APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE PRODUÇÃO DE UMA LUMINÁRIA INDUSTRIAL

APPLICATION OF QUALITY MANAGEMENT TOOLS FOR PRODUCTION TIME REDUCTION OF AN INDUSTRIAL LUMINAIRE

1º autor(a) – Giovanna Mendes Pires.
Estudante de Bacharelado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Endereço: 449, R. Itacolomi, Portão, Curitiba - PR, CEP: 81070-150
E-mail: GIOVANNA51984@unifatecpr.com.br

2º autor(a) – Matheus Fernando Machado.
Estudante de Bacharelado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Endereço: 449, R. Itacolomi, Portão, Curitiba - PR, CEP: 81070-150
E-mail: matheusfm.mfm@gmail.com

3º autor(a) – Vinicius Paes Coelho.
Estudante de Bacharelado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Endereço: 449, R. Itacolomi, Portão, Curitiba - PR, CEP: 81070-150
E-mail: viniciuspaes18@gmail.com

Orientador(a) – Tafael Lucas Pereira Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)
Endereço: 449, R. Itacolomi, Portão, Curitiba - PR, CEP: 81070-150
E-mail: TAFAEL.PEREIRA@unifatecpr.com.br

RESUMO

Este estudo tem como objetivo aplicar ferramentas da qualidade para otimizar o processo produtivo de uma luminária LED High Bay de 50W em uma empresa metalúrgica de médio porte, localizada em São José dos Pinhais. Diante da crescente demanda por eficiência operacional no setor industrial, a pesquisa fundamenta-se na utilização de métodos consagrados como cronoanálise, brainstorming, diagrama de pareto, diagrama de Ishikawa e 5W2H, com foco na redução do tempo de fabricação. O trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e quantitativa, envolvendo observação direta e coleta de dados no ambiente fabril. A análise concentrou-se nas etapas de estamparia, dobra e pintura de componentes metálicos, sendo o dissipador o principal foco de melhoria. Através do mapeamento do processo, identificação de gargalos e implementação de ações corretivas, foi possível reduzir em 64,23% o tempo de estamparia e elevar a capacidade produtiva de 258 para 361 unidades por dia. Os resultados confirmam a eficácia das ferramentas da qualidade como suporte à tomada de decisão e à melhoria contínua, evidenciando seu potencial estratégico para empresas que buscam excelência operacional e competitividade no mercado.

Palavras-chave: ferramentas de gestão da qualidade, melhoria contínua, indústria metalúrgica.

ABSTRACT

This study aims to apply quality tools to optimize the production process of a 50W High Bay LED luminaire in a medium-sized metallurgical company located in São José dos Pinhais, Brazil. Given the growing demand for operational efficiency in the industrial sector, the research is based on the use of well-established methods such as time analysis (chronoanalysis), brainstorming, Pareto Diagram, Ishikawa Diagram, and 5W2H, focusing on reducing manufacturing time. The study is characterized as a case study, with both qualitative and quantitative approaches, involving direct observation and data collection in the factory environment. The analysis focused on the stamping, bending, and painting stages of metallic components, with the heat sink being the main target for improvement. Through process mapping, bottleneck identification, and the implementation of corrective actions, the stamping time was reduced by 64.23%, and the production capacity increased from 258 to 361 units per day. The results confirm the effectiveness of quality tools in supporting decision-making and continuous improvement, highlighting their strategic potential for companies aiming for operational excellence and market competitiveness.

Keywords: quality management tools, continuous improvement, metallurgical industry.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução do objeto de pesquisa, delimitação do corpus, contexto e justificativa

A crescente competitividade no setor industrial tem levado empresas de médio porte a buscar métodos eficazes para otimizar seus processos produtivos, reduzir desperdícios e elevar a eficiência operacional. Segundo Souza (2023), a pressão por produtividade e qualidade tem exigido dessas empresas a adoção de ferramentas gerenciais que favoreçam o uso racional dos recursos e a padronização dos processos, contribuindo para a sustentabilidade operacional e estratégica. Nesse contexto, destacam-se as ferramentas da qualidade, amplamente utilizadas como suporte à tomada de decisão e à resolução de problemas produtivos.

As ferramentas surgiram no Japão no período pós-Segunda Guerra Mundial, em um cenário de reconstrução econômica e de busca por excelência industrial. Foram sistematizadas por Ishikawa (1985), no âmbito da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management – TQM*), em um conjunto conhecido como as sete ferramentas da qualidade, sendo elas: Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa ou Espinha de Peixe), Folha de Verificação (Checklist), Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Dispersão, Fluxograma e Cartas de Controle (Gráficos de Controle).

