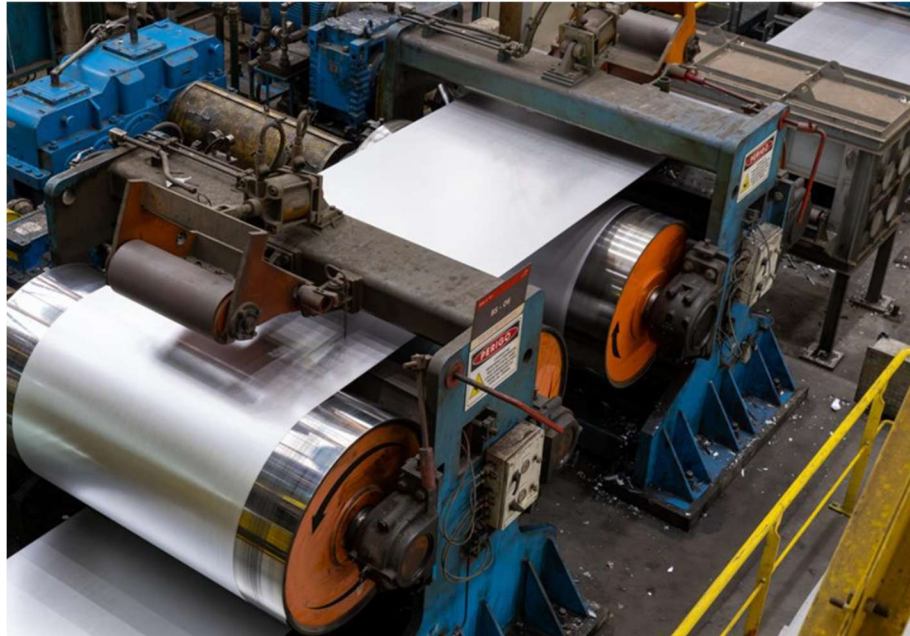
- Atendimento aos requisitos dos clientes internos e externos;
- Melhoria contínua da eficácia do sistema de gestão garantindo a qualidade de produtos e serviços;
- Mentalidade de gestão de riscos e oportunidades por meio da identificação, análise e tratamento;
- Competência profissional dos empregados mediante capacitação, treinamentos e avaliação de desempenho;
- Cumprimento das Regras de Ouro da Qualidade como estabilidade dos processos, redução da variabilidade e aumento da produtividade;
- Otimização dos processos, redução de perdas e desenvolvimento de produtos inovadores e de alto valor agregado;
- Performance dos fornecedores de bens e serviços mediante o desenvolvimento e avaliação de desempenho.

Figura 13. Linha de Produção da Empresa em Estudo



Fonte: Autor (2025)

Figura 14. Manuseio Produtivo



Fonte: Autor (2025)

Tais métodos possibilitam a empresa acompanhar cada processo, identificando pontos de melhorias e reduzindo as falhas.

4.3. Folha de Verificação: Caso Prático na Empresa em Estudo

A folha de verificação, uma das sete ferramentas da qualidade, surgiu no Japão pós-guerra, com Kaoru Ishikawa popularizando seu uso na década de 1940. Originalmente utilizada para coletar dados e verificar a qualidade em processos produtivos, evoluiu para auxiliar na identificação de falhas em diversas áreas.

Trata-se de um formulário, geralmente em formato de planilha ou checklist, que coleta e organiza dados de forma sistemática, facilitando a identificação de problemas e tendências. Seu objetivo é simplificar o registro de informações, permitindo análises rápidas e decisões baseadas em dados concretos.

As vantagens da folha de verificação incluem sua simplicidade, organização clara dos dados, auxílio na identificação de problemas e suporte na tomada de decisões. Ela também promove a melhoria contínua ao permitir o monitoramento e a otimização de processos.

Exemplos de uso incluem controle de produção, que monitora defeitos em peças e funcionamento de máquinas; atendimento ao cliente, que registra reclamações; e processos internos, que verificam a conformidade de procedimentos.

Figura 15. Centro de Controle – Utilização das Ferramentas de Qualidade



Fonte: Autor (2025)

A **metodologia utilizada para a pesquisa** consistiu na realização de entrevistas com um analista de processo de produção, durante as quais foram levantadas diversas questões acerca da aplicação da folha de verificação na empresa.

4.3.1. Folha de Verificação e seu dia a dia na indústria em estudo

A seguir, apresentam-se as perguntas elaboradas e as respectivas respostas fornecidas pelo analista de produção.

a) **Quando ela é utilizada? Em quais situações?**

A folha de verificação é utilizada por um controlador de processo, que monitora e ajusta automaticamente variáveis críticas como temperatura, pressão, vazão e nível para garantir a qualidade, eficiência e segurança da produção. O controlador mede os valores atuais, compara-os com os valores desejados (set-points) e aplica ações corretivas para manter o processo dentro dos limites ideais. Essa automação é essencial em um ambiente industrial complexo e perigoso como o de uma siderúrgica.

Os checklists são utilizados diariamente por cada turno de trabalho, preenchidos pelo controlador de processo responsável. Cada controlador tem um

momento definido para preencher seu checklist, variando de turno para turno, mas seguindo um padrão estabelecido.

b) **Que benefícios trouxe internamente?**

As folhas de verificação trazem benefícios internos ao organizar a coleta de dados, identificar e analisar problemas e não conformidades, e padronizar processos. Elas ajudam a monitorar o desempenho de forma sistemática, permitindo decisões baseadas em dados reais e implementando melhorias contínuas para aumentar a eficiência e a qualidade. Os benefícios incluem:

- **Coleta e análise de dados:** Registro estruturado de informações importantes sobre processos, facilitando a análise posterior.
- **Identificação de problemas:** Localização de não conformidades e motivos de falhas que impactam o desempenho.
- **Padronização de processos:** Roteiros garantem que as atividades sejam realizadas corretamente e de maneira consistente.
- **Tomada de decisões:** Base sólida de dados reais para decisões estratégicas.
- **Melhoria contínua:** Coleta de dados permite estudos de causa-efeito para identificar oportunidades de melhoria.
- **Conformidade:** Contribuição para garantir a conformidade com normas e padrões de qualidade.

