

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
GABRIEL AZARIAS MENDES

**GESTÃO DA QUALIDADE: um estudo de caso em uma linha de produção de uma
indústria de montagem eletromecânica**

Varginha

2024

GABRIEL AZARIAS MENDES

GESTÃO DA QUALIDADE: um estudo de caso em uma linha de produção de uma indústria de montagem eletromecânica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, para obtenção de grau de Bacharel sob orientação do Prof. Matheus Henrique Pereira.

Varginha

2024

GABRIEL AZARIAS MENDES

GESTÃO DA QUALIDADE: um estudo de caso em uma linha de produção de uma indústria de montagem eletromecânica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para a obtenção de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a todos aqueles que atuam na montagem de painéis elétricos e que buscam sempre o melhor. Dedico também a todos aqueles que contribuíram para que eu pudesse realizar a pesquisa com êxito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela graça da vida, e por me dar forças para a realização do trabalho, agradeço aos familiares que sempre me apoiaram, a Myrela pelo constante incentivo, ao meu orientador Matheus pelo compartilhamento de conhecimentos e a professora Luciene pela grande ajuda.

“Não há nada nobre em ser superior ao seu semelhante. A verdadeira nobreza é ser superior ao seu antigo eu.”

W. L. Sheldon .

RESUMO

Este trabalho aborda a implementação de um sistema de gestão da qualidade na linha de produção de uma empresa de montagem eletromecânica. Com o uso de ferramentas da qualidade, buscamos reduzir o retrabalho, o desperdício de materiais e o tempo de montagem, além de melhorar o controle de estoque. A padronização dos layouts permitiu reduzir o tempo de montagem em 30% e o consumo de material em 14%. A organização do estoque de canaletas e trilhos previamente cortados, agora controlado por planilhas de Excel, e a futura implementação de um software específico facilitarão o controle de materiais. A redução de retrabalho e a melhoria na consistência dos processos diminuíram o tempo de produção dos produtos e conseqüentemente elevaram a satisfação do cliente e a produtividade. Este estudo demonstra que a aplicação de metodologias de qualidade promove processos mais eficientes, sustentáveis e integrais, favorecendo o crescimento e a excelência da empresa.

Palavras-chave: Gestão da qualidade, padronização de processos, redução de retrabalho, montagem de painéis elétricos, produtividade,

ABSTRACT

This work addresses the implementation of a quality management system in the production line of an electromechanical assembly company. With the use of quality tools, we seek to reduce rework, waste of materials and assembly time, in addition to improving stock control. The standardization of layouts made it possible to reduce assembly time by 30% and material consumption by 14%. The organization of the stock of previously cut channels and rails, now controlled by Excel spreadsheets, and the future implementation of specific software will facilitate material control. Reducing rework and improving process consistency reduced product production time and consequently increased customer satisfaction and productivity. This study demonstrates that the application of quality methodologies promotes more efficient, sustainable and integral processes, favoring the company's growth and excellence.

Keywords: Quality management, process standardization, rework reduction, electrical panel assembly, productivity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Ciclo PDCA – Demonstração do ciclo PDCA em detalhes	14
FIGURA 02 – Metodologia 5S	15
FIGURA 03 – DMAIC	16
FIGURA 04 – Quadro de distribuição de força (QDF) para um equipamento de Hemodinâmica	19
FIGURA 05 – Quadro Geral de baixa Tensão (QGBT)	19
FIGURA 06 – Quadro de automação hospitalar	20
FIGURA 07 – Layout de um painel 1000x500x200mm	21
FIGURA 08 – Layout de um painel 1000x600x200mm	23
FIGURA 09 – Layout produzido no software Autocad	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Análises, métodos e resultados das etapas de melhoria.	28
TABELA 02 – Resultados após as melhorias	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Ferramentas da Gestão da Qualidade	14
2.1.1 Método PDCA	15
2.1.2 Método 5S	16
2.1.3 Método Seis Sigma	17
2.2 Joseph Juran e a Trilogia da Qualidade	18
2.3 Philip Crosby e o Conceito de Zero Defeitos	18
2.4 Normas e Certificações: ISO 9001	18
2.5 A Empresa	19
2.5.1 Produtos	19
2.5.2 Processos de Montagem	21
3 METODOLOGIA	23
3.1 Desafios na empresa	23
3.1.1 Gestão de Estoque e Materiais	23
3.1.2 Padronização dos Processos e Layouts	24
3.2 Indicadores de Desempenho	25
3.3 Análise de Causa-Raiz	25
3.4 Proposta de Solução	27
3.5 Análises	28
3.6 Dimensões da Produção	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Comparação dos Tempos de Produção e Correção	31
4.2 Impacto Financeiro da Padronização e Gestão de Qualidade	32
4.3 Impacto da Padronização dos Layouts e Processos	32
4.4 Desafios Enfrentados e Soluções Implementadas	32
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade assume um papel crítico no contexto das indústrias modernas, particularmente devido ao ambiente altamente competitivo e às rígidas normas que as empresas devem observar atualmente, como as de montagem de painéis elétricos. A empresa usada como estudo conta com um ótimo trabalho estabelecido do mercado de soluções de ponta em dispositivos de imagiologia e radiologia, procurando melhorar continuamente os seus processos industriais para torná-los mais eficientes, com menores custos para atender às necessidades rapidamente mutáveis dos clientes.

A empresa, que adota uma abordagem organizada para a gestão, enfrenta desafios comuns inerentes aos fatores imutáveis das forças de trabalho modernas, como o desperdício de material, a variabilidade do tempo de produção e a redução de custos. Embora a empresa conte com uma lista sólida de clientes, como hospitais e centros de diagnóstico, que dependem do tempo entre as ordens e a chegada dos produtos devido aos horários estritos do programa dos centros. A empresa busca sempre otimizar cada vez mais os processos, em busca de abaixar os custos de produção sem interferir na qualidade dos produtos.