Embora desenvolvidas há décadas, essas ferramentas continuam altamente relevantes na atualidade devido à sua simplicidade, ao baixo custo de aplicação e ao elevado potencial de impacto na melhoria dos processos. Por exemplo, Cristo (2024) realizou uma revisão sistemática sobre a aplicação de ferramentas da qualidade na indústria e identificou que, em média, as empresas analisadas apresentaram uma redução de 30% nas taxas de retrabalho e um aumento de 12% na eficiência dos processos após a implementação dessas ferramentas.

De acordo com Silva et al. (2020), “sua aplicação permite mapear fluxos produtivos, identificar gargalos, mensurar tempos e propor intervenções que resultem em ganhos significativos de desempenho”. Oliveira e Sousa (2019) também destacam que, ao estruturar a análise de dados e sistematizar a busca por causas de problemas, essas ferramentas se tornam essenciais para empresas que desejam elevar sua competitividade por meio da excelência operacional.

Este trabalho tem como objetivo propor a redução do tempo de fabricação por meio da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em um processo de manufatura. A escolha do produto se deve à sua alta demanda no setor industrial, o que justifica a busca por melhorias em sua eficiência produtiva.

1.2 Fundamentação e revisão de literatura

1.2.1 Ferramentas de gestão da qualidade

A gestão da qualidade compreende um conjunto de atividades voltadas a assegurar que processos, produtos e serviços atendam aos requisitos definidos, buscando continuamente a excelência operacional e a satisfação dos clientes.

Segundo Morais e Morais (2021), "a adaptação das ferramentas da qualidade para o ambiente digital é essencial para garantir a competitividade das organizações na era da transformação digital". Isso demonstra que, mesmo diante dos avanços tecnológicos, as ferramentas tradicionais continuam indispensáveis — desde que atualizadas às novas realidades produtivas.

As ferramentas da qualidade tiveram origem na Administração Científica, idealizada por Frederick Taylor, que introduziu métodos de controle sistemático nos processos industriais. Conforme Morais e Morais (2021, p. 3), "a aplicação das ferramentas da qualidade foi amplamente disseminada a partir da década de 1950, com destaque para o Diagrama de Ishikawa".

Entre as ferramentas mais utilizadas, destaca-se o Diagrama de Pareto, desenvolvido com base no princípio 80/20 de Vilfredo Pareto. De acordo com Cristo (2024), "o uso dessa ferramenta permite priorizar as ações corretivas, concentrando esforços nos 20% dos problemas que causam 80% dos efeitos".

Outra ferramenta amplamente adotada é o 5W2H, originalmente aplicado para organizar atividades no ambiente fabril. Baseando-se em sete perguntas essenciais — o que, por que, onde, quando, quem, como e quanto —, essa metodologia estrutura planos de ação claros e objetivos. Para Martins *et al.* (2022, p. 7), "o 5W2H proporciona um direcionamento claro para a execução de ações corretivas".

O brainstorming, técnica desenvolvida por Alex Osborn na década de 1940, também desempenha um papel importante na identificação de soluções criativas para problemas de qualidade. Segundo Cristo (2023), "o brainstorming é essencial para identificar causas potenciais de falhas no processo produtivo".

Já a cronoanálise, também conhecida como estudo de tempos e movimentos, foi inicialmente desenvolvida por Frederick Taylor e aprimorada por Frank e Lillian Gilbreth. Trata-se de uma ferramenta voltada à análise detalhada das etapas produtivas, permitindo identificar gargalos e eliminar desperdícios. De acordo com Morais e Morais (2021, p. 9), "a aplicação da cronoanálise é crucial para a identificação de gargalos no processo produtivo".

Com a evolução dos processos industriais, especialmente no cenário da Indústria 4.0, essas ferramentas passaram a ser aplicadas de forma integrada a tecnologias digitais, sensores, big data e inteligência artificial. De acordo com Morais e Morais (2021), "essa combinação potencializa a análise, o controle e a melhoria contínua dos processos produtivos".

