

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

THIAGO LORETTI ARICÓ MARTINS

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PROGRAMA *KAIZEN* DIRECIONADO À
REDUÇÃO DO *LEAD TIME*

São Paulo
Dezembro/2024

THIAGO LORETTI ARICÓ MARTINS

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PROGRAMA *KAIZEN* DIRECIONADO À
REDUÇÃO DO *LEAD TIME*

Dissertação de Mestrado apresentada como exigência para a Defesa de Dissertação no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, sob a orientação da Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo.

Área de Concentração: Sistemas Produtivos
Linha de Pesquisa: Gestão da Produção e Operações
Projeto de Pesquisa: Gestão Estratégica da Qualidade

São Paulo
Dezembro/2024

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS CRB8-10894

M386a Martins, Thiago Loretto Aricó
Avaliação da eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time* / Thiago Loretto Aricó Martins. – São Paulo: CPS, 2024.


125 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2024.


1. *Kaizen*. 2. *Lead time*. 3. *Roadmap*. 4. Indústria de confecção. 5. Sistemas produtivos. I. Azevedo, Marília Macorin de. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

THIAGO LORETTI ARICÓ MARTINS


AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PROGRAMA *KAIZEN* DIRECIONADO À
REDUÇÃO DO *LEAD TIME*

Documento assinado digitalmente
 **MARILIA MACORIN DE AZEVEDO**
Data: 15/01/2025 14:55:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo
Orientador – CEETEPS

Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCO JOSE GRANDINETTI**
Data: 14/01/2025 16:28:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco José Grandinetti Examinador
Externo – UNESP

Documento assinado digitalmente
 **ELIACY CAVALCANTI LÉLIS**
Data: 15/01/2025 12:01:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Eliacy Cavalcanti Lélis Examinador
Interno - CEETEPS

São Paulo, 11 de dezembro de 2024

Este trabalho é dedicado a Deus, à minha
esposa, à minha família, à minha orientadora e
ao meu país.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e proteção.

À minha esposa, Carol, pelo seu apoio incondicional.

À minha mãe e meu pai, pelos valores que me transmitiram.

À minha orientadora, pelos constantes e precisos direcionamentos.

Ao time *Kaizen* da empresa *Alpha*, pela empolgação com que receberam novas ideias.

À empresa *Alpha*, por acreditar na intervenção por meio de um método científico para melhoria de resultados.

Tudo o que temos de decidir é o que fazer com
o tempo que nos é dado.
Gandalf, o cinzento.

RESUMO

MARTINS, T. L. A. **Avaliação da eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time***. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2024.

O ambiente no qual se insere a indústria de confecção no mundo é competitivo nos âmbitos de qualidade, prazo e preço. Ao encontro desse cenário, empresas do segmento adotam sistemas produtivos baseados no *lean manufacturing*, no todo ou em parte, sendo o *Kaizen* um dos recursos que tais empresas lançam mão. Entretanto, quanto à avaliação da eficácia dos *Kaizens* na redução do *lead time*, as organizações não convergem quanto a uma sistemática padronizada para a avaliação. O presente trabalho tem por objetivo estabelecer um *roadmap* de análises básicas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time*, permitindo assim confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados. A metodologia usada foi a pesquisa-ação, que é um método que combina pesquisa teórica e ação prática para resolver problemas e promover mudanças em um contexto específico. A pesquisa tem um caráter aplicado, com uma abordagem qualitativa e quantitativa e um enfoque descritivo quanto aos dados obtidos. Os principais resultados indicam que os objetivos específicos e gerais foram alcançados, sustentando a resposta à questão de pesquisa “quais análises básicas podem ser realizadas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time*?”. A formação do time *Kaizen* e o treinamento da equipe foram bem-sucedidos. As análises dos dados de *lead time* revelaram melhorias significativas, apoiadas por testes estatísticos como Anderson-Darling, histogramas e análise de séries temporais. O *gemba walk* confirmou reduções nas perdas que afetam o *lead time*. O estudo forneceu sugestões de análises, incluindo acompanhamento via histogramas e séries temporais, análise de tendência e teste de Mann-Whitney U para avaliar a eficácia do programa *Kaizen* onde pode-se concluir que representam roteiro lógico útil e aplicável para casos similares.

Palavras-chave: *Kaizen*. *Lead time*. *Roadmap*. Eficácia. Indústria de Confecção. Sistemas Produtivos.

ABSTRACT

MARTINS, T. L. A. **Avaliação da eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do lead time**. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2024.

The environment in which the garment industry operates globally is competitive in terms of quality, deadlines, and price. In line with this scenario, companies in the sector adopt production systems based on lean manufacturing, either wholly or partially, with Kaizen being one of the tools these companies employ. However, when it comes to evaluating the effectiveness of Kaizen in reducing lead time, organizations do not converge on a standardized methodology for assessment. The objective of this work is to establish a roadmap of basic analyses to evaluate the effectiveness of a Kaizen program aimed at reducing lead time, thus ensuring reliability and reproducibility of the results. The methodology used was action research, a method that combines theoretical research with practical action to solve problems and promote changes within a specific context. The research is applied, with both qualitative and quantitative approaches, and a descriptive focus on the data obtained. The main results indicate that both specific and general objectives were achieved, supporting the answer to the research question: "What basic analyses can be conducted to evaluate the effectiveness of a Kaizen program aimed at reducing lead time?". The formation of the Kaizen team and the training of the staff were successful. The lead time data analysis revealed significant improvements, supported by statistical tests such as Anderson-Darling, histograms, and time series analysis. The gemba walk confirmed reductions in losses affecting lead time. The study provided suggestions for analyses, including monitoring via histograms and time series, trend analysis, and the Mann-Whitney U test to evaluate the effectiveness of the Kaizen program, where it can be concluded that these represent a useful and applicable logical roadmap for similar cases.

Keywords: Kaizen. Lead time. Roadmap. Effectiveness. Garment Industry. Productive Systems.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferentes graus de envolvimento esperados para o <i>Kaizen</i> frente aos níveis hierárquicos	28
Quadro 2: Diferentes enfoques em <i>Kaizen</i> e em inovação	29
Quadro 3: Comparação entre as propostas de etapas de Thiollent (1986) e esta pesquisa.....	58
Quadro 4: Compilação das ideias /projetos aprovados e concluídos	80
Quadro 5: Compilação das ferramentas selecionadas	104

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Obtenção de U_x e U_y	50
Equação 2 - Obtenção de U_x para U_y conhecido	51
Equação 3 - Obtenção de μ_U	51
Equação 4 - Desvio padrão para dados não-paramétricos	51
Equação 5 - Obtenção do score z	52
Equação 6 - Obtenção do t de Student	52
Equação 7 - Obtenção do quadrado de s_p	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Compilação dos percentuais de melhorias relatadas por grupo.....	37
Tabela 2: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de setembro.....	90
Tabela 3: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de outubro.....	93
Tabela 4: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de novembro.....	95
Tabela 5: Maiores faixas de ocorrência de hora por peça de setembro a novembro.....	97
Tabela 6: Demonstrativo das estatísticas descritivas de setembro a novembro.....	97
Tabela 7: Estatísticas descritivas do teste de Mann-Whitney U.....	103
Tabela 8: Resultados de P-valor para o teste de Mann-Whitney U.....	103
Tabela 9: Comparativo entre os resultados do primeiro e segundo gemba walk.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa do Sistema <i>Lean</i>	23
Figura 2: Guarda-chuva do <i>Kaizen</i>	27
Figura 3: Modelo esperado para a estratégia de melhoria com base na inovação	30
Figura 4: Modelo real para a estratégia de melhoria com base na inovação	30
Figura 5: União das estratégias de <i>Kaizen</i> e inovação	31
Figura 6: Representação da distribuição do <i>lead time</i>	33
Figura 7: Gráfico dos principais recursos utilizados	36
Figura 8: Exemplo de uma folha de verificação	38
Figura 9: Exemplo de um diagrama de Pareto	39
Figura 10: Exemplo de um diagrama de Ishikawa	40
Figura 11: Exemplo de um histograma	41
Figura 12: Exemplo de um diagrama de dispersão	41
Figura 13: Exemplo de uma carta de controle para CEP	42
Figura 14: Simbologia para fluxogramas conforme ISO 5807:1985	44
Figura 15: Simbologia para fluxogramas conforme BPMN	45
Figura 16: Curva normal – representação de uma cauda	47
Figura 17: Curva normal – representação de duas caudas	48
Figura 18: Modelo de diagrama de Gantt utilizado na pesquisa	60
Figura 19: Organograma e imagem do primeiro time <i>Kaizen</i> da empresa <i>Alpha</i>	63
Figura 20: Matriz SWOT	64
Figura 21: Resultados do primeiro gemba walk	67
Figura 22: Matriz dentro e fora	68
Figura 23: Programa <i>Kaizen</i>	70
Figura 24: Formulário de Projeto <i>Kaizen</i>	71
Figura 25: Indicador de número de ideias coletadas	73
Figura 26: Indicador de número de projetos abertos	74
Figura 27: Indicador de número de projetos encerrados	74
Figura 28: <i>Layout</i> antigo do processo e fluxo para a produção de camisa	76
Figura 29: <i>Layout</i> atual do processo e fluxo para a produção de camisa	76
Figura 30: <i>Layout</i> antigo do processo e fluxo para a produção de calça	77
Figura 31: <i>Layout</i> novo do processo e fluxo para a produção de calça	78
Figura 32: <i>Layout</i> antigo do processo e fluxo para a produção de camiseta	79

Figura 33: <i>Layout</i> novo do processo e fluxo para a produção de camiseta.....	80
Figura 34: Cabide e mesa de arremate.....	82
Figura 35: Ficha de apontamento de produção.....	83
Figura 36: Caixa para organização de matrizes de fixação de botões.....	84
Figura 37: Esquadro ajustável para posicionamento de <i>patches</i>	84
Figura 38: <i>Kit</i> básico de ferramentas.....	85
Figura 39: Quadro de gestão da produção.....	86
Figura 40: Organizador de gabaritos de passadoria.....	87
Figura 41: Padrão de organização.....	88
Figura 42: Modelo de obtenção dos dados via ERP <i>Dynamics AX</i> ®.....	89
Figura 43: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de setembro.....	91
Figura 44: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de setembro.....	92
Figura 45: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de outubro.....	93
Figura 46: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de outubro.....	94
Figura 47: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de novembro.....	96
Figura 48: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de novembro.....	96
Figura 49: Série temporal da média para setembro, outubro e novembro.....	98
Figura 50: Demonstrativo da redução do desvio padrão de setembro a novembro.....	99
Figura 51: Demonstrativo dos valores mínimos de hora por peça de setembro a novembro...	99
Figura 52: Demonstrativo de redução dos valores máximos de hora por peça de setembro a novembro.....	100
Figura 53: Média semanal de <i>lead time</i> por peça de setembro a novembro.....	101
Figura 54: Resultados do segundo <i>gemba walk</i>	106

LISTA DE SIGLAS

BPMN	Business Process Model and Notation
CCQ	Círculos de Controle da Qualidade
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
ERP	Enterprise Resource Planning
JIT	Just-In-Time
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PKT	Practical Kaizen Training
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TPS	Toyota Production System
TPM	Total Productive Maintenance
TQC	Total Quality Control
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work in Process

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
1.1 <i>Lean manufacturing</i>	22
1.2 <i>Kaizen</i>	26
1.3 <i>Lead time</i>	32
1.4 Indústria de confecção	34
1.5 Contribuições do <i>Kaizen</i> nas indústrias de confecção.....	35
1.6 Ferramentas da qualidade, ISO 5807:1985 e BPMN	38
1.7 P-valor	45
1.8 Teste de Mann-Whitney U	48
1.9 Teste T de Student	52
1.10 <i>Roadmap</i>	53
2 METODOLOGIA.....	55
3 PESQUISA EMPÍRICA	62
3.1 Fase exploratória.....	62
3.1.1 Definição das partes interessadas	62
3.2 Campo de observação, amostragem e representatividade	68
3.3 Planejamento do <i>Kaizen</i>	69
3.4 Andamento do <i>Kaizen</i>	73
3.4.1 Implementação dos projetos <i>Kaizen</i>	75
3.5 Coleta de Dados.....	88
3.6 Resultados e discussões	90
3.6.1 Resultados referentes ao mês de setembro	90
3.6.2 Resultados referentes ao mês de outubro	92
3.6.3 Resultados referentes ao mês de novembro.....	95
3.6.4 Avaliação das faixas de distribuição e dispersão do <i>lead time</i>	97
3.6.5 Análises de séries temporais.....	98
3.6.6 Aplicação do teste de Mann-Whitney U	101
3.6.7 Agrupamento das ferramentas e análises elencadas	104
3.6.8 Realização do segundo <i>gemba-walk</i> e comparação com o primeiro <i>gemba-walk</i>	105
3.6.9 Desenvolvimento do <i>roadmap</i>	107
3.6.9.1 A estrutura do <i>roadmap</i>	107

CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
CONCLUSÃO.....	110
REFERÊNCIAS	113
APÊNDICE	118

INTRODUÇÃO

A indústria de confecção mundial participa de um cenário dinâmico e competitivo, onde os requisitos dos clientes quanto à conformidade, preço desejável e prazo de entrega se fazem evidentes e o desempenho dos processos de produção podem impactar diretamente nessas três dimensões (Martins; Azevedo, 2023a). Segundo Dennis (2008), na era da produção artesanal o valor de um produto era determinado pelos custos de produção somados à margem de lucro do artesão. Contemporaneamente, o mercado sugere o preço, e a diferença entre o preço e os custos define o lucro de uma empresa. Nesse aspecto, reduzir custos é essencial para aumentar a lucratividade, aumentar a capacidade de competição e permitir a continuidade do negócio e, assim, os trabalhos de melhoria de processo representam recurso importante para a melhoria do desempenho e redução de custos.

Segundo atualização da ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (2023), o perfil do setor têxtil e de confecção representa no Brasil uma produção de 8,1 bilhões de peças no ano de 2021, contra 7,9 bilhões de peças produzidas em 2020. Representa ainda 2,16 milhões de toneladas de produtos têxteis e de confecção em 2021 contra 1,91 milhões de toneladas em 2020. Existe ainda um aspecto social muito importante no Brasil, pois reporta-se 1,34 milhão de trabalhadores formais e aproximadamente 22,5 mil empresas do segmento constituídas no país e sendo o segundo principal segmento empregador. Assim, o perfil do setor têxtil e de confecção (ABIT, 2023) pode sugerir, além de aquecimento deste mercado, grande importância para a economia brasileira.

Encontrando este cenário, o *lean manufacturing* (Womack *et al.*, 2004) tem contribuído com a gestão e competitividade das indústrias de confecção no Brasil e em outros países como Índia, Paquistão, Bangladesh, Etiópia e Peru, onde, segundo Martins e Azevedo (2023a), várias contribuições vindas da implementação de ferramentas do *lean manufacturing* e, em particular, do *Kaizen* podem ser observadas, tais como redução de tempo ciclo, aumento de produtividade, redução de defeitos, aumento de eficiência, aumento da taxa de produção, redução de tempo de espera, redução de *lead time* e eliminação de estoques intermediários.

No estudo conduzido por Martins e Azevedo (2023a), verifica-se uma pluralidade de recursos de análise e intervenção nos processos, tais como 5S, VSM (*Value Stream Mapping*), análise de utilização de espaço, *Kaizen*, Balanceamento de linha, Diagrama de Pareto, PDCA

(*Plan, Do, Check and Act*), Kanban, diagrama de Ishikawa, DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), estudo de movimentos, manutenção produtiva total e gráfico de Yamazumi; entretanto, na avaliação, os autores dos trabalhos avaliados por Martins e Azevedo (2023a) não concordam entre si com um grupo padrão de análises básicas que possam ser feitas para se julgar os resultados da interferência das atividades vindas de um programa *Kaizen* no *lead time* das empresas onde os *Kaizens* foram conduzidos.

Baseando-se ainda no estudo conduzido por Martins e Azevedo (2023a), pode-se observar que autores como Veiga e Schmitz (2018), Cardoso *et al.* (2018), Teshome (2018), Nupur *et al.* (2018), Hasan, Shanta e Shams (2019), Andrade *et al.* (2020), Ukey, Deshmukh e Arora (2021), Rajpoot, Kurmi e Thakur (2021), Flores *et al.* (2021), Zamora-Gonzales, Bazalar e Flores (2021), Torres-Luna *et al.* (2021), Dagne (2022), Jaleel *et al.* (2022), Van, Phang e Cong (2022) e Wendt e Baú (2022) reportam diversos ganhos, tais como redução do *lead time* e do tempo de ciclo, maior fluidez da produção, eficiência do fluxo de valor, melhoria de *layout*, formação de cultura de melhoria e melhoria de método, entretanto, torna-se subjetivo e aberto a interpretação e o enquadramento dos ganhos reportados na redução de um ou mais grupos das oito perdas da produção *lean* (Dennis, 2008).

Para Imai (1988), o *Kaizen* pode ser direcionado a frentes como a administração, instalações, grupo ou ainda para a pessoa e com metas objetivas, tais como redução do *lead time*, redução de estoque, redução de superprodução, redução de *turn over* e redução de perdas de capital humano. Entretanto, na leitura de trabalhos como os de Hasan, Shanta e Shams (2019), Ukey, Deshmukh e Arora (2021) e Van, Phang e Cong (2022) verificam-se contribuições importantes do *Kaizen*, mas não se observa o planejamento de um *Kaizen* com o foco de redução de uma perda da produção ou com foco em atingir uma meta específica da empresa.

Inserindo-se no cenário da indústria de confecção, encontra-se a empresa designada como *Alpha* para fins desta pesquisa, onde, fundada na década de 1970, possui 5 plantas distribuídas no sul e sudeste brasileiro e com um quadro de aproximadamente 1000 colaboradores. Tem a missão de fornecer uniformes para o mercado brasileiro e com a visão de se manter como referência brasileira em qualidade de uniformes profissionais. Os valores expressos pela empresa, tais como o fomento da melhoria, abrem espaço e receptividade para iniciativas de melhoria, como já adotadas em muitos processos.

A empresa *Alpha* é certificada na norma ISO 9001:2015 desde 2008 e, em sua política da qualidade, possui um compromisso formal com a melhoria contínua dos processos, quais se

desdobram em objetivos e metas. Um dos objetivos estratégicos da empresa é a redução do *lead time* e tem investido em tecnologia e melhorias para atingir esse objetivo, como a substituição do ERP (*Enterprise Resource Planning*) para facilitar as atividades do grupo.

Unindo-se o cenário até aqui descrito, onde se contempla a não observação do direcionamento do *Kaizen* a uma meta estratégica da empresa, à redução de uma perda específica e a não adoção de análises básicas padronizadas para avaliação da eficácia de um programa *Kaizen*, surgiu a questão de pesquisa.

Questão de pesquisa:

Quais análises básicas podem ser realizadas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time* processual?

Com a abertura concedida pela empresa *Alpha* para a condução de uma pesquisa-ação que visa responder a essa questão de pesquisa, elaborou-se o objetivo geral.

Objetivo geral:

Estabelecer um roteiro de análises básicas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time* processual.

Para atingir o objetivo geral, estabeleceu-se os objetivos específicos:

- **Objetivo específico 1:** formar um time *Kaizen* e treinar a equipe do processo para início de um programa *Kaizen* voltado à redução do *lead time* processual;
- **Objetivo específico 2:** avaliar os dados de *lead time* processual a fim de se obter suas caracterizações quanto à distribuição;
- **Objetivo específico 3:** elencar análises que possam avaliar resultados do *Kaizen* quanto ao *lead time* processual;
- **Objetivo específico 4:** avaliar resultados de *lead time* processual por 10 semanas comparando-se os cenários pré e pós-*Kaizen*;
- **Objetivo específico 5:** conduzir um *gemba walk* inicial e final para se comparar os cenários de perdas observadas pré e pós-*Kaizen*;
- **Objetivo específico 6:** elaborar um *roadmap* sugerindo um roteiro e análises para se avaliar a eficácia do programa *Kaizen*;
- **Objetivo específico 7:** relatar os dados provenientes da aplicação do *roadmap* no processo de costura de uma indústria de confecção.

A pesquisa tem um caráter aplicado, com uma abordagem qualitativa e quantitativa e um enfoque descritivo quanto aos dados obtidos.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

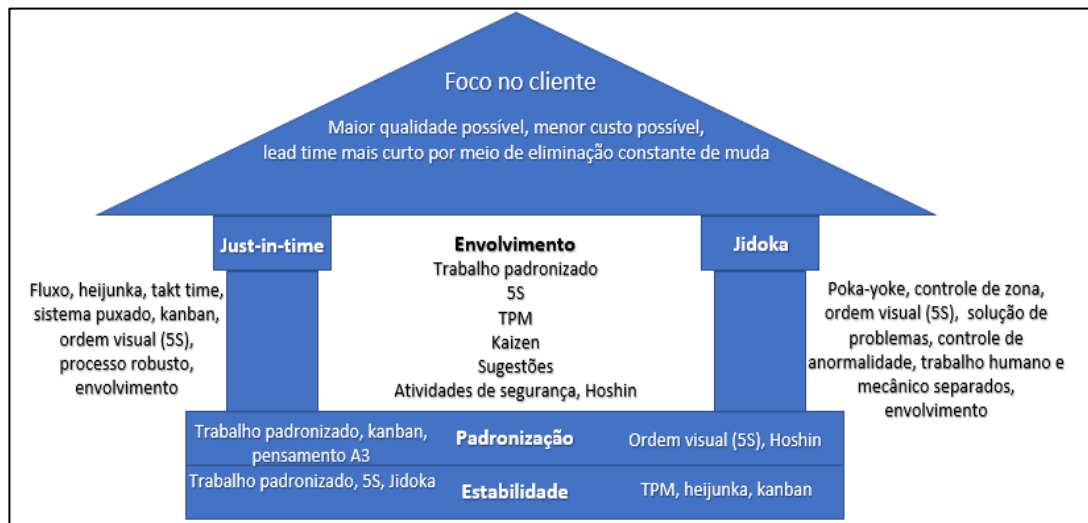
Nesta sessão são fundamentados os temas *lean manufacturing*, *Kaizen*, *lead time*, indústria de confecção, contribuições do *Kaizen* nas indústrias de confecção, ferramentas da qualidade, ISO 5807:1985 (ABNT, 1985), BPMN (*Business Process Model and Notation*). Será abordado também o conceito de p-valor, o qual é fundamental para a interpretação dos testes de Mann-Whitney U e T de Student, também fundamentados nesta sessão e que tem por objetivo comparar os grupos de dados de *lead time* pré e pós-*Kaizen* para julgamento de significância quanto à diferença estatística. A seção é finalizada com a fundamentação de *roadmap*, importante para a elaboração do produto pretendido por esta pesquisa.

1.1 *Lean manufacturing*

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentou uma crise econômica e escassez de recursos. A Toyota, uma empresa automobilística japonesa, desenvolveu o Sistema de Produção Toyota (TPS) como resposta ao crescimento da influência da concorrente Ford, considerando as limitações econômicas e a falta de recursos do país. O TPS foi criado com o objetivo de fornecer produtos de alta qualidade, atendendo às necessidades dos clientes em termos de quantidade, qualidade e prazos. O *Lean manufacturing* é reconhecido como uma abordagem que orienta o TPS (Womack; Jones; Roos, 2004).

Conforme observado por Bashar e Hasin (2018), o objetivo do *Lean manufacturing* é reduzir perdas e desperdícios na produção, mantendo a capacidade de resposta às necessidades dos clientes e produzindo produtos de alta qualidade de forma eficiente. Bashar e Hasin (2018) veem a implementação do *Lean manufacturing* como um processo complexo, enquanto Torres-Luna *et al.* (2021) o consideram uma abordagem simples e econômica, simplificando as operações diárias tanto para os colaboradores quanto para as empresas.

Para Dennis (2008), ilustra-se o TPS com o auxílio da Figura 1, na qual apresenta-se um modelo de casa que sustenta o foco principal: o foco no cliente.

Figura 1: Casa do Sistema *Lean*

Fonte: adaptado de Dennis (2008)

Com base na Figura 1, analisa-se que o sistema *Lean* possui uma estrutura para sustento do objetivo “foco no cliente”. Verifica-se ainda dois pilares principais representados pelo JIT – *Just In Time*, e *Jidoka*, cada um destes formados por recursos apresentados externamente a estes. Entre os pilares, encontra-se o envolvimento e seus recursos (trabalho padronizado, 5S, TPM – *Total Productive Maintenance*, *Kaizen*, sugestões, atividades de segurança e planejamento *hoshin*). No piso, encontra-se a padronização, apoiada por trabalho padronizado, *Kanban*, pensamento A3, 5S e planejamento *hoshin* e, na fundação, encontra-se a estabilidade, apoiada por trabalho padronizado, 5S, *Jidoka*, TPM, *heijunka* e *Kanban*. Sustentando o foco no cliente, verifica-se que os 5S’s tem presença em todos os níveis do sistema *Lean*.

Para Ukey, Deshmukh e Arora (2021), os 5S’s tiveram origem como parte do Sistema de Produção da Toyota, um método de produção desenvolvido pelos líderes da Toyota Motor Company no início do século XX. O TPS, frequentemente referido como produção enxuta (*Lean Production*), opera por meio da identificação e eliminação de desperdícios nos processos de produção e lança mão da importante filosofia dos 5S’s. Para implementá-los, ferramentas como quadros de sombras, marcações no chão, placas, etiquetas 5S e etiquetagem podem ser utilizadas, entre outras.

O termo 5S provém das cinco palavras japonesas:

- *Seiri* (Classificação): A primeira etapa no 5S envolve a classificação, na qual equipamentos, ferramentas, materiais etc., são minuciosamente avaliados. Essa etapa auxilia na distinção entre itens necessários e supérfluos no ambiente de trabalho.

- *Seiton* (Ordenação): Após a classificação dos itens, estes devem ser organizados. Cada item é alocado no departamento correspondente, garantindo que cada coisa tenha seu lugar designado. Deve-se planejar a disposição de produtos de acordo com sua utilidade, necessidade e frequência de uso, armazenando-os em contêineres apropriados.

- *Seiso* (Limpeza): A fase de limpeza diz respeito à higienização da área de trabalho e à manutenção dos equipamentos e máquinas. O 5S atribui a todos a responsabilidade de manter limpo o próprio posto de trabalho. Na indústria, as sessões de limpeza ocorrem diariamente, a intervalos regulares, com os operadores encarregados de manter a ordem em suas estações de trabalho.

- *Seiketsu* (Padronização): Essa etapa concentra-se na padronização dos processos. A padronização implica em funções padronizadas, criação de cronogramas e envio de instruções para que as tarefas se tornem rotineiras. Isso estabelece procedimentos operacionais padronizados para o 5S, assegurando a qualidade do trabalho.

- *Shitsuke* (Sustentação): A sustentação refere-se à manutenção contínua, repetição e atualização do sistema 5S, envolvendo todos na organização para garantir a continuidade do processo a longo prazo. O sistema 5S deve funcionar de forma eficiente por um período prolongado, sem permitir retrocessos para antigos hábitos.

Para Ukey, Deshmukh e Arora (2021), outro termo presente em várias componentes do sistema *Lean* é o *Kanban*. *Kanban*, uma palavra de origem japonesa que se traduz como painel ou quadro, foi criado com o propósito de aprimorar a eficiência da produção e alcançar o *Just In Time* (JIT). Trata-se de um indicador visual utilizado para visualizar e monitorar a produção em toda a fábrica ou planta de manufatura, além de aprimorar a comunicação das informações.

Para Kumar e Naidu (2012), o sistema *Kanban* tem como objetivo principal limitar o excesso de estoque em qualquer momento durante o processo de produção, o que implica na redução de estoques e Trabalho em Andamento (WIP – *Work in Process*). Adicionalmente, o sistema é eficaz na identificação de gargalos na linha de produção, proporcionando a oportunidade de ajustá-los para otimizar o fluxo de trabalho. Esse ajuste é facilitado pela utilização de um quadro *Kanban*, que apresenta de maneira visual o WIP na linha de produção. Dessa forma, o quadro *Kanban* exibe informações como WIP total, entrada, saída, tempo de máquina parada, metas, entre outros. Reduzindo a quantidade de material ou estoque entre as operações, o *Kanban* transforma qualquer sistema de empurrar em um sistema de puxar para a produção.

Atividades associadas ao *Lean manufacturing*, como o *Kaizen*, buscam a melhoria contínua dos processos, eliminando ações que não acrescentam valor (perdas), conforme delineado por Rajpoot, Kurmi e Thakur (2021). Consideram-se perdas todas aquelas atividades ou resultados que não agreguem valor ao produto (Wendt; Baú, 2022). Para Bashar e Hasin (2018), essas perdas podem ser divididas em 7 grupos, sendo eles:

- Tempo de espera: É o tempo em que um material ou produto está esperando para ser processado. Nenhum valor está sendo agregado ao mesmo no momento.

- Correção: é relacionada a produtos que não atingiram as características necessárias no processo de fabricação e precisarão ser retrabalhados;

- Movimento: trata-se de movimento tanto humano quanto mecanizado que não seja para agregação de valor ao produto;

- Transporte: trata-se do transporte de uma operação a outra, entre setores, entre unidades ou qualquer outro, pois não agrega valor. Fatores como distribuição de um *Layout* podem influenciar fortemente nessa e em outras perdas;

- Excesso de processamento: trata-se de uma forma sutil de perda, onde se processa o produto além do necessário;

- Estoque: essa perda está relacionada à matéria prima que é mantida em estoque aguardando transformação, produtos prontos em estoque aguardando demanda do cliente e também o WIP, que configura produtos que estão aguardando transformação ou outra agregação de valor entre um processo e seu posterior;

- Excesso de produção: essa perda ocorre quando se produz em quantidade superior à que o cliente deseja. Tal perda é vista como a origem de todo o mal na área da manufatura. O excesso de produção está atrelado à origem de outras perdas, como movimento, espera, transporte, correção e estoque.

Um oitavo grupo é apresentado por Dennis (2008), sendo ele o conhecimento sem ligação, que ocorre quando há falta de comunicação entre a empresa, seus fornecedores e seus clientes. Isso pode inibir o fluxo da criatividade, de ideias e de conhecimento.

1.2 *Kaizen*

O termo "*Kaizen*", que significa "mudar para melhor" em japonês, está intrinsecamente ligado ao conceito de melhoria contínua. Ele surgiu da necessidade de reduzir perdas e aprimorar os processos na Toyota, sendo comumente associado ao *lean manufacturing* (produção enxuta) no Ocidente (Womack; Jones; Roos, 2004).

Conforme apontado por Hasan *et al.* (2019), a combinação do *Kaizen* com os 5S's possibilita a identificação de processos que não agregam valor, permitindo sua eliminação da produção. Jaleel *et al.* (2022) descrevem o *Kaizen* como uma filosofia que busca constantemente melhorar os aspectos do processo.

Imai (1988) caracteriza o *Kaizen* como um processo de melhoria gradual e contínua, com foco em refinamentos nos detalhes e no estabelecimento de padrões mais elevados. A norma NBR ISO 9000 define a melhoria como uma "atividade para melhorar o desempenho" (ABNT, 2015, p.15) e a melhoria contínua como uma "atividade recorrente para aumentar o desempenho" (ABNT, 2015, p.15). Essas definições são aplicáveis a sistemas de gestão de qualidade, meio ambiente e segurança no trabalho.

Dennis (2008) enfatiza que o *Kaizen* é uma atividade estruturada que envolve a participação das pessoas, o estabelecimento de metas, a execução de atividades em círculos *Kaizen*, treinamento prático em *Kaizen*, administração e promoção das atividades dos círculos *Kaizen*, coleta de ideias, relatórios estruturados, tratamento organizado das necessidades de melhoria e o planejamento *Hoshin*. O *Kaizen* frequentemente faz uso da ferramenta PDCA, que compreende o planejamento, a execução, a verificação e ação para correção ou aprimoramento dos processos (Andrade *et al.*, 2020). Assim, o *Kaizen* se alinha com o conceito de melhoria contínua, uma vez que é uma atividade sistemática e recorrente voltada para o aperfeiçoamento do desempenho de processos e características empresariais.