c) **Gestores ou funcionários estão capacitados a utilizá-las?**

Sim, ambos são capacitados através de treinamentos regulares sobre a utilização da folha de verificação. A empresa é comprometida com a excelência operacional e a melhoria contínua. O treinamento assegura que todos os funcionários compreendam a finalidade, a estrutura e o correto preenchimento da folha de verificação, alinhando sua utilização às diretrizes da companhia. Os aspectos abordados incluem:

- **Padronização dos registros:** Garantia de uniformidade na coleta de dados.
- **Identificação de não conformidades:** Uso da ferramenta para detectar falhas recorrentes.
- **Conformidade com requisitos internos e normativos:** Aplicação dos critérios definidos pela empresa em consonância com normas técnicas.

O treinamento, conduzido por profissionais especializados, é obrigatório para todos os colaboradores diretamente envolvidos com processos que demandam

controle sistemático. A correta aplicação da folha de verificação contribui significativamente para a cultura de excelência da empresa.

d) Como a utilizam em reuniões? Existe alguma convocação? Como se dá a prática?

Os dados coletados pela folha de verificação são utilizados principalmente para o controle diário das atividades, permitindo o acompanhamento contínuo dos processos e identificação de desvios operacionais.

Em condições normais, esses registros não são discutidos em reuniões, mas em situações específicas onde os resultados indicam não conformidades, os dados são consolidados em relatórios analíticos e apresentados em reuniões técnicas.

Durante essas reuniões, os dados são debatidos para identificar a causa raiz da inconsistência, e ferramentas complementares da qualidade podem ser empregadas para aprofundar a análise.

e) O que os funcionários acham do uso desta ferramenta? Eles a conhecem efetivamente como usá-la ou apenas aplicam de forma mecânica?

A percepção dos colaboradores é de que a folha de verificação é uma ferramenta prática e objetiva, de grande valor para o monitoramento diário. Seu uso permite:

- Registro padronizado de dados operacionais.
- Detecção precoce de anomalias, contribuindo para ações corretivas imediatas.
- Apoio à tomada de decisão, especialmente em análises mais aprofundadas.
- Fortalecimento da cultura de qualidade, incentivando o comprometimento com a conformidade.

Embora o uso rotineiro esteja voltado ao acompanhamento das atividades, os colaboradores reconhecem a relevância estratégica dos dados em situações de não conformidade, onde são consolidados em relatórios para discussões técnicas e análise de causas.

4.4. Brainstorming: Caso Prático na Empresa em Estudo

O brainstorming, criado pelo publicitário Alex Osborn na década de 1940, visa estimular a criatividade em grupos e resolver problemas de forma eficiente. A técnica

se concentra na geração de um grande volume de ideias sem críticas imediatas, promovendo imaginação e colaboração.

Osborn percebeu que as reuniões tradicionais não incentivavam a criatividade e, assim, desenvolveu o brainstorming para maximizar a quantidade e qualidade de ideias geradas em equipe. O termo "brainstorming" foi usado pela primeira vez em seu livro "Applied Imagination" (1942).

O objetivo central é gerar o maior número de ideias possível, sem se preocupar com a qualidade naquele momento. Durante as sessões, nenhuma ideia deve ser criticada, permitindo que todos se sintam à vontade para contribuir, mesmo com sugestões inusitadas. Além disso, as ideias podem ser combinadas e aprimoradas, enriquecendo o processo criativo.

4.4.1. Brainstorming e seu dia a dia na indústria em estudo

A seguir, apresentam-se as perguntas elaboradas e as respectivas respostas fornecidas pelo analista de produção.

a) Quando ela é utilizada? Em quais situações?

Durante a operação de decapagem de bobinas de aço, foi identificado um aumento significativo na taxa de rejeição de produtos devido à presença de manchas superficiais. Após a coleta de dados por meio da folha de verificação e a confirmação da anomalia por diferentes turnos, foi convocada uma reunião técnica com operadores, engenheiros de processo, equipe de manutenção e representantes da qualidade.

Utilizando a técnica de brainstorming, os participantes foram incentivados a apresentar hipóteses sobre possíveis causas, sem julgamentos ou restrições iniciais. Entre as sugestões levantadas estavam:

- Variação na concentração da solução decapante;
- Falha no sistema de aquecimento do tanque;
- Contaminação cruzada por resíduos de processos anteriores;
- Tempo de imersão inadequado.

As ideias foram posteriormente agrupadas e analisadas com o suporte de outras ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês. A análise revelou que a causa raiz estava relacionada à falha intermitente no controle

automático de temperatura do tanque de decapagem, o que comprometia a eficiência do processo.

Graças à aplicação estruturada do brainstorming, foi possível direcionar a investigação de forma assertiva, implementar a correção necessária e evitar impactos maiores na qualidade do produto.

b) Que benefícios trouxe internamente?

A identificação precisa da causa raiz de um desvio é fundamental para garantir que as ações corretivas adotadas sejam eficazes e que o problema não volte a ocorrer. Ao compreender profundamente o fator gerador da não conformidade, é possível estabelecer ações estruturadas, alinhadas aos padrões internos da organização, que promovem a estabilidade dos processos e asseguram a conformidade dos produtos entregues ao cliente.