1.2.2 Impactos do uso das ferramentas da qualidade

A aplicação das ferramentas da qualidade tem se mostrado fundamental para a consolidação da melhoria contínua em diversos segmentos industriais. Segundo o estudo de Martins *et al.* (2022), "uma empresa do setor têxtil obteve resultados expressivos ao adotá-las: redução de 23% nos índices de não conformidades, aumento de 17% na produtividade e economia de 12% nos custos operacionais".

"Ferramentas como o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Ishikawa contribuem diretamente para a identificação das principais causas de falhas nos processos" (Cristo, 2024, p. 11), enquanto "o 5W2H facilita a elaboração de planos de ação bem definidos, assegurando que todas as etapas do processo sejam devidamente analisadas e controladas" (Martins *et al.*, 2022). No que diz respeito à eficiência operacional, a cronoanálise é especialmente eficaz.

Segundo Morais e Morais (2021), essa ferramenta auxilia na eliminação de atividades redundantes e no aumento da produtividade. Um estudo de caso apresentado por *Cristo* (2024) demonstrou que "a aplicação da cronoanálise foi responsável pela redução de 18% no tempo de execução de determinadas operações industriais".

O brainstorming, por sua vez, estimula a participação ativa dos colaboradores na proposição de soluções, fortalecendo o trabalho em equipe e consolidando a cultura de melhoria contínua. Cristo (2024, p. 14) destaca que "a integração das equipes no processo de brainstorming promove um ambiente colaborativo".

Em síntese, a integração das ferramentas da qualidade não apenas impulsiona a melhoria contínua, como também contribui para a otimização dos processos, redução de custos e aumento da competitividade. De acordo com Morais e Morais (2021, p. 5), "a aplicação das ferramentas da qualidade, associada às tecnologias da Indústria 4.0, permite ganhos expressivos em eficiência operacional e redução de falhas, tornando os processos mais competitivos e aderentes às necessidades do mercado". Esse alinhamento fortalece a cultura organizacional orientada à excelência e à busca permanente por melhores resultados.

2. METODOLOGIA DA PROPOSTA DE PESQUISA

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, realizado em uma empresa de médio porte do setor metalúrgico, localizada no município de São José dos Pinhais. A metodologia adotada seguiu uma abordagem sistemática, envolvendo observação direta no ambiente fabril, coleta de dados reais da produção e participação ativa dos colaboradores dos setores envolvidos.

O objeto de estudo é a luminária LED High Bay de 50W, que apresenta fluxo luminoso de 7.000 lm (140 lm/W), temperatura de cor de 4.000K, índice de reprodução de cor (IRC) superior a 70, grau de proteção IP66, resistência a surtos de até 4kV e vida útil estimada em 50.000 horas (L70). Essa luminária é indicada para uso em ambientes industriais e comerciais.



Figura 1 – Imagem da luminária LED High Bay analisada no estudo
Fonte: LUMICENTER (2025)

2.1 Mapeamento do processo

O ponto de partida da análise foi o mapeamento do processo produtivo da luminária, por meio da elaboração de um fluxograma (figura 2). A coleta de dados ocorreu diretamente no ambiente fabril, com o registro das atividades executadas ao longo da cadeia de produção. O fluxograma resultante descreveu de forma clara e sequencial cada etapa da fabricação, permitindo uma visualização estruturada do processo e facilitando a identificação de pontos críticos para análise mais aprofundada.

2.2 Análise do processo

Com o processo mapeado, foi realizada a cronoanálise (figura 3) das etapas de estamparia, dobra e pintura, com foco específico nos componentes denominados suporte de driver, alça e dissipador — sendo este último não submetido à pintura. Essas etapas foram analisadas por fazerem parte do fluxo produtivo da luminária em estudo, estando diretamente relacionadas à conformação dos componentes metálicos.

Foram analisadas 100 peças em cada uma das etapas mencionadas, distribuídas em 5 ciclos de produção, com 20 peças por ciclo. A coleta de dados foi realizada durante um único turno administrativo (7h às 17h), ao longo de um mês. A análise concentrou-se exclusivamente no tempo de produção, desconsiderando o tempo de setup por se tratar de uma variável constante, independentemente da quantidade produzida.

Com base nos dados coletados, elaborou-se um Diagrama de Pareto (Figura 3), com o objetivo de identificar os processos mais críticos em termos de tempo de execução. Essa análise permitiu a priorização da etapas que apresentavam maior impacto na eficiência geral da produção.