Para Imai (1988), a filosofia do *Kaizen* representa o principal pilar da gestão japonesa e é a chave para o sucesso competitivo no Japão. O termo *Kaizen* se traduz como a constante busca de aprimoramento. O *Kaizen* é uma responsabilidade compartilhada por todos. Este conceito é fundamental para compreender as discrepâncias entre a abordagem da gestão japonesa e a ocidental. As principais diferenças incluem o *Kaizen* japonês, que se concentra na melhoria contínua e no processo, em contraste com a abordagem ocidental, que prioriza

resultados e inovação. Nos negócios japoneses, o *Kaizen* está tão enraizado que tanto gerentes quanto funcionários o praticam sem perceber.

Ao tentar desvendar o "milagre econômico" do Japão após a Segunda Guerra Mundial, acadêmicos, jornalistas e empresários analisaram diversos fatores, como o desenvolvimento da produtividade, o controle total da qualidade (TQC), atividades em pequenos grupos, sistemas de sugestões, automação, robótica e relações trabalhistas. Embora esses estudos tenham sido abrangentes e minuciosos, não deram devida atenção ao aspecto mais simples e importante da gestão japonesa (Imai, 1988). Para Imai (1988), a essência de todas as práticas distintivas da administração japonesa, seja o aprimoramento da produtividade, as iniciativas de TQC, os círculos de controle de qualidade (CCQ) ou as relações trabalhistas, pode ser resumida em uma única palavra: *Kaizen*. A mensagem central da estratégia do *Kaizen* é que nenhum dia deve encerrar sem que alguma forma de aprimoramento seja implementada em algum ponto da empresa. A Figura 2 exhibe os elementos abrangidos pela filosofia do *Kaizen*, que Imai (1988) descreveu como um guarda-chuva que engloba todas as técnicas de melhoria, integrando-as de forma sinérgica para extrair o máximo benefício de cada uma delas.

Figura 2: Guarda-chuva do *Kaizen*



Fonte: Imai (1988)

Conforme ilustrado na Figura 2, analisa-se que para Imai (1988) o conceito de *Kaizen* abrange conceitos, filosofias e recursos, tais como orientação ao cliente, TQC, robótica, círculos de controle de qualidade, sistema de sugestões, automação, disciplina, manutenção produtiva

total, *Kanban*, melhoria da qualidade, *Just In Time*, zero defeitos, atividades em pequenos grupos, relações corporativas entre administração e mão de obra, melhoria da produtividade e desenvolvimento de novos produtos.

Para Imai (1988), sendo o *Kaizen* um processo contínuo e que envolve todos os níveis da organização, todos estão envolvidos com melhoria em algum grau. O Quadro 1 apresenta algumas das características de envolvimento de acordo com o grau de hierarquia.

Quadro 1: Diferentes graus de envolvimento esperados para o *Kaizen* frente aos níveis hierárquicos

Alta Gerência	Média Gerência	Supervisores	Operários
Firmar compromisso em implementar o <i>Kaizen</i> como parte integrante da estratégia corporativa	Disseminar e implementar as metas do <i>Kaizen</i> através da distribuição do plano de ação e da gestão multifuncional	Implementar o <i>Kaizen</i> nas operações funcionais	Engajar-se no <i>Kaizen</i> através do sistema de sugestões e participação em pequenos grupos
Proporcionar suporte e orientação ao <i>Kaizen</i> através da alocação estratégica de recursos	Aplicar o <i>Kaizen</i> em todas as capacidades operacionais	Desenvolver estratégias para o <i>Kaizen</i> e oferecer orientação à equipe	Demonstrar disciplina no ambiente de trabalho
Definir o plano de ação do <i>Kaizen</i> e estabelecer metas abrangentes e multifuncionais	Estabelecer, manter e aprimorar os padrões de excelência	Aprimorar a comunicação com os colaboradores e promover um ambiente de trabalho positivo	Investir em contínuo autodesenvolvimento para aprimorar as habilidades de resolução de problemas
Alcançar os objetivos do <i>Kaizen</i> através da implementação do plano de ação e da realização de verificações regulares	Promover a conscientização dos colaboradores sobre o <i>Kaizen</i> por meio de programas de treinamento intensivo	Dar suporte às iniciativas em grupos menores e ao sistema de sugestões individuais	Ressaltar a habilidade e a experiência no desempenho do serviço, aprendendo várias funções
Desenvolver sistemas, procedimentos e estruturas eficazes para suportar o <i>Kaizen</i>	Ajudar os empregados a desenvolverem habilidades e ferramentas para a solução de problemas	Introduzir a disciplina na área de trabalho e oferecer sugestões de <i>Kaizen</i>	

Fonte: adaptado de Imai (1988)

Com base nos dados apresentados no Quadro 1, analisa-se que o envolvimento de todos os níveis hierárquicos é necessário no *Kaizen*, cada nível com seus grupos de contribuições.

Imai (1988) ressalta os diferentes enfoques de estratégia da indústria japonesa frente à ocidental. Enquanto no ocidente existem muitas ações orientadas à inovação, poucas existem voltadas ao *Kaizen* enquanto no Japão o cenário se inverte, havendo muitas ações voltadas ao *Kaizen* e poucas à inovação. O Quadro 2 apresenta as principais características que diferem quanto aos enfoques em *Kaizen* e em inovação.

Quadro 2: Diferentes enfoques em *Kaizen* e em inovação

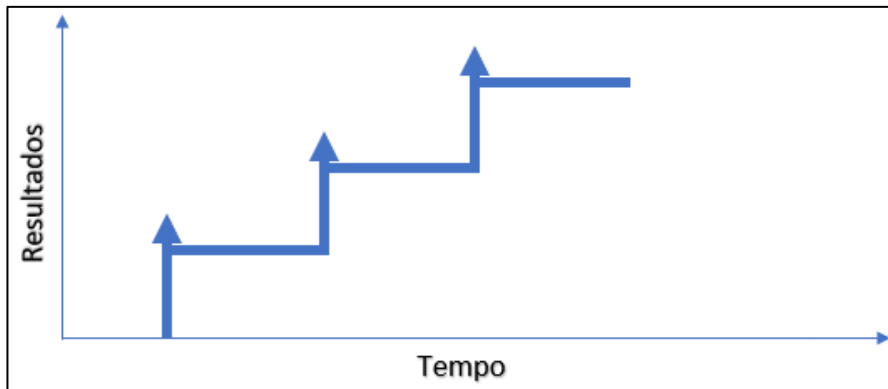
Característica	<i>Kaizen</i>	Inovação
Efeito	A longo prazo e consistente, ainda que seja um processo contínuo e gradual.	A curto prazo e empolgante
Ritmo	Avanços incrementais.	Avanços significativos.
Estrutura de tempo	Progresso contínuo e gradual.	Desenvolvimento intermitente e não necessariamente incremental.
Mudança	Desenvolvimento constante e persistente.	Repentina e passageira
Envolvimento	Engajamento de todos os membros.	Envolvimento de poucos "defensores" selecionados.
Enfoque	Colaboração em equipe, com foco no sistema como um todo.	Ênfase no individualismo, com foco em ideias e esforços individuais.
Método	Manutenção contínua e busca pela melhoria constante.	Desperdício e retrabalho.
Estímulo	Expertise e atualizações tradicionais.	Progresso impulsionado por avanços tecnológicos.
Exigências práticas	Investimento modesto, mas com grande dedicação para a sua sustentação.	Grande investimento e pouco esforço para mantê-la
Orientação do esforço	Enfoque nas pessoas.	Tecnologia
Crítérios de avaliação	Processos e iniciativas visando melhorias contínuas.	Resultados por lucros
Vantagem	É útil na economia de crescimento lento	Adapta-se melhor à economia de crescimento rápido

Fonte: adaptado de Imai (1988)

Com base nas informações do Quadro 2, analisa-se que o *Kaizen* foca na constância e perenidade das melhorias a um baixo custo ao passo que a inovação é esporádica ou intermitente, é rápida e tem maiores custos.

Imai (1988) teoriza três modelos quanto à inovação e *Kaizen*: o modelo esperado para estratégia de inovação, o modelo real para a estratégia de inovação e o modelo real para *Kaizen* mais inovação. A Figura 3 ilustra o modelo esperado para estratégia de inovação.

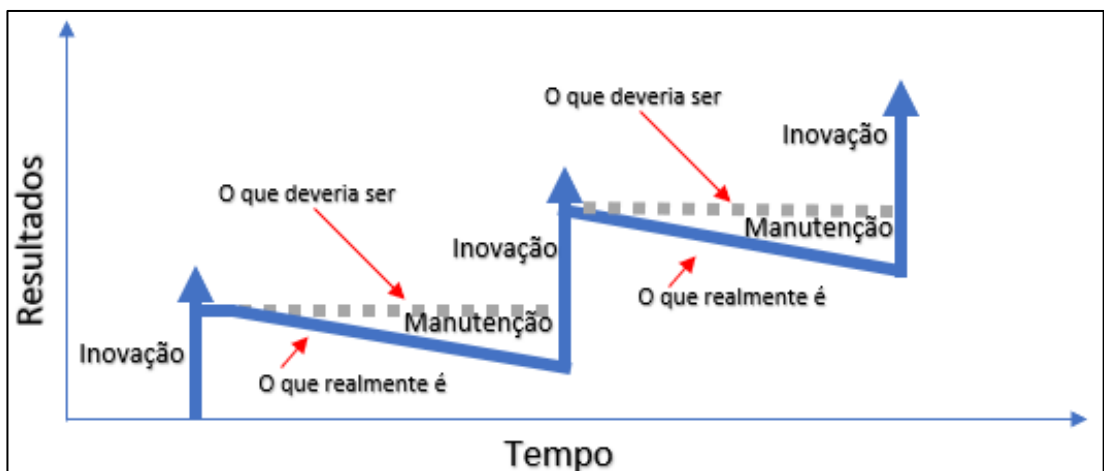
Figura 3: Modelo esperado para a estratégia de melhoria com base na inovação



Fonte: Imai (1988)

Com base no que ilustra a Figura 3, analisa-se que o modelo esperado ilustra aumento de resultados que se sustentam ao longo do tempo. Nota-se que cada inovação fornece base para um novo patamar estável e contínuo. Imai (1988) apresenta ainda o segundo modelo, ilustrado na Figura 4, o qual fornece o modelo real para a estratégia de melhoria com base na inovação.

Figura 4: Modelo real para a estratégia de melhoria com base na inovação

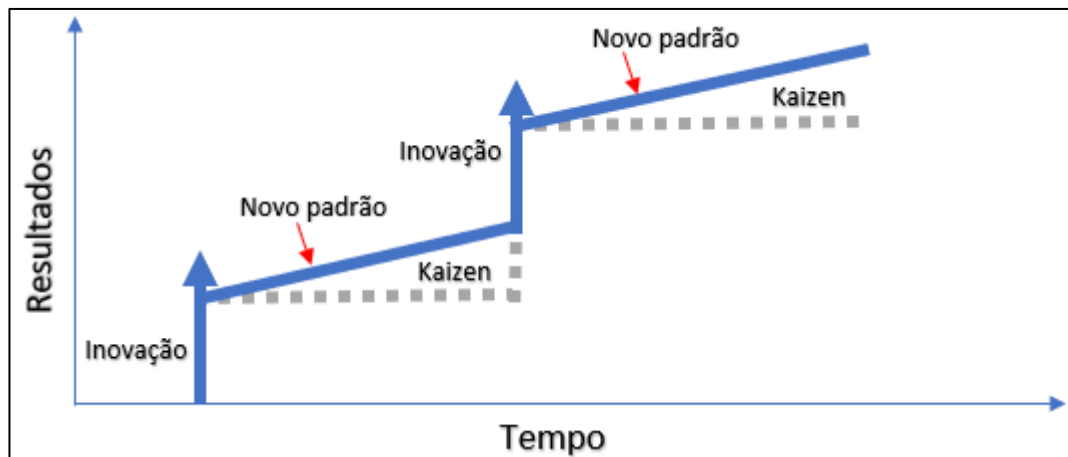


Fonte: Imai (1988)

Com base na Figura 4, qual ilustra o modelo real para a estratégia de melhoria com base na inovação, analisa-se que o modelo apresenta elevação de resultados baseados na inovação e que estes não fornecem patamar estável para a implementação de outras inovações. Ao invés, apresentam queda de resultado contínua acompanhada por um período de manutenção até a implementação de uma próxima inovação. O modelo sugere ineficiências quanto ao aproveitamento do tempo pois ilustra queda de resultado ao longo do tempo.

Um terceiro modelo teorizado por Imai (1988) e apresentado na Figura 5 ilustra a união das estratégias de inovação e *Kaizen*.

Figura 5: União das estratégias de *Kaizen* e inovação



Fonte: Imai (1988)

Com base no que ilustra a Figura 5, analisa-se que a estratégia do *Kaizen* fornece melhoria contínua de resultados ao longo do tempo, o que propicia o desenvolvimento de novos padrões e fornece bases mais elevadas para a implementação de outras inovações.

Como já observado, o *Kaizen* rotineiramente emprega a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check and Act*), que inclui planejamento, execução, verificação e ação para retificar ou aprimorar os processos (Andrade *et al*, 2020). Para Jagusiak-Kocik (2017), o PDCA, também conhecido como ciclo de Deming, é a representação de um modelo de gestão de qualidade. Sua implementação pode possibilitar uma melhoria consistente na qualidade de um produto, serviço ou organização. Consiste em:

i. Planejar (P - *Plan*): Nessa primeira etapa, é possível planejar, analisar e compreender as causas reais do problema.

ii. Fazer (D – *Do*): A segunda etapa envolve a identificação de soluções e o desenvolvimento dessas soluções.

iii. Verificar (C – *Check*): A terceira etapa consiste em uma etapa de verificação, que envolve a verificação das soluções, medição, aprimoramento e avaliação dos resultados.

iv. Agir (A – *Act*): A quarta etapa se concentra na implementação da solução geral e no início de um novo ciclo. No contexto da melhoria contínua, a última etapa ("Agir") automaticamente leva à primeira etapa ("Planejar").

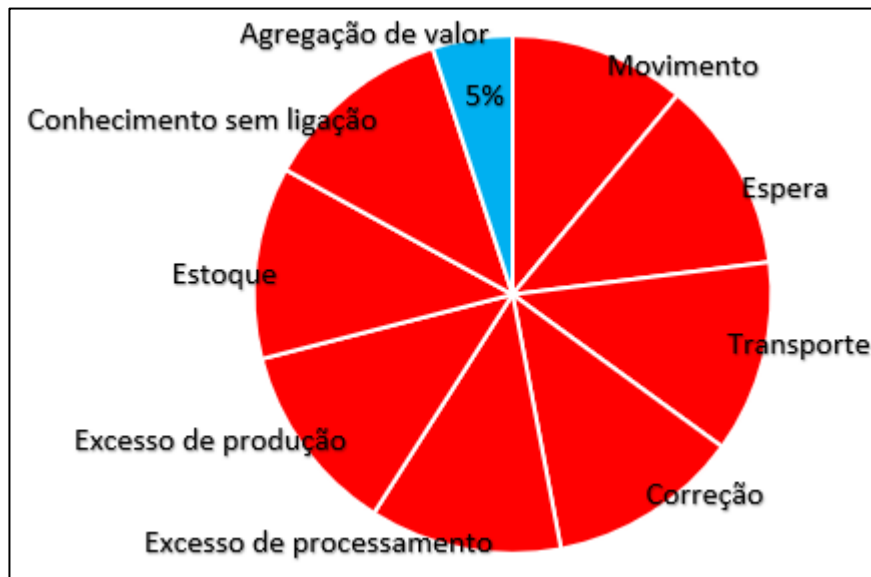
Portanto, utilizando o recurso do PDCA, pode-se entender que o *Kaizen* está alinhado com o conceito de melhoria contínua, uma vez que representa uma atividade estruturada e repetitiva destinada a elevar o desempenho de processos ou características de uma empresa.

1.3 *Lead time*

Para Tatsiopoulos e Kingsman (1983), o *lead time*, ou tempo de fabricação, é entendido como a variável fundamental no contexto da gestão de produção em sistemas intermitentes, especialmente em *job-shops*, onde os tempos de fabricação são frequentemente longos e variáveis. Para Tatsiopoulos e Kingsman (1983), cerca de 10% desse tempo é devido ao tempo real de processamento, sendo o restante dominado pelos tempos de trânsito entre operações. Assim, o *lead time* processual representa o tempo de fabricação de um setor específico.

Na visão de Dennis (2008), a estimativa é ainda menos otimista, onde entende-se que apenas 5% do tempo de produção seja realmente destinado à agregação de valor. A Figura 6 apresenta a interpretação de Dennis (2008) sobre a distribuição dos tempos em fabricação.

Figura 6: Representação da distribuição do *lead time*



Fonte: Dennis (2008, p 40)

Para Tatsiopoulos e Kingsman (1983), duas abordagens para determinar os valores de planejamento para os tempos de fabricação são discutidas: a primeira trata os tempos como variáveis independentes e incontroláveis, enfocando a previsão para minimizar erros. A segunda enfatiza o controle, buscando gerenciar os tempos médios para corresponder a normas predefinidas. O autor compara essas abordagens, concluindo que a segunda é mais apropriada, mas requer uma estreita cooperação entre as funções de produção e marketing da empresa.

Tatsiopoulos e Kingsman (1983) destacam a importância dos tempos de fabricação para funções como *marketing*, produção e finanças, e explora fatores que influenciam esses tempos, como a estrutura do produto, processo de produção e planejamento de capacidade. Enfatiza a influência de fatores de médio prazo, como *backlogs* de trabalho e métodos de planejamento de capacidade. A escolha entre estratégias de planejamento de capacidade é discutida, destacando a necessidade de uma estratégia integrada que considere os tempos em todos os níveis para atender às considerações de *marketing* e produção. Tatsiopoulos e Kingsman (1983) argumentam que a compreensão e controle desses fatores são essenciais para uma gestão eficaz do tempo de produção.

1.4 Indústria de confecção

A indústria de confecção representa a fase final do processo têxtil, onde são fabricados acessórios de vestuário e roupas em geral (Dutra *et al.*, 2011). As etapas abrangem o projeto e desenvolvimento de produtos, modelagem, enfiado, corte de tecidos, costura, aplicação de *silk-screen* e bordados, bem como acabamentos, como a aplicação de botões, arremates e passadoria.

Para Martins e Azevedo (2023a), em um ambiente caracterizado pela competitividade e dinamismo no qual a indústria de confecção está inserida, é imperativo que as empresas sejam competitivas em relação a prazos de entrega, preços dos produtos e aderência aos requisitos, sejam eles explícitos ou implícitos. Enquanto na era artesanal da indústria, o preço de um produto era determinado com base no custo de produção acrescido da margem de lucro desejada pelo artesão, atualmente o cenário da indústria de confecção segue um modelo diferente. Nesse novo modelo, o lucro de uma empresa é resultado do preço, que é influenciado pelo mercado, deduzidos os custos de produção. Visto que o lucro é um elemento fundamental para a existência e continuidade de uma empresa, e o preço é uma variável determinada pelo mercado, fica evidente que a redução de custos desempenha um papel importante na ampliação da lucratividade.

No Brasil, o setor têxtil e de confecção é altamente significativo, registrando um faturamento de 190 bilhões de reais no ano de 2021 e uma produção total de 8 bilhões de peças, de acordo com dados da ABIT (2023). Este setor abriga cerca de 22,5 mil empresas formalmente estabelecidas, representando uma parcela considerável, equivalente a 19,5% da força de trabalho da indústria de transformação do país. Notavelmente, a indústria de confecção se posiciona como o segundo maior empregador no Brasil, ficando atrás somente da indústria alimentícia.

Conforme observado por Andrade *et al.* (2020), o setor têxtil enfrenta desafios relacionados a atrasos na produção devido a processos que se mostram ineficazes e demorados. Essa ineficiência pode ser atribuída às perdas previamente mencionadas, que afetam vários sistemas de produção. A necessidade de uma resposta ágil às variações de estilo, especialmente em fábricas de vestuário que lidam com pequenos lotes e pedidos, é destacada por Güner e Ünal (2008). Nesse contexto, a aplicação de *Kaizens*, com o objetivo de reduzir perdas e otimizar os processos, pode fortalecer a capacidade da indústria de confecção de se adaptar a mudanças de estilo.

No Brasil, o setor de confecção ocupa a segunda posição em empregabilidade na indústria de transformação e conquistou reconhecimento global nas áreas de *design* de *jeanswear*, moda praia, *homewear*, *fitness* e *lingerie* (Wendt; Baú, 2022). No entanto, a eficiência de produção é prejudicada por desperdícios de recursos e altas taxas de defeitos, que são desafios enfrentados pela indústria de confecção (Flores *et al.*, 2021).

1.5 Contribuições do *Kaizen* nas indústrias de confecção

Para Martins e Azevedo (2023a), em um cenário altamente competitivo e dinâmico, como o da indústria de confecção, a necessidade de ser competitivo em termos de prazos de entrega, preço do produto e conformidade com requisitos explícitos ou implícitos é fundamental para a sobrevivência e prosperidade das atividades industriais.

Uma vez que o lucro é um fator crítico para a existência e sustentabilidade de qualquer empresa e o preço é uma variável que o mercado sugere, fica claro que a redução de custos se torna fundamental para aumentar a lucratividade. Portanto, as empresas do setor de confecção devem se esforçar constantemente para otimizar seus processos, reduzir despesas operacionais e garantir uma produção eficiente (Martins; Azevedo, 2023a).

Além disso, ressalta-se que a conformidade com os requisitos explícitos ou implícitos dos clientes desempenha um papel importante na satisfação do cliente e, por consequência, na fidelização do mesmo. Assim, manter um alto padrão de qualidade e atender às expectativas dos clientes também é vital para o sucesso a longo prazo no competitivo mercado de confecção. A competição nos aspectos de prazo, preço e qualidade é um imperativo para as empresas de confecção. O equilíbrio entre esses fatores, juntamente com a busca constante por eficiência e redução de custos, é essencial para a sobrevivência e prosperidade no cenário atual da indústria de confecção (Martins; Azevedo, 2023a).

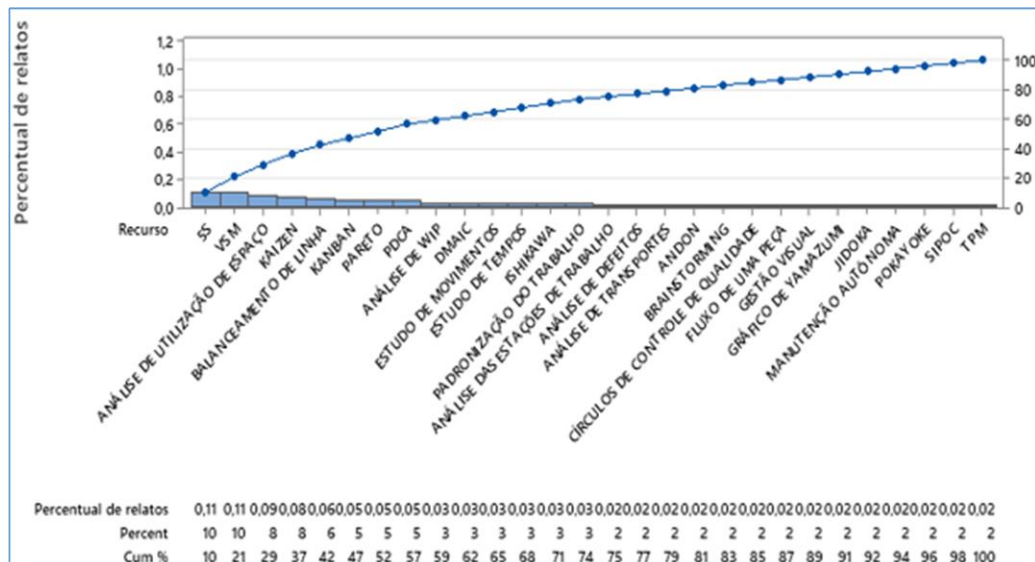
Em um estudo conduzido por Martins e Azevedo (2023a), identificou-se um cenário ativo em relação às práticas do *Lean manufacturing* e, em particular, do *Kaizen* nas indústrias de confecção no mundo considerando-se o período de 2018 a 2022. Os autores conduziram a busca nas bases *Google Scholar*, *Science Direct* e *Scopus* utilizando as palavras-chaves *Kaizen* e seus sinônimos, *clothing* e seus sinônimos e *industry* e seus sinônimos, selecionando 16 artigos entre 625 obtidos. Verificou-se que, embora alguns autores não tenham empregado

explicitamente o termo "*Kaizen*", eles descreveram a aplicação de melhorias pontuais ou contínuas que beneficiaram as indústrias de confecção nas quais foram implementadas.

Também se notou que, apesar de alguns autores utilizarem o termo "*Kaizen*", conforme definido por Imai (1988), como melhorias graduais e contínuas, poucos relataram a implementação de um sistema *Kaizen* completo, abordando melhorias contínuas ao longo do tempo, com estrutura, medições, treinamento, coleta de dados e um programa *Kaizen* bem definido.

Diversos recursos e abordagens foram utilizados no desenvolvimento desses *Kaizens*, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7: Gráfico dos principais recursos utilizados



Fonte: Martins e Azevedo (2023)

Com base nos dados do Figura 7, analisa-se que o principal recurso relatado no trabalho de Martins e Azevedo (2023a) foi o 5S. Pode-se analisar ainda que 5S, VSM, Análises de utilização de espaço, *Kaizen*, Balanceamento de linha, *Kanban*, Pareto e PDCA acumulam entre si 57% do percentual de relatos de utilização. Embora o levantamento tenha identificado *Kaizen* como um recurso isolado, Imai (1988) descreve o *Kaizen* como um “guarda-chuva” onde todas as outras técnicas de melhoria podem ser incorporadas.

Martins e Azevedo (2023a) ainda declaram que na análise dos artigos selecionados para seu estudo, observou-se que:

i. A maioria dos autores se concentrou em melhorias específicas em vez de adotar um sistema *Kaizen* contínuo, mesmo que tenham utilizado o termo.

ii. Um número substancial de autores priorizou a abordagem de uma ou mais principais fontes de perda na produção ao realizar melhorias.

iii. Muitos autores demonstraram uma preocupação inicial com o fluxo de valor nas empresas que serviram como cenário para suas pesquisas.

Martins e Azevedo (2023a) relatam em seu estudo que os grupos de ganhos vindos de atividades *Kaizen* nas indústrias de confecção são diversos, como apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Compilação dos percentuais de melhorias relatadas por grupo

Grupo de melhoria	Percentual de relatos
Redução de tempo de ciclo	14%
Aumento da produtividade	11%
Redução de defeitos	10%
Aumento da eficiência	8%
Aumento da taxa de produção	5%
Redução de tempo de espera	5%
Otimização de métodos	5%
Redução de perdas gerais	3%
Redução de <i>Lead time</i>	3%
Otimização de funções	3%
Melhoria do clima de trabalho	3%
Facilitação do entendimento do trabalho	3%
Aumento da margem de lucro	3%
Formação de cultura <i>Kaizen/5S's</i>	3%
Aumento do faturamento	2%
Redução de multas (prazo de entrega)	2%
Aumento da confiabilidade de estoque	2%
Maior fluidez	2%
Eliminação de estoques intermediários	2%
Redução de transporte	2%
Redução da variabilidade	2%
Melhoria de infraestrutura	2%
Redução de custos	2%
Envolvimento de todos os níveis hierárquicos	2%
Satisfação dos trabalhadores	2%
Comprometimento dos trabalhadores	2%
Redução de <i>stress</i>	2%

Fonte: Martins e Azevedo (2023)

Com base nos dados da Tabela 1 é possível analisar que, nas indústrias de confecção, a aplicação do *Kaizen* resultou em ganhos significativos. Isso inclui a redução do tempo de ciclo, o aumento da produtividade, a diminuição de defeitos e o aprimoramento da eficiência operacional. Além disso, os benefícios estendem-se ao bem-estar e motivação dos colaboradores, como a redução do estresse, o envolvimento de todos os níveis hierárquicos, a satisfação dos trabalhadores e o comprometimento com as tarefas. Importante notar que as melhorias não se limitaram a um único aspecto, mas abrangeram uma série de aprimoramentos em cada artigo analisado (Martins; Azevedo, 2023a).

1.6 Ferramentas da qualidade, ISO 5807:1985 e BPMN

Conforme destacado por Souza Neto *et al.* (2017), as ferramentas da qualidade desempenham um papel fundamental na identificação das causas e efeitos de problemas nas organizações, contribuindo para aprimorar os processos. São elas:

Folhas de verificação: Essa ferramenta monitora o processo e registra dados em um quadro de fácil compreensão, auxiliando na análise e tratamento de dados (Carvalho *et al.*, 2015). A Figura 8 demonstra um exemplo de folha de verificação que tem por objetivo a coleta de dados de defeitos em um processo de usinagem:

Figura 8: Exemplo de uma folha de verificação

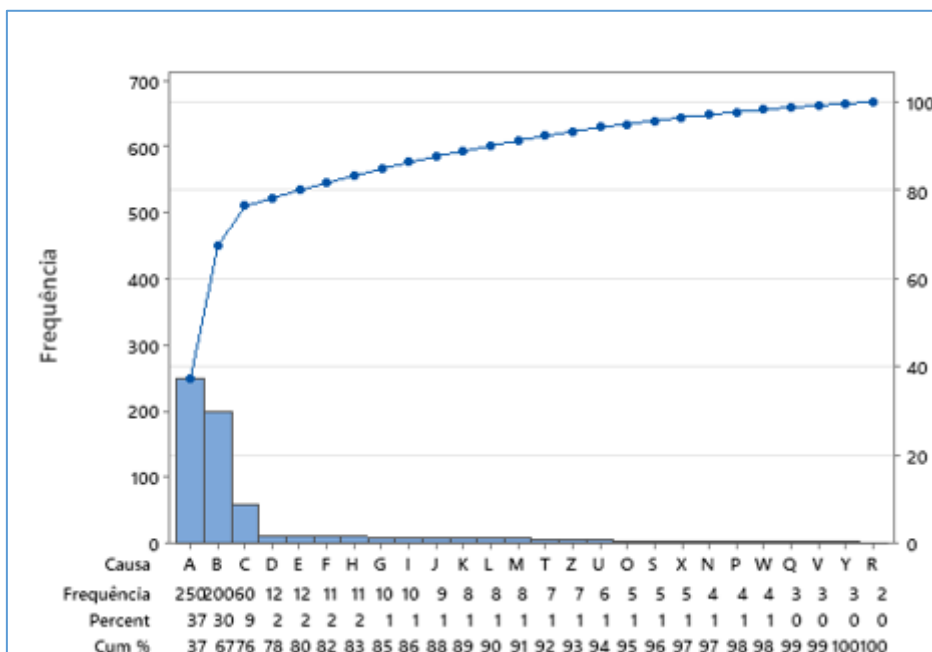
Célula: 03		Operação: 20 - Torneamento dos pinos					Total
Produto: Pinos de fixação de matriz XYZ							
Inspetor: José da Silva							
Turno: 3º turno (noite)							
Defeito	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	
Diâmetro menor que a especificação	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	26
Diâmetro maior que a especificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14
Pino riscado pela ferramenta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19
Aspecto superficial inadequado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19
Pino em comprimento menor que a especificação	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	31
Pino em comprimento maior que a especificação	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21
Ângulo inadequado na inclinação do encaixe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20
Trinca longitudinal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
Trinca transversal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
Dureza inadequada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18

Fonte: os autores (2024)

Analisa-se que a ferramenta folha de verificação tem o objetivo de facilitar a coleta de dados em processos.

Gráfico de Pareto: Segundo a perspectiva de Juran e Defeo (2010), os gráficos de Pareto são úteis em aplicações industriais para identificar os fatores mais impactantes no sistema, priorizando aqueles mais significativos. O princípio de Pareto estabelece que 80% dos efeitos são causados por 20% das causas. A Figura 9 ilustra a composição de um diagrama de Pareto.