A ferramenta brainstorming oferece uma série de benefícios relevantes para ambientes industriais, especialmente em contextos como o de uma siderúrgica, onde a complexidade dos processos exige agilidade, precisão e colaboração na resolução de problemas. Abaixo estão os principais benefícios associados ao seu uso dentro de nossa empresa:

- Identificação rápida de causas potenciais: Estimulamos a geração de ideias de forma livre e colaborativa, permitindo que diferentes profissionais contribuam com suas percepções sobre o problema.
- Aproveitamento da experiência coletiva: Reúne operadores, técnicos, engenheiros e gestores, promovendo uma análise multidisciplinar que enriquece a compreensão do cenário.
- Fomento à cultura de melhoria contínua: Incentiva a participação ativa dos colaboradores na busca por soluções, fortalecendo o senso de responsabilidade e engajamento com os resultados.
- Agilidade na tomada de decisão: Ao reunir diversas ideias em curto espaço de tempo, o brainstorming acelera o processo de diagnóstico e direciona ações corretivas com mais assertividade.
- Base para aplicação de outras ferramentas da qualidade: Os insights gerados podem ser organizados e aprofundados com o uso de ferramentas complementares, como Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês ou FMEA.

Em nossa empresa, foi detectado um aumento na incidência de falhas superficiais em bobinas de aço após o processo de decapagem. A equipe técnica convocou uma sessão de brainstorming com operadores de linha, engenheiros de processo e profissionais da manutenção.

Durante a reunião, foram levantadas diversas hipóteses — desde falhas no controle de temperatura até contaminação da solução química. Essas ideias foram posteriormente analisadas com o suporte de ferramentas estruturadas, **levando à identificação da causa raiz: uma falha intermitente no sensor de temperatura do tanque**. Com base nisso, foram definidas ações corretivas e preventivas, evitando a recorrência do problema e garantindo a qualidade do produto.

c) Gestores ou funcionários estão capacitados a utilizá-las?

Sim. Os gestores e funcionários estão devidamente capacitados para utilizar as ferramentas da qualidade em situações que demandam análise de problemas. A principal forma de treinamento são os padrões técnicos que os auxiliam na tomada de decisão e melhoria contínua. A empresa investe continuamente na formação técnica de seus profissionais, por meio de treinamentos específicos conduzidos pelos Consultores da Qualidade, com foco em metodologias reconhecidas como o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) e o modelo 8D (Eight Disciplines).

Esses treinamentos têm como objetivo desenvolver competências práticas para a aplicação de ferramentas como:

- Folha de Verificação
- Diagrama de Ishikawa
- 5 Porquês
- Brainstorming
- Plano de Ação 5W2H
- Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)

d) Como a utilizam, em reuniões? Existe alguma convocação? Como se dá a prática?

Cada área tem autonomia para convocar reuniões específicas, reunindo profissionais de operação, manutenção, qualidade e engenharia, conforme a natureza do problema identificado. Nessas reuniões, são aplicadas ferramentas como brainstorming, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, entre outras, com o objetivo de identificar a causa raiz dos desvios e definir ações corretivas estruturadas.

Essa abordagem colaborativa fortalece a cultura de melhoria contínua, promove o engajamento dos colaboradores e assegura que as decisões tomadas estejam alinhadas aos padrões técnicos e operacionais da organização.

e) O que os funcionários acham do uso desta ferramenta? Eles a conhecem efetivamente como usá-la ou apenas aplicam de forma mecânica?

A adoção das ferramentas da qualidade pelos colaboradores da empresa tem evoluído progressivamente, acompanhando os esforços da organização em promover uma cultura de melhoria contínua e excelência operacional. Embora inicialmente tenha havido certa resistência à sua utilização — especialmente em relação à profundidade das análises realizadas — observa-se que o grau de domínio e entendimento sobre essas ferramentas varia conforme a equipe envolvida e a complexidade do desvio identificado.

Em alguns casos, a aplicação ainda ocorre de forma mecânica, com foco no cumprimento de etapas formais. No entanto, a empresa mantém um processo sistemático de acompanhamento e validação das análises realizadas. Sempre que são identificadas inconsistências ou abordagens superficiais, os responsáveis pela qualidade retornam à equipe para reavaliar o problema, aprofundar a investigação e revisar os planos de ação propostos.

Esse ciclo de revisão e orientação tem como objetivo garantir que as ferramentas da qualidade — como o Diagrama de Ishikawa, os 5 Porquês, o MASP e o modelo 8D — sejam utilizadas de forma efetiva, contribuindo para a identificação precisa da causa raiz e para a implementação de soluções estruturadas e sustentáveis.

A prática demonstra que, com o apoio contínuo da área de Qualidade e o fortalecimento da capacitação interna, os colaboradores têm ampliado sua compreensão sobre o propósito dessas ferramentas, passando a utilizá-las não apenas como exigência formal, mas como instrumentos estratégicos para a melhoria dos processos e a prevenção de recorrências.

4.5. Método dos 5 Porquês: Caso Prático na Empresa em Estudo

A técnica dos "5 porquês" foi criada por Sakichi Toyoda, fundador da Toyota, na década de 1930, para identificar a causa raiz de problemas nas linhas de produção. Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, a popularizou nas décadas de 1970 e 1980,

integrando-a ao Sistema de Produção Toyota (TPS) e à filosofia de produção enxuta (lean manufacturing).

O objetivo da técnica é ir além dos sintomas superficiais, perguntando "por quê?" repetidamente, geralmente cinco vezes, para encontrar a causa raiz de um problema. É aplicada na manufatura e em outras áreas como uma ferramenta de análise para identificar desvios e implementar soluções mais eficazes.

4.5.1. Método dos 5 Porquês e seu dia a dia na indústria em estudo

A seguir, apresentam-se as perguntas elaboradas e as respectivas respostas fornecidas pelo analista da qualidade.

Figura 16. Controles Instalados na Produção



Fonte: Autor (2025)

a) Quando ela é utilizada? Em quais situações?

O método dos 5 Porquês é uma ferramenta amplamente utilizada em ambientes industriais como o nosso e corporativos para a identificação da causa raiz de problemas ou desvios nos processos. Sua aplicação ocorre, principalmente, em situações em que é necessário compreender com profundidade os fatores que originaram uma falha, uma não conformidade ou qualquer resultado indesejado.