Este estudo busca especificamente a aplicação de práticas de gestão de qualidade focadas na diminuição de custos e tempos de produção, na redução de desperdícios e na padronização dos layouts dos painéis elétricos. Essas metas serão alcançadas através da implementação de metodologias e indicadores de desempenho, com o objetivo de aprimorar continuamente os processos de produção. A padronização dos layouts dos painéis, que atualmente variam de acordo com as demandas de cada cliente, é uma das estratégias chave para assegurar uma produção mais rápida e com menor probabilidade de falhas. Ademais, o uso de indicadores de tempo e consumo de materiais possibilitará o acompanhamento minucioso de todas as fases da produção, desde a montagem até a embalagem e entrega dos produtos, permitindo que a empresa ajuste suas operações conforme necessário para atender às demandas de seus clientes de forma mais eficiente.

Para medir o sucesso das intervenções propostas, serão empregados indicadores tais como:

- a) O tempo de montagem de cada painel;
- b) A taxa de retrabalho;
- c) O uso de material por unidade produzida;
- d) A variação no tempo de produção e das operações.

Esses indicadores serão acompanhados regularmente, oferecendo uma visão nítida e exata dos aspectos que precisam de aprimoramentos e correções.

É previsto uma grande melhora com a implementação destas ações planejadas pela empresa. Inicialmente o alinhamento dos processos produtivos visa reduzir a variação na produção para aumentar a eficiência de resposta, resultando em redução de custos de produção e tempos de entrega mais curtos para os clientes. Além disso a gestão mais rigorosa do uso dos materiais promoverá uma administração mais eficiente do estoque diminuindo os desperdícios garantindo uma alocação mais racional dos recursos disponíveis.

Na indústria atualmente competitiva não apenas pela qualidade superior dos seus produtos, mas também pela capacidade demonstrada em cumprir rigorosamente os prazos exigentes estabelecidos pelos clientes sem comprometer o lucro. Em um cenário altamente competitivo em que cumprir prazos de entrega e controlar os custos operacionais são fundamentais para garantir a felicidade dos clientes, A empresa está empenhada em implementar melhorias significativas em seu processo de fabricação por meio desta pesquisa. A empresa almeja não apenas fortalecer sua presença no mercado, mas também se posicionar como referência em termos de qualidade, eficiência e pioneirismo na área de painéis elétricos para diagnóstico por imagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de qualidade foi evoluindo durante décadas, começou com a verificação do produto para uma abordagem estratégica, até chegar na total satisfação do consumidor. De acordo com Paladini, qualidade é “adequação do produto às exigências e expectativas do consumidor”. Isso significa que a qualidade é um indicador técnico e também um indicador de subjetividade do consumidor. Esse entendimento enfatiza que a qualidade não é apenas uma questão técnica, mas também uma resposta às expectativas e necessidades dos clientes.

Em uma perspectiva mais ampla, a Associação Brasileira de Normas Técnicas insistiu em defini-la como uma "fusão das características que compõem um produto ou serviço, permitindo satisfazer as necessidades explícitas e implícitas." Este conceito, que reflete a definição anterior, confirma não só a qualidade como um indicador do produto, mas também como um aspecto das relações de confiança entre o cliente e a empresa e o compromisso do seu fornecedor com a excelência. Ademais, a administração da qualidade tornou-se crucial para o êxito das organizações, pois oferece um método sistemático de aprendizado, aplicação de alterações e redução de riscos.

A Gestão da qualidade permite que as empresas arrumem seus problemas e deficiências, e também construam uma cultura de melhoria que permanece após a resolução dos problemas. Além disso, a qualidade frequentemente excede as expectativas dos consumidores e se torna sua vantagem competitiva. Kotler e Keller escrevem: “a qualidade não é apenas uma vantagem competitiva; é a necessidade de sobreviver em qualquer mercado”. É por isso que o fator de qualidade é tão vital para as empresas.

2.1 Ferramentas da Gestão da Qualidade

No Brasil, muitas ferramentas são comuns e têm as melhores práticas para promover a qualidade e eficiência nos processos. Além das mais destacadas, o ciclo PDCA, metodologia 5S, e o tradicional Seis Sigma cujo foco se dá tanto na melhoria contínua quanto na padronização e redução de variações. Tais ferramentas são essenciais para a manutenção de padrões de alta qualidade e resolução de problemas sistematicamente.

2.1.1 Método PDCA

O Ciclo PDCA é uma ferramenta extremamente útil na gestão de qualidade, é usado para promover a melhoria contínua. Campos explica que “o PDCA é um método sistemático e

sequencial que envolve realizar ações para resolver problemas e aprimorar processos – uma sequência cíclica – que envolvem Planejar, Executar, Checar e Agir” (p. 22). O ciclo, que foi desenvolvido por Walter A. Shewhart e mais tarde aperfeiçoado por William Edwards Deming, é amplamente implementado, por exemplo, em diferentes ramos da produção. Ele é um método sistemático e sequencial de resolver problemas por meio de ações sucessivas, sejam corretivas ou eliminatórias, com alto impacto para o processo produtivo.

Desenvolvido por Walter A. Shewhart e aprimorado por William Edwards Deming, o PDCA é muito usado para padronizar diferentes tipos de processos, especialmente em empresas de manufatura. Sua aplicação na montagem de painéis elétricos, por exemplo, permite o monitoramento e ajuste de processos de produção de acordo com as metas de qualidade estabelecidas por cada tipo de produto, reduzindo inconsistências e maximizando a eficiência.

Figura 01 - Ciclo PDCA – Demonstração do ciclo PDCA em detalhes



Fonte: Geremias, J, (2023).

Como destaca Sampaio (2001), “o Ciclo PDCA não é apenas uma ferramenta para resolver problemas, mas também um meio para promover a evolução contínua dos processos, criando uma cultura de melhoria constante dentro da organização” (p. 92).

2.1.2 Método 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta de gestão de qualidade originada no Japão, focada na organização, limpeza e eficiência do ambiente de trabalho. Baseia-se em cinco princípios, cujos nomes em japonês começam com a letra "S":

- a) Seiri (Utilização): Eliminar o que é desnecessário no ambiente de trabalho, deixando apenas os itens essenciais;
- b) Seiton (Organização): Organizar de forma eficiente os materiais e ferramentas, permitindo fácil acesso e uso;
- c) Seisou (Limpeza): Manter o ambiente de trabalho limpo e livre de sujeira, para prevenir problemas e facilitar a manutenção;
- d) Seiketsu (Padronização): Padronizar os processos de organização e limpeza, garantindo que todas as práticas sejam seguidas uniformemente;
- e) Shitsuke (Disciplina): Estabelecer disciplina e manutenção contínua das boas práticas, garantindo a melhoria contínua.