Figura 9: Exemplo de um diagrama de Pareto



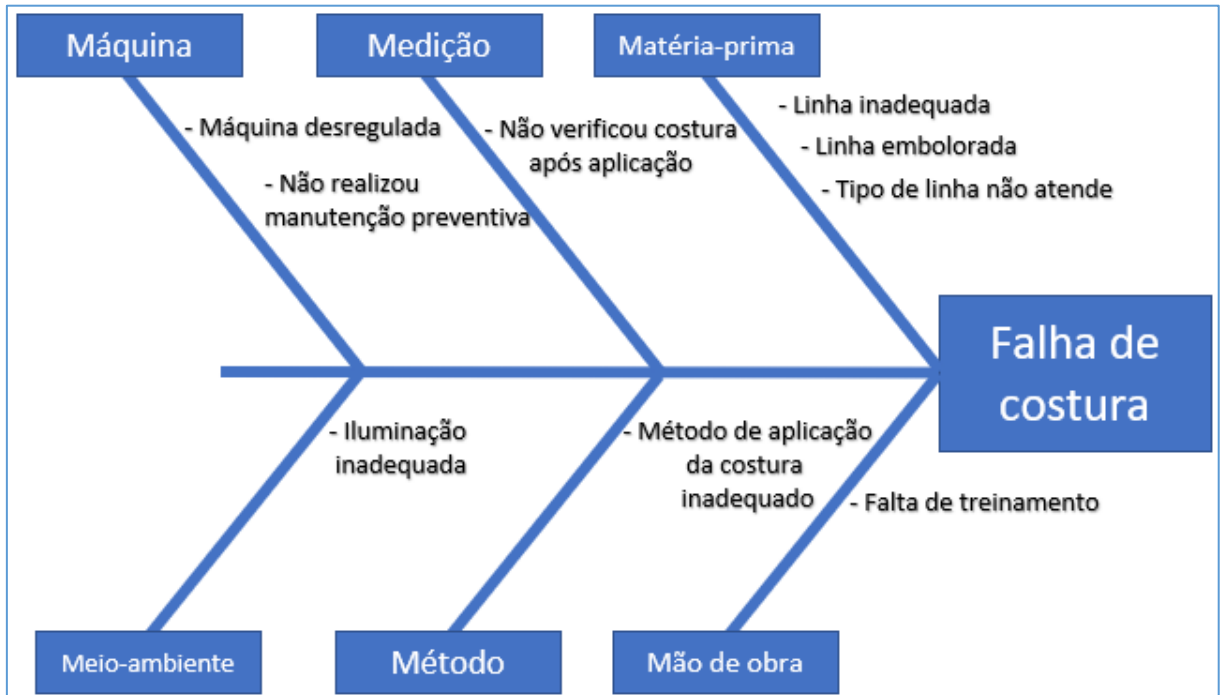
Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 9 analisa-se que o diagrama de Pareto é composto por um eixo horizontal, onde ilustra-se os atributos em estudo e, nesse caso, chamado de “causas”, um eixo vertical à esquerda, onde demonstra-se a frequência de ocorrência e um eixo vertical à direita, onde demonstra-se uma escala percentual. As barras em azul demonstram as frequências com que cada atributo é apontado no contexto exemplificado e são guiadas pelo eixo vertical esquerdo e a linha azul acima das barras demonstra o percentual acumulado dos atributos.

Diagrama de Ishikawa: Bezerra *et al.* (2015) descrevem o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, como uma ferramenta japonesa usada para agrupar possíveis causas de um problema específico. Ele organiza as causas em categorias,

proporcionando uma representação gráfica para uma análise mais precisa. A Figura 10 ilustra um exemplo de diagrama de Ishikawa.

Figura 10: Exemplo de um diagrama de Ishikawa

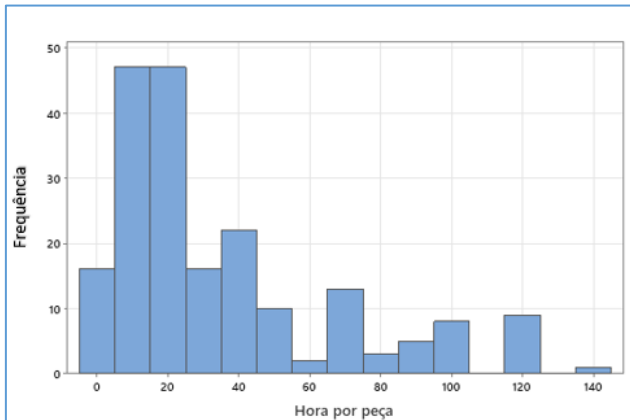


Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 10 analisa-se que o diagrama de Ishikawa é composto por uma linha central, onde, à direita demonstra-se o problema (ou efeito) que está sendo estudado e linhas inclinadas em relação à linha central que demonstram os grupos de possíveis causas que levam àquele efeito.

Histograma: Conforme Souza Neto *et al.* (2017), o histograma é um instrumento estatístico utilizado no controle de qualidade. Trata-se de um gráfico de barras que representa a relação entre os valores assumidos pela variável analisada e sua frequência de ocorrência no processo. A Figura 11 apresenta a composição de um histograma.

Figura 11: Exemplo de um histograma

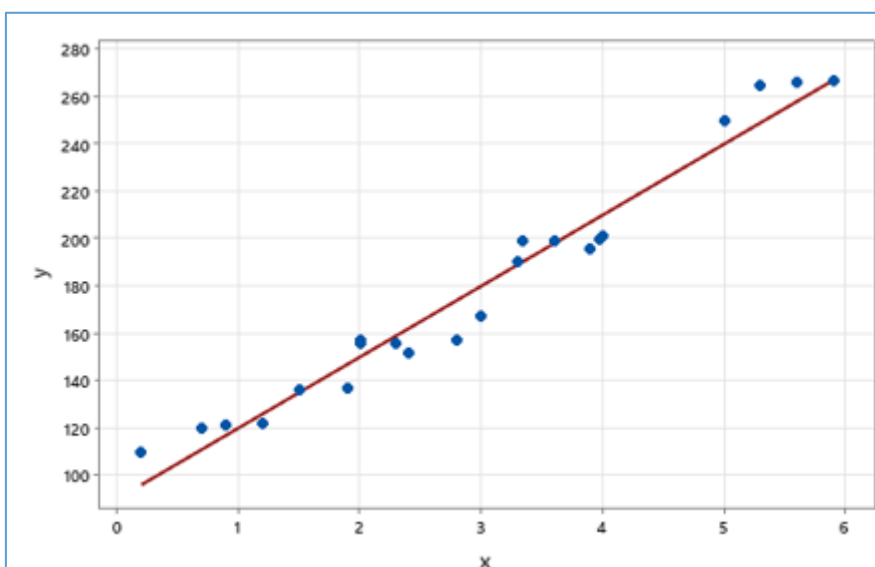


Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 11 analisa-se que o histograma é composto por um eixo horizontal onde demonstra-se as faixas de distribuição dos dados que são objeto do estudo e apresenta ainda um eixo vertical que demonstra a frequência de ocorrência. Os retângulos em azul demonstram a quantidade de dados dentro de determinada faixa de valores.

Diagrama de dispersão: Solanki *et al.* (2021) afirmam que o diagrama de dispersão é uma ferramenta gráfica que possibilita a determinação da relação entre duas variáveis e a compreensão de sua influência mútua. A Figura 12 ilustra a composição de um diagrama de dispersão.

Figura 12: Exemplo de um diagrama de dispersão

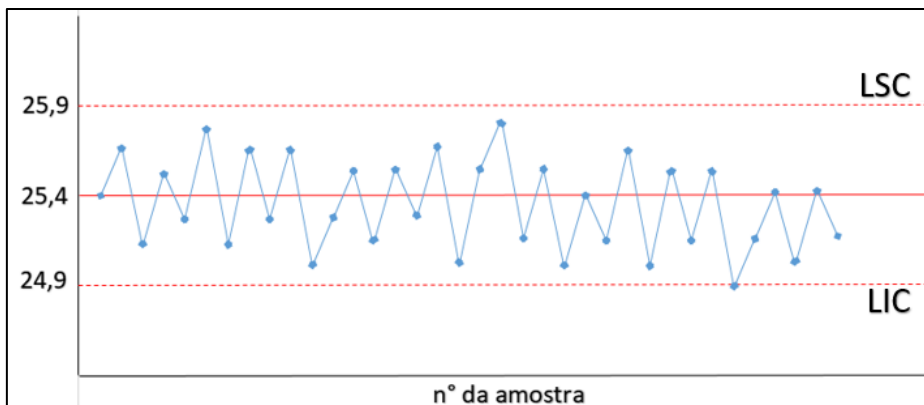


Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 12, analisa-se que o diagrama de dispersão é composto por um eixo horizontal, onde são expressas as variáveis independentes (abscissas) e um eixo vertical onde são expressas as variáveis dependentes (ordenadas).

Cartas de controle: Suman e Prajapati (2018) descrevem as cartas de controle como um sistema para acompanhar a variação natural dos processos ao longo do tempo. Elas representam uma filosofia, estratégia e métodos para a melhoria de sistemas, resultados e processos, fundamentados na teoria da variação dos processos. A Figura 13 apresenta a composição de uma carta de controle para CEP.

Figura 13: Exemplo de uma carta de controle para CEP



Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 13 analisa-se que a carta de controle apresentada é composta por um eixo horizontal que apresenta a sequência de amostras avaliadas de acordo com o tempo, um eixo vertical onde se apresentam os valores de referência onde os dados deveriam se portar em um processo tido como normal, duas retas pontilhadas em vermelho identificadas como LSC e LIC, representando Limite Superior de Controle e Limite Inferior de Controle, respectivamente. A linha central em vermelho apresenta o valor de referência central no qual aquelas amostras, em caso de normalidade deveriam se portar distribuídas, variando acima e abaixo dessa linha. Em azul, temos as amostras e seu modo de distribuição quanto aos valores de referência.

Para Martins e Azevedo (2023b), há contínua busca das organizações contemporâneas pela melhoria constante da qualidade de seus produtos e processos. Nesse contexto, elas recorrem a um conjunto de ferramentas de qualidade, sendo o fluxograma (7ª ferramenta aqui apresentada) uma das mais proeminentes. Essa ferramenta proporciona uma visão abrangente

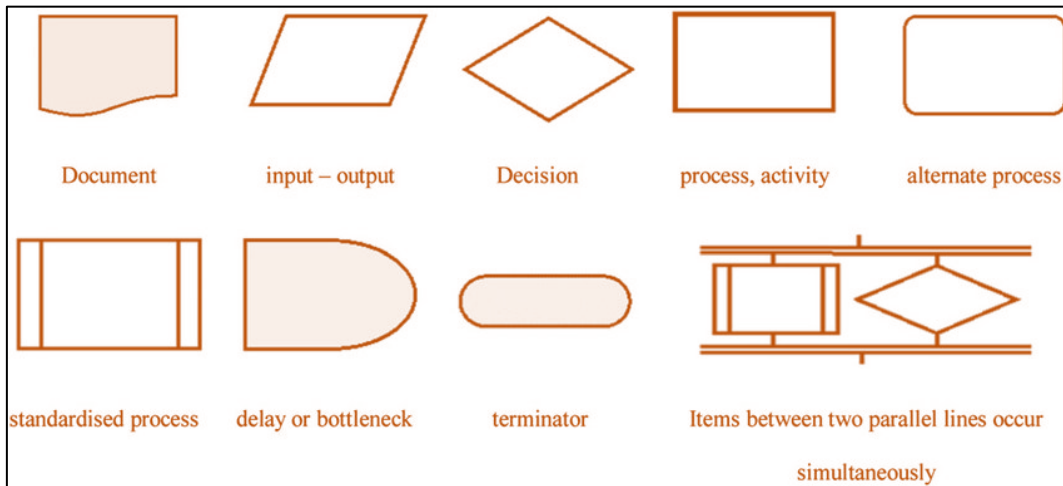
das etapas de um processo, tornando a identificação de oportunidades para melhorias não apenas viável, mas também visualmente impactante. A norma ISO 5807 (ISO, 1985) descreve o fluxograma como uma representação visual por meio de símbolos que, de maneira simples, ilustram a definição, análise de um processo, procedimento ou método de solução de um problema. Essa representação abrange operações, dados, fluxo, equipamentos e elementos pertinentes, fornecendo uma visão panorâmica abrangente e detalhada. Ao utilizar o fluxograma, pontos críticos são revelados, os responsáveis por cada etapa são delineados, e uma análise minuciosa das entradas e saídas de cada processo é realizada.

Simultaneamente, o *Business Process Model and Notation* (BPMN) surge como uma abordagem de natureza mais generalista. Conforme descrito por Indulska, Muehlen e Recker (2009), o modelamento de processos se torna uma linguagem universal nas organizações, facilitando a comunicação da intrincada estrutura e responsabilidades dos processos de negócio. Essa abordagem visa simplificar a complexidade organizacional, oferecendo suporte essencial na análise e *design* de sistemas de informação interligados aos processos empresariais. Pesquisas como o trabalho de Miranda *et al.* (2020), destacam a aplicação dos fluxogramas no mapeamento sequencial de processos em níveis macro, revelando cada etapa durante a fabricação de produtos. Além disso, os fluxogramas, conforme a visão de Barnes (1977), podem ser habilmente utilizados para mapear microatividades ou elementos de trabalho, proporcionando uma riqueza de detalhes às representações.

Apesar da potencial complexidade no sequenciamento de atividades e informações na indústria, os fluxogramas emergem como uma ferramenta de simplicidade e acessibilidade. Sua interpretação, livre de obstáculos, permite a representação magistral de processos intrincados, mesmo para aqueles sem familiaridade com a norma ISO 5807 (ISO, 1985) ou o BPMN. Em um contexto similar, Miranda *et al.* (2020) destacam a ampla utilização do fluxograma como uma ferramenta gráfica para representar visualmente as etapas de um processo, oferecendo uma compreensão clara de sua estrutura no ambiente empresarial. Essa representação visual fornece uma visão passo a passo, guiando de forma transparente do início ao fim de uma operação. Coelho (2016) ressalta a diversidade de representações do fluxograma, utilizando diferentes símbolos com funções específicas, como esqueletos, blocos, procedimentos, verticais, horizontais e integrados, visando aprimorar a compreensão na análise do processo. De acordo com Dias *et al.* (2015) o fluxograma é uma representação gráfica amplamente adotada para esquematizar os passos de um processo. Utilizando símbolos gráficos, ele oferece uma compreensão clara e visual do funcionamento desse processo. Trata-se de uma ferramenta

valiosa para compreender e visualizar o fluxo de atividades de maneira organizada e intuitiva. A norma ISO 5807 (ISO, 1985) aborda, sob a perspectiva do desenvolvimento computacional, símbolos e convenções para documentar fluxogramas de dados, programas e sistemas, além de gráficos de rede de programas e gráficos de recursos do sistema, como expresso na Figura 14.

Figura 14: Simbologia para fluxogramas conforme ISO 5807:1985

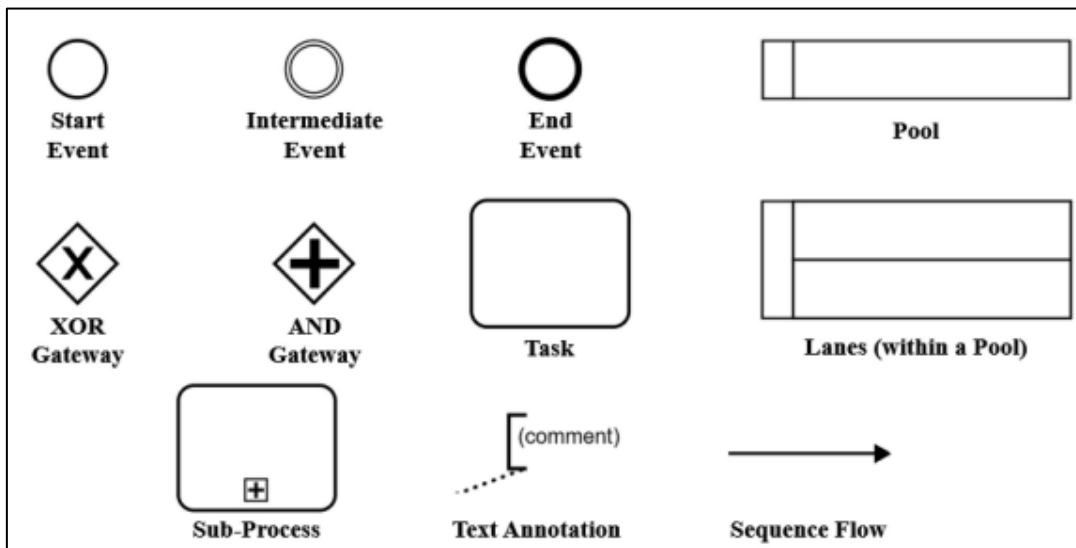


Fonte: ISO 5807 (1985)

A norma ISO 5807 (ISO, 1985) estabelece a padronização do emprego de símbolos em fluxogramas, englobando simbologias para documentos, entradas e saídas, pontos de decisão, processos/atividades, processos alternativos, processo padronizado, atraso ou gargalo, finalizador e representação de processos paralelos.

De modo mais generalista, o BPMN (*Business Process Model and Notation*) é uma linguagem gráfica amplamente empregada para modelar e executar processos de negócio (*Object Management Group*, 2010). Essa linguagem é constituída por cinco categorias de elementos: objetos de fluxo (eventos, atividades e *gateways*) que determinam o comportamento do processo, objetos de conexão que estabelecem ligações entre os elementos, dados que representam os itens manipulados no processo, *swimlanes* utilizadas para agrupar atividades, e artefatos para fornecer informações adicionais. A Figura 15 apresenta uma representação visual dos principais elementos do BPMN.

Figura 15: Simbologia para fluxogramas conforme BPMN



Fonte: *Object Management Group* (2010, p 29-35)

Os eventos assinalam o início e o término das instâncias do processo, enquanto as atividades representam o trabalho executado. Os *gateways*, por sua vez, estabelecem caminhos alternativos, os fluxos de sequência conectam os diversos elementos, as *pools* e *lanes* organizam o processo, e anotações de texto complementam as informações fornecidas.

1.7 P-valor

O p-valor é descrito como uma medida que avalia a consistência dos dados observados com uma hipótese nula. Ele representa a probabilidade de obter os dados da amostra sob a premissa de que a hipótese nula é verdadeira. Um p-valor baixo indica que os dados são inconsistentes com a hipótese nula, enquanto um p-valor alto sugere que os dados são compatíveis com a hipótese nula. É destacado que o p-valor não representa a probabilidade de a hipótese nula ser verdadeira, mas sim a probabilidade de os dados da amostra serem obtidos sob a suposição da verdade da hipótese nula (Cohen, 2011; Goodman, 1999).

Para Cohen (2011), os p-valores são amplamente utilizados na literatura médica, mas muitos autores, revisores e leitores não estão familiarizados com uma definição válida de p-valor, muito menos com a maneira correta de interpretá-lo. Explicações populares, como "a probabilidade de que os resultados do estudo se devam ao acaso", estão incorretas de várias maneiras e podem levar a erros substanciais na avaliação da evidência de estudos de pesquisa.

A crença de que significância estatística por si só pode discriminar entre verdade e falsidade não é correta.

Para Goodman (1999), o p-valor é uma medida que representa a probabilidade de obter um resultado igual ou mais extremo do que o observado, sob a suposição de que não há efeito ou diferença (a hipótese nula). É um índice informal para avaliar a discrepância entre os dados e a hipótese nula. Inicialmente, não era parte de um método formal de inferência, sendo sugerido como parte de um processo subjetivo de tirar conclusões com base nas observações. Uma interpretação comum, porém, equivocada, do p-valor é que um p-valor de 0,05 significa que há uma probabilidade de 5% de a hipótese nula ser falsa, o que não é correto, já que o "p-valor" é calculado sob a suposição de que a hipótese nula é verdadeira. O p-valor foi criticado por não levar em consideração o tamanho do efeito observado, o que levou a uma ênfase crescente em intervalos de confiança em vez de "p-valores" na estatística, entretanto, o "p-valor" persistiu e foi incorporado em abordagens de teste de hipóteses como parte do desenvolvimento da inferência estatística frequentista.

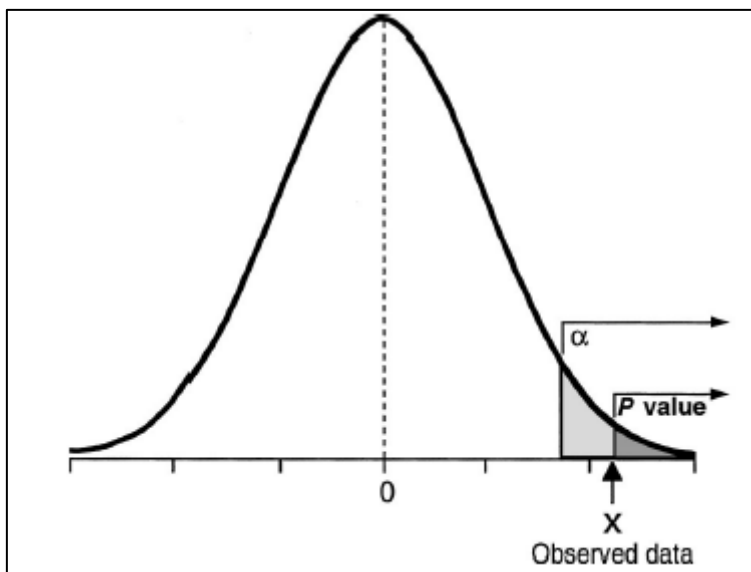
Na visão de Cohen (2011), a letra p em p-valor representa probabilidade, logo, está atrelada à incerteza. Um p-valor quantifica a incerteza, mas não a elimina. Mesmo que os p-valores possam ser calculados com grande precisão decimal, eles continuam sendo estimativas de um p-valor verdadeiro e desconhecido. Conclusões baseadas em estimativas de probabilidade devem ser consideradas sempre provisórias e sujeitas a possíveis erros. Outra definição comum do p é que é a probabilidade de que a hipótese nula seja verdadeira ou que é a probabilidade de rejeitar uma hipótese nula verdadeira.

Para Cohen (2011), os modelos estatísticos são usados para lidar com desequilíbrios em estudos e avaliar a interação de variáveis influentes nos resultados. Os autores relatam p-valores ajustados com base nesses modelos, melhorando a validade dos p-valores. No entanto, todos os modelos estatísticos têm pressupostos que raramente são totalmente atendidos, tornando as estimativas de p-valor aproximadas. O p-valor é derivado da área sob uma curva de distribuição de probabilidade e depende de várias condições, incluindo a aleatoriedade da amostra e a conformidade com uma distribuição normal. Embora estudos reais raramente tenham amostras infinitas, os pressupostos podem ser razoáveis e as estimativas aproximadas da realidade, permitindo o cálculo de p-valores. Essas considerações são fundamentais na compreensão de p-valores em testes estatísticos.

Para Goodman (1999), a imagem da curva em formato de sino apresentada na Figura 16 é uma representação da probabilidade associada a cada possível resultado dentro do contexto

da hipótese nula. Nesse contexto, tanto o valor α (taxa de erro do tipo I) quanto o p-valor correspondem a essas áreas de cauda sob a curva. A área de cauda referente a α é determinada antes da realização do experimento, permitindo que um resultado se encaixe em qualquer ponto dentro dela. Já a área de cauda relacionada ao p-valor só é conhecida após a observação de um resultado, e, por sua própria definição, o resultado sempre se encontrará na borda dessa área.

Figura 16: Curva normal – representação de uma cauda

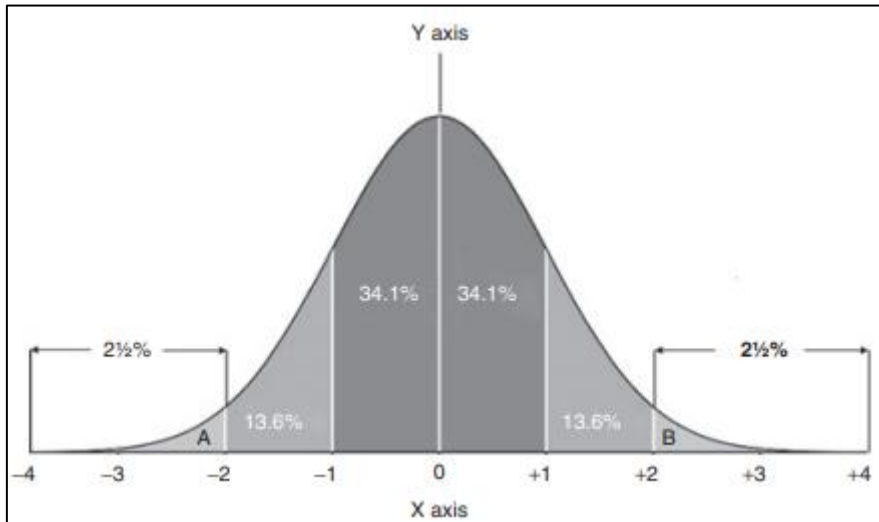


Fonte: Goodman (1999)

Portanto, com base na Figura 16 analisa-se que enquanto o valor α é uma escolha prévia que determina o nível de significância do teste, o p-valor é uma métrica que expressa o grau de evidência contra a hipótese nula com base nos resultados observados. Ambos desempenham papéis importantes na inferência estatística.

Cohen (2011) traz que, uma distribuição de probabilidade conhecida como a curva normal apresentada na Figura 17, possibilita calcular a probabilidade entre dois pontos no eixo x.

Figura 17: Curva normal – representação de duas caudas



Fonte: Cohen (2011)

O Teorema do Limite Central sugere que, à medida que o tamanho da amostra aumenta, a distribuição das médias de um conjunto hipotético infinito de amostras se torna aproximadamente normal. No entanto, dados reais raramente se ajustam perfeitamente a uma distribuição normal, tornando os p-valores estimativas. Quando os dados se afastam do modelo hipotético, as estimativas ficam menos precisas. As áreas A e B representam as caudas da curva, cada uma com 2,5% da área. A soma de 0,05 define a região estatisticamente significativa. Isso implica que, sob a hipótese nula, valores médios nesses intervalos ocorrem em menos de 5% das vezes. O critério de menos de 5% é convencionalmente considerado improvável o suficiente para rejeitar a hipótese nula, embora cerca de 5% dos estudos possam erroneamente indicar significância quando a hipótese nula é verdadeira.

A Figura 17 apresentada por Cohen (2011) ilustra uma melhor adequação a este trabalho pois demonstra as duas caudas da curva normal e visto que o teste de Mann-Whitney U leva em consideração ambas as caudas.

1.8 Teste de Mann-Whitney U

O teste de Mann-Whitney U é uma comparação estatística da classe não paramétrica realizada a partir de duas amostras de dados contínuos ou ordinais, obtidas de variáveis

dependentes de um mesmo universo, com a finalidade de demonstrar se existe diferença significativa entre os grupos de amostras (Oti; Olusola; Eemokumo, 2021).

Para Siegel e Castellan (1988), usualmente, no teste de Mann-Withney U, o universo consiste de duas populações, que podemos identificar como x e y atreladas às variáveis resposta $f(x)$ e $f(y)$, respectivamente. Adota-se uma amostra aleatória de tamanho m retirada da população x e outra amostra aleatória de tamanho n retirada independentemente da população y , a fim de se adotar ou rejeitar hipóteses previamente estabelecidas.

Os autores Mann e Withney (1947) propõem os seguintes passos para a elaboração do teste Mann-Withney U:

Coleta de dados: Obtém-se duas amostras independentes, geralmente de tamanhos diferentes, de duas populações distintas.

Classificação dos dados: Combina-se as observações das duas amostras e as classifica em ordem crescente, atribuindo um número de ordem a cada valor, considerando todos os dados como um único conjunto.

Cálculo das estatísticas: Calcula-se a soma das classificações para cada uma das amostras. A estatística U é definida como a soma das classificações da amostra menor das duas.

Cálculo da estatística de teste: Com base nos tamanhos das amostras e na estatística U calculada, obtém-se a estatística de teste U .

Determinação do p-valor: Compara-se a estatística de teste U com as tabelas de valores críticos para o teste de Mann-Whitney U ou utiliza-se *Software* estatístico para determinar o p-valor associado.

Tomada de decisão: Com base no p-valor obtido, decide-se se há evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula. Um p-valor menor que o nível de significância sugere que as duas amostras são estatisticamente diferentes, enquanto um p-valor maior que o nível de significância sugere que não há evidências de diferença significativa.

O teste de Mann-Whitney U é usado quando as suposições da análise de variância não são atendidas e é uma ferramenta importante para comparar amostras independentes em situações em que as distribuições não são normais.

Mann e Whitney (1947) trazem uma elucidação para a justificativa do teste com o caso de investigação de proteção contra certo tipo de bactéria, onde dois grupos de ratos foram utilizados, sendo que o primeiro grupo não recebeu qualquer tratamento, sendo este

denominado grupo controle e o segundo grupo recebeu certo medicamento de combate à bactéria. Ambos os grupos foram infectados pelas bactérias em proporções iguais. Muitos ratos de ambos os grupos morreram, entretanto, o tempo de sobrevivência foi medido e decidiu-se testar se houve interferência do medicamento no tempo de sobrevivência dos ratos, inferindo-se que o mesmo comportamento poderia ser observado em humanos. Para tanto, a única alternativa relevante seria a de que o grupo que recebeu o medicamento teria uma prolongação de vida estocasticamente maior do que o grupo controle e, assim justifica-se a aplicação de um teste como o teste Mann-Whitney U.

Mann e Whitney (1947) propõem que o método se baseia na comparação de cada observação x_i na primeira amostra com cada observação y_j na segunda amostra. Considera-se que x_i seja a i -ésima observação, onde $i = 1, 2, \dots, m$, em uma amostra aleatória de tamanho m retirada de forma independente da população X , e que y_j represente a j -ésima observação, onde $j = 1, 2, \dots, n$, em uma amostra aleatória de tamanho n retirada de forma independente da população Y . Os dados nas duas amostras são mesclados e, em seguida, classificados, seja em ordem decrescente do maior para o menor ou em ordem crescente do menor para o maior. Os postos atribuídos às observações nas duas amostras são posteriormente separados, e as somas dos postos são calculadas para cada amostra. Designar-se-á a soma dos postos para a primeira amostra, com um tamanho de amostra n_x , como $R1$, e a soma dos postos para a segunda amostra, com um tamanho de amostra n_y , como $R2$.

Mann e Whitney (1947) propõe que o valor do teste Mann-Whitney U pode ser calculado a partir da Equação 1:

Equação 1 - Obtenção de U_x e U_y

$$U_x = n_x n_y + \frac{n_x(n_x+1)}{2} - R1$$

e

$$U_y = n_x n_y + \frac{n_y(n_y+1)}{2} - R2$$

Fonte: Man e Whitney (1947)

Conta-se o número de vezes que um x_i da amostra 1 é maior do que um y_j da amostra 2, o que é representado por U_x . Da mesma forma, o número de vezes que um x_i da amostra 1 é menor do que um y_j da amostra 2 é representado por U_y .

Oti, Olusola e Esemokumo (2021) propõe que, sob a hipótese nula, esperaríamos que U_x e U_y fossem aproximadamente iguais. Se um deles, seja U_x ou U_y , for conhecido, o outro pode ser obtido a partir da Equação 2.

Equação 2 - Obtenção de U_x para U_y conhecido

$$U_x = n_x n_y - U_y$$

Fonte: Oti, Olusola e Esemokumo (2021)

A distribuição amostral de U_x ou U_y pode ser encontrada listando todas as combinações de postos de $n_x + n_y$ postos e tratando-as como resultados igualmente prováveis sob a hipótese nula. Se o número de observações for tal que os tamanhos das amostras n_x e n_y sejam ambos 8 ou mais, a estatística U é aproximadamente normalmente distribuída, com uma média (Oti; Olusola; Esemokumo 2021) como demonstra a Equação 3:

Equação 3 - Obtenção de μ_U

$$\mu_U = (n_x n_y) / 2$$

Fonte: Oti, Olusola e Esemokumo (2021)

Oti, Olusola e Esemokumo (2021) propõe que com a Equação 4, pode-se calcular o desvio padrão para dados não-paramétricos, o que será útil para a etapa posterior do cálculo.