Essa metodologia é empregada durante análises de problemas operacionais, investigações de qualidade, auditorias internas, revisões de incidentes e na condução de planos de ação corretiva e preventiva. Por meio de uma sequência lógica de perguntas — geralmente cinco, mas podendo variar conforme a complexidade do caso — busca-se ir além dos sintomas aparentes, revelando a origem real do problema.

Durante o processo de galvanização, foi identificado que algumas bobinas de aço estavam saindo com manchas escuras na superfície, comprometendo a aparência e a qualidade do produto.

Figura 17. Problema: Bobinas apresentando manchas escuras



Fonte: Autor (2025)

A ação corretiva empregada neste caso foi a revisão do plano de manutenção preventiva, inclusão de alertas automáticos no sistema de gestão e capacitação da equipe de manutenção para garantir o cumprimento dos prazos.

b) Que benefícios trouxe internamente?

A aplicação desta ferramenta 5 Porquês têm gerado benefícios significativos dentro da nossa empresa, especialmente no fortalecimento da cultura de análise crítica e resolução estruturada de problemas. Ao permitir a identificação precisa da causa raiz de desvios operacionais e de qualidade, essa ferramenta contribui diretamente para a redução da reincidência de falhas, promovendo maior eficiência nos processos produtivos.

Além disso, o uso sistemático do método tem incentivado o engajamento das equipes multidisciplinares, estimulando a troca de conhecimento e a tomada de decisões baseadas em fatos. Isso resulta em ações corretivas mais eficazes, melhoria na gestão de riscos operacionais e maior confiabilidade dos produtos e serviços entregues.

A simplicidade e objetividade da ferramenta também favorecem sua aplicação em diferentes níveis da organização, tornando-a um recurso estratégico para a melhoria contínua e para o desenvolvimento da maturidade operacional.

c) Gestores ou funcionários estão capacitados a utilizá-las?

Na empresa, o uso do método dos 5 Porquês está incorporado às práticas de gestão da qualidade e melhoria contínua, sendo aplicado por profissionais que possuem conhecimento técnico e metodológico adequado. A empresa promove regularmente ações de capacitação e desenvolvimento, com foco na aplicação correta das ferramentas de análise de causa raiz, garantindo que os colaboradores compreendam não apenas o funcionamento da metodologia, mas também sua importância estratégica para a prevenção de falhas e otimização dos processos.

A disseminação do conhecimento é reforçada por meio de treinamentos internos, workshops e acompanhamento técnico por especialistas da área de Qualidade, que orientam as equipes na condução das análises. Essa abordagem assegura que o método seja utilizado de forma crítica e colaborativa, evitando interpretações superficiais e promovendo resultados consistentes e alinhados aos padrões de excelência da organização.

d) Como a utilizam, em reuniões? Existe alguma convocação? Como se dá a prática?

Na empresa, o método dos 5 Porquês é aplicado como parte integrante das rotinas de análise de causa, especialmente em situações que envolvem desvios

operacionais, falhas de qualidade ou incidentes que exigem investigação estruturada. A prática é conduzida de forma coletiva, com a participação de profissionais diretamente envolvidos no processo, garantindo uma abordagem multidisciplinar e técnica.

A convocação para essas análises é realizada pela área responsável, conforme a criticidade do evento identificado. As reuniões são organizadas com foco na objetividade e na busca por soluções eficazes, sendo registradas formalmente para garantir rastreabilidade e acompanhamento dos planos de ação.

A aplicação da ferramenta é acompanhada por especialistas da Qualidade, que orientam e validam o processo, assegurando que a metodologia seja utilizada corretamente e que as causas identificadas sejam tratadas de forma adequada. Essa estrutura permite que o método seja utilizado não apenas como uma ferramenta de investigação, mas como um instrumento de aprendizado organizacional e melhoria contínua.

e) O que os funcionários acham do uso desta ferramenta? Eles a conhecem efetivamente como usá-la ou apenas aplicam de forma mecânica?

A percepção dos colaboradores sobre o método dos 5 Porquês reflete um processo de evolução contínua. Embora a ferramenta seja amplamente conhecida e aplicada nas rotinas de análise de causa, ainda existem variações quanto ao nível de domínio e profundidade na sua utilização. Em alguns casos, observa-se uma aplicação mais automatizada, sem a reflexão necessária para alcançar a causa raiz de forma efetiva.

Para enfrentar esse desafio, a organização adota uma postura ativa de acompanhamento e validação das análises, promovendo revisões sempre que necessário e incentivando o uso consciente da metodologia. Essa prática tem contribuído para o desenvolvimento das competências analíticas das equipes, promovendo maior engajamento e entendimento sobre o propósito da ferramenta.

Com o tempo, esse esforço tem fortalecido a cultura de melhoria contínua, tornando o uso do método mais estratégico e alinhado aos objetivos de excelência operacional da empresa.

4.6. Método 5W2H: Caso Prático na Empresa em Estudo

O 5W2H surgiu no Japão na década de 1950, dentro do Sistema Toyota de Produção, com o objetivo de melhorar a qualidade e reduzir desperdícios na indústria automobilística. Embora a origem exata seja incerta, especialistas como Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, influenciados pelo fordismo, desenvolveram-no como um checklist para planejar e organizar ações de forma eficiente.

Este método serve como base para outras ferramentas de gestão, como Kanban e Kaizen, e é amplamente utilizado para planejamento e resolução de problemas.

4.6.1. Método 5W2H e seu dia a dia na indústria em estudo

A seguir, apresentam-se as perguntas elaboradas e as respectivas respostas fornecidas pelo analista da qualidade.

a) Quando ela é utilizada? Em quais situações?

A ferramenta é utilizada para definir planos de ação claros, especialmente após identificar problemas ou oportunidades de melhoria. É recomendada para organizar responsabilidades, prazos e recursos, sendo essencial em reuniões de análise, auditorias e planejamento estratégico.

Durante uma auditoria em uma linha de produção de chapas de aço, foi identificado um desvio no controle dimensional. O objetivo era elaborar um plano de ação para corrigir o desvio, utilizando o 5W2H para definir responsabilidades, prazos e custos.