Figura 02 - Metodologia 5S



Fonte: Quali, (2024).

Como afirmam Chaneski e Smith (2011), "o 5S não é apenas uma técnica de organização, mas uma filosofia de trabalho que envolve todos os colaboradores e visa criar um ambiente de trabalho mais eficiente, seguro e de alta qualidade."

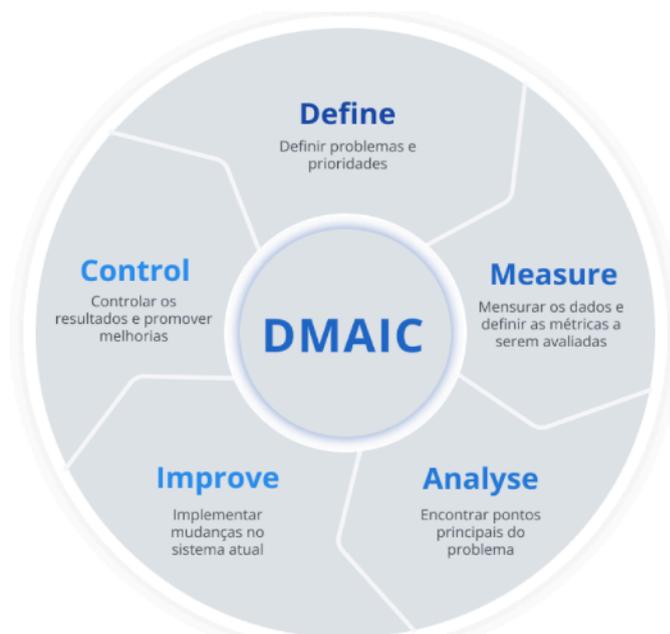
2.1.3 Método Seis Sigma

A Metodologia Seis Sigma (6 Sigma) é uma abordagem disciplinada e baseada em dados, focada na redução da variação e na eliminação de defeitos para melhorar a qualidade e a eficiência dos processos. Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2001), "o Seis Sigma é uma estratégia de negócios que busca identificar e eliminar as causas de defeitos e erros nos processos, usando métodos estatísticos para atingir melhorias sustentáveis" (p. 15). O Seis Sigma é implementado através do ciclo DMAIC, que consiste nas seguintes fases:

- a) Definir (Define): Identificação clara do problema e definição dos objetivos;
- a) Medir (Measure): Coleta de dados para entender o desempenho atual do processo;
- b) Analisar (Analyze): Identificação das causas raízes dos problemas;
- c) Melhorar (Improve): Desenvolvimento e implementação de soluções para eliminar as causas dos defeitos;
- d) Controlar (Control): Monitoramento contínuo para garantir que as melhorias sejam mantidas.

Essa abordagem ajuda a empresa a reduzir erros e melhorar a satisfação do cliente, além de otimizar os processos internos.

Figura 03 - DMAIC



Fonte: Quali, (2024).

2.2 Joseph Juran e a Trilogia da Qualidade

Joseph Juran é outro nome de destaque na área da gestão da qualidade. Sua Trilogia da Qualidade — composta por planejamento, controle e melhoria — é amplamente adotada em empresas brasileiras. Como destaca Paladini (2012), "a trilogia de Juran é uma estrutura simples, mas eficaz, que permite às empresas gerenciar a qualidade de maneira contínua e proativa" (Paladini, 2012, p. 91).

O planejamento da qualidade é o primeiro passo, seguido pelo controle e, finalmente, a melhoria contínua dos processos. Para Juran, citado por Paladini (2012), "a qualidade não acontece por acaso, é resultado de um planejamento bem-feito e de uma execução cuidadosa" (Paladini, 2012, p. 97).

2.3 Philip Crosby e o Conceito de Zero Defeitos

Philip Crosby popularizou o conceito de “zero defeitos” como um ideal de gestão da qualidade, e sua abordagem foi amplamente aplicada no Brasil. "O princípio de Crosby de que a qualidade deve ser obtida desde o início do processo, e não corrigida depois, é uma lição importante para as empresas brasileiras" (Falconi, 2004, p. 32).

O objetivo do conceito "zero defeitos" é evitar a mentalidade de que pequenos erros são aceitáveis. Crosby argumenta que "não há custo maior do que o custo da não conformidade", pois consertar erros após sua ocorrência é mais caro do que os prevenir (Falconi, 2004, p. 41).

2.4 Normas e Certificações: ISO 9001

A ISO 9001 é a principal norma de gestão da qualidade adotada no Brasil. Ela estabelece diretrizes para que uma determinada organização crie um sistema de gestão da qualidade (SGQ) que garanta a qualidade dos seus produtos e serviços. Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), "a ISO 9001 é uma norma que visa aumentar a eficiência dos processos organizacionais, focando na satisfação do cliente e na melhoria contínua" (INMETRO, 2015). A ISO 9001 é baseada em sete princípios de gestão da qualidade:

- a) Foco no cliente;
- b) Liderança;
- c) Engajamento das pessoas;

- d) Abordagem por processos;
- e) Melhoria contínua;
- f) Tomada de decisão baseada em evidências;
- g) Gestão de relacionamento.

2.5 A Empresa

A empresa se especializa na fabricação de painéis elétricos customizados, com foco em atender aos exigentes requisitos técnicos de diversos setores, como equipamentos de diagnóstico por imagem e automação industrial. Seu compromisso com a qualidade e excelência operacional a torna uma fornecedora de confiança no mercado nacional.