Paralelamente, foram realizadas duas sessões de brainstorming com a participação de supervisores, engenheiros e colaboradores dos setores produtivo e de qualidade. A primeira sessão teve como foco a identificação do principal gargalo produtivo, considerando os dados iniciais da cronoanálise. Já a segunda sessão buscou propor soluções práticas e viáveis para os problemas encontrados, orientada pelos resultados do Diagrama de Pareto e pela experiência dos profissionais envolvidos.

2.3 Análise da causa raiz

Para aprofundar a investigação dos gargalos identificados, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa (Figura 4). A ferramenta foi construída com base nas informações obtidas na primeira sessão de brainstorming, considerando os principais fatores que influenciam a etapa de estamparia. A análise contemplou quatro categorias: Método, Mão de Obra, Material e Máquina, que permitiram uma avaliação mais abrangente das possíveis causas dos problemas observados. Com isso, foi possível estruturar de forma sistemática as origens dos gargalos, auxiliando na definição de ações corretivas mais precisas e direcionadas.

2.4 Implementação das melhorias

Com base nas análises anteriores e nas propostas desenvolvidas durante as sessões de brainstorming, foi elaborado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H (tabela 2). O plano visou à sistematização das ações corretivas e preventivas, com foco na otimização dos processos produtivos da luminária High Bay. Cada ação foi descrita segundo os seguintes parâmetros: o que será feito (What), porque será feito (Why), onde será feito (Where), quando será feito (When), quem será responsável (Who), como será feito (How) e qual será o custo estimado (How much). Esse planejamento permitiu alinhar os esforços da equipe, reduzir tempos improdutivos, eliminar retrabalhos e promover um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Para avaliar a eficácia das melhorias implementadas, foram comparadas as médias dos

tempos de produção das peças antes e depois da aplicação das ações propostas. Essa comparação foi realizada por meio de gráficos de Pareto, que permitiram uma análise visual clara da redução de tempo de produção. A utilização dessa ferramenta possibilitou demonstrar, de forma objetiva, o impacto positivo das ações corretivas sobre a produtividade do processo.

3. RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas da qualidade no processo produtivo da luminária LED High Bay de 50W. A melhoria concentrou-se na etapa de estamparia do dissipador, componente identificado como gargalo produtivo.

3.1 Diagnóstico do processo produtivo atual

3.1.1 Análise do processo

O mapeamento do processo produtivo foi realizado por meio da elaboração de um fluxograma que descreveu de forma clara e sequencial cada etapa da fabricação da luminária.

O fluxograma permitiu identificar as etapas que compõem o processo, mas não apontou, por si só, os componentes críticos ou os gargalos produtivos, pois seu enfoque foi descritivo e visual. Conforme ilustrado na Figura 2, a sequência das operações foi devidamente documentada.