Equação 4 - Desvio padrão para dados não-paramétricos

$$\sigma_U = (n_x n_y (n_x + n_y + 1) / 12)^{1/2}$$

Fonte: Oti, Olusola e Esemokumo (2021)

Portanto, para Oti, Olusola e Esemokumo (2021) o *score-z* correspondente para a estatística U de Mann-Whitney é calculado de acordo com a Equação 5:

Equação 5 - Obtenção do *score z*

$$Z = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u}$$

Fonte: Oti, Olusola e Esemokumo (2021)

O *score-z*, neste contexto, é uma medida estatística que ajuda a avaliar a significância dos resultados do teste de Mann-Whitney. Ele é calculado para determinar quão longe a estatística *U* observada está do que seria esperado sob a hipótese nula. Um *score-z* maior pode sugerir uma diferença mais significativa entre as duas amostras sendo comparadas no teste de Mann-Whitney.

Para fins desta pesquisa e facilidade do cálculo do teste Mann-Whitney U, será utilizado o *Software Minitab*®. O *Minitab*® não retorna o *z-score* no teste Mann-Whitney U e sim o *p*-valor.

1.9 Teste T de Student

Para Zimmerman (1987), o teste t de Student é um teste estatístico paramétrico utilizado para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de duas amostras independentes. Ele assume que as populações de onde as amostras foram extraídas seguem uma distribuição normal e que as variâncias são homogêneas.

Para Ruxton (2006), o teste t de Student é um teste estatístico utilizado para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de duas populações com base em amostras dessas populações. O teste t de Student assume que as populações de onde as amostras foram retiradas seguem uma distribuição normal. Se essa suposição de normalidade não for atendida, a aplicação do teste pode não ser apropriada, e os resultados podem ser menos confiáveis. O t de Student é calculado usando a seguinte fórmula:

Equação 6 - Obtenção do t de Student

$$t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{(sp^2 * (1/n_1 + 1/n_2))}$$

Fonte: Ruxton (2006)

As médias das amostras são representadas por X barra um e X barra dois, os tamanhos das amostras são representados por n um e n dois, e a variância combinada das duas amostras é representada por s_p ao quadrado, calculada como:

Equação 7 - Obtenção do quadrado de s_p

$$s_p^2 = [(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2] / (n_1 + n_2 - 2)$$

Fonte: Ruxton (2006)

Para Ruxton (2006), esse teste é adequado quando as variâncias das duas populações são iguais. No entanto, quando as variâncias são diferentes, o teste t de Student pode levar a erros do Tipo I (rejeitar uma hipótese nula verdadeira) e do Tipo II (não rejeitar uma hipótese nula falsa).

1.10 Roadmap

Em um conceito voltado à tecnologia, Phaal, Farrukh e Probert (2004) trazem que o *roadmap* representa uma técnica poderosa para apoiar a gestão e o planejamento tecnológico, especialmente para explorar e comunicar as ligações dinâmicas entre recursos tecnológicos, objetivos organizacionais e o ambiente em mudança. Ele tem sido amplamente adotado na indústria e pode assumir várias formas, desde o impulso tecnológico até a atração do mercado.

Phaal, Farrukh e Probert (2004) apresentam que existem várias categorias de *roadmaps*, cada uma com um propósito específico, como planejamento de produtos, planejamento estratégico, planejamento de longo prazo e planejamento de programas. O uso de um *framework* estruturado baseado no tempo para desenvolver, representar e comunicar planos estratégicos é uma característica fundamental e benéfica do *roadmap* tecnológico. Isso o torna uma ferramenta valiosa para alinhar tecnologia, produtos e mercados, bem como para apoiar a gestão de projetos e programas.

Quanto aos tipos de *roadmap*, Phaal, Farrukh e Probert (2004) apresentam dois tipos particulares que se alinham ao propósito desta pesquisa: o “*program planning*” e o “*process planning*”. O *program planning* é um tipo de *roadmap* usado para implementar estratégias,

principalmente em projetos como programas de pesquisa e desenvolvimento. Um exemplo é o *roadmap* da NASA para o programa *Origins*, que gerenciou o desenvolvimento do Telescópio Espacial de Próxima Geração (NGST), mostrando como as fases e marcos do programa se relacionam com o desenvolvimento tecnológico. Já o *process planning* é outro tipo de *roadmap* que se concentra na gestão do conhecimento em áreas específicas, como o desenvolvimento de novos produtos. Ele visualiza os fluxos de conhecimento necessários para facilitar o desenvolvimento e a introdução eficazes de novos produtos, combinando perspectivas técnicas e comerciais.

2 METODOLOGIA

Para fins desta pesquisa, devido às características de intervenções necessárias no processo de costura por meio do *Kaizen*, foi adotado o método de pesquisa-ação em que se pôde adaptar um protocolo de pesquisa a partir da proposta de Thiollent (1986), o qual pode ser consultado no APÊNDICE A. Thiollent (1986) sugere fases e pontos importantes em sua obra e enfatiza a importância da flexibilidade na pesquisa-ação, adaptando as etapas conforme necessário, de acordo com as especificidades do contexto e dos problemas a serem abordados.

- Fase Exploratória: De acordo com Thiollent (1986), a fase exploratória na pesquisa-ação desempenha um papel crucial no início do processo. Nesta etapa, a ênfase está em esclarecer o campo de pesquisa, identificar os interessados e entender suas expectativas. É também o momento de realizar um diagnóstico aprofundado do caso em estudo, identificando os principais problemas e possíveis ações. A definição da equipe de pesquisadores e a garantia de apoio financeiro para a pesquisa são etapas importantes nesta fase. Thiollent (1986) sugere a realização de uma análise de adequação dos pesquisadores em relação ao perfil da pesquisa, bem como uma análise da viabilidade da pesquisa-ação no ambiente considerado. A composição dos grupos que terão interface com a pesquisa-ação também é crucial, exigindo uma avaliação das características culturais e sociais, interesses políticos e experiências passadas dos grupos. Esta fase também envolve a identificação das potencialidades, não apenas das carências, para desenvolver uma perspectiva de "aprendizagem da participação". Além disso, pode ser realizado um reconhecimento de área com um levantamento de mapas, observação visual, análise de organogramas e discussões diretas com os diversos níveis envolvidos. A definição dos objetivos da pesquisa é feita com base nos problemas observados e considerados prioritários, bem como no campo de observação, nos atores envolvidos e no tipo de ação vislumbrada.
- Definição do Tema da Pesquisa: Thiollent (1986) destaca a importância de relacionar o tema da pesquisa com problemas práticos específicos. Por exemplo, um tema como "acidentes na indústria metalúrgica" pode estar relacionado a um problema concreto, como "como reduzir os acidentes na indústria metalúrgica". A definição do tema deve ser precisa para manter o foco da pesquisa e evitar

dispersão. Com uma boa definição do tema, é possível selecionar a área de conhecimento à qual o tema se aplica. A formulação do tema pode ser descritiva, como "as condições de trabalho na indústria têxtil", ou normativa, como "como melhorar as condições de trabalho na indústria têxtil". Nesse segundo caso, a ação é orientada a um ideal, comparando a situação real com a desejada. Thiollent (1986) ressalta a importância de alinhar o tema entre pesquisadores e a população envolvida, buscando um consenso. O autor também menciona que os pesquisadores devem se preparar previamente por meio de uma formação o mais completa possível, uma vez que eles irão definir a problemática ao longo da pesquisa.

- **Formulação de Problemas:** Segundo Thiollent (1986), após a definição do tema e objetivos, a pesquisa-ação exige a formulação cuidadosa dos problemas centrais. Essa formulação serve para fornecer um contexto claro à pesquisa e orientar a investigação de forma eficaz. A problemática é definida como a colocação dos problemas a serem resolvidos dentro de um campo teórico e prático específico. A formulação dos problemas pode ser organizada de acordo com os seguintes passos: análise e delimitação da situação inicial, delineamento da situação final em termos de desejabilidade e factibilidade, identificação de todos os problemas a serem resolvidos, planejamento das ações correspondentes, execução e avaliação das ações. Thiollent (1986) destaca que a ação não é derivada apenas da leitura de dados, mas amadurece durante a deliberação em grupos participantes, buscando consenso sempre que possível. A elaboração de roteiros de entrevistas e outros instrumentos de coleta de dados considera elementos explicativos que não direcionam as respostas, mas incentivam a reflexão ativa dos respondentes.
- **Papel da Teoria:** Thiollent (1986) observa que, apesar de a pesquisa-ação ser por vezes entendida como um método predominantemente empírico, o papel da teoria é fundamental. A teoria desempenha um papel importante na geração de ideias, hipóteses e diretrizes para orientar a pesquisa e a interpretação dos resultados. A teoria é essencial para entender e explicar fenômenos, fornecendo um arcabouço conceitual para análise. Ela não apenas contribui para a compreensão dos problemas, mas também ajuda a direcionar as ações de pesquisa e a interpretar os resultados obtidos.

- Hipóteses: Thiollent (1986) aborda a importância da formulação de hipóteses como parte do processo de pesquisa-ação. Ele discute como as hipóteses podem ser desenvolvidas a partir da análise da situação problemática e como elas orientam a investigação e as ações subsequentes.
- Seminário: Thiollent (1986) trata do papel do seminário como uma etapa essencial do processo de pesquisa-ação. Thiollent (1986) descreve como o seminário proporciona um espaço para a troca de ideias, discussão dos resultados preliminares e reflexão crítica sobre as ações realizadas.
- Campo de Observação, Amostragem e Representatividade Qualitativa: Thiollent (1986) discute a importância de selecionar adequadamente o campo de observação e a amostragem para garantir a representatividade dos dados qualitativos coletados. Ele explora as considerações práticas e metodológicas envolvidas nesse processo.
- Coleta de Dados: Thiollent (1986) aborda diferentes métodos e técnicas de coleta de dados utilizados na pesquisa-ação, incluindo observação participante, entrevistas, questionários e análise documental. Ele discute as vantagens e desvantagens de cada método e a importância de combinar diferentes abordagens.
- Aprendizagem, Saber Formal e Saber Informal: Thiollent (1986) explora a dinâmica da aprendizagem no contexto da pesquisa-ação, destacando a interação entre o saber formal (teórico) e o saber informal (experiential) dos participantes. Ele discute como essa interação contribui para a construção de conhecimento e para a transformação das práticas.
- Plano de Ação: Thiollent (1986) trata da elaboração e implementação do plano de ação desenvolvido a partir do que já se aprendeu na pesquisa-ação e os saberes formais e informais. Thiollent (1986) discute como o plano de ação é construído coletivamente pelos participantes e como ele é executado para promover mudanças efetivas no contexto investigado.
- Divulgação Externa: Thiollent (1986) aborda a importância da divulgação dos resultados da pesquisa-ação para públicos externos, incluindo outras comunidades, instituições e órgãos governamentais. Ele discute estratégias para

comunicar os resultados de forma clara e acessível, visando influenciar políticas e práticas em nível mais amplo.

O Quadro 3 apresenta uma comparação entre as etapas propostas por Thiollent (1986) e as etapas planejadas para esta pesquisa, as quais foram baseadas nas propostas de Thiollent (1986) e adaptadas para o cenário encontrado.

Quadro 3: Comparação entre as propostas de etapas de Thiollent (1986) e esta pesquisa

Thiollent (1986)	Nesta pesquisa
Fase exploratória	Fase exploratória
Definição do tema da pesquisa	Introdução
Colocação dos problemas	Introdução
O lugar da teoria	Fundamentação teórica
Hipóteses	Não adotada
Seminário	Não adotada
Campo de Observação, Amostragem e Representatividade Qualitativa	Campo de Observação, Amostragem e Representatividade
Coleta de dados	Coleta de dados
Aprendizagem, Saber Formal e Saber Informal	Resultados e discussões
Plano de Ação	Planejamento do <i>Kaizen</i> , Andamento do <i>Kaizen</i>
Divulgação Externa	Resultados e discussões, publicação desta pesquisa

Fonte: os autores (2024)

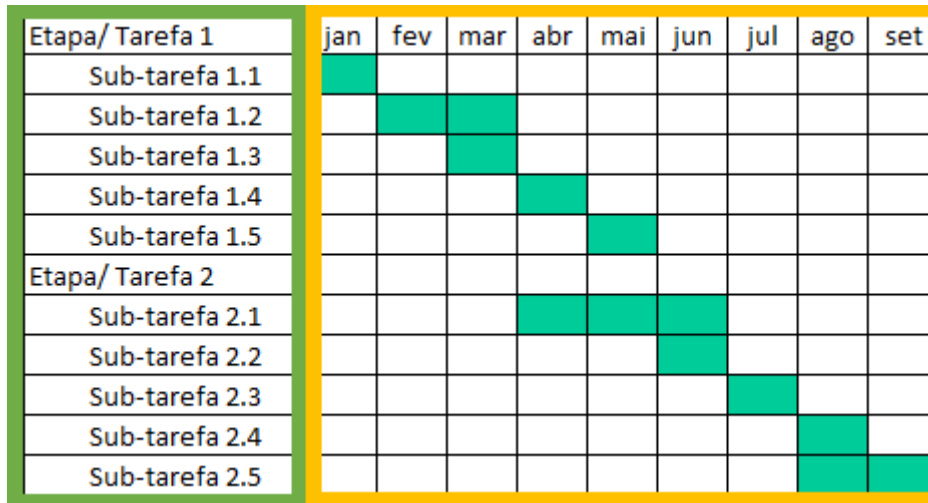
Com base no Quadro 3 analisa-se que foi adotada uma fase exploratória para esta pesquisa assim como proposto por Thiollent (1986) na qual explorou-se o cenário e contexto do processo de costura da empresa *Alpha*, onde conduziu-se o *Kaizen*. Analisa-se ainda que as etapas de definição do tema da pesquisa e colocação dos problemas foram adotadas na sessão de introdução da presente pesquisa.

A etapa proposta de “o lugar da teoria” foi adotada na sessão de fundamentação teórica deste trabalho. Devido à natureza desta pesquisa, não se adotou a formulação de hipóteses conforme proposto por Thiollent (1986), entretanto, formulou-se a questão de pesquisa e os objetivos, que foram direcionadores para este trabalho. Também não se adotou a etapa proposta de “seminário” devido à pesquisa estar sendo conduzida por apenas um pesquisador sob orientação.

A etapa “Campo de Observação, Amostragem e Representatividade Qualitativa” seguiu-se nesta pesquisa como Campo de Observação, Amostragem e Representatividade, pois entende-se que este trabalho teve caráter tanto qualitativo quanto quantitativo e, por tal, a alteração do nome da sessão. Ainda com base no Quadro 3, analisa-se que a etapa de coleta de dados seguiu-se conforme a proposta de Thiollent (1986).

Não se adotou uma sessão específico para a etapa “Aprendizagem, Saber Formal e Saber Informal”, entretanto, na sessão de resultados e discussões são verificadas abordagens dos saberes formais e saberes informais adquiridos nesta pesquisa. Verifica-se ainda que a etapa “plano de ação” se seguiu adaptada nas sessões “Planejamento do *Kaizen* e Andamento do *Kaizen*”. Verifica-se também que a sessão de divulgação externa, nesta pesquisa foi adaptada para resultados e discussões e finaliza-se por meio da publicação aberta deste trabalho. Para se organizar a pesquisa e seu cronograma, recorreu-se à ferramenta diagrama de Gantt, que segundo Jerez-Roig *et al.* (2022) é uma ferramenta gráfica que descreve as fases, atividades e tarefas individuais planejadas em um projeto, indicando quando devem ser realizadas e por quanto tempo. Ele é utilizado para a planificação do trabalho, visualizando todas as ações de maneira organizada. A Figura 18 apresenta o modelo de diagrama de Gantt adotado para esta pesquisa.

Figura 18: Modelo de diagrama de Gantt utilizado na pesquisa



Fonte: os autores (2024)

Observando-se a figura 18, pode-se verificar que no modelo de diagrama de Gantt utilizado, a área destacada em verde à esquerda é o espaço reservado para as etapas/tarefas, enquanto a área em amarelo à direita demonstra por meio de barras a ocupação do tempo em cada tarefa. A organização desta pesquisa se deu conforme apresentado no APÊNDICE A.

Com base no APÊNDICE A pode-se verificar que a elaboração deste protocolo de pesquisa, conforme o proposto por Thiollent (1986), ocorreu no mês de agosto/2023. A validação junto à orientadora desta pesquisa ocorreu na primeira semana de setembro/2023. Pode-se verificar ainda que a fase exploratória ocorreu majoritariamente em setembro/2023, sendo que o primeiro *gamba walk* ocorreu na primeira semana de outubro/2023.

Pode-se verificar também no APÊNDICE A que a definição do tema da pesquisa proposta por Thiollent (1986), abordada na sessão de introdução desta pesquisa, ocorreu na segunda semana de setembro/2023. Observa-se também que a colocação dos problemas proposta por Thiollent (1986), abordada na sessão de introdução desta pesquisa, ocorreu quanto ao contexto do cenário e formação da questão de pesquisa e objetivos na terceira e quarta semana de setembro/2023.

É possível verificar no APÊNDICE A que o lugar da teoria, proposto por Thiollent (1986) e adaptado nesta pesquisa na sessão de fundamentação teórica, ocorreu integralmente no mês de setembro/2023. O campo de observação, amostragem e representatividade incluindo a matriz dentro-fora ocorreu ainda na última semana de setembro/2023. A coleta de dados, por sua vez, ocorreu em todas as semanas entre outubro e novembro/2023.

Também constante do APÊNDICE A e apresentado na Figura 18, a aprendizagem, saber formal e saber informal, propostas por Thiollent (1986) e abordada nesta pesquisa em resultados e discussões, ocorreu entre a primeira semana de dezembro/2023 e a última semana de janeiro/2024. É possível verificar ainda que a fase do plano de ação, proposta por Thiollent (1986) e abordada nesta pesquisa em planejamento do *Kaizen* e andamento do *Kaizen*, ocorreram entre a última semana de setembro/2023 e a primeira semana de dezembro/2023.

É possível ainda verificar no APÊNDICE A apresentado na Figura 18 que a divulgação externa, proposta por Thiollent (1986) e abordada nesta pesquisa entre as considerações finais e publicação, está programada para agosto/2024.

3 PESQUISA EMPÍRICA

Nesta sessão é abordada a aplicação do *Kaizen* conforme a metodologia apresentada, contemplando a fase exploratória, campo de observação, amostragem e representatividade, planejamento do *Kaizen*, condução do *Kaizen*, coleta de dados e resultados e discussões.

3.1 Fase exploratória

Nesta sub-sessão é apresentada a definição das partes interessadas, abordagem de contexto quanto às forças, fraquezas, ameaças e oportunidades, além da apresentação dos dados do primeiro *gemba-walk*.

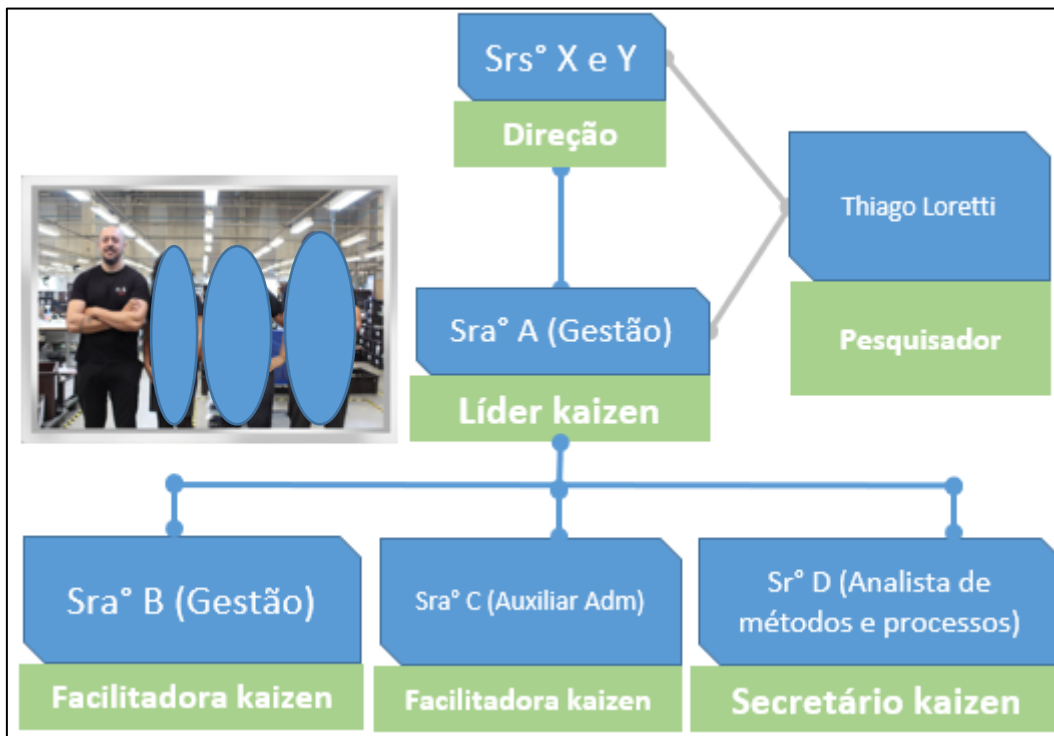
3.1.1 Definição das partes interessadas

Para explorar o contexto no qual o trabalho foi aplicado, conforme sugere Thiollent (1986), definiu-se as partes interessadas no decorrer da fase exploratória a fim de se alinhar interesses com resultados tangíveis, sendo elas:

- Os pesquisadores: com o interesse em responder à questão de pesquisa;
- O time *Kaizen*: com o interesse de aprendizado e resultados do processo;
- A direção da empresa *Alpha*: com o interesse de resultados e possibilidade de se estabelecer um modelo que possa ser replicado a outros processos e unidades.

A Figura 19 apresenta a estrutura definida quanto à hierarquia e funções das partes interessadas e uma imagem do time *Kaizen*, com exceção da facilitadora identificada como Sra^o C (ausente na ocasião).

Figura 19: Organograma e imagem do primeiro time *Kaizen* da empresa *Alpha*



Fonte: os autores (2024)

A Figura 19 apresenta o time *Kaizen* reunido, exceto a facilitadora identificada como Sra° C na apresentação inicial e uniformizados com uma camiseta simbólica para identificação do time *Kaizen*, cedidas pela direção da empresa. Com base na Figura 19 pode-se verificar que no topo do organograma constam os Srs° X e Y, diretores da empresa *Alpha*, que tiveram a função de apoiar e demonstrar seus interesses quando à correta condução do trabalho. Verifica-se ainda que entre a direção e as facilitadoras e secretário consta a Sra° A, primeira gestora do processo, atuando como líder do *Kaizen* e tendo a responsabilidade de motivar a equipe, reportar dados, dificuldades e necessidades à direção e pesquisadores e aprovar os projetos *Kaizen*.

Verifica-se abaixo da líder *Kaizen* as facilitadoras identificadas como Sra° B e Sra° C com as responsabilidades de se comunicar diariamente com toda a equipe do processo a fim de captar ideias das costureiras, operadoras de máquina e auxiliares, além de motivar a todos a sugerir ideias, ainda que pareçam inviáveis. Ainda a cargo da Sra° B e Sra° C ficou a tarefa de reportar as ideias captadas para o secretário, identificado como Sr° D. A responsabilidade definida para o Sr° D foi a de transferir as ideias captadas pelas facilitadoras, transformá-las em termos de abertura de projetos *Kaizen* e submetê-los à líder *Kaizen*, identificada como Sra° A, para aprovação ou declínio.

Verifica-se também na Figura 19 a presença do pesquisador, sendo essa posição não integrante de hierarquia, mas de suporte ao andamento e aprendizado da pesquisa. O papel atribuído aos pesquisadores foi de servir de base teórica para direcionamento do time *Kaizen* e o de conduzir a pesquisa, reportando resultados, onde necessário, para o time *Kaizen* e direção.

As três partes interessadas (pesquisadores, time *Kaizen* e direção) concordaram como plausível o atingimento dos interesses listados. Não se estimou como fortemente relevantes os possíveis investimentos financeiros necessários para a condução da pesquisa e entendeu-se como maior investimento necessário o tempo de aplicação do time *Kaizen*. Dado como plausíveis os atingimentos dos interesses, elaborou-se uma análise SWOT. Segundo Fernandes (2012), embora a análise SWOT seja amplamente utilizada, não se pode afirmar com precisão qual a sua origem. Fernandes (2012) sugere duas possibilidades: na primeira, a origem estaria atrelada a Albert Humpfrey, da *Standford University* na década de 1960 e, na outra, a origem aponta para George Albert Smith Jr e C. Roland Christensen, ambos professores da *Harvard Business School* na década de 1950. Na análise SWOT ocorre uma avaliação minuciosa das oportunidades e ameaças do ambiente externo em conjunto com as forças e fraquezas internas da organização. Chiavenato e Sapiro (2003) sugerem que a análise SWOT tem a finalidade de captar as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades intrínsecos ao processo, ambiente e cultura envolvidos. A Figura 20 apresenta o resultado das abordagens realizadas durante a análise SWOT, conduzida entre os pesquisadores e os membros do time *Kaizen*.

Figura 20: Matriz SWOT

FORÇAS - Apoio da direção; - Motivação da equipe; - Interesses em comum; - Proximidade da oficina com os pesquisadores; - Experiências anteriores dos pesquisadores com o tema;	FRAQUEZAS - Nunca foi realizado trabalho similar na unidade, pode haver insegurança; - Time irá requerer acompanhamento do pesquisador em grande parte do tempo; - Existem vários paradigmas;
OPORTUNIDADES - Melhoria na comunicação entre os processos de interface; - Redução de desperdícios; - Possibilidade de ganhos relacionados não somente ao lead-time; - Formação de uma cultura de melhoria contínua; - Possibilidade de usar o programa Kaizen como modelo para outros processos da unidade e outras plantas do grupo; - Possibilidade de desenvolver programa de treinamentos no modelo PKT – Practical Kaizen Training e treinamentos teóricos.	AMEAÇAS - Substituição do ERP Microsoft Dynamics AX pelo ERP Sisplan. Pode haver perda de dados, dificuldade de comunicação, dificuldade de obtenção de dados e outras interferências durante o período de transição (previsto: setembro a dezembro de 2023).

Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 20 analisa-se que as forças identificadas foram:

- O apoio da Direção, que cedeu espaço e tempo do processo e do time *Kaizen* para a realização da pesquisa ação;
- A motivação da equipe do time *Kaizen*, que se apresentou receptiva e com muito interesse em aplicar o que for aprendido.
- Os interesses em comum entre os pesquisadores e o time *Kaizen*, sendo eles o desenvolvimento do conhecimento e o apoio à pesquisa;
- A proximidade da oficina para com os pesquisadores, sendo a planta de Jandira a selecionada para o desenvolvimento do *Kaizen*, local principal de trabalho do pesquisador Thiago Loretti;
- Experiências anteriores dos pesquisadores com o tema: Thiago Loretti aplicou *Kaizen* em sua experiência no setor de autopeças.

Pode-se ainda verificar que as fraquezas relatadas foram:

- Possibilidade de insegurança devido ser o primeiro *Kaizen* realizado no grupo;
- Necessidade de acompanhamento constante por parte dos pesquisadores devido à insegurança;
- Alguns paradigmas declarados tais como a incerteza quanto ao atingimento dos resultados pretendidos e a incerteza sobre o quanto de dedicação o time teria que ter no *Kaizen* devido às atividades cotidianas.

Pode-se verificar que as oportunidades abordadas foram:

- Possibilidade de melhorias na comunicação entre os processos de interface, como o processo de corte (entrada) e inspeção de qualidade (saída);
- Possibilidade de redução de desperdícios, onde entende-se que os 7 dos 8 grandes desperdícios da produção sugeridos por Dennis (2008) estão presentes segundo a avaliação preliminar realizada durante a análise SWOT em conjunto com o time *Kaizen*;
- Possibilidade de ganhos relacionados não somente ao *lead time*;
- Possibilidade de formação de uma cultura voltada à melhoria contínua;
- Possibilidade de utilizar o primeiro *Kaizen* como modelo para aplicação em outros processos e unidades do grupo;

- Possibilidade de desenvolver um programa de treinamentos no modelo PKT – *Practical Kaizen Training* e treinamentos teóricos.

Pode-se ainda verificar que, dado o contexto, a ameaça relevante constatada para o *Kaizen* foi a substituição do *ERP Microsoft Dynamics AX* ® pelo *ERP Sisplan* ®. Pode haver perda de dados, dificuldade de comunicação, dificuldade de obtenção de dados e outras interferências durante o período de transição (previsto: setembro a dezembro de 2023).

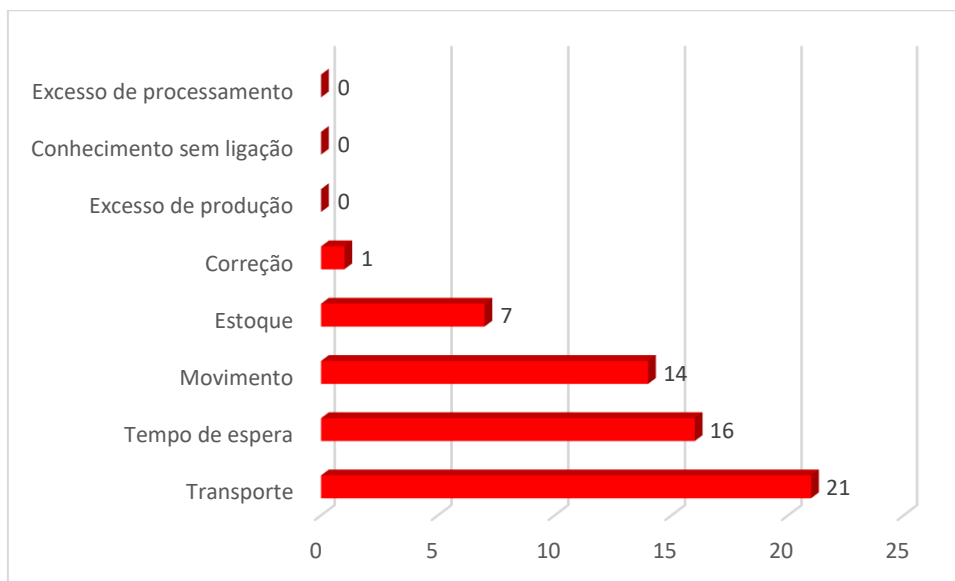
Com base na análise SWOT realizada, embora entenda-se como uma ameaça considerável a substituição do ERP em andamento e as fraquezas abordadas, considerou-se o cenário como favorável para a aplicação da pesquisa visto que, no julgamento do time *Kaizen*, as forças e motivação para perseguir as oportunidades superam os riscos dos possíveis obstáculos.

Ainda pretendendo-se explorar o contexto no qual a pesquisa-ação foi aplicada e possibilitar o foco das primeiras atividades *Kaizen*, realizou-se um primeiro *gemba walk* que, segundo Tyagi *et al.* (2015), consiste em visitas realizadas no chão de fábrica e que representam uma das melhores práticas para se identificar problemas e se comunicar com os colaboradores do processo, que, por sua vez, podem trazer excelentes sugestões de melhoria. Dalton (2019) define o *gemba walk* como uma técnica utilizada para observar e compreender como o trabalho está sendo realizado. Dalton (2019) sugere ainda que a palavra japonesa *gemba* deriva de *gembutsu* que pode ser traduzida como lugar real ou coisa real. Unindo-se assim a palavra japonesa *gemba* com a palavra da língua inglesa *walk* (andar) pode-se obter uma tradução como “andar no lugar real” ou “andar na coisa real”. Dalton (2019) sugere ainda três elementos para a realização de um *gemba walk* :

- Observação: onde se observa o trabalho dos colaboradores pessoalmente;
- Localização: onde se observa o trabalho no lugar real, não por meio de filmagens ou câmeras;
- Trabalho em equipe: onde se interage com as pessoas a fim de se obter *insights* sobre perdas e possibilidades de melhoria.