2.5.1 Produtos

A empresa fabrica uma ampla gama de painéis elétricos, fundamentais para o controle e distribuição de energia elétrica em diversas aplicações industriais e comerciais. Cada painel é composto por uma série de componentes essenciais, como disjuntores, fusíveis, interruptores, contadores, relés e capacitores, que garantem a proteção e o funcionamento eficiente dos sistemas em que são instalados. A seguir, são descritos os principais tipos de painéis fabricados pela empresa:

- a) Quadros de Distribuição de Força (QDF): Responsáveis por distribuir energia elétrica para os sistemas conectados, garantindo a disponibilidade de energia para todo o processo industrial. Eles são projetados para atender a uma ampla gama de requisitos de distribuição elétrica, com ênfase na segurança e na eficiência energética.

Figura 04: Quadro de distribuição de força (QDF) para um equipamento de Hemodinâmica



Fonte: O autor

- b) Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT): Muito utilizado em indústrias, grandes empresas ou hospitais, o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), é empregado em sistemas de distribuição de energia elétrica interna onde há cargas – CCMS, Painéis de Serviços, Painéis de Automação, Transformadores.

Figura 05: Quadro Geral de baixa Tensão (QGBT)



Fonte: O autor

- c) Quadros de Automação (QDA): Esses painéis são projetados para sistemas de automação industrial, incorporando dispositivos como Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) que permitem a automação de processos complexos, como produção em linha e controle de processos de manufatura.

Figura 06: Quadro de automação hospitalar



Fonte: O autor

2.5.2 Processos de Montagem

O processo de montagem começa com o projeto elétrico, que em alguns casos o cliente já tem, e em outros casos a empresa tem que projetar. Logo após é feito a marcação do layout no espelho do painel, utilizando fita crepe para traçar onde serão fixados os componentes. Em seguida, canaletas e trilhos são cortados e fixados de acordo com as especificações (figura 07).

Nos painéis elétricos, as canaletas servem como conduítes para os fios, contribuindo para a organização, estética e, principalmente, para a segurança do quadro com os cabos fixados. Os trilhos são utilizados para a fixação dos componentes, podendo suportar mini disjuntores, relés, mini contadores e outros componentes de menor porte.

Figura 07: Layout de um painel 1000x500x200mm



Fonte: O autor

Os cabos são separados entre circuito de potência e comando, de modo que os componentes principais, como disjuntores, contadores e relés, sejam posicionados em locais estratégicos para que possa ser feita a melhor logística da passagem dos cabos. Após a montagem de todos os componentes, os painéis passam por rigorosos testes de qualidade para assegurar seu funcionamento adequado e segurança. Ao final, os painéis são embalados e preparados para o transporte ao cliente, atendendo às necessidades de agilidade e precisão do setor.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso em uma empresa de montagem de painéis elétricos. O objetivo principal é analisar e melhorar o processo de produção de painéis elétricos, com ênfase na padronização dos layouts e no controle eficiente dos kits de montagem que são compostos de canaletas e trilhos.

A empresa enfrenta desafios significativos devido à variação nos layouts, ao controle dos materiais e ao desperdício de recursos, fatores que impactam diretamente na produtividade e nos custos de produção. O foco deste estudo é propor soluções para a padronização dos layouts dos painéis e a otimização do processo de controle de estoque, com o intuito de aumentar a eficiência da produção e reduzir custos.

3.1 Desafios na empresa

A empresa enfrenta uma série de desafios relacionados à gestão da produção e do estoque. Entre os desafios mais recorrentes está a gestão de prazos e custos. Os clientes, especialmente aqueles do setor de equipamentos de diagnóstico por imagem, frequentemente têm prazos apertados para a entrega dos painéis. Isso gera pressão sobre a produção e exige um controle rigoroso do tempo de montagem e envio dos produtos. A empresa tem como objetivo melhorar sua eficiência na produção, reduzindo o tempo de fabricação e o custo com retrabalho.

3.1.1 Gestão de Estoque e Materiais

A gestão de estoque e materiais é uma das áreas que mais demandam atenção na empresa, pois envolve o controle rigoroso dos componentes necessários para a fabricação dos painéis, como trilhos, canaletas, disjuntores, fusíveis e outros itens essenciais. A empresa, assim como muitas outras empresas, enfrenta o desafio de manter o estoque balanceado entre os custos de aquisição de materiais e a necessidade de garantir a entrega de produtos dentro do prazo e conforme as especificações técnicas.

Para melhorar a eficiência na gestão de materiais, a empresa adota métodos tradicionais de controle de estoque, com a utilização de planilhas de Excel para monitoramento dos níveis de estoque. Porém, um dos principais desafios da empresa é a falta de automação no controle de inventário, o que pode gerar problemas de desabastecimento ou excessos de material que, por sua vez, podem levar a desperdícios ou custos desnecessários. No futuro, a implementação de um sistema mais automatizado, como um ERP (Enterprise

Resource Planning), poderia melhorar significativamente a gestão de materiais e aumentar a eficiência operacional.

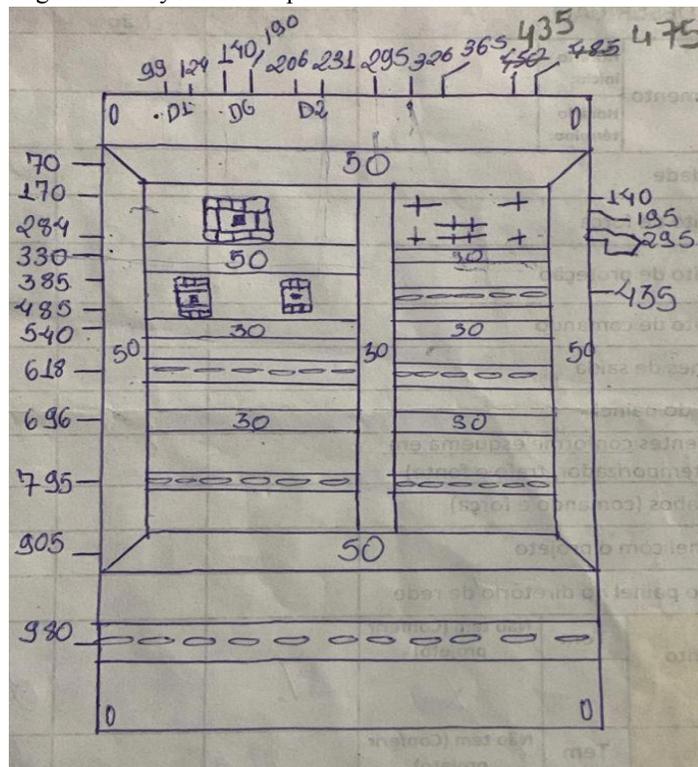
A padronização de componentes e a melhoria no controle de estoque são vitais para a redução de custos e aumento da produtividade, evitando o desperdício de materiais e diminuindo o tempo de espera para a produção de cada painel.