Tabela 1. Problema: Desvio no controle dimensional na produção de chapas

Elemento	Descrição
What (O quê?)	Ajustar o processo de calibração dos equipamentos de medição.
Why (Por quê?)	Porque a calibração inadequada está gerando erros na medição das dimensões das chapas.
Where (Onde?)	Na área de controle de qualidade da linha de produção de chapas.
When (Quando?)	Até o dia 25/10/2025.
Who (Quem?)	Equipe de manutenção metrológica e supervisores da qualidade.
How (Como?)	Revisar o plano de calibração, realizar nova calibração dos instrumentos e treinar os operadores.
How much (Quanto custa?)	Estimativa de R\$ 8.000,00 para serviços de calibração e treinamento.

Fonte: Autor (2025)

b) Que Benefícios Trouxe Internamente?

A implementação do 5W2H trouxe benefícios significativos para a gestão operacional, aumentando a eficiência na resolução de problemas e melhorando a comunicação entre áreas. Isso resultou em menos retrabalho, cumprimento de prazos e melhor alocação de recursos, fortalecendo a responsabilidade das equipes e alinhando ações aos objetivos estratégicos.

c) Gestores ou Funcionários Estão Capacitados a Utilizá-las?

Gestores e colaboradores são capacitados para usar o 5W2H como parte das práticas de gestão voltadas à melhoria contínua. A empresa oferece treinamentos que garantem a compreensão da ferramenta como um instrumento estratégico, promovendo a definição clara de ações e responsabilidades.

d) Como a Utilizam em Reuniões?

O 5W2H é aplicado em reuniões técnicas e operacionais após a identificação de desvios. Essas reuniões, convocadas pelas áreas responsáveis, envolvem profissionais diretamente ligados ao processo. A ferramenta é usada para detalhar ações de forma estruturada, facilitando a definição de responsabilidades. A aplicação é registrada nos sistemas de gestão, permitindo o acompanhamento das ações.

e) O Que os Funcionários Acham do Uso Desta Ferramenta?

A ferramenta 5W2H é conhecida entre os colaboradores e utilizada nas práticas de gestão. No entanto, a aplicação pode variar; alguns a usam de forma mecânica. A empresa realiza revisões periódicas dos planos para garantir a qualidade das análises, orientando equipes a reavaliar e aprimorar suas propostas quando necessário, promovendo engajamento e entendimento sobre sua importância estratégica.

4.7. Método 8D: Caso Prático na Empresa em Estudo

A história do termo "8D" refere-se a duas origens distintas: a metodologia de resolução de problemas criada pela Ford Motor Company e a tecnologia de áudio imersivo desenvolvida na década de 1980. A metodologia 8D é uma estrutura de oito disciplinas para resolver problemas complexos, enquanto o áudio 8D cria a ilusão de som surround em fones de ouvido.

- Origem: Criada pela Ford Motor Company no final da década de 1980 como resposta a falhas de qualidade.

- Nome: Inicialmente chamada de "Team Oriented Problem Solving" (TOPS), foi consolidada como 8D, referindo-se às oito disciplinas sequenciais para solucionar problemas.
- Propósito: Ajudar equipes a identificar e eliminar as causas raiz dos problemas para evitar recorrências.
- Evolução: O método foi aprimorado com a adição de um D0 (planejamento e preparação) para casos mais complexos, mantendo o nome "8D".

4.7.1. Método 8D e seu dia a dia na indústria em estudo

A seguir, apresentam-se as perguntas elaboradas e as respectivas respostas fornecidas pelo analista da qualidade de produto.

a) Quando ela é utilizada? Em quais situações?

A ferramenta é empregada principalmente em duas frentes:

- Manifestações de Clientes: Refere-se a qualquer comunicação recebida dos clientes, incluindo reclamações, sugestões e elogios. O tratamento adequado dessas informações permite resolver problemas pontuais e identificar oportunidades de melhoria, fortalecendo o relacionamento com o cliente.
- Não Conformidades Internas: Envolve a detecção de desvios em relação aos padrões estabelecidos pela organização. Essas não conformidades podem surgir em auditorias ou durante processos operacionais, e sua análise é essencial para garantir conformidade e promover melhoria contínua. O uso do 8D contribui para a sistematização das informações, rastreabilidade das ações corretivas e geração de indicadores para decisões estratégicas.

b) Que Benefícios Trouxe Internamente?

A implementação da análise e resolução de problemas trouxe benefícios significativos, refletindo na eficiência operacional e na qualidade dos processos internos. A padronização dos métodos de análise facilitou a identificação das causas raiz, reduzindo soluções paliativas e promovendo medidas corretivas eficazes. Além disso, fortaleceu a cultura organizacional voltada à melhoria contínua, incentivando uma atuação proativa dos colaboradores.

A rastreabilidade e transparência aumentadas permitiram acompanhar o histórico de problemas e avaliar a efetividade das soluções, elevando o nível de maturidade dos processos e garantindo conformidade com normas e requisitos legais.

c) Gestores ou Funcionários Estão Capacitados a Utilizá-las?

Todos os gestores e colaboradores envolvidos nos processos estão capacitados para utilizar as ferramentas e metodologias adotadas pela organização. Essa capacitação é promovida pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), que estabelece diretrizes claras para o treinamento e desenvolvimento contínuo. O SGQ assegura que os profissionais compreendam os procedimentos e objetivos da gestão da qualidade, permitindo uma atuação eficaz e alinhada aos padrões estabelecidos.

d) Como a Utilizam em Reuniões?

A utilização da ferramenta é estruturada e integrada aos processos operacionais. As áreas responsáveis pela análise da causa raiz e elaboração do plano de ação são acionadas via sistema SAP, garantindo agilidade e rastreabilidade. Essas áreas realizam análises e preenchem os registros de forma individual ou em grupo, conforme a complexidade do problema. Embora não haja convocação formal, o processo é colaborativo e alinhado às diretrizes do SGQ, assegurando que todos os envolvidos estejam cientes de suas responsabilidades.

e) O Que os Funcionários Acham do Uso Desta Ferramenta?