Com base nos três elementos sugeridos por Dalton (2019), conduziu-se no dia 01/10/2023 o primeiro *gemba walk* do time *Kaizen* a fim de se explorar e ter uma primeira percepção de perdas envolvidas no processo, composto pelas duas gestoras do processo, um analista de métodos e processos e o gerente de qualidade, sustentabilidade e processos/pesquisador. O *gemba walk* levou 70 minutos e, nele, verificou-se algumas das perdas da produção *lean* que podem impactar no *lead time* do processo, as quais se apresentam organizadas no Figura 21:

Figura 21: Resultados do primeiro *gemba walk*



Fonte: os autores (2024)

Baseado nos dados que se apresentam no Figura 21, analisa-se que a maior perda observada durante o primeiro *gemba walk* foi transporte, com 21 amostras. A segunda maior perda observada foi o tempo de espera, com 16 amostras. A terceira, quarta e quinta maiores perdas observadas foram movimento (14 amostras), estoque (7 amostras) e correção, com 1 amostra. Nesse contexto, se faz necessário ressaltar duas premissas:

- O fato de não se ter detectado perdas de excesso de processamento, conhecimento sem ligação e excesso de produção não indica que tais perdas não existam, visto que o *gemba walk* é uma amostragem de processo e pode não ter detectado na situação;

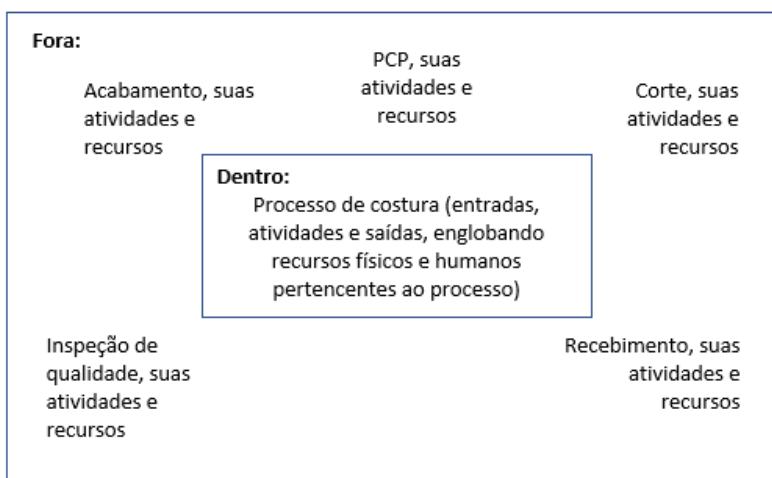
- A Figura 21 não pretende sugerir uma ordem para as perdas que mais impactam no *lead time*, mas as que mais foram observadas em número de ocorrência.

Quanto à pesquisa teórica, definiu-se como a cargo do pesquisador Thiago Loretti sob a supervisão da pesquisadora Dra^o Marília Macorin de Azevedo. Quanto ao acompanhamento do time *Kaizen* e devidos direcionamentos, estes ficaram a cargo do pesquisador Thiago Loretti sob a supervisão da pesquisadora Dra^o Marília Macorin de Azevedo. Assim, cumprindo-se a proposta de Thiollent (1986) no que tange à fase exploratória da pesquisa ação, foram definidas a questão de pesquisa e objetivos, expressos na sessão de introdução.

3.2 Campo de observação, amostragem e representatividade

Delimitando-se o campo de observação para esta pesquisa conforme a proposta de Thiollent (1986), embora o processo de costura da unidade Jandira da empresa *Alpha* possua interface com os processos de recebimento, inspeção de qualidade, PCP – Planejamento e Controle da Produção, corte e acabamento, fixou-se o escopo desta pesquisa e dos projetos *Kaizen* do programa em uma matriz dentro e fora, que, conforme Perez (2022), é uma ferramenta que auxilia a ilustrar os elementos que compõem (dentro) e que não compõem (fora) um projeto, qual apresenta-se conforme a Figura 22:

Figura 22: Matriz dentro e fora



Fonte: os autores (2024)

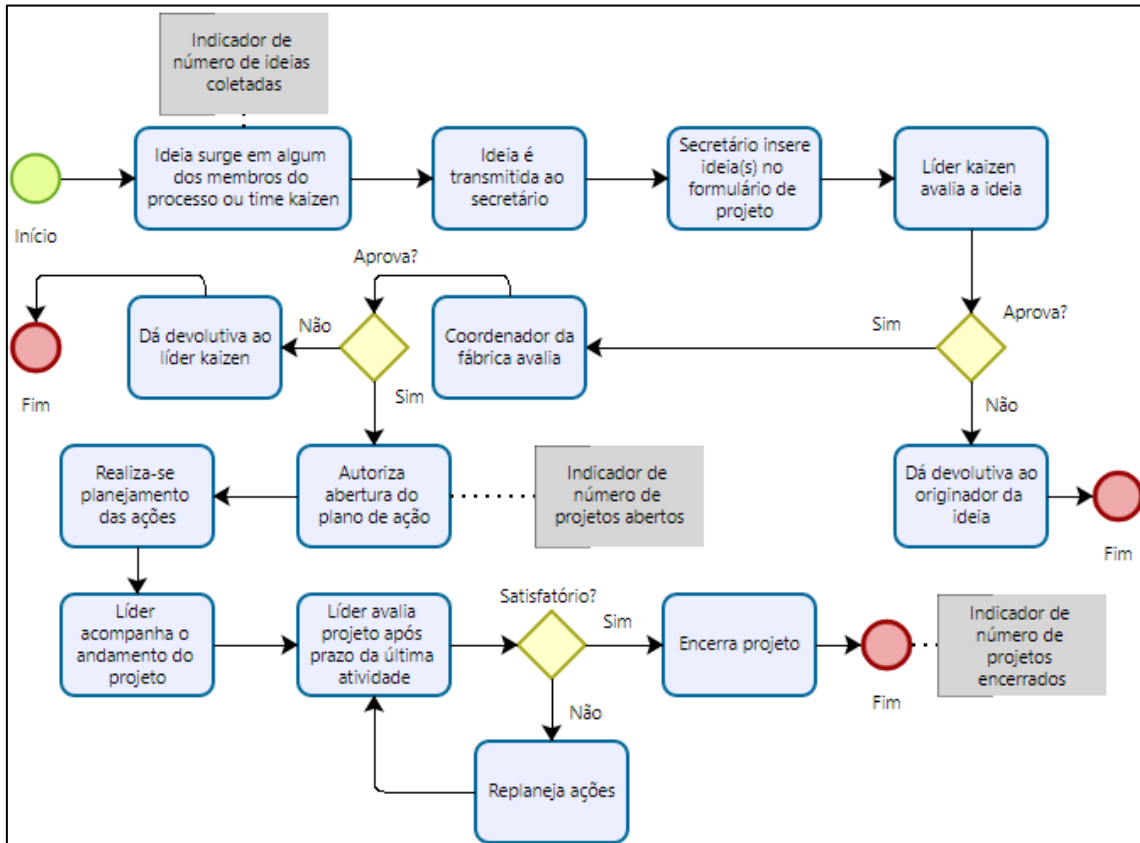
Com base na Figura 22, analisa-se que o processo de costura, incluindo suas entradas, atividades e saídas, englobando recursos físicos e humanos pertencentes a esse processo, compõe as intervenções desta pesquisa e excluem-se todos os outros processos, suas atividades e recursos.

Thiollent (1986) sugere que quando o campo amostral é muito grande, assim como o desta pesquisa, utilize-se amostragem a fim de inferir-se sobre os dados e resultados; entretanto, devido à facilidade de obtenção dos dados que podem ser extraídos e revisitados quando necessário no *ERP Microsoft Dynamics AX*®, preferiu-se trabalhar com os dados completos da população, dispensando-se assim a amostragem dos dados.

Dadas as considerações de escopo e da utilização dos dados totais da população, pôde-se partir para a coleta de dados.

3.3 Planejamento do *Kaizen*

Baseando-se nos dados da fase exploratória e da delimitação do escopo, pôde-se planejar a execução do programa *Kaizen* conforme ilustrado na Figura 23:

Figura 23: Programa *Kaizen*

Fonte: os autores (2024)

Com base nos passos propostos por meio do fluxograma apresentado na Figura 23, analisa-se que o programa *Kaizen* foi planejado quanto à sua operação e avaliação de modo sistemático. O início se dá no surgimento de uma ideia de algum participante do *Kaizen* (time *Kaizen* ou do processo foco). As ideias podem vir por duas fontes planejadas: depósito na caixa de sugestões ou pela coleta direta das facilitadoras junto aos colaboradores do processo. Nesse momento, um indicador de número de ideias foi inserido para que se possa estimar a quantidade de ideias sendo recebidas no programa.

A ideia então é transmitida ao secretário, que as insere no formulário de projeto *Kaizen*. O formulário de projeto *Kaizen* foi elaborado em uma estrutura similar ao formulário A3 que, conforme sugere Dennis (2008), é um *storyboard*, uma estrutura de pensamento inserida em um formulário que detalha a situação atual e a situação desejada, além do planejamento para se chegar a essa situação desejada, onde entendeu-se como adequada à utilização na empresa *Alpha*. O modelo do formulário de projeto pode ser observado na Figura 24:

Figura 24: Formulário de Projeto *Kaizen*

Projeto kaizen							F-520
Nome do solicitante:		Data do recebimento da ideia:		Número do projeto:			ver.00
Ideia original		O que fazer?	Por que?	Quem fará?	Quando?	Onde?	Como?
<input type="checkbox"/> Lead time <input type="checkbox"/> Ergonomia <input type="checkbox"/> Redução de defeitos <input type="checkbox"/> Comunicação <input type="checkbox"/> Redução de espera <input type="checkbox"/> Redução de estoque <input type="checkbox"/> Redução de processamento <input type="checkbox"/> Redução de transporte <input type="checkbox"/> Redução de Movimentos <input type="checkbox"/> Redução de desperdício de potencial humano <input type="checkbox"/> Outros							
A ideia visa resolver um problema? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, identifique as possíveis causas:							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> MÉTODO MATERIAL MÃO DE OBRA </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> MÁQUINA MEDIDA MEIO AMBIENTE </div>							
Comentários		Avaliação Todas ações foram concluídas? Eficaz? Se tomare procedimento, instrução ou lição aprendida? Se sim, indique					
Aprovação		Encerramento					
<input type="checkbox"/> Líder kaizen, Data: <input type="checkbox"/> Coordenador de Fábrica, Data:		<input type="checkbox"/> Líder kaizen, Data: <input type="checkbox"/> Coordenador de Fábrica, Data:					

Fonte: os autores (2024)

A estrutura do formulário de projeto *Kaizen* apresentada na Figura 24 pode ser consultada no APÊNDICE B e consiste de: identificação do nome do solicitante, data do recebimento da ideia, número sequencial do projeto, apresentação da ideia inicial, grupos de ganho qual a ideia visa atingir e se visa efetivamente resolver um problema. Apresenta ainda uma estrutura para abordagem de possíveis causas que levam ao problema, onde se planejou utilizar o diagrama de Ishikawa, que, de acordo com Wong (2011), foi proposto por Kaoru Ishikawa, um dos pioneiros em gerenciamento da qualidade no Japão nos anos 1960 e é considerado uma das sete ferramentas básicas da qualidade.

O formulário de projeto *Kaizen* apresentado na Figura 24 apresenta ainda um campo para comentários e aprovação, tanto para a líder do time *Kaizen* quanto para o coordenador da fábrica. Apresenta ainda uma estrutura de planejamento de ações baseada no 5W2H, que, conforme sugerem Mello *et al.* (2017) e Daychoum (2018), é um método simples, baseado em um *check-list* onde se inserem as perguntas:

- o que fazer? (*What to do?* 1° W);
- quem fará? (*Who will do it?* 2° W);

- onde será feito? (*Where to do?* 3° W);
- quando será feito? (*When it'll be done?* 4° W);
- por que será feito? (*Why it'll be done?* 5° W);
- como será feito? (*How it'll be done?* 1° H);
- quanto custa? (*How much it'll cost?* 2° H).

O formulário de projeto *Kaizen* apresenta ainda um campo para avaliação das ações, contendo as questões:

- Todas ações foram concluídas?;
- Eficaz?;
- Se tornará procedimento, instrução ou lição aprendida? Se sim, indique.

Mediante tais avaliações, o formulário de projeto *Kaizen* padroniza um campo para encerramento do projeto, contendo a assinatura da Líder *Kaizen* e do Coordenador da Fábrica.

A Figura 23 sugere que o próximo passo planejado é a avaliação da Líder *Kaizen*, que pode aprovar ou declinar o projeto conforme prioridades e foco no objetivo do *Kaizen*. No caso de se declinar a ideia, uma devolutiva sobre a não-continuidade é dada ao solicitante e, no caso de se aprovar, a ideia segue para a segunda aprovação junto à coordenação da fábrica, que está plenamente alinhada às políticas e objetivos vindos do nível estratégico. No caso de declinar-se a ideia, uma devolutiva sobre a não-continuidade é dada ao solicitante e à Líder *Kaizen*.

Caso a ideia seja aprovada, parte-se para o planejamento das ações no 5W2H, onde cada ponto é detalhado e pode ser necessária uma ou mais ações. Nesse ponto, é alimentado o indicador de número de projetos abertos a fim de se obter um cenário dos projetos abertos no mês. A Líder *Kaizen* acompanha o andamento das ações, bem como avalia o projeto após a implementação da última ação, onde, caso não seja satisfatório, parte-se para o replanejamento das mesmas e, caso satisfatório, encerra-se o projeto e alimenta-se o indicador de projetos encerrados.

3.4 Andamento do *Kaizen*

No mês de setembro/2023, antes da data de corte para início do *Kaizen* (02/10/2023), aplicou-se três treinamentos, sendo dois no time *Kaizen* e um nas colaboradoras do processo de costura. Os treinamentos voltados ao time *Kaizen* foram “O programa *Kaizen*, histórico, funcionamento e objetivos aplicados à empresa *Alpha*” e “*Gemba walk*”. O treinamento aplicado às colaboradoras do processo foi “O programa *Kaizen* e como sugerir melhorias”. Tais treinamentos foram aplicados a fim de nivelar a equipe quanto aos conhecimentos necessários e alinhar a todos quanto ao objetivo principal do *Kaizen*: a redução do *lead time* por peça.

Dada a aplicação dos treinamentos, partiu-se para a execução do *Kaizen* a partir do dia 02/10/2023, onde ideias foram captadas, transformadas em projetos e executadas a fim de se reduzir o *lead time* por peça. A Figura 25 ilustra o indicador de número de ideias coletadas:

Figura 25: Indicador de número de ideias coletadas



Fonte: os autores (2024)

Observando-se a Figura 25, analisa-se que dentro do período proposto quanto à intervenção nesta pesquisa-ação (outubro e novembro/2023) foram coletadas 6 ideias no mês de outubro e 7 no mês de novembro, totalizando-se 13 ideias coletadas para o período. Nota-se que a meta estipulada foi de 5 ideias por mês, esta, representada pela linha vermelha. As ideias foram consideradas como válidas e alinhadas com o objetivo, de modo que puderam ser

aprovadas para abertura de plano de ação. A Figura 26 apresenta o número de planos de ações abertos:

Figura 26: Indicador de número de projetos abertos



Fonte: os autores (2024)

Avaliando-se a Figura 25 e a Figura 26, pode-se entender que 100% das ideias geradas e coletadas no período foram transformadas em projetos *Kaizen* devido à coerência com o objetivo estabelecido. Dentro do período, a avaliação dos projetos encerrados nos meses de outubro e novembro/2023 pode ser observada na Figura 27:

Figura 27: Indicador de número de projetos encerrados



Fonte: os autores (2024)

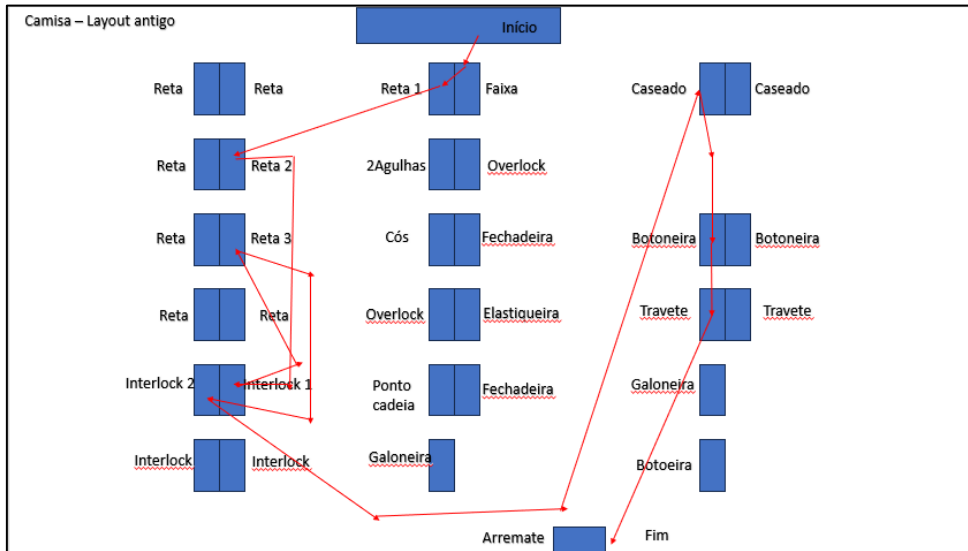
Observando-se a Figura 27, pode-se entender que 5 projetos foram encerrados de modo satisfatório no mês de outubro assim como 5 projetos foram encerrados de modo satisfatório no mês de novembro. Três projetos continuaram em andamento e foram finalizados após o encerramento da intervenção e coleta de dados proposta para esta pesquisa, de modo que não são mensurados no gráfico da Figura 27.

3.4.1 Implementação dos projetos *Kaizen*

A primeira ideia, transformada em projeto e encerrada dentro do período proposto foi a de readequar o *Layout* utilizado no processo. A unidade de costura da empresa *Alpha* localizada na cidade de Jandira não possui um *Layout* ajustado para um produto específico devido características próprias de alta variabilidade de produtos produzidos todos os dias. Verificou-se junto à gestão do processo e via ERP que a gama de produtos produzidos nesta unidade engloba calças, camisas, camisetas, macacões, gorros, luvas, batas, aventais e acessórios.

Verificou-se ainda que os três principais produtos são calça, camisa e camiseta, de modo que o planejamento de readequação do *Layout* previu estes três produtos principais. Dennis (2008) sugere o trabalho em linha ou em célula U como referência para produção; entretanto, devido ao grande mix de produtos e à limitação de espaço e máquinas, precisou-se desenvolver um modelo que se adequasse, pelo menos, aos três principais. A Figura 28 ilustra o *Layout* encontrado no setor e o fluxo de produção para o produto camisa:

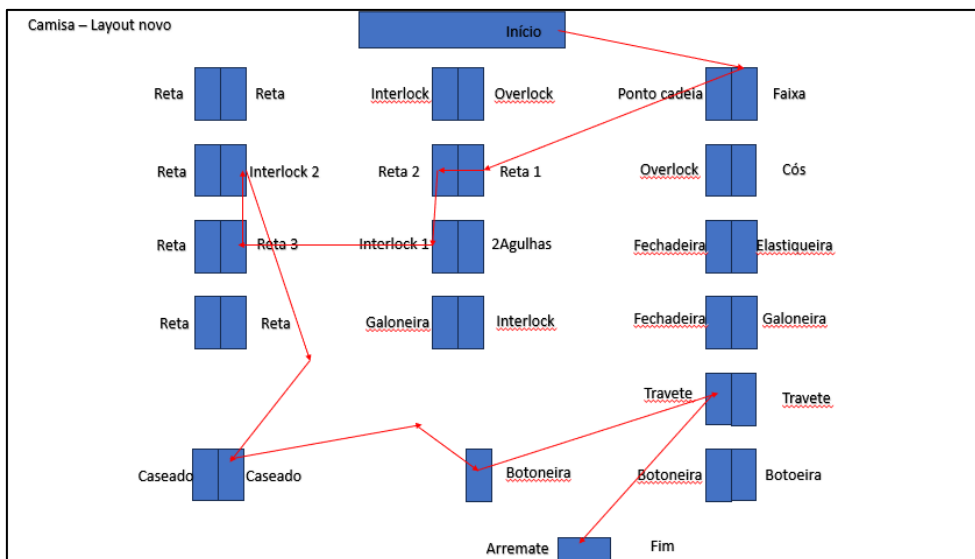
Figura 28: *Layout* antigo do processo e fluxo para a produção de camisa



Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 28, analisa-se que o *Layout* é bastante cruzado e que o fluxo de produção de camisa se dá conforme a sequência: máquina de faixa, reta 1, reta 2, *interlock* 1, reta 3, *interlock* 2, caseado, botoneira, travete e arremate. A Figura 29 apresenta o novo *Layout*, após a implementação das alterações de posicionamento de máquina para produção de camisa.

Figura 29: *Layout* atual do processo e fluxo para a produção de camisa

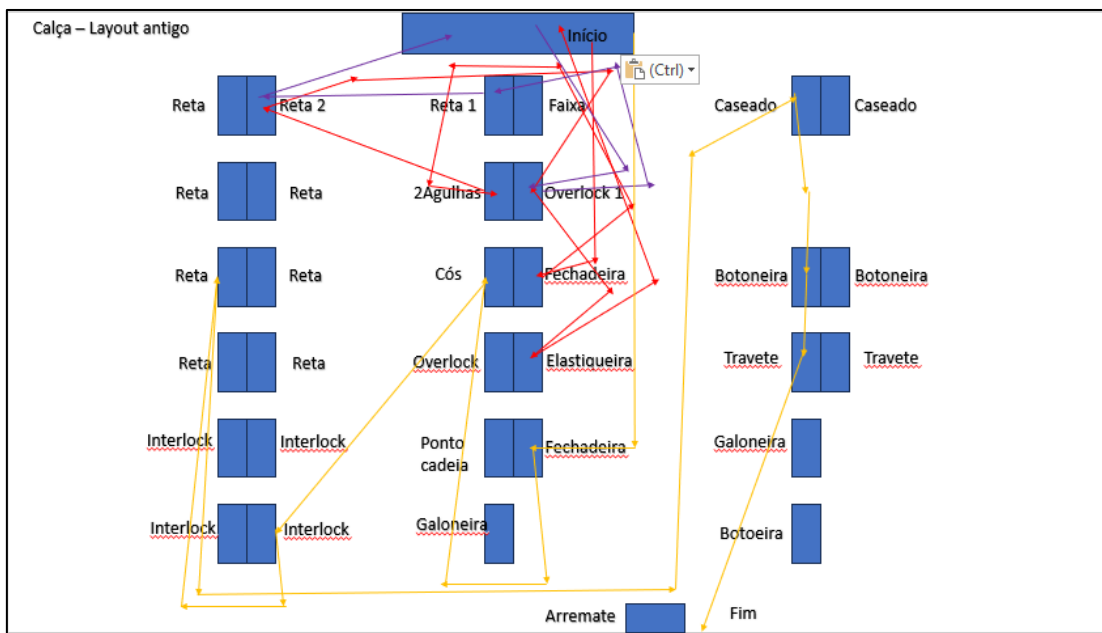


Fonte: os autores (2024)

Avaliando-se a Figura 29, pode-se verificar que, na nova adequação do *Layout*, a produção tende a seguir em um fluxo menos cruzado que o da Figura 28. Entendeu-se que o novo *Layout* ainda possui cruzamentos e alta movimentação, mas em menor escala do que na proposta da Figura 28. Entendeu-se que, para o período desta pesquisa-ação, este seria o melhor arranjo tangível. O sequenciamento de atividades para a produção de camisa ficou como: máquina de faixa, reta 1, reta 2, *interlock* 1, reta 3, *interlock* 2, caseado, botoneira, travete e arremate.

Para a produção de calças o *Layout* encontrado no processo antes do *Kaizen* também possuía uma grande quantidade de cruzamentos de fluxo e de movimentação. Ele se apresenta na Figura 30:

Figura 30: *Layout* antigo do processo e fluxo para a produção de calça



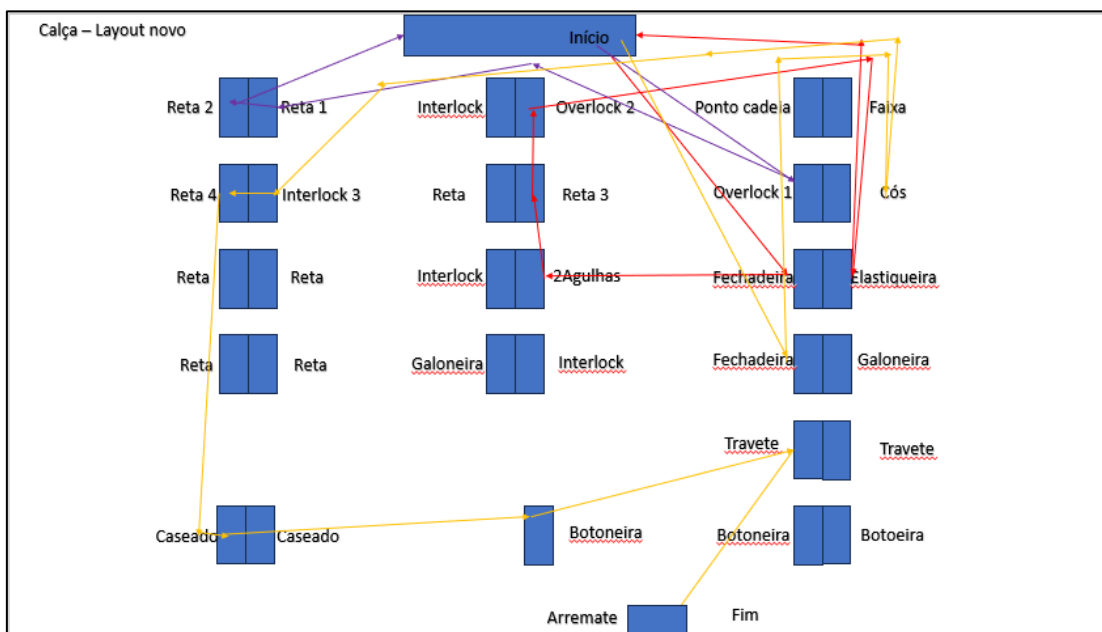
Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 30, analisa-se que o *Layout* é bastante cruzado e que o fluxo de produção de calça se dá paralelamente para parte frontal (setas em roxo) e traseira (setas em vermelho) e que após a realização destas, o produto segue o fluxo destacado nas setas amarelas. O sequenciamento se dá em:

- Parte frontal – Máquina *overlock* 1, reta 1, reta 2 e retorna para a mesa de separação inicial para aguardar a conclusão da parte traseira;
- Parte traseira – Máquina fechadeira, 2 agulhas, reta 2, *overlock* 1, elástiqueira e retorna para a mesa de separação inicial para unir-se à parte traseira;

Com as partes frontal e traseira processadas, ambas seguem a sequência: máquina fechadeira, cós, *interlock*, reta, caseado, botoneira, travete e arremate. A Figura 31 apresenta o novo *Layout*, após a implementação das alterações de posicionamento de máquina para produção de calça.

Figura 31: *Layout* novo do processo e fluxo para a produção de calça



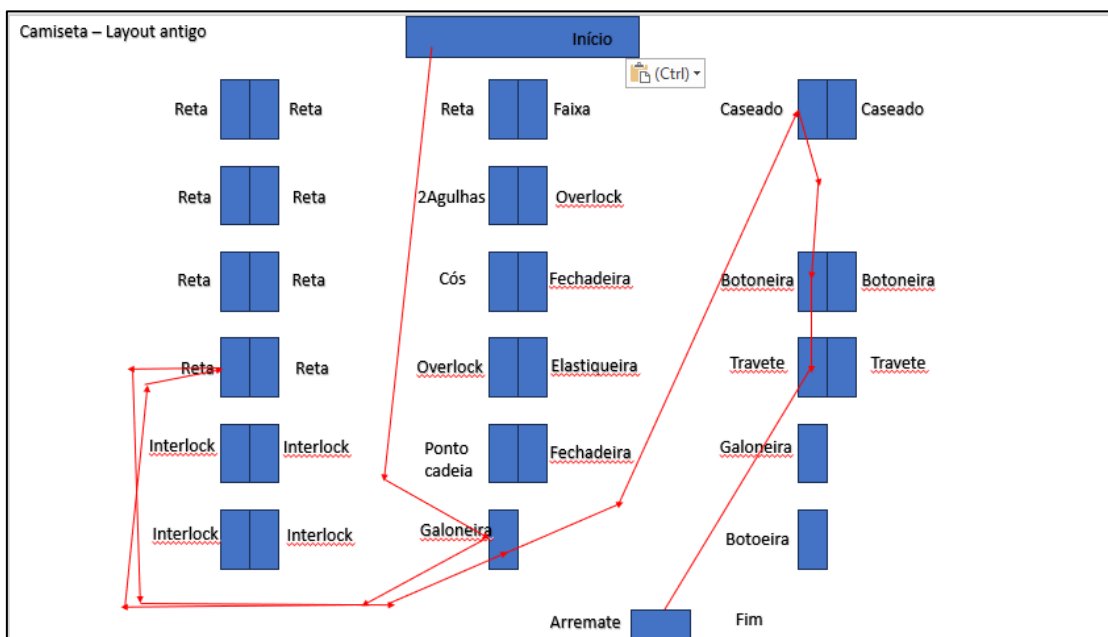
Fonte: os autores (2024)

Avaliando-se a Figura 31, pode-se verificar que na nova adequação do *Layout* a produção tende a seguir em um fluxo menos cruzado que o da Figura 30. Entendeu-se que o novo *Layout* ainda possui cruzamentos e alta movimentação, mas em menor escala do que na proposta da Figura 30. Entendeu-se que, para o período desta pesquisa-ação, este seria o melhor arranjo tangível. O sequenciamento de atividades para a produção de calça ficou como:

- Parte frontal – Máquina *overlock* 1, reta 1, reta 2 e retorna para a mesa de separação inicial para aguardar a conclusão da parte traseira;
- Parte traseira – Máquina fechadeira, 2 agulhas, reta 3, *overlock* 2, elásticoeira e retorna para a mesa de separação inicial para unir-se à parte traseira;

Com as partes frontal e traseira processadas, ambas seguem a sequência: máquina fechadeira, cós, *interlock* 3, reta 4, caseado, botoneira, travete e arremate. Para a produção de camisetas, encontrou-se também um fluxo bastante cruzado e com alta movimentação, qual se apresenta na Figura 32:

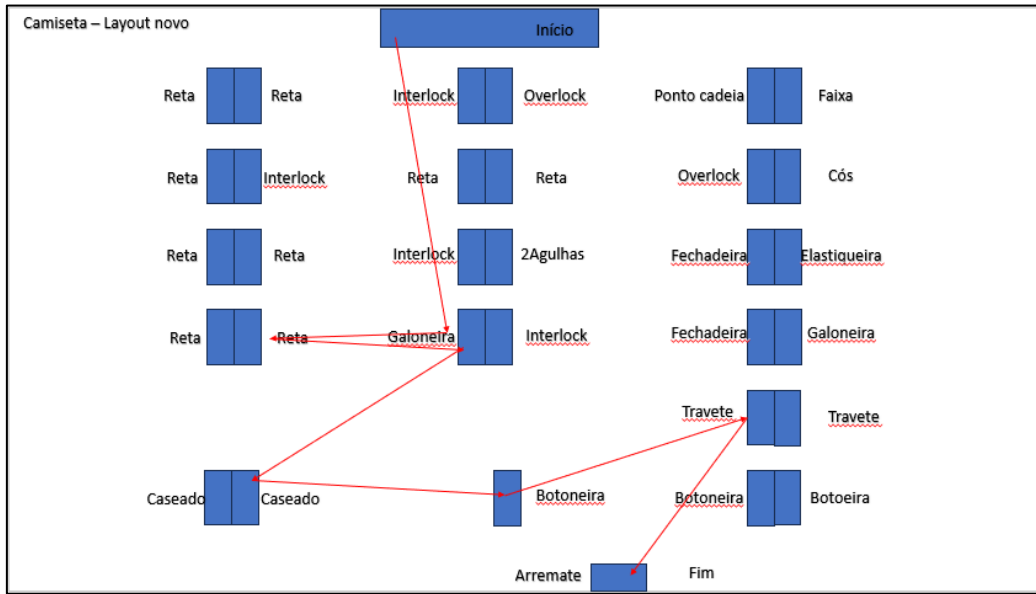
Figura 32: *Layout* antigo do processo e fluxo para a produção de camiseta



Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 32, analisa-se que o *Layout* é bastante cruzado e que o fluxo de produção de camiseta se dá conforme a sequência: máquina galoneira, reta, galoneira, caseado, botoneira, travete e arremate. A Figura 33 apresenta o novo arranjo de máquinas e fluxo para produção de camiseta:

Figura 33: *Layout* novo do processo e fluxo para a produção de camiseta



Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 33, analisa-se que o *Layout* ainda é bastante cruzado, embora com menos cruzamentos e movimentações do que o *Layout* antigo apresentado na Figura 32. O fluxo de produção de camiseta se dá conforme a sequência: máquina galoneira, reta, galoneira, caseado, botoneira, travete e arremate. As ideias de 2 a 10 finalizadas até novembro de 2023 são apresentadas no Quadro 4:

Quadro 4: Compilação das ideias /projetos aprovados e concluídos

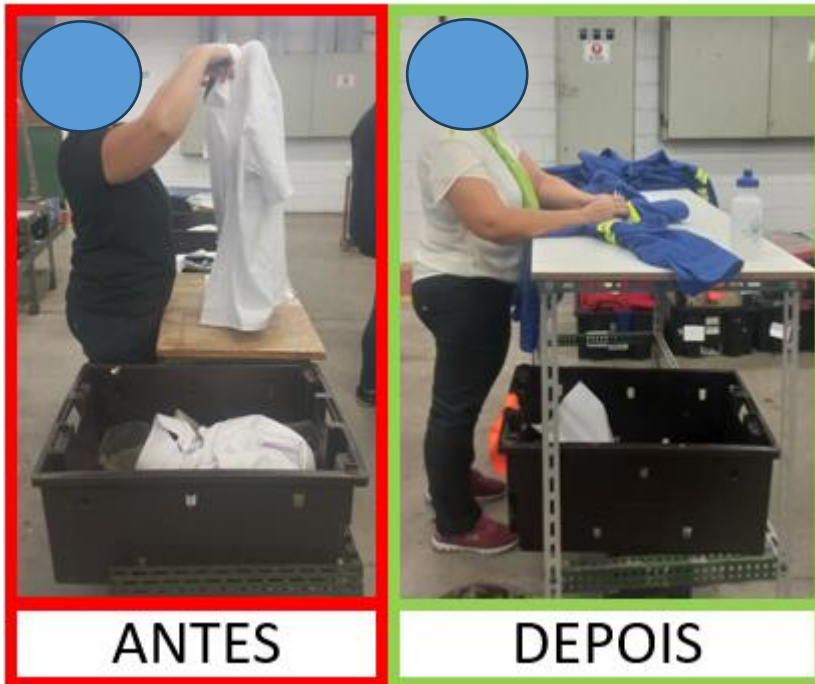
Idéia	Situação encontrada	Situação desejada	Aprovado?	Concluído em
2 - Substituição dos cabides de arremate por mesa	Alta fadiga das colaboradoras, o que influi na produtividade durante o dia	Menor fadiga e maior produtividade durante o dia	Sim	Outubro
3 - Retreinamento da equipe quanto a 5S's e interpretação de fichas técnicas	Falhas quanto aos 5S's e atrasos/retrabalhos devido dificuldade de interpretação das fichas técnicas	5S's adotados. Facilidade de interpretação de fichas técnicas	Sim	Novembro
4 - Elaboração de ficha para acompanhamento da produção	Irrastreabilidade de quem executou a operação, o que torna difícil orientar a costureira em caso de erro.	Possibilidade de rastreio quanto à realização da operação	Sim	Novembro
5 - Caixa para organização das matrizes de fixação de botões	Demora na localização das matrizes corretas/ perda de matrizes de fixação de botões	Localização padronizada e corretamente identificada das matrizes de fixação de botões	Sim	Outubro

6 - Adoção de esquadro ajustável para posicionamento de patch	Método com esquadro padrão leva tempo demasiado e maior possibilidade de erros	Método de marcação de posição de patch mais rápido e mais preciso	Sim	Outubro
7 - Identificação visual das produções a serem realizadas no dia ou urgentes	A identificação de produções de outros dias permite que as costureiras adotem um ritmo mais lento, caso percebam que estão adiantadas	A identificação somente das produções que devem ser produzidas no dia permite que a liderança tenha maior controle sobre as entregas do dia	Sim	Outubro
8 - Criação de <i>kit</i> de ferramentas da costureira	Costureiras utilizam ferramentas compartilhadas e com localização não-padronizada, o que gera perdas e atrasos para localização de ferramentas.	Cada costureira com seu <i>kit</i> , permitindo ajustes e set-ups rápidos de máquina	Sim	Novembro
9 - Adoção de gerenciamento visual de metas e resultados	Não há gerenciamento, report à equipe ou cobrança baseada em metas	Gerenciamento e report à equipe baseado em metas/ maior comprometimento da equipe com resultados	Sim	Novembro
10 - Organizador para os gabaritos de passadoria	Desorganização quanto aos gabaritos de passadoria, o que causa atrasos para localização e perdas	Gabaritos em posições padronizadas, permitindo a rápida e fácil localização	Sim	Novembro

Fonte: os autores (2024)

A ideia número 2, transformada em projeto e finalizada no mês de outubro de 2023 consistiu em substituir a utilização de cabides de arremate por mesas, em altura adequada e com espaço suficiente para abrir o produto e efetuar o arremate. A premissa é que se pudesse reduzir a fadiga das colaboradoras devido à posição adotada na operação. A ideia partiu das próprias colaboradoras da operação e apresentou uma redução de 41,01% no tempo operacional da atividade além da declaração de 100% das colaboradoras de que a melhoria reduziu a fadiga e dores nas costas ao fim do dia. Uma comparação da posição de arremate no cabide e em mesa pode ser verificada na Figura 34.

Figura 34: Cabide e mesa de arremate



Fonte: os autores (2024)

Na Figura 34, no campo onde ilustra-se a condição “antes”, pode-se verificar a posição de trabalho da colaboradora com os braços suspensos para realização do arremate. Ainda na Figura 34, onde ilustra-se a condição “depois” pode-se verificar a colaboradora executando o arremate com apenas em mesa.

A ideia número 3 partiu da própria líder do processo, ocupando também a função de líder *Kaizen*, onde observou-se uma deficiência da equipe quanto à manutenção dos 5S's, gerando desorganização, dificuldades no fluxo, dificuldades para encontrar ferramentas e limpeza deficiente. Observou-se ainda a deficiência quanto à interpretação de fichas técnicas. A ficha técnica é um documento que contém toda a especificação do produto, contendo desenho, operações de costura, aviamentos e linhas a serem utilizados, posicionamento de bolsos, logotipos e outras especificações. A dificuldade de interpretação das fichas técnicas abre a possibilidade de geração de retrabalho e, por consequência, aumento do *lead time*. O treinamento foi aplicado no dia 01/11/2023.

A ideia número 4 partiu de uma das facilitadoras do time *Kaizen* que ocupa o cargo de líder de costura. A ideia pretendeu eliminar a situação de irracionalidade das operações de costura realizada. A situação encontrada não permitia que, ao inspecionar-se o produto e detectar-se uma não conformidade, rastrear qual colaboradora realizou aquela operação. Tal

situação não permitia uma orientação adequada e orientada à colaboradora que gerou o problema e o senso de responsabilidade sobre o produto era vago devido não se poder rastrear a originadora. A ficha foi criada e implementada e pode ser verificada na Figura 35:

Figura 35: Ficha de apontamento de produção

APONTAMENTO DE PRODUÇÃO			
Data	O.S.	Parte	Nome

Fonte: os autores (2024)

Com base na Figura 35, pode-se verificar que a ficha de apontamento de produção contém os campos Data, O.S. (Ordem de Serviço), Parte e Nome e, este último permite a necessária rastreabilidade de quem executou a operação daquela parte, naquela O.S. e naquele dia.

A ideia número 5 partiu de uma das costureiras visando a organização das matrizes utilizadas na máquina de fixação de botões. A situação encontrada foi de desorganização e perda de facas, o que atrasa a operação e, por consequência, impacta no *lead time*. A caixa foi disponibilizada no processo e as colaboradoras treinadas quanto à correta organização e manutenção do padrão. A caixa para organização das facas da máquina de caseado pode ser verificada na Figura 36:

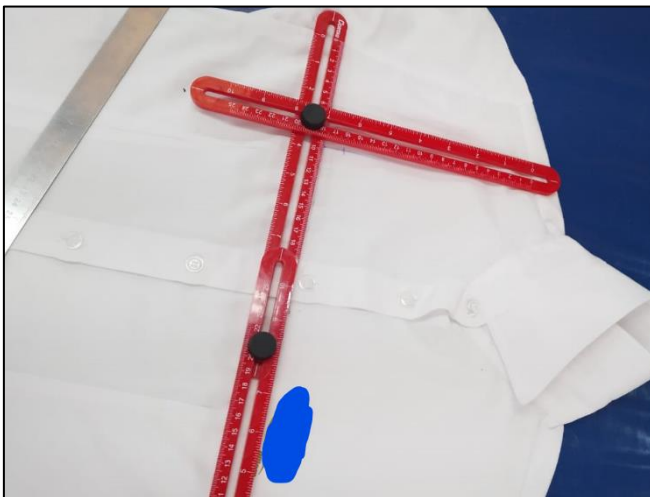
Figura 36: Caixa para organização de matrizes de fixação de botões



Fonte: os autores (2024)

A ideia número 6 partiu do secretário do time *Kaizen*, que percebeu possibilidade de melhoria no método utilizado no posicionamento de *patches* onde, ao invés de se utilizar um esquadro padrão para o posicionamento do *patch*, adotou-se o posicionamento com um esquadro ajustável, qual pode ser observado na Figura 37. A melhoria reduziu o tempo operacional em 35,5%, contribuindo assim com o *lead time* do processo.

Figura 37: Esquadro ajustável para posicionamento de *patches*



Fonte: os autores (2024)

A ideia número 7 partiu do secretário do time *Kaizen* e visou resolver uma questão de gerenciamento do processo. Os materiais aguardando a entrada no processo de costura eram

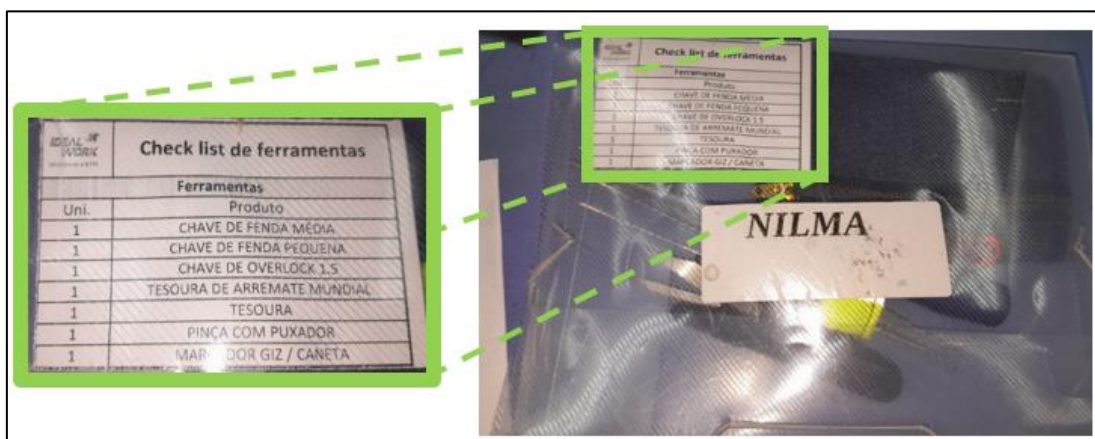
identificados pela amarração de uma fita de tecido de determinada cor não padronizada semanalmente, sinalizando quais dias aquelas produções deveriam ser entregues, no máximo. Percebendo o padrão, algumas colaboradoras diminuam o ritmo da produção caso percebessem que a produção do dia seria atendida com certo adiantamento e isso, além de não explorar toda a capacidade produtiva do processo, gerava conflitos entre a gestão e costureiras.

O sistema de identificação das produções que deveriam ser entregues em cada dia da semana passou por uma alteração, identificando-se somente as produções do dia corrente ou que o PCP tenha identificado como urgentes. A melhoria número 9 contribuiu com o gerenciamento das produções e capacidade e será abordada adiante.

A ideia número 8 foi proposta por uma das costureiras e visou resolver o problema de perda de ferramentas, que por sua vez impacta no tempo para localização e, por consequência, no tempo operacional e *lead time*. A situação encontrada possuía despadronização quanto à localização de ferramentas, perdas de tempo para procura, movimentação para procura e reposições constantes de ferramentas. A situação foi resolvida com a implementação de um *kit* de ferramentas básicas para cada colaboradora onde cada costureira foi conscientizada do motivo da formação do *kit* e da necessidade de zelo para com o *kit*, que é de sua responsabilidade.

Em adição, criou-se uma rotina de inspeção dos *kits* de ferramentas por parte da líder do processo a fim de se manter as ferramentas disponíveis e as colaboradoras conscientes sobre a necessidade de manutenção do *kit*. Um modelo de *kit* básico de ferramentas pode ser observado na Figura 38:

Figura 38: *Kit* básico de ferramentas



Fonte: os autores (2024)

Na Figura 38 pode-se verificar, além da pasta acrílica entregue para cada costureira com seu próprio *kit* de ferramentas, o *check-list* das ferramentas e uma ampliação do mesmo para melhor visualização.

A ideia número 9 partiu de uma das líderes do processo de costura e visou implementar um quadro de gestão visual das metas de produção. Devido o tempo limitado para a realização desta pesquisa-ação, as metas não foram baseadas em estudos de cronoanálise, mas em estimativas históricas obtidas no *ERP Microsoft Dynamics AX*®. Implementou-se também uma reunião rápida diária entre a gestão do processo e as colaboradoras para apresentação dos resultados do dia anterior e as metas do dia. O quadro de gestão pode ser observado na Figura 39:

Figura 39: Quadro de gestão da produção

IDEAL WORK		GESTÃO VISUAL - COSTURA					改善 "Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje"
P R O D U Ç Ã O	150	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	MÉDIA DA SEMANA
	META	165	165	165	165	165	165
	REAL	281	160	109			
	EFICIÊNCIA %	170%	95%	66%			
P A R A D A S	O.S / MAQ	MOTIVO	DIA	INÍCIO	FIM	DIA	RESP
	519	166 NOK					

Fonte: os autores (2024)

A ideia número 10 partiu de uma das costureiras e visou a implementação de um organizador para os gabaritos de passadoria. A situação encontrada apresentava desorganização quanto aos gabaritos de passadoria e, por consequência, dificuldade na localização e perdas, o que poderia proporcionar atrasos na localização ou confecção de novos gabaritos, que por sua vez, aumentava o tempo operacional e o *lead time*. A implementação do organizador de

gabaritos e a orientação às colaboradoras sobre o correto uso foi bem aceita e propiciou uma localização mais rápida dos gabaritos de passadoria, que pode ser observado na Figura 40:

Figura 40: Organizador de gabaritos de passadoria



Fonte: os autores (2024)

Na Figura 40 pode-se verificar no campo da condição “antes” vários gabaritos de passadoria alocados em uma caixa que as próprias colaboradoras ajustaram para sua alocação sem ordenação e identificação do tipo de peça. No campo “depois” pode-se verificar que os gabaritos foram alocados em um organizador e separados por aplicação, facilitando assim sua localização. A partir da ideia 10, percebeu-se a possibilidade da criação de padrões de organização, onde, na Figura 41 pode-se observar o modelo criado e adotado para a ideia 10.

Figura 41: Padrão de organização



Fonte: os autores (2024)

Conforme se observa na Figura 41, foi adotado um modelo de organização constando a “Definição de posicionamento”, que visa padronizar onde cada objeto deve permanecer para a manutenção dos 5S’s e, no campo de “Ilustração real”, pode-se verificar uma foto real para facilitar a interpretação.

Outras três ideias foram aprovadas e se tornaram projetos *Kaizen*, sendo elas a implementação de mais ventiladores no processo, implementação de etiquetadora automática e aquisição de mais uma máquina de aplicação de faixas que não foram concluídas dentro do prazo desta pesquisa-ação e, assim sendo, não serão discutidas.

3.5 Coleta de Dados

A fase de coleta de dados teve seu início na primeira segunda-feira do mês de outubro de 2023, conforme planejado, abrangendo o período de setembro de 2023, do dia 01/09/2023 ao dia 29/09/2023. Os dados passaram por uma análise visando detectar possíveis discrepâncias e erros de digitação. Um total de 13 registros de *lead time* foram eliminados devido a falhas identificadas em colaboração com a gestão do processo, tais como campos vazios que prejudicavam o cálculo do *lead time* ou caracteres suspeitos indicando possíveis erros de digitação.

Durante o processo de coleta, surgiu uma possível questão relacionada à usabilidade dos registros de produção para o mês de setembro. Observou-se que alguns registros de início e término da produção estavam muito próximos temporalmente. Em consenso com a gestão do processo, optou-se por não considerar apontamentos com tempo inferior a 0,01 hora, dado que seria altamente improvável a realização de uma operação em um intervalo tão breve.

No total, 33 registros de produção foram excluídos, sendo 13 deles devido a erros de apontamento e 20 por apresentarem tempo inferior a 0,01 hora. A Figura 42 oferece uma amostra dos dados considerados para o mês de setembro.

Figura 42: Modelo de obtenção dos dados via ERP Dynamics AX ®

Data e hora início	Data real	Hora fim	Data e hora final	Diferença em horas	Centesimal	Quantid	Quantidade sem erro	Hora por peça
4/9/23 15:47	16/10/2023	15:47:02	16/10/23 15:47	1008:00:00	1008,00	300	1	1008
20/9/23 17:03	31/10/2023	09:51:00	31/10/23 9:51	976:47:26	976,79	265	15	65,11937037
20/9/23 17:03	31/10/2023	09:50:58	31/10/23 9:50	976:47:24	976,79	500	1	976,79
20/9/23 17:03	31/10/2023	09:50:54	31/10/23 9:50	976:47:20	976,79	500	1	976,7888889
15/9/23 9:34	25/10/2023	09:10:41	25/10/23 9:10	959:36:13	959,60	135	25	38,38414444
6/9/23 10:00	09/10/2023	07:48:08	9/10/23 7:48	789:47:46	789,80	500	500	1,579592222
21/9/23 9:59	23/10/2023	09:25:51	23/10/23 9:25	767:26:03	767,43	350	350	2,192669048
21/9/23 10:00	23/10/2023	09:26:09	23/10/23 9:26	767:25:27	767,42	300	300	2,558080556
21/9/23 10:00	23/10/2023	09:25:34	23/10/23 9:25	767:25:13	767,42	350	350	2,192629365
21/9/23 10:02	23/10/2023	09:25:17	23/10/23 9:25	767:22:46	767,38	350	350	2,192512698
4/9/23 16:14	04/10/2023	16:21:23	4/10/23 16:21	720:07:17	720,12	100	1	720,1213889
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:45:34	4/10/23 14:45	718:31:28	718,52	10	10	71,85244444
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:45:20	4/10/23 14:45	718:31:14	718,52	20	20	35,92602778
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:45:04	4/10/23 14:45	718:30:58	718,52	100	99	7,257738496
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:44:42	4/10/23 14:44	718:30:36	718,51	300	299	2,403043478
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:44:17	4/10/23 14:44	718:30:12	718,50	300	300	2,395011111
4/9/23 16:14	04/10/2023	14:44:03	4/10/23 14:44	718:29:58	718,50	175	175	4,105711111
6/9/23 7:41	05/10/2023	12:09:54	5/10/23 12:09	700:28:50	700,48	550	300	2,334935185

Fonte: os autores (2024)

Na Figura 42 apresentam-se alguns dos campos nativos na extração dos dados de produção no ERP utilizado pela empresa *Alpha*, os quais apresentam-se em branco: Data real, hora final, quantidade e quantidade sem erro. Nas colunas destacadas por setas, pode-se verificar alguns dos campos criados para a posterior análise de dados, que são Data e hora início, Data e hora final, Diferença em horas, Centesimal e hora por peça. Para o mês de setembro/23 foram considerados 777 dados como válidos e aptos para consideração do cenário objeto deste estudo.

A segunda, terceira, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava e nona coletas foram realizadas em 09/10, 16/10, 23/10, 30/10, 06/11, 13/11, 20/11, 27/11 e 04/12, respectivamente. Para essas coletas não foram considerados 129 dados como válidos para a comparação dos cenários pois continham dados inválidos ou falhas de apontamento. Dado como terminadas as coletas planejadas, pôde-se partir para a fase de análise das evidências do estudo de caso.

3.6 Resultados e discussões

Com o sucesso da coleta de dados, que transcorreu conforme o planejado, foi possível avançar para a fase de análise das evidências, onde o objetivo foi examinar a normalidade dos dados e as estatísticas descritivas, incluindo média, moda, mediana e desvio padrão. Para facilitar o trabalho com os dados obtidos, recorreu-se ao *Software Minitab*®, conforme previamente planejado.

3.6.1 Resultados referentes ao mês de setembro

Iniciando com os dados referentes ao mês de setembro, foram calculadas as estatísticas descritivas conforme especificado na Tabela 2:

Tabela 2: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de setembro

Estatísticas descritivas de horas por peça para o mês de setembro/2023										
Estatística			Erro		Desvio					
Variável	N	N*	Média	padrão da média	Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Horas por peça em setembro	777	0	50,92	3,34	92,99	0,07	9,8	25,34	57,3	1008

Fonte: os autores (2023)

A partir da análise da Tabela 2, é possível inferir que, para a avaliação das horas por peça no mês de setembro, dispusemos de uma população representada por 777 dados do tipo contínuo. Destaca-se uma média de 50,92 horas por peça, com um erro padrão da média de 3,34 horas e um desvio padrão de 92,99 horas. Observou-se, ainda, um valor mínimo de 0,07 hora, o primeiro quartil situado em 9,80 horas, a mediana registrada em 25,35 horas, o terceiro quartil posicionado em 57,30 horas e um valor máximo de 1008 horas.

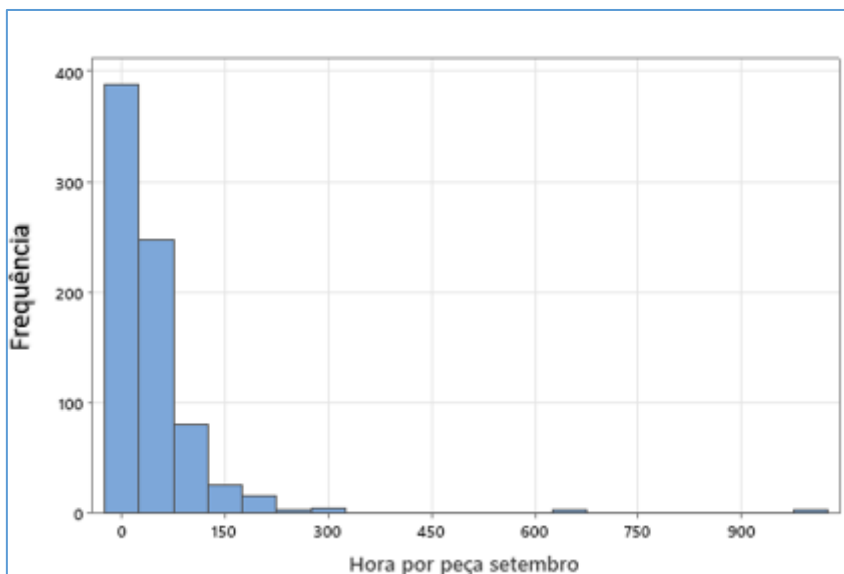
Embora os valores mínimo e máximo sejam bastante discrepantes entre si, a presença de um desvio padrão considerável sugere uma distribuição notavelmente dispersa dos dados. Dessa forma, foi necessário recorrer a uma ferramenta capaz de traduzir a distribuição de frequências nas diversas faixas de ocorrência de *lead times*. Coelho, Silva e Maniçoba (2016)

ressaltam a eficácia do Histograma para tal propósito. Trata-se de uma representação visual, organizada em forma de gráfico, que classifica os dados em faixas de frequência, permitindo a análise da distribuição, centralidade e dispersão.

Neste contexto, os retângulos representam os intervalos de valores da variável em estudo, enquanto a altura de cada retângulo corresponde à frequência com que os dados ocorrem em cada intervalo. O Histograma, aplicável a variáveis contínuas, mantém a disposição dos intervalos independentemente da frequência, possibilitando uma análise minuciosa da distribuição e sua relação com as especificações pertinentes.

Com o intuito de verificar a distribuição, procedemos à análise dos dados por meio de um Histograma, cuja representação gráfica está disponível na Figura 43:

Figura 43: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de setembro

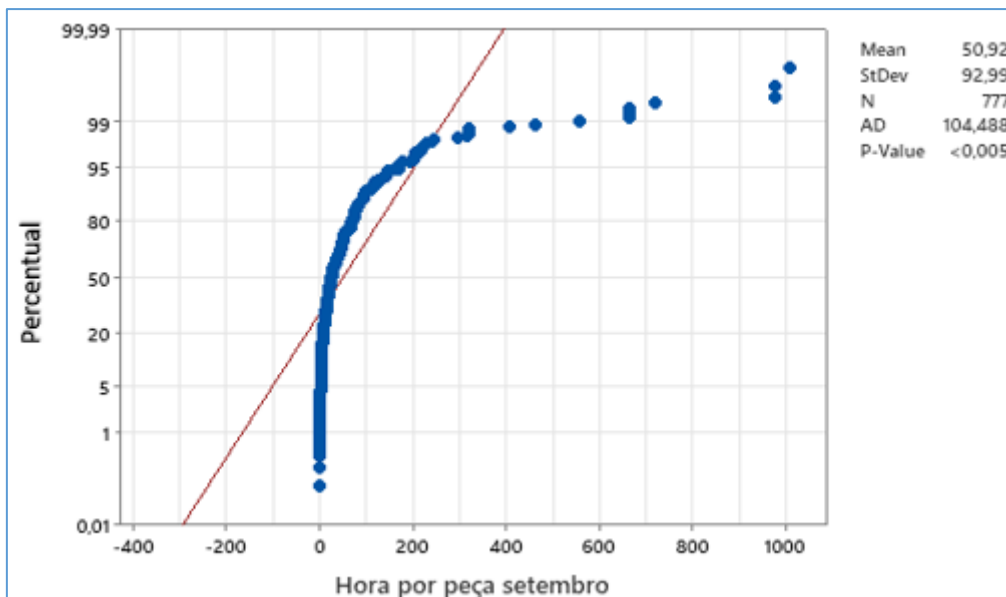


Fonte: os autores (2023)

Com base na Figura 43 apresentada, analisa-se que a maior concentração de *lead times* ocorre na faixa de 0 a 150 horas por peça, totalizando 743 registros nessa faixa, o que representa aproximadamente 95,62% do total. Por outro lado, os registros acima de 150 horas somam 34 ocorrências, equivalendo a cerca de 4,37% do total. A observação de uma distribuição que não segue a curva normal, juntamente com as estatísticas descritivas apresentadas, sugere a não-normalidade dos dados.

Para investigar mais profundamente a normalidade dos dados, Engmann e Cosineau (2011) sugerem o teste de Anderson-Darling como uma ferramenta alternativa para identificar possíveis desvios nas distribuições das amostras em relação à normalidade. Embora originalmente concebido para aplicações em engenharia, este teste se mostra eficaz na análise dos dados de *lead time* para este estudo. Os resultados do teste de normalidade estão apresentados na Figura 44:

Figura 44: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de setembro



Fonte: os autores (2023)

Considerando uma significância de 5% e com um p-valor obtido inferior a 0,005, sugere-se a não-normalidade dos dados coletados no mês de setembro de 2023.

3.6.2 Resultados referentes ao mês de outubro

Utilizando o *Software Minitab*®, foram calculadas as estatísticas descritivas para o mês de outubro de 2023, já com uma leve influência do *Kaizen*, que teve início em 02/10/2023. Essas estatísticas são apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de outubro.

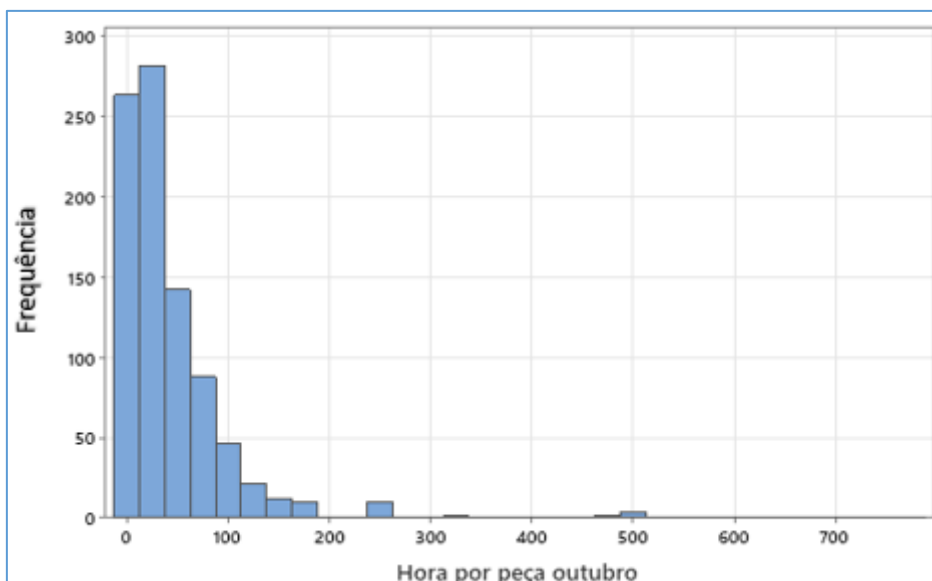
Estatísticas descritivas de horas por peça para o mês de outubro/2023										
Estatística				Erro	Desvio					
Variável	N	N*	Média	padrão da média	Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Horas por peça em outubro	889	0	46,39	2,3	68,61	0,01	9,53	26,06	55,66	766,45

Fonte: os autores (2023)

Com base na Tabela 3, analisa-se que, para a análise das horas por peça no mês de outubro de 2023, foi obtida uma amostra com um tamanho populacional (N) de 889 dados. A média registrada foi de 46,39 horas por peça, com um erro padrão da média de 2,30 horas e um desvio padrão de 68,61 horas. Observa-se um valor mínimo de 0,01 hora, enquanto o primeiro quartil se situa em 9,53 horas, a mediana em 26,06 horas e o terceiro quartil em 55,66 horas. O valor máximo alcançou 766,45 horas.

Os dados de mínimo e máximo ainda apresentam uma distância considerável entre si, e o desvio padrão de 68,61 horas indica uma dispersão significativa, embora menor em comparação com o observado em setembro de 2023. Além disso, a média registrou uma diminuição de 4,53 horas em relação ao mês anterior, enquanto a posição da mediana aumentou em 0,72 horas. Para uma análise visual mais detalhada da distribuição, elaborou-se a Figura 45:

Figura 45: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de outubro

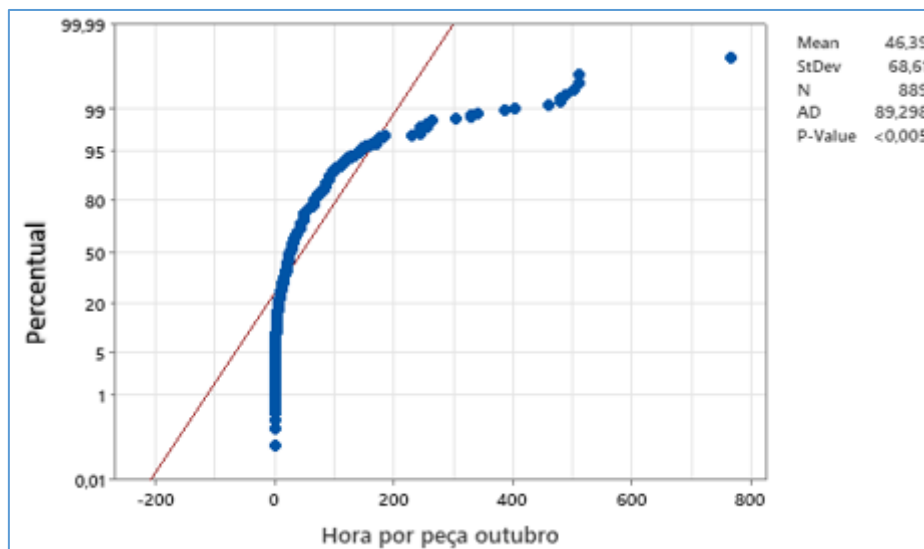


Fonte: os autores (2023)

Com base nos dados apresentados na Figura 45, é possível observar que a maior frequência de distribuição ocorre na faixa de 0 a 100 horas, totalizando 820 dados, o que representa aproximadamente 92,24% do total. Por outro lado, os apontamentos acima de 100 horas somam 69 registros, correspondendo a cerca de 7,76% do total. Notavelmente, as ocorrências acima de 600 horas, observadas no mês de setembro de 2023, não foram registradas em outubro de 2023.