3.1.2 Padronização dos Processos e Layouts

A padronização é um dos pilares da estratégia da empresa para melhorar a qualidade e eficiência de sua produção. A empresa tem trabalhado para padronizar os layouts dos painéis, o que envolve a definição de modelos consistentes para a disposição dos componentes, como disjuntores e fusíveis. Com a padronização, a empresa espera reduzir a variabilidade nos produtos finais e otimizar a produção.

A padronização dos processos inclui também a automatização do corte e da preparação de canaletas e trilhos, que antes eram feitos manualmente com trenas e cortadores. Com a adoção de softwares como AutoCAD para o planejamento e controle de estoque, a empresa agora pode cortar os componentes com maior precisão e agilidade, além de reduzir o risco de erros operacionais.

Figura 08: Layout de um painel 1000x600x200mm



Fonte: O autor

A imagem acima ilustra o layout feito à mão que era utilizado na empresa anteriormente. Esse layout manual servia como guia para a montagem dos painéis elétricos, sendo desenhado em papel com as especificações de disposição dos componentes. Esse método, embora funcional, apresentava algumas limitações, como a falta de padronização e a possibilidade de erros de medida e posicionamento.

Cada montagem exigia que o montador seguisse as instruções do layout desenhado, o que aumentava a variabilidade e o tempo do processo. Além disso, a falta de um layout digital dificultava o reaproveitamento de modelos e tornava o trabalho dependente da interpretação individual dos desenhos. Com a nova metodologia, o layout foi digitalizado e padronizado, permitindo maior precisão, agilidade na montagem e redução de erros e retrabalho.

3.2 Indicadores de Desempenho

A utilização de indicadores de desempenho é fundamental para o acompanhamento da qualidade e da eficiência nos processos da empresa. A empresa já adota indicadores como o tempo de montagem e o consumo de materiais (especialmente as canaletas e trilhos), que são monitorados principalmente por meio de planilhas de Excel. Esses indicadores ajudam a empresa a identificar áreas de melhoria, como otimização de tempo e redução de desperdício de materiais.

Um dos principais desafios relacionados a esses indicadores é a ausência de um sistema integrado para análise de dados em tempo real. A implementação de sistemas mais avançados de monitoramento e análise poderia fornecer à empresa informações mais precisas e oportunas para a tomada de decisões, contribuindo para a melhoria contínua dos processos produtivos.

Os indicadores também ajudam a empresa a avaliar a eficiência dos métodos de padronização e a identificar áreas onde os processos ainda podem ser otimizados. Com a melhoria contínua desses indicadores, a empresa pode alcançar um nível mais alto de excelência operacional, reduzindo custos, melhorando a produtividade e atendendo de forma mais eficaz às demandas de seus clientes.

3.3 Análise de Causa-Raiz

Para entender as causas dos problemas observados no processo de produção, utilizaremos o Diagrama de Ishikawa, uma ferramenta que nos permite identificar as

principais causas para os desafios enfrentados pela empresa. As principais causas dos problemas são:

- a) Falta de padronização nos layouts: Inicialmente, a produção dos painéis elétricos na empresa era realizada com layouts feitos manualmente em papel. Este processo gerava variações no tamanho e formato dos painéis, levando a um aumento no tempo de produção e dificuldades no controle de qualidade. Além disso, a falta de consistência nos layouts resultava em desperdício de material, pois os componentes eram ajustados de forma imprecisa. Com a transição para a digitalização, todos os layouts passaram a ser feitos no AutoCAD, o que proporcionou maior precisão nas medições de trilhos e canaletas, permitindo a produção de painéis com dimensões mais consistentes e padronizadas.
- b) Controle manual no corte e preparação das canaletas e trilhos: O processo de corte das canaletas e trilhos, realizado manualmente com trena e máquina, resultava em desperdício de material e aumento na variabilidade do processo. A falta de um sistema automatizado de controle de estoque e corte dificultava a gestão de materiais e gerava erros no dimensionamento. A padronização digital dos layouts no AutoCAD trouxe maior precisão no corte, otimizando o uso dos materiais e reduzindo o desperdício.
- c) Ausência de automação no controle de estoque: O controle manual do estoque de canaletas e trilhos, realizado inicialmente em um caderno comum, não permitia um acompanhamento em tempo real da quantidade de material disponível, o que frequentemente gerava excessos ou faltas, afetando diretamente o fluxo de produção. Com a digitalização dos layouts e a criação de um controle automatizado de estoque através do uso de planilhas, o processo foi otimizado, proporcionando uma visão mais precisa e em tempo real dos materiais disponíveis.
- d) Problemas de comunicação entre a equipe de produção: A falta de comunicação estruturada dentro da própria equipe de produção resultava em falhas no alinhamento das atividades, o que gerava erros nos cortes, uso inadequado dos retalhos e variação na qualidade dos painéis. A ausência de um processo claro de compartilhamento de informações entre os membros da equipe sobre as medidas e as especificações dos componentes levou ao desperdício de material e aumento do tempo de produção. Além disso, a falta de acompanhamento do estoque de canaletas e trilhos cortados previamente resultava em desorganização, o que aumentava o retrabalho. Com a padronização dos layouts e a implementação de um sistema de controle mais eficiente, espera-se melhorar a

comunicação dentro da equipe de produção, garantir cortes mais precisos, otimizar o uso dos retalhos e reduzir os erros causados pela falta de coordenação e planejamento.