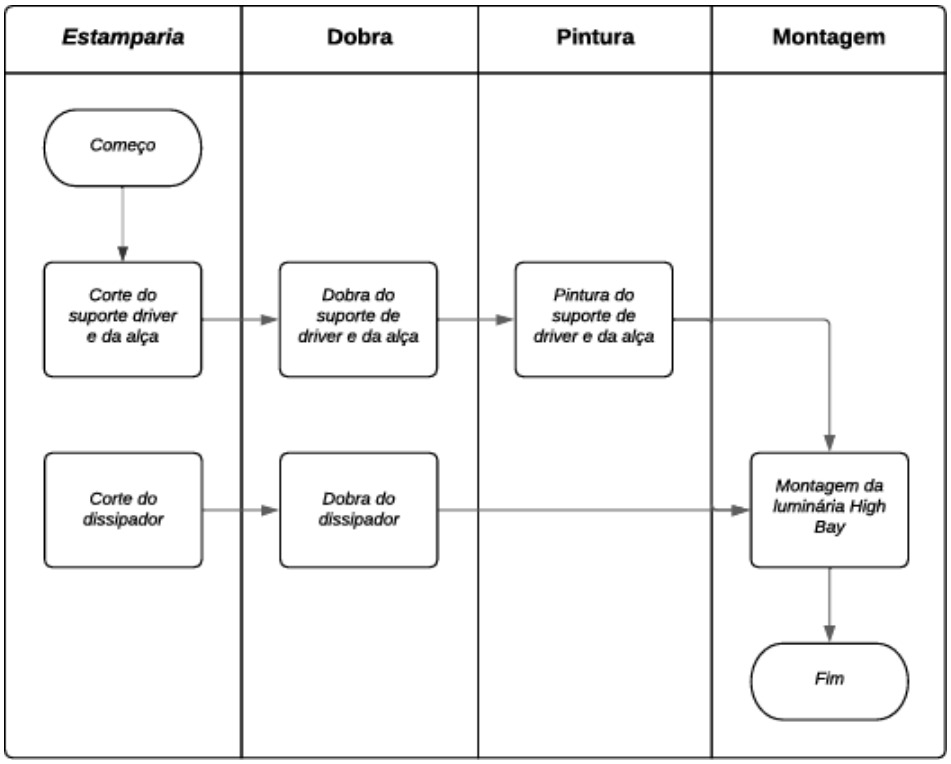


Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo da luminária LED High Bay
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no fluxograma, foi realizada uma cronoanálise das etapas de estamparia,

dobra e pintura dos componentes metálicos: suporte de driver, alça e dissipador. Os resultados da cronoanálise encontram-se na Tabela 1, já mostrando o tempo após a implementação da melhoria.

De acordo com os dados apresentados na Figura 3, o dissipador representava inicialmente 44,24% do tempo total de produção dos componentes analisados.

3.1.2 Análise da causa raiz

Para compreender as causas da ineficiência observada, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa com base na primeira sessão de brainstorming, envolvendo colaboradores dos setores de produção e qualidade. Como apresentado na Figura 4, o fator "Método" foi identificado como a principal origem da ineficiência.



Figura 4 – Diagrama de Ishikawa para identificação das causas da ineficiência na estamparia do dissipador
Fonte: Elaborado pelos autores.

O diagrama evidenciou que a principal causa do excesso de tempo na estamparia do dissipador estava relacionada ao processo de corte. O uso do corte a laser, embora preciso, não era o mais eficiente para o tipo de peça e volume de produção exigido.

3.2 Avaliação da melhoria implementada

A substituição do corte a laser pela puncionadeira, equipamento já disponível na fábrica e bem dominado pelos operadores, apresentou-se como alternativa mais ágil e apropriada. Essa decisão foi consolidada por meio de um plano de ação estruturado com a ferramenta 5W2H, que organizou e orientou cada etapa da implementação, desde a escolha do novo método de

corte até o monitoramento dos resultados.

O plano de ação está detalhado na Tabela 2, o que permitiu uma execução eficaz da melhoria.

Tabela 2 – Plano de ação 5W2H aplicado à implementação da melhoria no processo de estamparia

O QUE (What)	POR QUE (Why)	ONDE (Where)	QUANDO (When)	QUEM (Who)	COMO (How)	QUANTO CUSTA (How much)
Planejar a substituição do processo. Definir o novo tempo padrão. Verificar se os dissipadores produzidos atendem aos parâmetros de qualidade e acompanhar a implementação da melhoria.	Para reduzir o tempo de fabricação do dissipador, que anteriormente representava o principal gargalo no processo produtivo.	Setor de estamparia.	Implementação realizada em um período de duas semanas, contemplando ajustes, testes e validação do novo processo.	Equipe de engenharia de produção.	Substituição da operação de corte a laser por corte direto em puncionadeira. Realização de testes com amostras de produção, comparativo estético entre dissipadores antigo e novo, além de testes de resistência e dureza do material.	Custo indireto referente ao tempo da equipe de engenharia de produção, operadores, programadores e supervisores para ajustes e validações. Sem investimentos adicionais em equipamentos ou treinamentos.
Programar a puncionadeira com os parâmetros específicos do dissipador.	Para garantir que o corte realizado na puncionadeira atenda aos requisitos dimensionais e funcionais do produto.		Durante a semana inicial do processo de implementação.	Programadores	Análise das especificações técnicas do produto fornecidas pela engenharia de produção e parametrização da puncionadeira de acordo com os requisitos de design.	
Executar o novo processo padrão para a fabricação do dissipador.	Para colocar em prática a nova metodologia, assegurando produtividade e padronização do processo.		Após a validação da programação e ajustes iniciais.	Operadores da puncionadeira.	Execução conforme o procedimento padrão revisado e desenvolvido pela engenharia de produção.	
Monitorar os resultados e fornecer feedbacks operacionais.	Para garantir que o novo método de fabricação é eficiente e se mantém dentro dos padrões de qualidade e produtividade.		Durante o período de um mês após a implementação da melhoria.	Supervisores da linha.	Envio de relatórios e feedbacks semanais à equipe de engenharia, com base nos resultados observados em produção.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

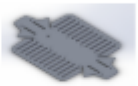
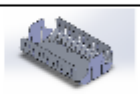
Todas as ações foram executadas sem necessidade de novos treinamentos ou alterações na instrução de trabalho, uma vez que os operadores já possuíam conhecimento técnico para operar a puncionadeira.