Analisando a dissimilaridade dos dados do Histograma em relação à curva normal, bem como as estatísticas descritivas, sugere-se a não-normalidade dos dados para o mês de outubro de 2023. Para corroborar essa conclusão, aplicou-se o teste de Anderson-Darling, conforme proposto por Yazici e Yolacan (2007), cujos resultados estão apresentados na Figura 46:

Figura 46: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de outubro



Fonte: os autores (2023)

Com base no resultado expresso na Figura 46, conclui-se que, com um p-valor menor que 0,05 e uma significância de 95%, os dados de outubro de 2023 não apresentam normalidade, assim como ocorreu no mês de setembro de 2023.

3.6.3 Resultados referentes ao mês de novembro

Em seguida, foram calculadas as estatísticas descritivas para o mês de novembro de 2023, também considerando a interferência do *Kaizen* iniciado em 02/10/2023. Essas estatísticas são apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4: Estatísticas descritivas para os dados de hora por peça do mês de novembro

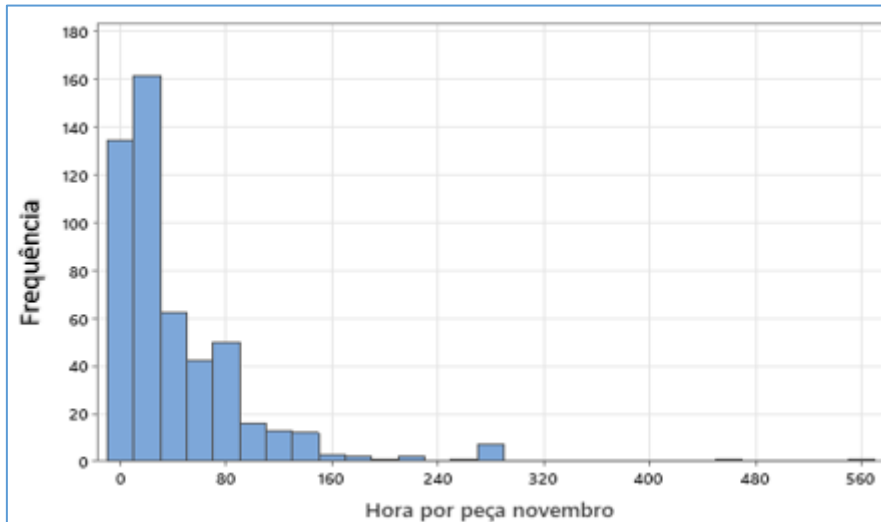
Estatísticas descritivas de horas por peça para o mês de novembro/2023										
Estatística			Erro		Desvio					
Variável	N	N*	Média	padrão da média	Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Horas por peça em outubro	508	0	43,91	2,55	57,5	0,03	9,02	23,87	60,31	557,81

Fonte: os autores (2023)

Com base na Tabela 4, conclui-se que, para a análise das horas por peça no mês de novembro de 2023, foi obtida uma amostra com um tamanho populacional (N) de 508 dados. A média registrada foi de 43,91 horas por peça, com um erro padrão da média de 2,55 horas e um desvio padrão de 57,50 horas. Observa-se um valor mínimo de 0,03 hora, enquanto o primeiro quartil se situa em 9,02 horas, a mediana em 23,87 horas e o terceiro quartil em 60,31 horas. O valor máximo foi registrado em 557,81 horas.

Apesar de ainda haver um intervalo considerável entre os valores mínimo e máximo, é notável uma redução significativa no valor máximo, que diminuiu em 208,64 horas em comparação com o mês anterior. Além disso, o desvio padrão também apresentou uma redução de 11,11 horas, indicando uma menor variabilidade do processo. Para uma representação visual mais clara e detalhada, foi elaborada a Figura 47:

Figura 47: Distribuição de frequências de horas por peça do mês de novembro

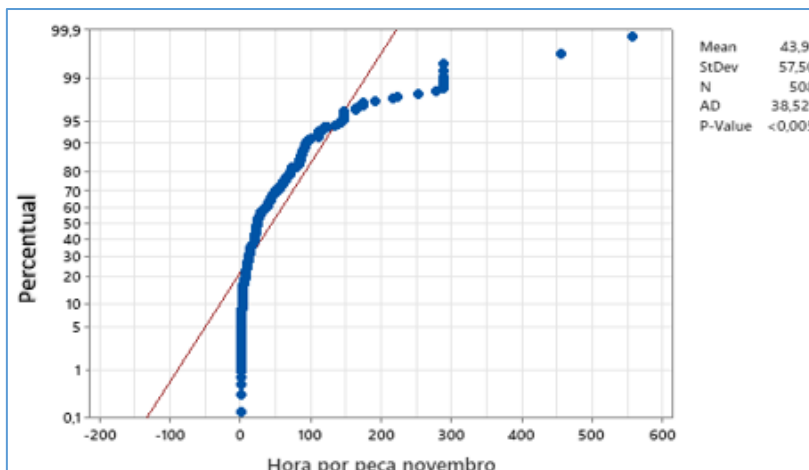


Fonte: os autores (2023)

Com base nos dados apresentados na Figura 47, é possível observar que a maior frequência de apontamentos ocorre na faixa de 0 a 80 horas por peça, totalizando 449 registros, o que representa aproximadamente 88,39% do total. Essa distribuição pode ser atribuída à interferência em andamento do *Kaizen*. Por outro lado, os apontamentos acima de 80 horas somam 59 registros, correspondendo a cerca de 11,61% do total.

O formato dissimilar à curva normal apresentado pelo Histograma, juntamente com as estatísticas descritivas, sugere que os dados também não seguem uma distribuição normal. Para confirmar essa conclusão, foi aplicado o teste de Anderson-Darling, conforme proposto por Yazici e Yolacan (2007), cujos resultados estão apresentados na Figura 48:

Figura 48: Teste de normalidade para os dados de hora por peça de novembro



Fonte: os autores (2023)

Com base no resultado expresso na Figura 48, pode-se inferir que, com um p-valor menor que 0,05 (obtido $<0,005$), assim como nos meses de setembro/2023 e outubro/2023, os dados de novembro/2023 também não apresentam normalidade.

3.6.4 Avaliação das faixas de distribuição e dispersão do *lead time*

Observando os Histogramas apresentados, nota-se nos três meses analisados um estreitamento da faixa onde se concentra a maior parte dos apontamentos, conforme detalhado na Tabela 5:

Tabela 5: Maiores faixas de ocorrência de hora por peça de setembro a novembro

Meses/2023	Faixa de maior ocorrência de <i>lead times</i> por peça
Setembro	0 a 150 horas por peça
Outubro	0 a 100 horas por peça
Novembro	0 a 80 horas por peça

Fonte: os autores (2023)

Com base nos dados da Tabela 5, observa-se um aumento na concentração de apontamentos de produção com *lead times* menores, mês a mês, desde o início do *Kaizen*. Essa tendência sugere uma melhoria no processo produtivo ao longo do tempo.

Ao avaliar os demais dados de estatística descritiva, agrupados na Tabela 6, é possível sugerir que, com o avanço do *Kaizen*, outros ganhos podem ser observados, como a redução do desvio padrão:

Tabela 6: Demonstrativo das estatísticas descritivas de setembro a novembro

Meses/2023	População	Média	Erro padrão	Desvio padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Setembro	777	50,92	3,34	92,99	0,07	9,8	25,34	57,3	1008
Outubro	889	46,39	2,3	68,61	0,01	9,53	26,06	55,66	766,45
Novembro	508	43,91	2,55	57,5	0,03	9,02	23,87	60,31	557,81

Fonte: os autores (2023)

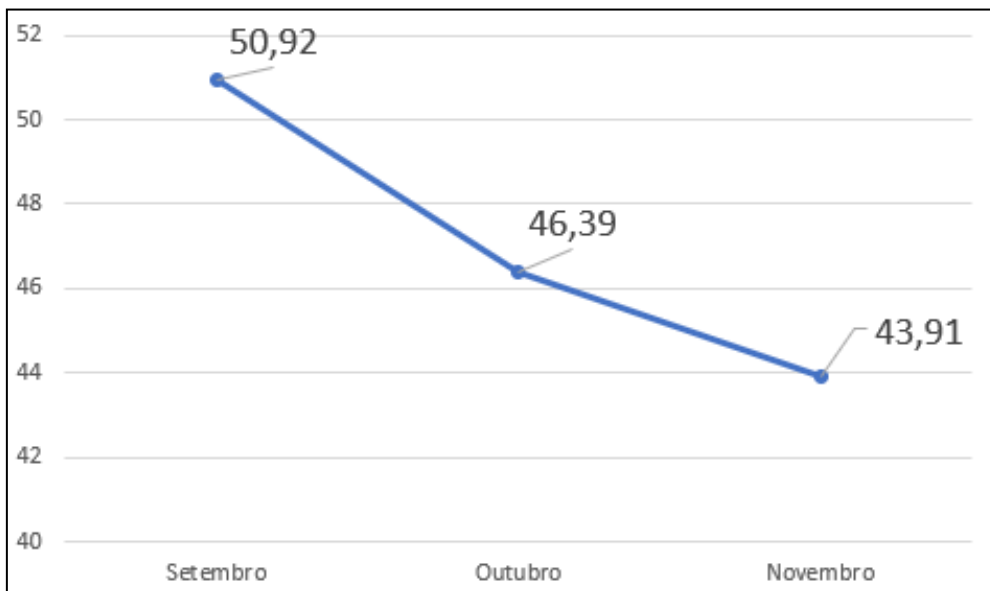
Antunes (2015) introduz um conceito de gráfico de séries temporais, o qual pode ser interpretado como uma representação visual para organizar informações quantitativas ao longo

do tempo. Esse tipo de gráfico é valioso para analisar a média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, além de acompanhar a média semanal ao longo do tempo.

3.6.5 Análises de séries temporais

Observando a média representada no gráfico de séries temporais, nota-se uma redução no valor médio ao longo dos meses de setembro a novembro de 2023, conforme demonstrado na Figura 49. Essa tendência sugere uma melhoria consistente ao longo do período analisado.

Figura 49: Série temporal da média para setembro, outubro e novembro



Fonte: os autores (2023)

Por se tratar de dados que abrangem toda a população, não foi necessário calcular intervalos de confiança, optando-se pelo uso da média direta. Com base nos dados da Figura 48, analisa-se que ocorreu uma redução no valor médio dos *lead times* de setembro a novembro de 2023. Além disso, ao analisar o desvio padrão, nota-se uma redução ao longo dos meses de pesquisa, como ilustrado na Figura 50:

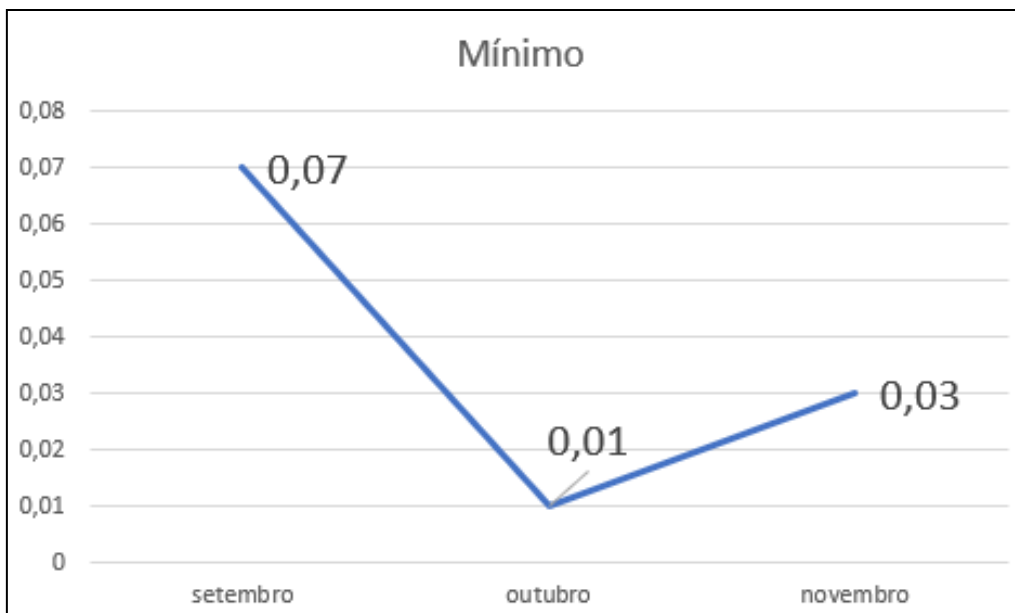
Figura 50: Demonstrativo da redução do desvio padrão de setembro a novembro



Fonte: os autores (2023)

Analisa-se, com base nos dados apresentados na Figura 50 e com base nos Histogramas apresentados, que houve redução da variabilidade do processo no que tange ao *lead time* por peça observando-se os dados de setembro a novembro. Os valores de *lead time* mínimo também apresentaram redução comparando-se os meses de setembro a novembro de 2023, conforme apresenta a Figura 51:

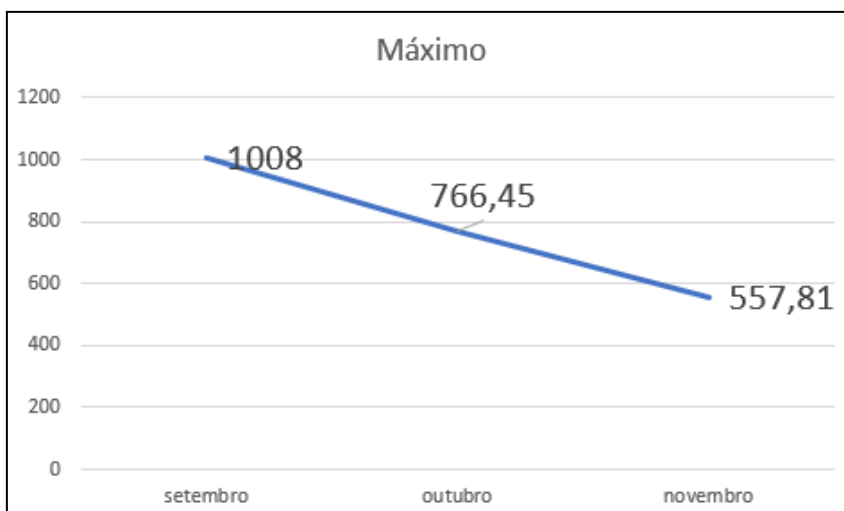
Figura 51: Demonstrativo dos valores mínimos de hora por peça de setembro a novembro



Fonte: os autores (2023)

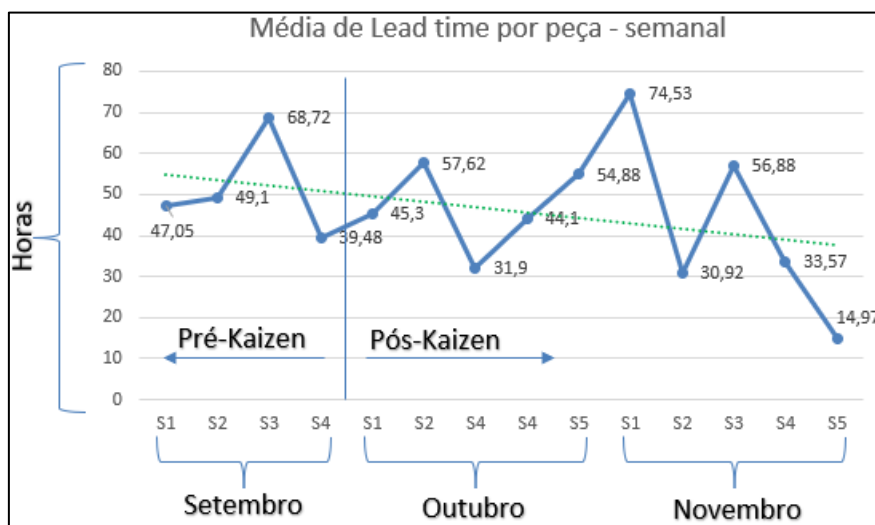
Devido à proximidade de valores obtidos nos meses de setembro a novembro de 2023, sendo 0,07 h, 0,01 h e 0,03 h, respectivamente, entendeu-se para este estudo como não significantes para julgamento. Analisando-se os valores máximos obtidos mensalmente, de setembro a novembro de 2023 pode-se verificar queda nos *lead times*, conforme apresentado na Figura 52:

Figura 52: Demonstrativo de redução dos valores máximos de hora por peça de setembro a novembro



Fonte: os autores (2023)

Com base nos dados da Figura 52 pode-se verificar que desde a implementação do *Kaizen* os valores máximos de *lead time* por peça tiveram uma redução de 1008 horas por peça em setembro para 766,45 em outubro e 557,81 em novembro. Analisando-se o período de 01 de setembro a 30 de novembro de 2023, pôde-se verificar as médias dos *lead times* por peça para o processo de costura semanalmente, conforme apresentadas na Figura 53:

Figura 53: Média semanal de *lead time* por peça de setembro a novembro

Fonte: os autores (2023)

Com base na Figura 53, analisando-se o eixo x, onde S1, S2, S3, S4 e S5 representam semanas e o eixo y, as horas, analisa-se que ainda é presente uma grande variabilidade no que tange o *lead time* por peça. Apresenta-se ainda na Figura 53 uma linha de tendência (pontilhada) obtida automaticamente com auxílio do *Microsoft Excel* por meio de um modelo de regressão linear simples, que, segundo Martins (2019), é uma estrutura de representação gráfica e matemática que busca entender a relação entre duas ou mais variáveis de natureza quantitativa.

Martins (2019) entende que se a análise se concentra em apenas duas variáveis e o modelo matemático segue a forma de uma linha, é denominado de regressão linear simples. Devido à característica de não-normalidade dos dados de *lead time* tanto no cenário pré-Kaizen quanto no período pós-Kaizen como apresentados nas Figuras 43, 45 e 47, buscou-se um teste estatístico capaz de comparar tais cenários.

3.6.6 Aplicação do teste de Mann-Whitney U

Analisando-se o trabalho de Oti, Olusola e Esemokumo (2021) pode-se verificar que os autores apresentam o teste de Mann-Whitney U como opção para análise de dois grupos de dados ordinais de tamanhos amostrais diferentes de notas de duas turmas de estudantes da Universidade Federal Politécnica de Ekowe e que não apresentam normalidade a fim de se rejeitar ou aceitar a hipótese nula sob uma significância de 5%. Oti, Olusola e Esemokumo

(2021) concluem que para as duas amostras analisadas não houve diferença estatisticamente significativa.

No trabalho de Ruxton (2006), o texto ressalta a importância do teste de Mann-Whitney U, mostrando que é um teste robusto e eficaz para comparar duas amostras independentes, especialmente quando as suposições necessárias para o teste t de Student não são atendidas, como diferenças nas variâncias ou distribuições não normais. Ruxton (2006) enfatiza que o teste de Mann-Whitney U pode ser uma opção mais confiável em certos cenários e destaca a necessidade de considerar sua aplicabilidade em pesquisas estatísticas.

Concordando com Ruxton (2006), Milenovic (2011) reforça o uso do teste de Mann-Whitney U como uma alternativa ao teste t de Student, onde, para este, os dados devem ter distribuição aproximadamente normal dentro de cada grupo. Enquanto o teste t compara as médias de dois grupos, o teste de Mann-Whitney U compara as medianas. O foco está na análise de diferenças entre dois grupos independentes em uma escala contínua. Milenovic (2011) comparou o desenvolvimento profissional de dois grupos distintos de professores do ensino fundamental. Os grupos foram definidos com base em critérios como tipo de ocupação (professores de turmas versus professores de disciplinas), gênero, nível de educação (*college* versus universidade) e ambiente escolar (urbano versus rural).

Os resultados do teste indicaram que não havia diferenças estatisticamente significativas no desenvolvimento profissional entre professores de turmas e professores de disciplinas. Isso foi evidenciado pela ausência de significância estatística e diferenças relevantes na média das variáveis contínuas.

Na área da saúde, Tai, Dhaliwal e Balasubramaniam (2022) exploraram diferenças significativas nos marcadores genéticos relacionados à resistência ou suscetibilidade à malária entre diferentes populações. O teste estatístico Mann-Whitney U foi empregado para analisar os dados genéticos, buscando explorar a significância estatística dos marcadores entre populações e identificar marcadores altamente diferenciados.

Os resultados revelaram diferenças significativas nos marcadores genéticos entre as populações em todos os grupos estudados. Além disso, marcadores genéticos altamente diferenciados foram identificados, mostrando diferenças importantes entre as populações em termos de resistência ou suscetibilidade à doença foco do estudo.

Com base nos trabalhos de Ruxton (2006), Milenovic (2011), Oti, Olusola e Esemokumo (2021) e Tai, Dhaliwal e Balasubramaniam (2022), e assumindo-se que os cenários

pré-Kaizen e pós-Kaizen atendem às premissas de não normalidade, de não dependência dos grupos e de que os dados contínuos a serem analisados são variáveis dependentes de um mesmo conjunto, selecionou-se o teste de Mann-Whitney U, que é um método estatístico usado para comparar duas amostras de dados contínuos ou ordinais, provenientes de variáveis dependentes de um mesmo conjunto, a fim de identificar se há diferença significativa entre os grupos das amostras conforme proposto por Oti, Olusola e Esemokumo (2021).

A Tabela 7 demonstra a estatística descritiva de tamanho da população (N) e mediana (*Median*) para o estudo dos cenários pré e pós-Kaizen:

Tabela 7: Estatísticas descritivas do teste de Mann-Whitney U

Estatísticas descritivas		
Amostra	N	Mediana
Pré-Kaizen	777	25,3407
Pós-Kaizen	1397	25,0119

Fonte: os autores (2023)

Com base na Tabela 7, obtida diretamente do *Software Minitab*®, analisa-se que o período pré-Kaizen contou com 777 dados de *lead time*, que representam a população de dados do mês de setembro de 2023 e com a posição da mediana em 25,3407 horas.

Verifica-se ainda que o período pós-Kaizen contou com 1397 dados de *lead time*, que representam a somatória dos dados de outubro e novembro de 2023 e a posição da mediana em 25,0119 horas. O teste conduzido no *Software Minitab*® com confiabilidade de 95% para a estimativa retornou ainda o p-valor correspondente para a análise conduzida, como expressos na Tabela 8:

Tabela 8: Resultados de P-valor para o teste de Mann-Whitney U

Teste de Mann-Whitney U		
Hipótese nula	Ho: n1 - n2 = 0	
Hipótese alternativa	Ho: n1 - n2 ≠ 0	
Método	W-Valor	P-valor
Não ajustado para empates	849833.00	0.730
<u>Ajustado para empates</u>	<u>849833.00</u>	<u>0.730</u>

Fonte: os autores (2023)

Com base nos dados apresentados na Tabela 8, obtida diretamente do *Software Minitab*®, analisa-se que se assume a hipótese nula quando não há diferença significativa entre a posição das medianas de n1 (pré-*Kaizen*) e n2 (pós-*Kaizen*). Por outro lado, a hipótese alternativa se dá onde existe diferença estatisticamente significativa entre n1 e n2. O *Minitab*® retorna também as condições “não ajustado para empates” e “ajustado para empates”. Para a interpretação de não ajustado para empates, considera-se o não ajuste do teste para quando existem empates nos grupos de dados e a interpretação de ajustado para empates.

Como o resultado do P-valor é igual nos dois métodos, pode-se entender que a presença ou ausência de valores iguais em n1 e n2 não influenciou significativamente no teste. Ainda na Tabela 8, estão presentes o *W-value* e *P-value*. Para fins deste estudo e foco no objetivo, concentrou-se na interpretação do *P-value* (P-valor).

O resultado do P-valor para ambos os métodos resultou em 0,730, o que é um resultado alto comparado ao esperado de $<0,05$ para se assumir a hipótese alternativa. Com base no resultado obtido do P-valor, preferiu-se rejeitar a hipótese alternativa e aceitar a hipótese nula, onde não há diferença significativa entre a posição das medianas.

3.6.7 Agrupamento das ferramentas e análises elencadas

Para agrupar as ferramentas selecionadas para análise dos dados deste estudo, elaborou-se o Quadro 5.

Quadro 5: Compilação das ferramentas selecionadas

Análise selecionada	Base científica	Útil para a análise de cenários pré e pós- <i>Kaizen</i> ?	O que foi apresentado
Histograma	Coelho, Silva e Maniçoba (2016)	Sim	Aumento da frequência de ocorrência de apontamentos de produção em faixas de menor <i>lead time</i>
Teste de normalidade de Anderson-Darling	Engmann e Cosineau (2011)	Sim	Não-normalidade dos dados pré e pós- <i>Kaizen</i>

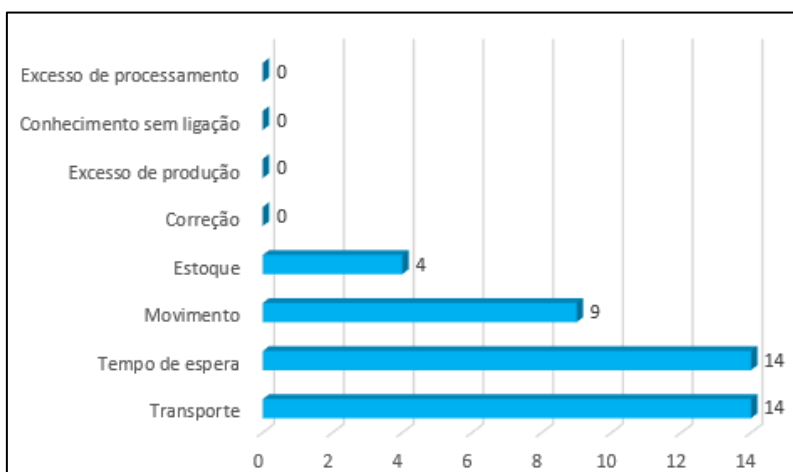
Série temporal	Antunes (2015)	Sim	Média, desvio padrão, mínimo, máximo e acompanhamento da média semanal
Análise de tendência por meio de regressão linear simples	Martins (2019)	Sim	Tendência de redução do <i>lead time</i>
Teste de Mann-Whitney U	Ruxton (2006), Milenovic (2011), Oti, Olusola e Esemokumo (2021) e Tai, Dhaliwal e Balasubramaniam (2022)	Sim	Para o período analisado, não se assume a hipótese alternativa, de que existe diferença estatisticamente significativa para os dois períodos

Fonte: os autores (2024)

Com base no Quadro 5, analisa-se que são apresentadas as ferramentas utilizadas visando-se responder à questão desta pesquisa, as referências científicas utilizadas, uma consideração dos autores quanto à utilidade das ferramentas para o propósito central e o que a ferramenta pôde apresentar para esta pesquisa.

3.6.8 Realização do segundo *gemba-walk* e comparação com o primeiro *gemba-walk*

Dada a finalização da intervenção por meio desta pesquisa-ação, pôde-se realizar o *gemba walk* final com o objetivo de se comparar com as perdas observadas no primeiro *gemba walk*. A Figura 54 apresenta os resultados obtidos no último *gemba walk*, que também levou 70 minutos:

Figura 54: Resultados do segundo *gemba walk*

Fonte: os autores (2024)

Com base no que se apresenta na Figura 54, pode-se verificar que no segundo *gemba walk* observou-se 14 perdas relativas a transporte, 14 relativas a tempo de espera, 9 relativas a movimento, 4 relativas a estoque, 0 relativas a correção, excesso de produção, conhecimento sem ligação e excesso de processamento. A Tabela 9 apresenta um comparativo entre os resultados do primeiro e segundo *gemba walk* e suas reduções absolutas e relativas percentuais:

Tabela 9: Comparativo entre os resultados do primeiro e segundo *gemba walk*

PERDA	1º <i>gemba walk</i>	2º <i>gemba walk</i>	Redução absoluta	Redução relativa
Transporte	21	14	7	33%
Tempo de espera	16	14	2	13%
Movimento	14	9	5	36%
Estoque	7	4	3	43%
Correção	1	0	1	100%
Excesso de produção	0	0	0	-
Conhecimento sem ligação	0	0	0	-
Excesso de processamento	0	0	0	-

Fonte: os autores (2024)

Com base na Tabela 9 pode-se verificar que o primeiro *gemba walk* relatou 21 perdas relativas a transporte, enquanto o segundo apresentou 14, o que gera uma redução absoluta de 7 constatações, representando 33% a menos dessa perda. Pode-se verificar que o primeiro *gemba walk* relatou 16 perdas relativas a tempo de espera, enquanto o segundo apresentou 14, o que gera uma redução absoluta de 2 constatações, representando 13% a menos dessa perda.

Pode-se verificar que o primeiro *gemba walk* relatou 14 perdas relativas a movimento, enquanto o segundo apresentou 9, o que gera uma redução absoluta de 5 constatações, representando 36% a menos dessa perda. Verifica-se ainda que o primeiro *gemba walk* relatou 7 perdas relativas a estoque, enquanto o segundo apresentou 4, o que gera uma redução absoluta de 3 constatações, representando 43% a menos dessa perda.

Verifica-se ainda que o primeiro *gemba walk* relatou 1 perda relativas à correção, enquanto o segundo apresentou 0, o que gera uma redução absoluta de 1 constatação, representando 100% a menos dessa perda. As demais perdas da produção não foram observadas no primeiro e no segundo *gemba walk*.

3.6.9 Desenvolvimento do *roadmap*

Com base na pesquisa até aqui realizada, englobando-se a fundamentação teórica, a exploração e intervenção via pesquisa-ação e a análise dos resultados com o uso das ferramentas citadas, foi possível prever e desenvolver um *roadmap* baseado no modelo de *roadmap* de processo, para a facilitação da aplicação de todo o roteiro de análises para julgamento da eficácia de um programa *Kaizen* voltado à redução do *lead time* processual. O modelo de *roadmap* desenvolvido foi concebido observando-se os modelos *program planning* e *process planning* (Phaal; Farrukh; Probert, 2004) e, por questões de escala é apresentado no APÊNDICE C e por meio do [LINK](#).

3.6.9.1 A estrutura do *roadmap*

Com base no *roadmap* apresentado no APÊNDICE C, pode-se verificar que a estrutura se baseia no PDCA (Andrade *et al.*, 2020) onde, na fase P – Plan (planejar) engloba-se a etapa 1 – Definição, que tem por objetivo definir o escopo da medição. Nessa fase, define-se o processo onde o *Kaizen* está sendo aplicado e também onde se inicia e onde termina o fluxo do produto no processo. Define-se também o que está contemplado e o que não está contemplado na medição, podendo-se nesse ponto tratar de produto específico, família de produtos e outros aplicáveis.

Ainda na etapa de definição, estabelece-se o período no qual a avaliação do *lead time* será realizada para que se tenha clareza sobre quando se inicia e quando se termina tal medição. No período estabelecido, define-se também quais são os dois grupos que serão comparados, como pré e pós-Kaizen, antes e depois, A e B ou outros. Define-se como e quando os dados de *lead time* serão coletados a fim de alinhar-se frente à equipe quando as coletas serão realizadas e define-se também quais são os intervalos de análise (diário, semanal, mensal etc.).

Na fase D – Do (fazer) o *roadmap* engloba duas macro-etapas, sendo elas a coleta de dados e análise das evidências, cujos objetivos são “coletar os dados que representam o *lead time*” e “análise dos dados obtidos na etapa de coleta de dados”, respectivamente. Na etapa “coleta de dados” englobam-se as atividades de coleta dos dados dos grupos de comparação, onde recomenda-se o uso de dados da população completa ou de amostra estatisticamente significativa.

Com base nos dados coletados é possível julgar se os dados representam a realidade percebida no processo, onde se pode avaliar *outliers* e se essas realmente pertencem aos dados reais e não são possíveis falhas de apontamento. Recomenda-se a exclusão de dados incoerentes com a realidade e, para isso, recomenda-se a participação da gestão e demais membros do processo para melhor assertividade.