3.4 Proposta de Solução

Com base nas causas identificadas, propomos as seguintes soluções para melhorar o processo de produção e reduzir os problemas encontrados:

- a) **Padronização dos Layouts dos Painéis:** A primeira e mais significativa mudança será a padronização dos layouts dos painéis. Anteriormente, os layouts eram feitos manualmente em papel, o que gerava variações que impactavam a produção. Agora, todos os layouts serão feitos digitalmente no AutoCAD, utilizando as medidas precisas para os trilhos e canaletas. Isso permitirá que todos os painéis sejam produzidos com as mesmas dimensões, eliminando variações e aumentando a eficiência do processo produtivo. Além disso, o uso do AutoCAD possibilitará um controle mais rigoroso e fácil dos projetos, o que reduzirá a chance de erros durante a produção.
- b) **Automatização do Corte e Preparação das Canaletas e Trilhos:** Com a padronização digital dos layouts no AutoCAD, a próxima etapa é automatizar o processo de corte e preparação das canaletas e trilhos. O corte, que anteriormente era feito manualmente, agora será guiado pelas dimensões definidas digitalmente. Isso permitirá que o corte seja realizado de forma mais precisa e rápida, reduzindo desperdícios de material e o tempo de produção. Com isso, espera-se melhorar o uso dos recursos e diminuir os custos associados ao desperdício.
- c) **Implementação de Controle de Estoque Automatizado:** A gestão do estoque de materiais, que anteriormente era realizada de forma manual e com baixa visibilidade, será automatizada utilizando o Excel. Será desenvolvido um sistema de controle que possibilite o acompanhamento em tempo real dos materiais, evitando faltas ou excessos e melhorando o planejamento de compras e produção. Esse sistema também permitirá uma visão mais clara da utilização dos materiais e ajudará a empresa a manter um estoque otimizado.
- d) **Treinamento da Equipe:** A fim de garantir que todos os colaboradores estejam alinhados com as novas mudanças, será realizado um treinamento presencial focado no uso do AutoCAD para o desenvolvimento dos layouts e na utilização das planilhas Excel para o controle de estoque. A capacitação será fundamental para que todos os envolvidos no processo de produção entendam a importância da padronização e da automação, e como

essas mudanças contribuíram para a melhoria da eficiência e da qualidade na produção dos painéis.

- e) **Monitoramento Contínuo de Desempenho:** Após a implementação das melhorias, será realizado um acompanhamento contínuo do desempenho da produção, utilizando indicadores como o tempo de montagem e o gasto com canaletas e trilhos. Esses indicadores serão acompanhados periodicamente para verificar se as soluções propostas estão gerando os resultados esperados. Caso necessário, ajustes serão feitos para melhorar ainda mais o processo de produção.

3.5 Análises

Com a implementação dessas melhorias, a empresa espera observar uma série de benefícios, tais como:

- a) **Redução do desperdício de material:** A padronização e a automação do corte de canaletas e trilhos resultarão em um uso mais eficiente dos recursos, minimizando desperdícios e garantindo cortes mais precisos. O uso do AutoCAD para os layouts também contribui para a melhor utilização do material, com base nas medidas exatas e no planejamento digital.
- b) **Diminuição do tempo de montagem:** Com os layouts padronizados e o controle de estoque mais eficiente, a produção será mais rápida e sem interrupções, permitindo que a montagem dos painéis seja realizada de forma mais ágil e com menos erros.
- c) **Aumento da produtividade:** Com menos erros e retrabalho, será possível produzir mais painéis em menos tempo, atendendo melhor os clientes, que frequentemente exigem prazos curtos. A melhoria no processo de comunicação entre os setores também contribuirá para uma produção mais fluida e eficiente.

Tabela 01: Análises, métodos e resultados das etapas de melhoria.

Etapa	Metodologia/Ferramenta	Objetivo	Ação Implementada
Diagnóstico Inicial	Diagrama de Ishikawa	Identificar causas raiz dos problemas na produção	Análise das falhas no processo de montagem
Identificação de Melhorias	Seis Sigma (DMAIC)	Melhorar a qualidade e eficiência dos processos	Redução de desperdícios, tempo e retrabalho
Padronização do Processo	5S	Organizar e padronizar os ambientes de trabalho	Implementação da padronização de layouts e controle de estoque
Controle de Materiais	Excel/Software futuro	Melhorar o controle de estoque e materiais	Introdução de controle de canaletas e trilhos cortados
Monitoramento de Resultados	Indicadores de Desempenho (KPIs)	Acompanhar a eficiência do novo processo	Acompanhamento da redução de tempo e material consumido

Fonte: O autor

Esse processo será acompanhado de perto, com reuniões periódicas para discutir os resultados e identificar novas oportunidades de melhoria, promovendo uma cultura de melhoria contínua dentro da empresa.