Os colaboradores são treinados para usar a ferramenta conforme as diretrizes do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), garantindo que compreendam sua aplicação prática e objetivos. Embora o treinamento seja amplamente disseminado, dúvidas podem surgir durante a execução. Nesses casos, os colaboradores buscam suporte de profissionais mais experientes ou recursos do SGQ, fortalecendo o aprendizado contínuo e evitando a aplicação mecânica da ferramenta. Essa dinâmica incentiva o uso crítico e alinhado às boas práticas organizacionais.

A empresa utiliza a ferramenta 8D para a resolução de problemas, mas não permite a divulgação de planilhas que demonstrem exemplos práticos de sua aplicação. Para ilustrar como a metodologia funciona em um contexto real, foi elaborado um esboço utilizando dados fictícios. Esse esboço serve como um exemplo prático que demonstra a estrutura do 8D, permitindo que os colaboradores compreendam como aplicar a metodologia em situações reais, mesmo sem acesso às planilhas oficiais.

Figura 18. Exemplo Fictício: Formulário de Análise de Problemas

IDENTIFICAÇÃO DO FORMULÁRIO: Formulário 1

NÚMERO DO PADRÃO: **PT-PRO-QUAL-00-0001**

TÍTULO DO FORMULÁRIO: Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês

Análise dos 5 Porquês da Ocorrência

Método	Matéria-Prima	Mão de Obra	Causa Potencial Provável	1º Porquê	2º Porquê	3º Porquê
ME6	MP6	MO6	Superfície e irregular do componente metálico	O componente apresentou falhas visuais	O revestimento não aderiu corretamente	O processo de aplicação estava fora do padrão

Análise dos 5 Porquês da Não Detecção

Método	Matéria-Prima	Mão de Obra	Causa Potencial Provável	1º Porquê	2º Porquê	3º Porquê
ME2	MP2	MO2	Defeito não identificado na inspeção final	A inspeção não detectou falha	O padrão de inspeção era genérico	A frequência de amostragem era baixa

DEFINIÇÃO DAS CAUSAS:

- **Causa Raiz da Ocorrência:** Falta de manutenção preventiva no equipamento de aplicação de revestimento
- **Causa Raiz da Não Detecção:** Frequência de amostragem insuficiente na inspeção final
- Pontuar as causas, identificar e priorizar a análise das causas mais prováveis para ocorrência e não detecção:
X Descartar / +++ Muito Provável / ++ Pouco Provável / + Improvável

OUTRAS AÇÕES:

- Formalizar comunicação com fornecedor para revisão do processo de aplicação de revestimento
- Realizar treinamento com equipe de inspeção sobre novos critérios de qualidade
- Divulgar os resultados da análise para todas as áreas envolvidas

CONCLUSÃO DA ANÁLISE:

Após inspeção detalhada e análise laboratorial, foi constatado que a falha no revestimento ocorreu devido à falta de manutenção preventiva no equipamento. A não detecção do defeito foi atribuída à baixa frequência de amostragem e critérios de inspeção genéricos. As ações corretivas e preventivas foram definidas e estão em processo de implementação para garantir a integridade do produto e evitar recorrência.

Plano de Ação

Tipo de Ação	Ação	Responsável	Prazo
Correção Permanente	Realizar manutenção preventiva e ajuste do equipamento	Equipe de Manutenção	20/10/2025
Prevenção de Recorrência	Atualizar plano de controle e critérios de inspeção	Qualidade	25/10/2025
Contenção Imediata	Aumentar temporariamente a frequência de amostragem	Produção	Imediato

Análise das Causas Prováveis

Pontuar as causas, identificar e priorizar a análise das causas mais prováveis para ocorrência e não detecção:

X Descartar / +++ Muito Provável / ++ Pouco Provável / + Improvável

Causa Potencial	Probabilidade
Falha de equipamento	+++
Treinamento insuficiente	++
Matéria-prima fora de especificação	+
Falta de revisão de procedimentos	+++

OUTRAS AÇÕES:

- Formalizar comunicação com fornecedor para revisão do processo de aplicação de revestimento
- Realizar treinamento com equipe de inspeção sobre novos critérios de qualidade
- Divulgar os resultados da análise para todas as áreas envolvidas

CONCLUSÃO DA ANÁLISE:

Após inspeção detalhada e análise laboratorial, foi constatado que a falha no revestimento ocorreu devido à falta de manutenção preventiva no equipamento. A não detecção do defeito foi atribuída à baixa frequência de amostragem e critérios de inspeção genéricos. As ações corretivas e preventivas foram definidas e estão em processo de implementação para garantir a integridade do produto e evitar recorrência.

CONCLUSÃO DA ANÁLISE:

Após inspeção detalhada e análise laboratorial, foi constatado que a falha no revestimento ocorreu devido à falta de manutenção preventiva no equipamento. A não detecção do defeito foi atribuída à baixa frequência de amostragem e critérios de inspeção genéricos. As ações corretivas e preventivas foram definidas e estão em processo de implementação para garantir a integridade do produto e evitar recorrência.

Plano de Ação

Tipo de Ação	Ação	Responsável	Prazo
Correção Permanente	Realizar manutenção preventiva e ajuste do equipamento	Equipe de Manutenção	20/10/2025
Prevenção de Recorrência	Atualizar plano de controle e critérios de inspeção	Qualidade	25/10/2025
Contenção Imediata	Aumentar temporariamente a frequência de amostragem	Produção	Imediato

Fonte: Autor (2025)

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos na aplicação das ferramentas de qualidade nas Unidades de Aços da América do Sul demonstram um impacto significativo na eficiência operacional e na melhoria contínua dos processos. A utilização sistemática da folha de verificação, por exemplo, permitiu uma coleta de dados organizada que facilitou a identificação de não conformidades e a padronização de procedimentos. Os colaboradores relataram que essa prática não apenas assegurou a conformidade com os requisitos internos e normativos, mas também promoveu uma cultura de responsabilidade e comprometimento com a qualidade.