3.2.2 Avaliação dos resultados

Com a nova configuração do processo, a capacidade de produção diária aumentou de 258 para 361 luminárias, considerando um mesmo regime de trabalho (20 horas diárias). Esse ganho representou um salto de aproximadamente 40% na produtividade do setor.

Além disso, a mudança resultou em uma redução de 64,23% no tempo de estamparia do dissipador, conforme demostrado na Tabela 1. Após a intervenção, a participação desse componente no tempo total de produção caiu de 44,24% para 22,11%, conforme demonstrado na Figura 3 e na Figura 5.

Tabela 1 – Tempos médios de produção por peça antes e depois da implementação das melhorias

Componente	Imagem	Setor	Tempo por peça – Antes	Tempo por peça – Depois
Suporte driver		Estamparia	0:00:19	0:00:19
Alça		Estamparia	0:00:22	0:00:22
Dissipador		Estamparia	0:02:03	0:00:44
Dissipador		Dobra	0:00:33	0:00:33
Suporte driver		Dobra	0:00:08	0:00:08
Alça		Dobra	0:00:44	0:00:44
Alça		Pintura	0:00:16	0:00:16
Suporte driver		Pintura	0:00:13	0:00:13

Fonte: Elaborado pelos autores

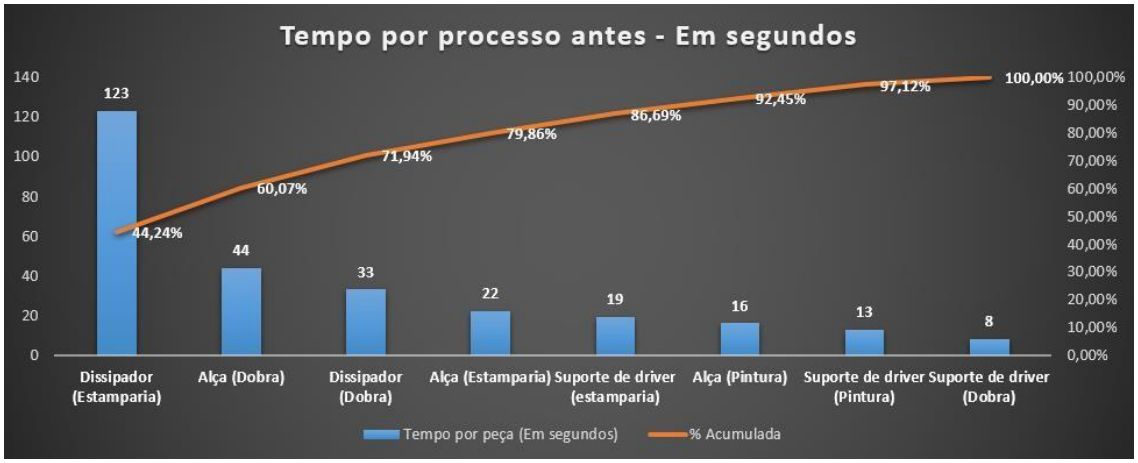


Figura 3 – Diagrama de Pareto dos tempos de produção por componente antes da melhoria
Fonte: Elaborado pelos autores.