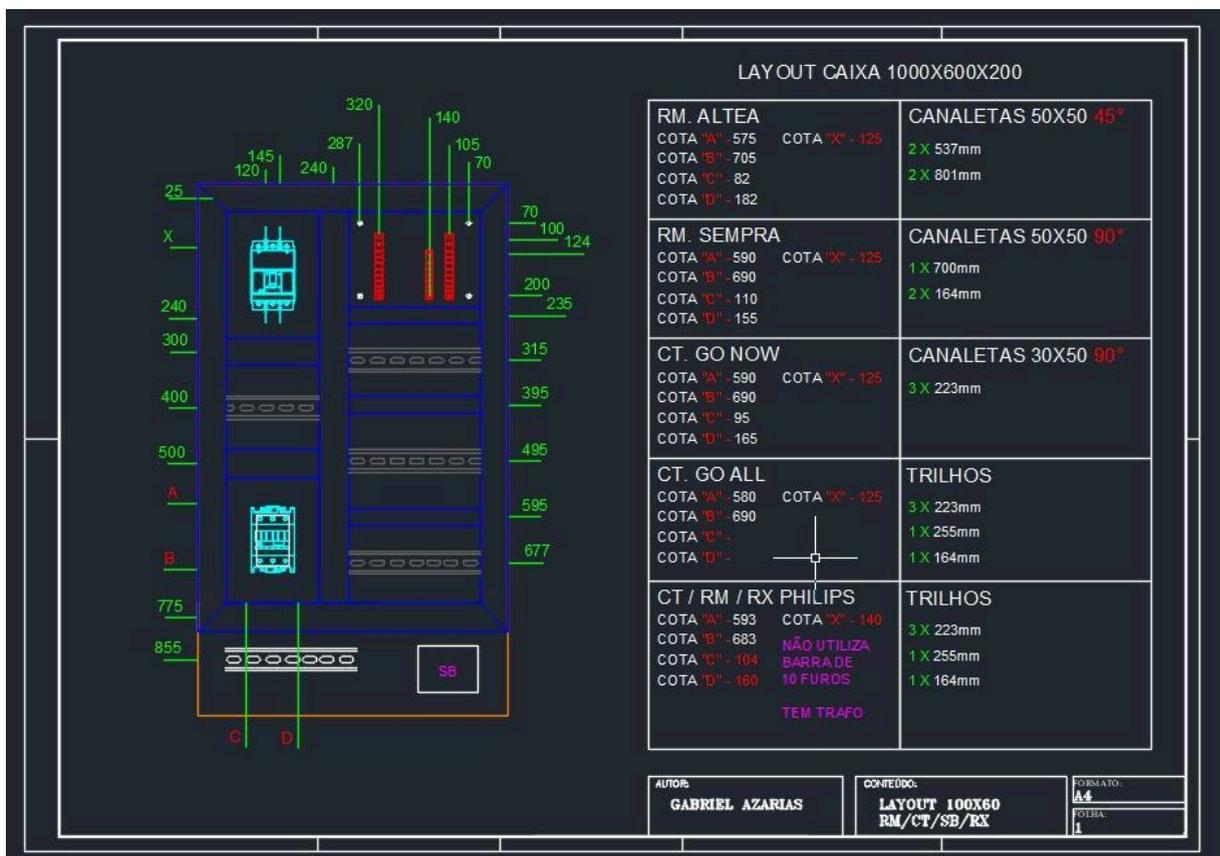
3.6 Dimensões da Produção

A produção de painéis elétricos é essencial para o sucesso da empresa. A padronização dos layouts, juntamente com a automação do controle de componentes, terá um impacto direto na melhoria da eficiência da produção. Com a transição de layouts manuais para digitais e a otimização do corte e do controle de estoque, a empresa será capaz de reduzir erros, melhorar a comunicação entre setores e garantir um controle de qualidade mais rigoroso. A empresa, assim, se tornará mais competitiva no mercado, conseguindo atender melhor seus clientes e aumentando sua produtividade de forma sustentável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A padronização trouxe melhorias significativas e mensuráveis para o processo produtivo dos painéis, especialmente para as caixas no tamanho 1000 x 600 x 200 mm. Essa dimensão de caixa, antes composta por 18 layouts específicos, gerava um processo fragmentado. Após as melhorias, reduzimos os layouts para apenas 5 modelos diferentes, que se adaptam para diversos projetos.

Figura 09: Layout produzido no software Autocad



Fonte: O autor.

A imagem acima demonstra o layout digital desenvolvido no software AutoCAD, onde os tamanhos de canaletas são definidos previamente com precisão. Esse modelo digital permite a otimização do uso de materiais, uma vez que as canaletas e trilhos são cortados conforme as medidas exatas especificadas no projeto.

Essa padronização digital elimina a necessidade de ajustes manuais e reduz o desperdício, assegurando que os componentes se encaixem adequadamente no painel. A automação desse processo também facilita a organização do estoque, com peças já cortadas e

prontas para montagem, proporcionando um fluxo mais eficiente na linha de produção. Com isso conseguimos observar as seguintes melhorias:

a) Redução nos Custos com Materiais:

O gasto mensal com canaletas, por exemplo, apresentou uma redução de 14%, comparado à média dos meses anteriores. Essa economia está diretamente associada à padronização, que facilitou o estoque de canaletas e trilhos cortados previamente, permitindo a reutilização eficaz de sobras de materiais. Além disso, o processo se tornou mais econômico e sustentável, pois o controle de sobras passou a ser mais rigoroso, minimizando desperdícios de matéria-prima.

b) Redução de Tempo de Produção:

O tempo de montagem dos painéis, incluindo a etapa mecânica, foi reduzido de 4 horas para 2 horas e 15 minutos. Essa diminuição de 30% no tempo reflete a eficiência alcançada com o novo sistema de estoque de trilhos e canaletas cortados. Com esses materiais previamente preparados e armazenados, a montagem se tornou mais rápida e ágil, liberando espaço na produção para novos pedidos e aumentando a capacidade de atendimento da linha.

c) Diminuição de Retalhos e Desperdício:

A otimização do estoque resultou na reutilização mais frequente e eficiente dos retalhos, que antes eram armazenados por longos períodos até que houvesse uma necessidade para uso. Hoje, o sistema de armazenamento permite um acesso facilitado e rápido a esses materiais, aproveitando-os nas montagens e reduzindo o desperdício geral.

4.1 Comparação dos Tempos de Produção e Correção

O impacto das melhorias é especialmente evidente ao se comparar os tempos de produção antes e após a padronização. A montagem de um painel de 1000 x 500 x 200 mm, que anteriormente levava 4 horas para ser concluída, foi reduzida para aproximadamente 2 horas e 15 minutos. Esse tempo de redução inclui também o preparo antecipado das canaletas e trilhos, um fator essencial que possibilitou o aumento da eficiência do processo.

Essa diminuição de tempo também trouxe impacto significativo no prazo de entrega ao cliente, um ponto crucial devido à demanda rápida dos painéis para uso em equipamentos de diagnóstico por imagem. Com o tempo de fabricação reduzido, a empresa consegue atender os clientes de forma mais ágil, o que não só melhora a satisfação dos clientes como

também diminui a ociosidade nas máquinas de diagnóstico, diretamente beneficiando os pacientes que dependem desses equipamentos.

4.2 Impacto Financeiro da Padronização e Gestão de Qualidade

A implementação de um sistema de estoque e a padronização de layouts não apenas otimizaram o tempo de produção, mas também reduziram custos operacionais. Esse impacto financeiro se deve a dois principais fatores:

a) Economia em Compras de Materiais:

Com um controle mais eficaz sobre o consumo de canaletas e trilhos, a empresa pôde diminuir a compra desses materiais, observando uma economia de 14% no custo de canaletas. Essa redução não apenas diminui os gastos mensais com insumos, mas também torna a produção mais previsível, com maior estabilidade no uso de recursos.

b) Redução de Custos com Transporte e Retrabalho:

A padronização do layout e a eficiência na montagem reduziram o retrabalho, que antes gerava custos adicionais, como transporte e tempo de reposição dos materiais para correções. Agora, com um processo mais eficiente e assertivo, o retrabalho foi minimizado, trazendo economia nas despesas com transporte e evitando atrasos.