Além disso, a implementação de sessões de brainstorming em situações críticas gerou um ambiente colaborativo que estimulou a troca de ideias e a criatividade na resolução de problemas. Os participantes se sentiram mais engajados e motivados para contribuir, resultando em soluções inovadoras e eficazes. A técnica dos 5 Porquês, por sua vez, ajudou a aprofundar as análises, levando a uma identificação mais precisa das causas raízes dos desvios operacionais, o que, por sua vez, facilitou a implementação de ações corretivas mais eficientes.

Por fim, a aplicação do método 5W2H e do 8D mostrou-se crucial para o planejamento e a sistematização das ações corretivas. Essas ferramentas não apenas auxiliaram na definição clara de responsabilidades e prazos, mas também garantiram a rastreabilidade das ações implementadas. A combinação dessas metodologias resultou em um aumento da maturidade operacional da empresa, refletindo diretamente na qualidade dos produtos e na satisfação dos clientes.

As ferramentas da qualidade são instrumentos essenciais para o controle e a melhoria contínua dos processos nas organizações. Elas permitem que equipes identifiquem causas de problemas, analisem dados de forma estruturada e desenvolvam soluções eficazes para aumentar a eficiência e a padronização das atividades. Além disso, seu uso promove o envolvimento dos colaboradores, estimula o pensamento crítico e contribui diretamente para a tomada de decisões baseadas em evidências.

A seguir, apresentam-se algumas das principais ferramentas da qualidade, suas situações de uso e os benefícios alcançados com sua aplicação:

Tabela 2. Uso das Ferramentas na Empresa em Estudo

Ferramenta	Situações de Uso	Benefícios Alcançados
Folha de Verificação	Controle de produção, registro de reclamações, verificação de conformidade	Organiza dados, identifica problemas, padroniza processos, melhora a tomada de decisões
Brainstorming	Reuniões para resolver problemas complexos, identificação de causas raiz	Geração de ideias, fomento à colaboração, agilidade na identificação de soluções
Método dos 5 Porquês	Análises de desvios operacionais, investigações de qualidade	Identificação de causas raízes, melhoria contínua, engajamento das equipes
Método 5W2H	Planejamento de ações corretivas, auditorias, reuniões de análise	Estruturação de responsabilidades, clareza na comunicação, melhor alocação de recursos
Método 8D	Resolução de problemas complexos, tratamento de não conformidades	Rastreabilidade, identificação de causas raízes, melhoria da eficiência operacional

Fonte: Autor (2025)

Os resultados alcançados nas Unidades de Aços da América do Sul evidenciam a eficácia das ferramentas de qualidade na promoção da melhoria contínua e na excelência operacional. A integração dessas metodologias aos processos diários não só fortaleceu a cultura de qualidade dentro da organização, mas também melhorou o relacionamento com as partes interessadas, garantindo que as expectativas dos clientes fossem atendidas de maneira consistente.

Além disso, a capacitação contínua dos colaboradores para o uso dessas ferramentas foi um fator determinante para o sucesso da implementação. A empresa investiu em treinamentos e no desenvolvimento de competências, assegurando que todos os envolvidos compreendessem a importância das análises e ações corretivas. Isso não apenas aumentou a eficiência operacional, mas também proporcionou um ambiente de trabalho mais colaborativo e proativo.

Em suma, os resultados demonstram que a adoção estruturada de ferramentas de qualidade é um caminho eficaz para a identificação e resolução de problemas, promovendo a sustentabilidade do negócio. A experiência acumulada e os aprendizados obtidos servirão como base para futuras iniciativas, solidificando a posição da empresa como líder no fornecimento de produtos de aço e contribuindo para a competitividade no mercado.

6. CONCLUSÕES

A pesquisa realizada neste TCC evidenciou a importância das ferramentas da qualidade na indústria de aço, especificamente nas Unidades de Aços da América do Sul. Através da análise prática dessas metodologias, foram identificados diversos benefícios que contribuem para a eficiência operacional, a melhoria contínua e a satisfação do cliente. A seguir, destacam-se os principais pontos abordados:

1. **Redução do Retrabalho:** A aplicação sistemática das ferramentas da qualidade resultou em uma significativa diminuição do retrabalho nos processos, o que se traduziu em economia de recursos e tempo.
2. **Identificação de Causas Raízes:** O uso do Diagrama de Ishikawa e do Método dos 5 Porquês permitiu às equipes identificar eficazmente as causas raízes das não conformidades, facilitando a implementação de ações corretivas eficazes.
3. **Padronização de Procedimentos:** As ferramentas contribuíram para a padronização dos processos, assegurando que as operações fossem realizadas de forma consistente e em conformidade com as normas estabelecidas.
4. **Promoção da Melhoria Contínua:** A utilização dessas ferramentas fomentou uma cultura de melhoria contínua, incentivando os colaboradores a buscar constantemente formas de otimizar processos e aumentar a qualidade dos produtos.
5. **Capacitação dos Colaboradores:** A capacitação contínua dos funcionários no uso das ferramentas de qualidade foi fundamental para o sucesso da implementação, garantindo que todos compreendessem seu papel na melhoria dos processos.
6. **Colaboração e Inovação:** A prática de brainstorming estimulou a colaboração entre as equipes, permitindo que soluções criativas e inovadoras fossem desenvolvidas para enfrentar problemas complexos.
7. **Aumento da Maturidade Operacional:** A combinação das metodologias aplicadas resultou em um aumento na maturidade operacional da empresa, contribuindo para a confiabilidade e qualidade dos produtos oferecidos.
8. **Sustentabilidade do Negócio:** A adoção estruturada das ferramentas da qualidade é vital para a sustentabilidade do negócio, pois garante que a

empresa não apenas atenda às exigências do mercado, mas também se adapte às suas mudanças.