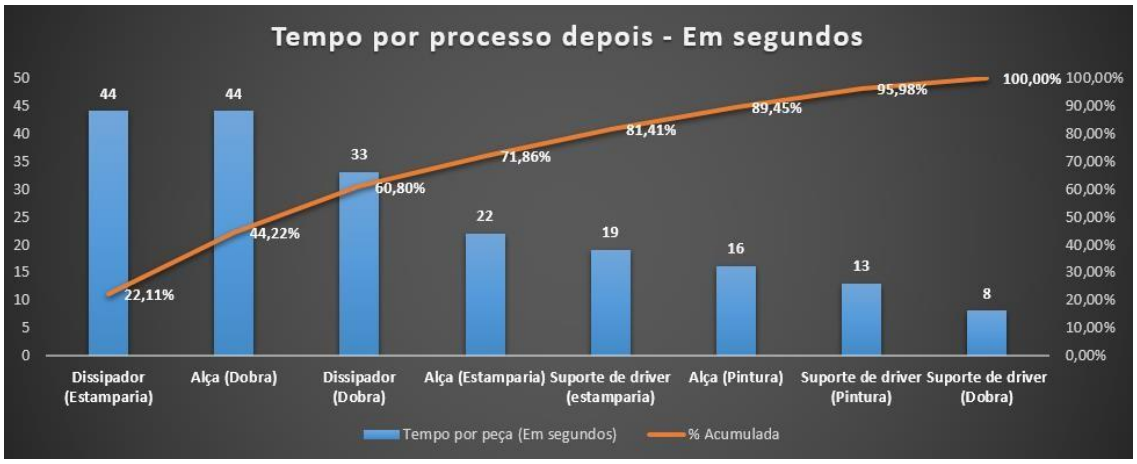


Figura 5 – Diagrama de Pareto dos tempos de produção por componente após a melhoria
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os feedbacks dos operadores e supervisores foram positivos. A intervenção foi bem aceita por não exigir adaptações estruturais nem treinamentos adicionais. A estética do produto foi preservada, e a mudança não gerou impacto negativo na ergonomia, segurança ou qualidade percebida.

Todo o trabalho foi documentado por meio de um relatório técnico de engenharia, detalhando as análises, decisões e resultados alcançados. O documento foi compartilhado com a gestão e será utilizado como referência para futuras iniciativas de melhoria contínua dentro da empresa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou, por meio de um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico, como a aplicação estruturada das ferramentas da qualidade pode gerar melhorias expressivas em processos produtivos. A análise detalhada do processo de fabricação de uma luminária LED High Bay permitiu identificar, com apoio de cronoanálise, brainstorming, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e 5W2H, um gargalo significativo na etapa de estamparia do dissipador de calor.

A substituição do corte a laser pela puncionadeira resultou na redução de 64,23% no tempo dessa etapa e no aumento de 40% na capacidade produtiva diária da luminária. A mudança foi implementada sem impactos negativos à qualidade do produto, ergonomia ou segurança, e obteve aceitação positiva por parte dos operadores.

Os resultados reforçam o papel estratégico das ferramentas da qualidade como aliadas na busca pela excelência operacional, contribuindo para maior eficiência, redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Além disso, o trabalho destaca a importância da participação dos colaboradores no processo de melhoria contínua e a

viabilidade de aplicar soluções simples, porém eficazes, sem necessidade de grandes investimentos.

Espera-se que esta pesquisa possa servir de referência para outras organizações que enfrentam desafios similares, incentivando a adoção de métodos sistemáticos de análise e intervenção como parte da cultura organizacional voltada à melhoria contínua e à competitividade industrial.

5. REFERÊNCIAS

CRISTO, G. P. de. *O uso de ferramentas da qualidade na indústria: uma revisão sistemática*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2024. Disponível em:https://repositorio.ufms.br/retrieve/30369942-7c2f-48f7-89fe-d98d7aa4c486/11866.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

ISHIKAWA, K. *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1985. Disponível em: https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/ishikawa.pdf Acesso em: 9 maio 2025.

LUMICENTER. *Luminária High Bay LED LHB50-S*. São Paulo: Lumicenter Iluminação, [s.d.]. Disponível em: https://lumicenter.com/. Acesso em: 6 maio 2025.

MARTINS, M. P. et al. *Aplicação das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA em uma empresa do setor têxtil*. Revista Gesec, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 45–53, 2022. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1368/619. Acesso em: 10 maio 2025.

MORAIS, M. de O.; MORAIS, G. A. *A importância da atualização das ferramentas da qualidade nas metodologias aplicadas na indústria 4.0*. Research, Society and Development, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 24–33, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11719. Acesso em: 10 maio 2025.

OLIVEIRA, J. R.; SOUSA, R. A. *Aplicação das ferramentas da qualidade em empresas industriais: um estudo de caso*. Revista Gestão Industrial, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 89–104, 2019.

SILVA, J. L. et al. *Análise da aplicação das sete ferramentas da qualidade em processos produtivos*. Revista Brasileira de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 45–60, 2020.

SOUZA, F. R. *Lean Manufacturing na identificação e eliminação de desperdícios: um estudo de caso em usinagem*. Revista Científica Cintec, Curitiba, v. 2, n. 2, 2023. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/cintec/article/view/65171. Acesso em: 9 maio 2025.