4.3 Impacto da Padronização dos Layouts e Processos

A padronização dos layouts trouxe uma mudança substancial para o fluxo de produção, especialmente em situações onde o projeto elétrico do painel necessitava de alterações. Antes, cada modificação gerava a necessidade de alterações no layout, o que interrompia o processo de produção, aumentava o tempo de montagem e exigia ajustes nos materiais. Agora, os layouts padronizados foram projetados com características que acomodam diversos tipos de componentes, como disjuntores, contadores e relés, o que oferece maior flexibilidade no caso de mudanças de projeto, mantendo a continuidade do fluxo produtivo.

4.4 Desafios Enfrentados e Soluções Implementadas

A implementação de novos processos trouxe, entretanto, alguns desafios operacionais, especialmente relacionados ao controle e organização dos materiais. Os principais problemas e soluções adotadas foram:

a) Espaço para Estoque e Organização dos Kits de Montagem:

A criação de um estoque de canaletas e trilhos cortados gerou a necessidade de um espaço de armazenamento organizado, uma vez que esses materiais precisam ser identificados e separados para uso imediato. Esse controle inicial foi realizado em papel, posteriormente migrando para planilhas no Excel, o que ainda exigiu ajustes na identificação e manutenção dos kits de montagem. A solução futura planejada é a implementação de um software de controle, que permitirá uma melhor gestão de estoque e acesso mais fácil aos materiais já preparados.

b) Controle de Sobras e Retalhos:

O armazenamento e o controle das sobras de materiais ainda é um ponto em desenvolvimento, pois é necessário que esses materiais sejam bem identificados para uso rápido e eficiente, sem perda de tempo na seleção e no acesso aos mesmos. O sistema em Excel ajudou inicialmente, mas com o crescimento do volume de retalhos, um sistema de controle automatizado será essencial para o próximo estágio de aprimoramento.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a implementação de um sistema de gestão da qualidade na linha de produção de painéis elétricos na empresa, com foco em padronização e eficiência dos processos. Utilizando ferramentas da qualidade, identificamos os principais fatores que impactam a produtividade e os custos. Este projeto teve como objetivos reduzir o retrabalho, o desperdício de materiais e o tempo de montagem, além de melhorar o controle de estoque.

Tabela 02: Resultados após as melhorias

Indicador	Antes da Implementação	Após Implementação	Redução (%)
Tempo de Montagem por produto (horas)	4 horas	2 horas e 15 minutos	30%
Consumo de Canaletas (mensal)	200 metros	170 metros	14%
Retrabalho (casos mensais)	4 casos	3 casos	25%
Custo com Material (mensal)	R\$ 7.200,00	R\$ 6.190,00	14%

Fonte: O autor

A padronização dos layouts foi um dos maiores avanços. Com a utilização de medidas pré-definidas para canaletas e trilhos, reduzimos o tempo de montagem da parte mecânica dos painéis em 30%, passando de 4 horas para cerca de 2 horas e 15 minutos. A otimização e o estoque de canaletas e trilhos previamente cortados contribuíram para essa economia de tempo, além de reduzirem o desgaste físico dos montadores e tornarem o processo mais eficiente e previsível. A redução de 14% no consumo de material para canaletas, em comparação à média dos meses anteriores, evidencia a eficácia desse novo sistema e gera uma economia financeira significativa.

A diminuição do retrabalho foi um ponto central. Antes da padronização, problemas como a falta de consistência nos layouts e erros de medição geravam a necessidade de refazer montagens e realizar ajustes, aumentando os custos e atrasando as entregas. Com as novas práticas de controle e padronização, esses erros foram minimizados, levando a uma produção mais fluida e com menos interrupções. A redução de retrabalho também impactou positivamente a satisfação dos clientes, que agora recebem os produtos em prazos mais curtos e com maior confiabilidade.

O projeto enfrentou desafios notáveis, como a falta de espaço para o armazenamento das canaletas e trilhos já cortados e a necessidade de um sistema de controle mais robusto para

esses materiais. Inicialmente, o controle foi feito em papel, depois migrado para uma planilha em Excel. Futuramente, a empresa pretende implementar um software específico para gestão de estoque, que trará ainda mais controle e agilidade ao processo. Esse planejamento para o futuro demonstra a busca da empresa por uma cultura de melhoria contínua.

Por fim, a gestão da qualidade, por meio de metodologias e padronização de processos, resultou em avanços significativos na produtividade e no desempenho da linha de produção. A redução de custos, a melhoria nos prazos de entrega e a consistência dos produtos são evidências do impacto positivo das metodologias aplicadas. Este estudo de caso mostra que a implementação de técnicas de qualidade estruturadas contribui para criar processos mais ágeis, sustentáveis e confiáveis, gerando valor não só para a empresa, mas também para seus clientes e colaboradores. Essa experiência reforça que o caminho para a excelência passa pela adoção contínua de melhorias que se integrem à rotina e à cultura organizacional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2015 – **Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

CAMPOS, V. F. TQC: **Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. 10. ed. Nova Lima: INDG, 2004.

CHANESKI, W.; SMITH, C. **Implementação de Melhorias no Chão de Fábrica com 5S**. São Paulo: Qualitymark, 2011.

DIAMANTINO, M, 2024, **Qualidade total**, Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog/>, Acesso em: 20/10/2024.

FALCONI, Vicente. **O verdadeiro poder: práticas de gestão que conduzem a resultados de alto impacto**. são paulo: indg, 2004.

INMETRO. **Norma ISO 9001:2015**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, 2015.

KOTLER, P.; KELLER, K. **Administração de Marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. São Paulo: Atlas, 2012.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **As Chaves para o Sucesso do Seis Sigma**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

SAMPAIO, M. **Qualidade e Produtividade na Empresa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.