9. **Posicionamento Competitivo:** A pesquisa mostrou que a implementação dessas ferramentas é um caminho eficaz para que a empresa mantenha sua posição de liderança no fornecimento de produtos de aço, reforçando sua competitividade no mercado.

Esses pontos ressaltam a relevância das ferramentas da qualidade na transformação e otimização dos processos na indústria de aço, solidificando a importância de uma gestão da qualidade eficaz para o futuro das Unidades de Aços da América do Sul.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- 1) Avaliação da Implementação de Novas Ferramentas da Qualidade: Investigar a aplicação de ferramentas emergentes, como Six Sigma e Lean Manufacturing, na indústria de aço, analisando seu impacto na eficiência operacional e na redução de desperdícios.
- 2) Estudo de Caso Comparativo entre Setores: Realizar um estudo comparativo entre a aplicação das ferramentas da qualidade na indústria de aço e em outros setores industriais, como automobilística e eletrônica, para identificar melhores práticas e lições aprendidas.
- 3) Análise do Impacto da Capacitação Contínua: Examinar a relação entre a capacitação contínua dos colaboradores e os resultados de qualidade nas operações, avaliando como diferentes métodos de treinamento influenciam a eficácia das ferramentas da qualidade na prática.;

REFERÊNCIAS

- 1 **AGUIAR**, Silvio. *Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.
- 2 **ARAÚJO**, I. M.; **SANTOS**, C. K. S. *Manutenção elétrica industrial*. UFRN, 2008.
- 3 **AIRTON**, José. 5 Porquês. 2024. Disponível em: https://cirusquality.com.br/5-porques/?srsltid=AfmBOorcd05Rcr_K5eSd8b84cSs1Rc9-m1_wGPuMC3grlw_RP8XrAsV. Acesso em: 22 set. 2025.
- 4 **ANDRADE**, Estêvão; **ABREU**, Maria da Luz; **SILVA**, Teodoro; **CUNHA**, Vitalina. *Ferramentas da qualidade*. Universidade da Madeira, 2012.
- 5 **BECHER**, Marcelo. 5 Porquês. 2025 Disponível em: <https://blog.softexpert.com/pt-br/5-porques/>. Acesso em: 22 set. 2025.
- 6 **BOM CONTROLE**. Matriz GUT. Disponível em: <https://blog.bomcontrole.com.br/matriz-gut/>.
- 7 **CARDOSO**, A. O. *As faces da indústria metalúrgica no Brasil: uma contribuição à luta sindical*. Organização: Confederação Nacional dos Metalúrgicos da Central Única dos Trabalhadores. São Paulo: Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, 2015. 496 p. Disponível em: <http://www.cnmcut.org.br/midias/arquivo/223-as-faces-da-industria-metalurgica-no-brasil.pdf>
- 8 **CARDARELLI**, Nicole A.; **CARVALHO**, Pedro S. L.; **MESQUITA**, Pedro P. D. *Mineração e Metalurgia*. In: PANORAMAS SETORIAIS 2030: desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro: BNDES, 2017. p. 43-58. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14214/2/PanoramasSetoriais2030.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2020.
- 9 **CNI**. *Relatório anual 2013: SESI, SENAI, IEL*. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2013. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/65/92/6592db92-fb4f-4d13-9d86-dd72594138ed/relatorio_anual_2013_sesi_senai_iel.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.
- 10 **EPR Consultoria**. Poka Yoke. Disponível em: <https://eprconsultoria.com.br/poka-yoke/>.
- 11 **FINATTI**, Matheus Henrique; **SILVA**, Ethel Cristina Chiari da. *Aplicação de ferramentas da qualidade para redução de refugo e retrabalho: estudo de caso em uma empresa de grande porte da cadeia automotiva*. Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara – UNIARA.2020.

- 12 **FILHO**, Wilson Maria Celestino. O que é 5 Porquês. 2023. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/o-que-%C3%A9-5-porqu%C3%AAs-wilson-maria-celestino-filho>. Acesso em: 22 set. 2025.
- 13 **FERREIRA**, Ana Ely de Souza; **PERES**, Vitória Caroline Santos; **MACIEL**, Tailton de Oliveira. A aplicação de ferramentas da qualidade no auxílio da redução do tempo de permanência do veículo em uma indústria metalúrgica. Diciembre 2018.
- 14 **GROUT**, J. *Mistake-proofing the design of the health care processes*. Rockville: AHRQ Publication, 2007.
- 15 **LÉLIS**, E. C. *Gestão da qualidade*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018. Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/184057/pdf/0>>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- 16 **LIKER**, K. J.; **MEIER**, D. *O modelo Toyota de produção: manual de aplicação*. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- 17 **NASCIMENTO**, Laysa Camilo M.; **MORAES**, Pedro Oliveira V.; **SILVA**, Rubens Barreto. Aplicação de ferramentas de qualidade para redução de retrabalho em material composto. *Revista Ciências Exatas*, Taubaté, v. 31, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2025.v31.n1.a3862>.
- 18 **NASCIMENTO**, Maria da Glória Fernandes; **NASCIMENTO**, Joselia Fernandes. Indicadores de desempenho e ferramentas da qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 22., 2015, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Custos, 2015.
- 19 **RODRIGUES**, Marcus Vinicius. *Ações para a qualidade: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- 20 **SANTOS**, Lucas Cordeiro dos. Aplicação do indicador de eficiência global de equipamento no setor de chaparia de uma indústria metalúrgica. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2022.
- 21 **SOUZA**, R. D. F. Qualidade como função de tecnologia industrial básica e a inserção competitiva do Brasil no comércio internacional. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 161–167, dez. 1998.
- 22 **TOLEDO**, Marcelo. Diagrama de Ishikawa, entenda os princípios da Espinha de Peixe. 2015. Disponível em: <<http://marcelotoledo.com/diagrama-ishikawa-entenda-principios-espinha-peixe/>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

- 23 **VIANA**, H. R. G. Planejamento e Controle da Manutenção. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- 24 **WERKEMA**, M. C. C. *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.