Ainda na fase D – Do (fazer), na etapa de análise das evidências, cujo objetivo é a análise dos dados obtidos na etapa de coleta de dados, recomenda-se a obtenção das estatísticas descritivas incluindo a média, moda, mediana e desvio padrão para os dados do grupo pré-Kaizen e, separadamente, do grupo pós-Kaizen. Na sequência, avalia-se a distribuição dos dados de *lead time* utilizando a ferramenta histograma, onde se define as faixas onde os dados se concentram em maior proporção. Com os dados de *lead time*, avalia-se a normalidade destes por meio do teste de Anderson-Darling para normalidade.

Baseando-se nos histogramas, recomenda-se comparar em qual faixa os *lead times* mais se concentram e, com base nas estatísticas descritivas, comparar média, desvio padrão, mínimo e máximo utilizando uma análise com séries temporais para facilitar interpretações. Valendo-se das séries temporais elaboradas, recomenda-se a elaboração de uma linha de tendência por meio da aplicação de regressão linear simples para que se possa julgar a tendência dos dados de acordo com o tempo.

Caso o resultado dos testes de Anderson-Darling para normalidade tenha apresentado a não-normalidade dos dados, pode-se utilizar o teste de Mann-Whitney U para a comparação

dos dados dos grupos pré e pós-Kaizen julgando-se a significância das diferenças entre os grupos por meio da interpretação do p-valor. Caso o resultado dos testes de Anderson-Darling para normalidade tenha apresentado a normalidade dos dados, pode-se utilizar o teste de T de Student para a comparação dos dados dos grupos pré e pós-Kaizen julgando-se a significância das diferenças entre os grupos por meio da interpretação do p-valor.

Na fase C – *check* (verificar) engloba-se a etapa de considerações, cujo objetivo é efetuar considerações quanto às análises das evidências. Para os testes de normalidade realizados na etapa anterior, se o p-valor for menor que o valor de referência, tipicamente 0,05, isso sugere a possibilidade de não-normalidade dos dados. Por outro lado, se o p-valor for maior que o valor de referência, geralmente 0,05, os dados podem ser considerados como provenientes de uma distribuição normal.

Para as análises dos histogramas realizadas na etapa anterior, podemos inferir se a faixa com a maior concentração de dados se desloca para a esquerda, para a direita ou permanece estática nos grupos antes e depois da implementação do Kaizen e, com base nas estatísticas descritivas obtidas na etapa anterior, analisa-se que há redução ou aumento de cada parâmetro. Com base nas análises de séries temporais e na regressão linear aplicada, analisa-se que há tendência de redução, de aumento ou de não alteração na média de *lead time*.

Se o teste de Mann-Whitney U for empregado e o p-valor for inferior a 0,05 (valor recomendado), podemos rejeitar a hipótese nula e inferir que há uma diferença significativa entre os grupos antes e depois do início do Kaizen. Se o p-valor for superior a 0,05, podemos rejeitar a hipótese alternativa e aceitar a hipótese nula. No caso do teste T de Student, se o p-valor for inferior a 0,05 (valor recomendado), podemos rejeitar a hipótese nula e inferir que há uma diferença significativa entre os grupos antes e depois do início do Kaizen. Se o p-valor for superior a 0,05, podemos rejeitar a hipótese alternativa e aceitar a hipótese nula.

Na fase A – *Act* (agir) engloba-se a etapa de padronização/ replanejamento, cujo objetivo é “padronizar as atividades que suportaram os resultados positivos da etapa 4 ou replanear as atividades que suportaram os resultados negativos da etapa 4”, se os dados da etapa 4 confirmarem a redução do *lead time*, é aconselhável que o time Kaizen considere a padronização das atividades, métodos, processos e outros elementos empregados para alcançar esse resultado. Se os dados da etapa 4 não confirmarem a redução do *lead time* ou sugerirem um aumento, é importante analisar a causa raiz deste não impacto ou aumento do *lead time* e revisar o planejamento das atividades em conjunto com o time Kaizen.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se em toda a condução da pesquisa, pôde-se atender aos objetivos específicos e geral, os quais suportaram a resposta da questão de pesquisa. O objetivo específico de formar um time *Kaizen* e treinar a equipe do processo para início de um programa *Kaizen* voltado à redução do *lead time* foi atendido pela formação do time *Kaizen* apresentado na Figura 19 e dos treinamentos aplicados à equipe apresentados na sessão de andamento do *Kaizen*, sendo eles:

- O programa *Kaizen*, histórico, funcionamento e objetivos aplicados à empresa *Alpha*;
- *Gemba walk*;
- O programa *Kaizen* e como sugerir melhorias.

O objetivo específico de avaliar os dados de *lead time* processual a fim de se obter suas caracterizações quanto à distribuição foi atendido por meio das análises realizadas na sessão de resultados e discussões utilizando-se os testes de normalidade de Anderson-Darling, Histogramas e avaliação do desvio padrão.

O objetivo específico de elencar análises que possam avaliar resultados do *Kaizen* quanto ao *lead time* processual por meio da formação do quadro 5, onde se selecionou as análises de distribuição por meio de Histogramas, análise de normalidade por meio do teste de Anderson-Darling, de séries temporais a fim de se acompanhar parâmetros como média, desvio padrão, mínimo, máximo e acompanhamento da média semanal de *lead time*. Selecionou-se ainda a análise de tendência obtida pelo modelo de regressão linear simples e o teste de Mann-Whitney U onde, embora este não tenha apontado para uma diferença significativa entre a posição das medianas no período pré e pós-*Kaizen*, devido à característica de não normalidade dos dados, entendeu-se como uma ferramenta adequada para tal avaliação.

O objetivo específico de avaliar resultados de *lead time* processual por 10 semanas comparando-se os cenários pré e pós-*Kaizen* foi atendido por meio da coleta de dados planejada no período expresso no APÊNDICE A, que permitiu todas as análises até aqui relatadas.

O objetivo específico de conduzir um *gemba walk* inicial e final para se comparar os cenários de perdas observadas pré e pós-*Kaizen* foram atendidos e relatados por meio da Figura

21, Figura 54 e Tabela 9, podendo observar-se reduções de perdas que podem impactar no *lead time*.

O objetivo específico de elaborar um *roadmap* sugerindo um roteiro e análises para se avaliar a eficácia do programa *Kaizen* foi atingido por meio da elaboração do *roadmap* apresentado na seção 3.6.9, que foi possível dada a pesquisa até este ponto.

O objetivo específico de relatar os dados provenientes da aplicação do *roadmap* no processo de costura de uma indústria de confecção foi atingido por meio da defesa e publicação desta pesquisa.

Com o atendimento dos objetivos específicos, suportou-se o atendimento do objetivo geral de estabelecer um roteiro de análises básicas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time* processual quais se consolidam no Quadro 5 e na Tabela 9, e na construção do *roadmap* constante do APÊNDICE C.

Assim, dado o sucesso da pesquisa até aqui realizada e atendimento dos objetivos específicos e geral, pôde-se responder à questão de pesquisa: quais análises básicas podem ser realizadas para se avaliar a eficácia de um programa *Kaizen* direcionado à redução do *lead time* processual? Assim, responde-se com as sugestões:

- Acompanhamento dos dados periodicamente via Histograma a fim de se verificar deslocamento das faixas de frequência em direção ao zero, o que pode sugerir sugere eficácia com relação à redução de *lead time* processual;
- Séries temporais a fim de se acompanhar média, desvio padrão, mínimo, máximo e acompanhamento da média periódica, onde a redução destes parâmetros pode sugerir a eficácia com relação à redução de *lead time* processual;
- Análise de tendência por meio de regressão linear simples, onde a tendência a zero pode sugerir a eficácia com relação à redução de *lead time* processual;
- Teste de Mann-Whitney U a fim de se comparar os dados do período pré-*Kaizen* e Pós-*Kaizen*, onde compara-se a posição das medianas dos dois períodos e julga-se a significância das diferenças. Havendo significância, pode-se sugerir a eficácia do programa *Kaizen*.

Importante ressaltar que o teste de normalidade de Anderson-Darling é primordial para se seguir com o teste de Mann-Whitney U, entretanto, por não se tratar de um teste que julgue

a redução do *lead time*, mas a distribuição dos dados contra um padrão de normalidade, o teste de Anderson-Darling não foi agrupado entre as ferramentas de resposta à questão desta pesquisa. O teste de Mann-Whitney U pode ser usado quando se assume a não normalidade dos dados.

Os principal desafio enfrentado relaciona-se com a cultura empresarial e dúvidas iniciais sobre o resultado positivo que poderia ser obtido, fator que foi superado devido à demonstração dos primeiros resultados ao time *Kaizen*. Quanto aos objetivos desta pesquisa, estes já foram discutidos quanto ao seu atingimento, entretanto, quanto aos resultados do *Kaizen*, elenca-se como resultados a redução da variabilidade do *lead-time* por peça, a redução do *lead-time* médio acompanhado durante as semanas do *Kaizen* e o início de uma mentalidade voltada às melhorias pequenas, mas graduais e contínuas.

CONCLUSÃO

Embora o *roadmap* tenha sido elaborado em paralelo à pesquisa, compreende-se que ele desempenhou um papel essencial na implementação do programa *Kaizen*. Ele permitiu o alinhamento das ações ao objetivo inicial de reduzir o *lead time* por peça e viabilizou a mensuração dos impactos no processo, tanto em relação ao *lead time* quanto à confiabilidade dos resultados. Isso possibilita que outros pesquisadores ou gestores da empresa onde o *roadmap* for aplicado reproduzam os resultados, confirmando-os ou gerando novas informações que contribuam para o aprimoramento do trabalho.

O desenvolvimento e a aplicação do *roadmap* ocorreram em uma indústria de produção de uniformes profissionais, especificamente no setor de costura. Esse contexto favoreceu uma abordagem lógica e estruturada nas análises, garantindo maior confiabilidade e reprodutibilidade dos dados. A pesquisa fica limitada aos *lead times* de processos de costura em indústrias de confecção. Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento de *roadmaps* voltados à avaliação de resultados de *lead times* em diferentes setores empresariais e também ao *lead time* industrial.

REFERÊNCIAS

ABIT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. (s.d.). Perfil do Setor. Recuperado de <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>.

ABNT. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário. Terceira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ANDRADE, Yanira *et al.* *Lean manufacturing Model for the Reduction of Production Times and Reduction of the Returns of Defective Items in Textile Industry*. In: DI BUCCHIANICO, G. (Ed.). AHFE 2019, AISC 954. Springer Nature Switzerland AG, 2020.

ANTUNES, José Leopoldo Ferreira; CARDOSO, Maria Regina Alves. Aplicações da epidemiologia: Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 24, n. 3, p. 565-576, jul-set 2015.

BASHAR, Abul; HASIN, Mohammed Ahsan Akhtar. *Lean manufacturing awareness and its implementation status in the apparel industry in Bangladesh*. *International Journal of Lean Enterprise Research*, v. 2, n. 3, p. 202-217, 2018.

BARNES, R. M. *Estudo de movimentos e de tempos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BEZERRA, M. J. S. *et al.* *Melhoria de processos no setor de planejamento de uma equipe de construção e montagem industrial: um estudo de caso*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015.

CARDOSO, Wagner *et al.* *The implementation and use of the "5s" and kaizen program for the management of sewing offices of a middle family company*. *Independent Journal of Management & Production*, v. 9, n. 3, p. 767-784, 2018.

CARVALHO, W. J. S. *et al.* *Análise e aplicabilidade de ferramentas básicas da qualidade como auxílio na melhoria do processo produtivo: estudo de caso em uma indústria de confecção*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015.

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. *Planejamento Estratégico: Fundamentos e Aplicações*. 1. ed. 13ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COELHO, S. P. F.; SILVA, M. A.; MANIÇOBA, F. R. *Aplicação das Ferramentas da Qualidade: Estudo de Caso em Pequena Empresa de Pintura*. *Refas – ISSN 2359-182X*, v.3, n.1, outubro 2016.

COHEN, Hillel W. *P values: use and misuse in medical literature*. *American journal of hypertension*, v. 24, n. 1, p. 18-23, 2011.

DAGNE, Teshome Bekele. *Productivity Improvement Through Customized Lean and Six Sigma for Garment Manufacturing Industries*. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 2022.

DALTON, Jeff; DALTON, Jeff. Gemba walks. Great Big Agile: An OS for Agile Leaders, p. 173-174, 2019.

DAYCHOUM, Merhi. 40+ 20 ferramentas e técnicas de gerenciamento. Brasport, 2018.

DENNIS, Pascal. Produção *Lean* Simplificada. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIAS, Josinaldo de Oliveira et al. Ferramentas da qualidade na melhoria do processo produtivo: um estudo no processo de panificação em uma rede de supermercados da cidade de campos dos goytacazes-rj. Xxxv Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2015.

DUTRA, D. R.; FERREIRA, M. A. M.; GOMES, D. T.; SANTOS, L. M. Análise do desempenho de empresas do setor de confecções brasileiro sob a ótica da Teoria da Contingência Estrutural: um estudo empírico. Revista Gestão & Tecnologia, v. 11, n. 2, pp. 1-18, 2011.

ENGMANN, Sonja; COUSINEAU, Denis. Comparing distributions: the two-sample Anderson-Darling test as an alternative to the Kolmogorov-Smirnoff test. Journal of applied quantitative methods, v. 6, n. 3, 2011.

FERNANDES, Djair Roberto. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia. UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina, v. 13, n. 2, p. 57-68, Set. 2012.

FLORES, Hilton S. et al. Increased Efficiency in a Garment Sector by the Integration of Lean Manufacturing Tools. In: 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE, 2021. p. 654-658.

GOODMAN, Steven N. Toward evidence-based medical statistics. 1: The P value fallacy. Annals of internal medicine, v. 130, n. 12, p. 995-1004, 1999.

GÜNER, M. G.; ÜNAL, C. Line balancing in the apparel industry using simulation techniques. Fibres Text. East. Eur., v. 16, p. 75-78, 2014.

HASAN, Shah MD Maruf et al. Advantages of lean techniques application in apparel industry: case study on knit jacket. Journal of Textile Engineering & Fashion Technology, v. 5, n. 5, p. 252-258, 2019.

IMAI, Masaaki. *Kaizen* (Ky'zen): A Estratégia para o Sucesso Competitivo. Traduzido por Cecília Fagnani Lucca. São Paulo: IMAM, 1988.

INDULSKA, M.; ZUR MUEHLEN, M.; RECKER, J. Measuring Method Complexity: The Case of the Business Process Modeling Notation. BPM Center Report, 2009.

ISO 5807:1985. Information processing -- Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts. Geneva: International Organization for Standardization, 1985.

JAGUSIAK-KOCIK, Marta. PDCA Cycle as a Part of Continuous Improvement in the Production Company-A Case Study. Production Engineering Archives, v. 14, n. 14, p. 19-22,

2017.

JALEEL, N.; JAMAL, M.; SAFEERUDIN, M.; SHAJEE, M.M.; MUGHAL, U. Process improvement in the production line of textile industry by lean methodologies of 5S, kaizen, Takt & Time Study. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, v. 04, n. 08, p. 2327-2336, ago. 2022.

JEREZ-ROIG, Javier et al. El diagrama de Gantt com a recurs per gestionar projectes de recerca. *Actualitzacions en Fisioteràpia*, n. XX, 2022.

JURAN, J. M.; DEFEO, J. *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence*. 6ª ed. Ukraine: McGraw-Hill Education, 2010.

KUMAR, Chethan S.; NAIDU, N. V. R. Implementation Of Kanban System To Improve The Production Efficiency In Small Scale Industries. *International Journal of Current Research and Review*, 04(05), 2012.

MANN, H. B.; WHITNEY, D. R. On a Test Whether One of Two Random Variables is Stochastically Larger Than the Other. *Annals of Mathematical Statistics*, v. 18, p. 50-60, 1947.

MARTINS, Maria Eugénia Graça. Regressão linear simples. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7, n. 3, 2019.

MARTINS, Thiago Loretti Arico; AZEVEDO, Marília Macorin de. Análise de uso de simbologia de fluxogramas em mapeamento de processos. In: *XXX Simpósio de Engenharia de Produção: Transformação Digital e Gestão De Operações: Desafios e Tendências*, 2023b.

MARTINS, Thiago Loretti Arico; AZEVEDO, Marília Macorin de. Contribuições do Kaizen nas indústrias de confecção: uma revisão sistemática da literatura. In: *XXX Simpósio de Engenharia de Produção: Transformação Digital e Gestão De Operações: Desafios e Tendências*, 2023a.

MELLO, Mario Fernando *et al.* A Importância da Utilização de Ferramentas da Qualidade como Suporte para Melhoria de Processo em Indústria Metal Mecânica – Um Estudo de Caso. *Exacta*, v. 15, n. 4, 2017.

MILENOVIC, Z. M.. Application of Mann-Whitney U test in research of professional training of primary school teachers. *Metodicki obzori*, 11(6), 73, 2011.

MIRANDA, A. S. *et al.* Aplicação da Ferramentas da Qualidade: Estudo de Caso em uma Microempresa na Cidade de Redenção – PA. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 1, p. 214-226, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-214, 2020.

SOUZA NETO, Rubens Mendonça de; GALDINO, Derycly Douglas Eufrasio; DANTAS, Saulo de Moraes; SANTOS, Maycon Wendell Lima dos; NETO, Jose Marcelino da Silva. Aplicação das Sete Ferramentas da Qualidade em uma Fábrica de Blocos Standard de Gesso. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, XXXV, 2017, Joinville. *Anais [...]*. Joinville: ABEPRO, 2017.

NUPUR, Reena. Six Sigma implementation in cutting process of apparel industry. In:

Quality, IT and Business Operations: Modeling and Optimization, p. 279-295, 2018.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. *Business Process Model and Notation (BPMN)*, version 2.0. Available at: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>., 2010.

OTI, Eric U.; OLUSOLA, Michael O.; ESEMOKUMO, Perewarebo A. Statistical Analysis of the Median Test and the Mann-Whitney U Test. *International Journal of Advanced Academic Research*, vol. 7, issue 9, p. 44, setembro 2021.

PEREZ, Paloma Rubinato. Implementação da Filosofia *Lean* em um Centro Cirúrgico de Hospital Público. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Negócios) - Faculdade FIA de Administração e Negócios, Fundação Instituto de Administração, São Paulo, 2022.

PHAAL, Robert; FARRUKH, Clare JP; PROBERT, David R. Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. *Technological forecasting and social change*, v. 71, n. 1-2, p. 5-26, 2004.

RAJPOOT, Pushpendra Singh; KURMI, Lakhan; THAKUR, Ranjeet Singh. Productivity improvement in Indian garments industry through lean manufacturing Kanban tool. *International Journal of Research Publication and Reviews*, v. 2, n. 11, p. 595-598, nov. 2021.

RUXTON, Graeme D. The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann–Whitney U test. *Behavioral Ecology*, v. 17, n. 4, p. 688-690, 2006.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. JR. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill, 1988.

SOLANKI, A. B. *et al.* Application of Quality Tools to Reduce Rejection of Ice Cream Cones: A Case in Ice Cream Cone Making Company. In: *Technology Innovation in Mechanical Engineering-2021*. [Artigo online] Elsevier Ltd., 2021.

SUMAN, G.; PRAJAPATI, D. R. Control Chart Applications in Healthcare: A Literature Review. Department of Mechanical Engineering, Punjab Engineering College (Deemed to be University), Chandigarh 160012, India, 2018.

TAI, K. Y., DHALIWAL, J., BALASUBRAMANIAM, V.. Leveraging Mann–Whitney U test on large-scale genetic variation data for analysing malaria genetic markers. *Malaria Journal*, 21(79). <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04104-x>, 2022.

TATSIPOULOS, I. P.; KINGSMAN, B. G. *Lead time* Management. *European Journal of Operational Research*, v. 14, n. 4, p. 351–358. DOI: 10.1016/0377-2217(83)90235-7, 1983.

TESHOME, Meseret. The effect of kaizen implementation on employees' affective attitude in textile company in Ethiopia. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, v. 12, n. 9, p. 1185-1189, 2018.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez, 1986.

TORRES-LUNA, S.; VALDÍVIA-RIOS, J.; MACASSI-JÁUREGUI, I.; VIACAVACAMPOS, G.; LEÓN-CHAVARRI, C. Waste reduction model design in textile

industry: a Lean Manufacturing approach. In: Smart Innovation Systems and Technologies, p. 427-434, 2021.

TYAGI, S.; CHOUDHARY, A.; CAI, X.; YANG, K.. *Value Stream Mapping* to Reduce the Leadtime of a Product Development Process. International Journal of Production Economics, 160, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>, 2015.

UKEY, Pravin; DESHMUKH, Akash; ALOKIK ARORA UKEY *et al.* Implementation of *Lean* Tools in Apparel Industry for Improving Productivity. Proceedings on Engineering Sciences, Vol. 03, No. 2, p. 241-246, 2021.

VAN PHAM, Cao; LE, Ho Van Phang; TU, Huu Cong. kaizen applications in the garment industry: a case study. *Tạp san Khoa học và kỹ thuật trường Đại học Bình Dương*, v. 5, n. 4, 2022.

VEIGA, Cristiano Henrique Antonelli da; SCHMITZ, Anderson Luis. Reestruturação de layout baseado no mapeamento de fluxo de valor: um estudo em uma indústria de confecções. *Revista Gestão & Indústria*, Ponta Grossa, v. 14, n. 3, p. 88-110, jul./set. 2018.

WENDT, C.; BAÚ, B. G. Análise e Redução de *Lead time* em uma Indústria de Confecção / Analysis and Reduction of *Lead time* in a Clothing Industry. *Revista Produção Online*, 22(2), 2994-3020, 2022.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. São Paulo: Elsevier, 368 p. ISBN 8535212698, 2004.

WONG, Kam Cheong. Using an Ishikawa Diagram as a Tool to Assist Memory and Retrieval of Relevant Medical Cases from the Medical Literature. *Journal of Medical Case Reports*, v. 5, p. 1-3, 2011.

YAZICI, Berna; YOLACAN, Senay. A comparison of various tests of normality. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, v. 77, n. 2, p. 175-183, 2007.

ZAMORA-GONZALES, Stefanny; GALVEZ-BAZALAR, Jose; QUIROZ-FLORES, Juan. A production management-based Lean Manufacturing model for removing waste and increasing productivity in the sewing area of a small textile company. In: Proceedings of the 6th Brazilian Technology Symposium (BTSym'20) Emerging Trends and Challenges in Technology. Cham: Springer International Publishing, p. 435-442, 2021.

ZIMMERMAN, Donald W. Comparative power of Student t test and Mann-Whitney U test for unequal sample sizes and variances. *The Journal of Experimental Education*, v. 55, n. 3, p. 171-174, 1987.


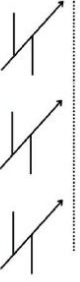


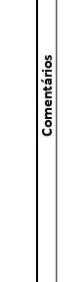

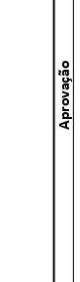
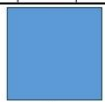
APÊNDICE

APÊNDICE A – Cronograma e protocolo de pesquisa

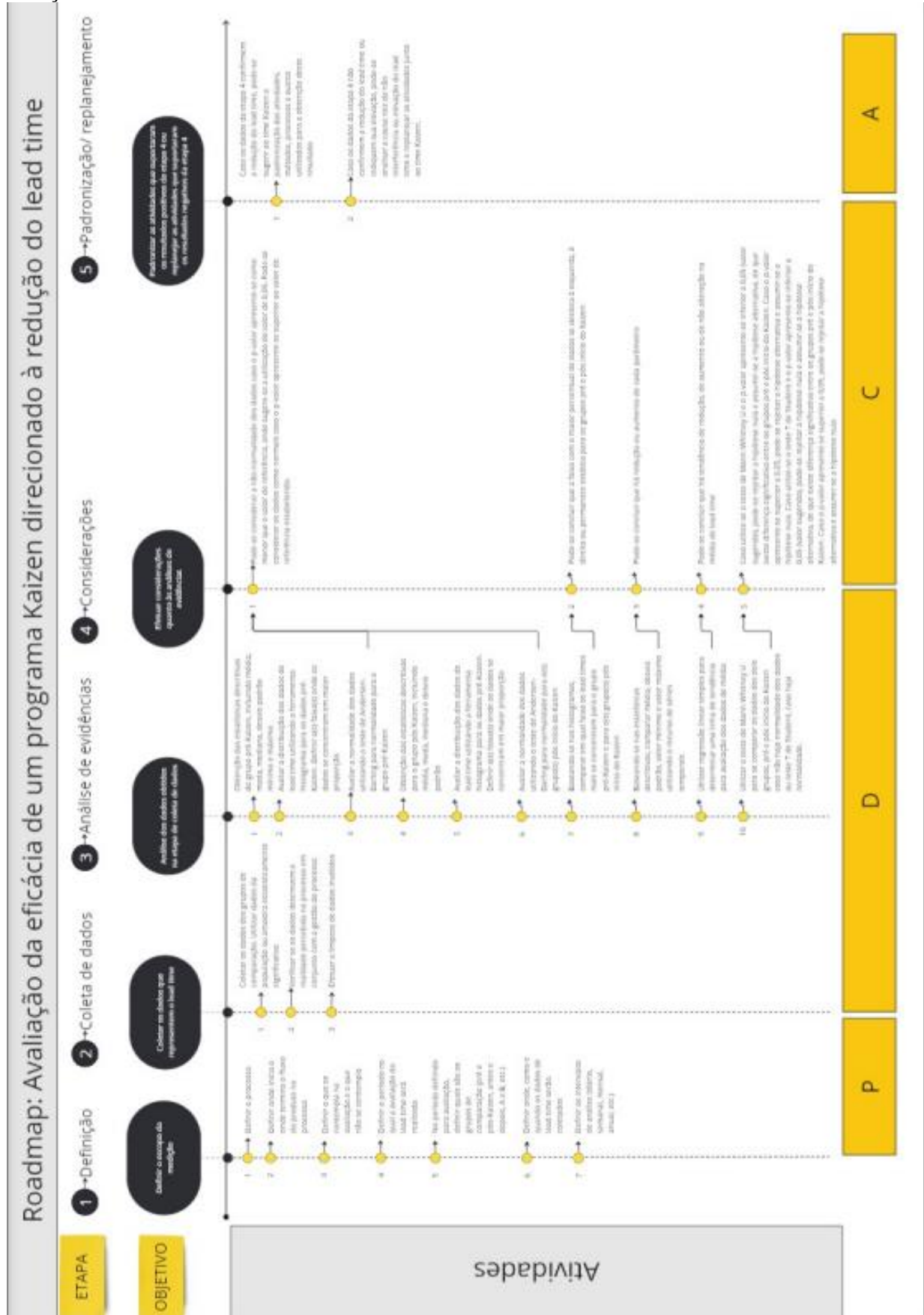
Cronograma de desenvolvimento da pesquisa ação																								
	ago/23			set/23			out/23			nov/23			dez/23			jan/24			ago/24					
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Elaboração do protocolo de pesquisa																								
Análises iniciais	█			█			█			█			█			█			█			█		
Leitura do livro Metodologia da Pesquisa Ação – Thiollent (1986)																								
Elaboração da primeira proposta de protocolo																								
Apresentação da primeira proposta de protocolo																								
Fase Exploratória																								
Definição das partes interessadas																								
Definição do organograma do time Kaizen																								
Análise SWOT																								
Realização do Gemba Walk 1																								
Pesquisa teórica																								
Definição do tema da pesquisa																								
Introdução																								
Fase proposta por Thiollent (1986)																								
Fase adaptada nesta pesquisa																								
Colocação dos problemas																								
Introdução																								
Contexto do cenário																								
Formação da questão de pesquisa e objetivos																								
O lugar da teoria																								
Fundamentação teórica																								
Lean manufacturing																								
Kaizen																								
Lead time																								
Indústria de confecção																								
Contribuições do Kaizen nas indústrias de confecção																								
Ferramentas da qualidade, ISO 5807:1985 e BPMN																								
p-Valor																								
Teste de Mann-Whitney U																								
Campo de Observação, Amostragem e Representatividade																								
Matriz dentro-fora																								
Coleta de dados																								
Aprendizagem, Saber Formal e Saber Informal																								
Resultados e discussões																								
Plano de Ação																								
Planejamento do Kaizen , Andamento do Kaizen																								
Elaboração do fluxograma																								
Definição do formulário A3																								
Coleta de dados inicial e início do Kaizen																								
Aplicação de melhorias																								
Alimentação de indicadores e realização do gemba walk 2																								
Divulgação Externa																								
Considerações finais e publicação desta pesquisa																								
Cronograma de desenvolvimento da pesquisa ação																								

Legenda: Período programado

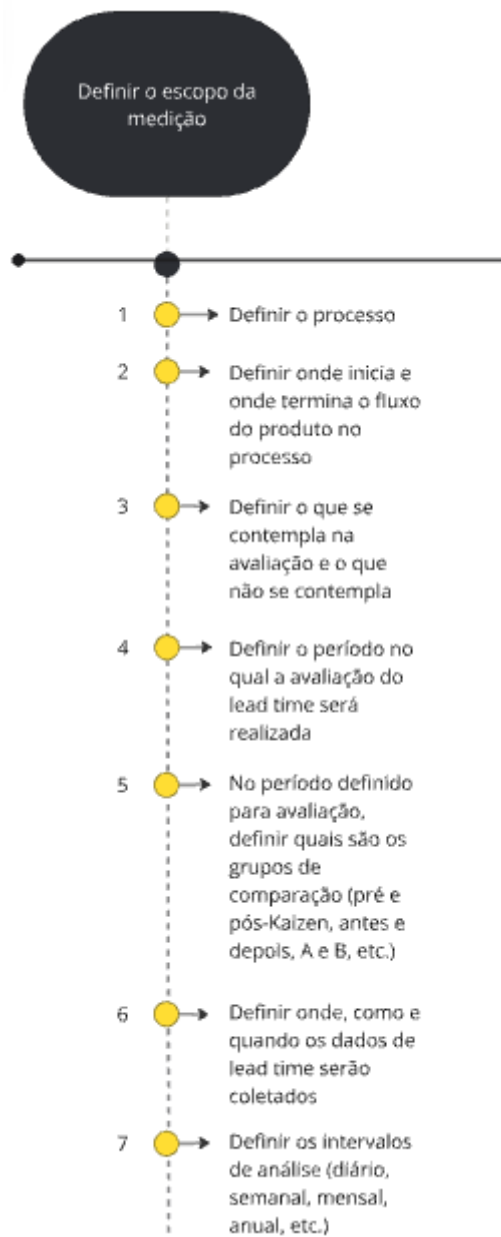
APÊNDICE B – Formulário A3 utilizado para formação dos projetos Kaizen

	Projeto kaizen				F-520 ver:00		
Nome do solicitante:	Data do recebimento da ideia: O que fazer?	Por que?	Quem fará?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?
<p>ideia original</p> <p>Grupo de ganho</p> <p> <input type="checkbox"/> Redução de custos <input type="checkbox"/> Ergonomia <input type="checkbox"/> Redução de desperdícios <input type="checkbox"/> Comodidade <input type="checkbox"/> Redução de espaço <input type="checkbox"/> Redução de estoque <input type="checkbox"/> Redução de processamento <input type="checkbox"/> Redução de transporte <input type="checkbox"/> Redução de movimentos <input type="checkbox"/> Redução de desperdício de matéria prima <input type="checkbox"/> Outros </p> <p>A ideia visa resolver um problema?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Se sim, identifique as possíveis causas</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>METODO</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MATERIAL</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MÃO DE OBRA</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MÁQUINA</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MEDIDA</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MEIO AMBIENTE</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </p>							
<p>Comentários</p> <p style="text-align: center;">Avaliação</p> <p style="text-align: center;">Todas ações foram concluídas?</p> <p style="text-align: center;">Eficaz?</p> <p style="text-align: center;">Se tornar procedimento, instrução ou lição aprendida?</p> <p style="text-align: center;">Se sim, indique</p>							
<p>Aprovação</p> <p><input type="checkbox"/> Lider kaizen Data: _____</p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Coordenador de Materiais Data: _____</p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Lider kaizen Data: _____</p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Coordenador de Finanças Data: _____</p>							

APÊNDICE C – Roadmap: Avaliação da eficácia de um programa Kaizen direcionado à redução do lead time



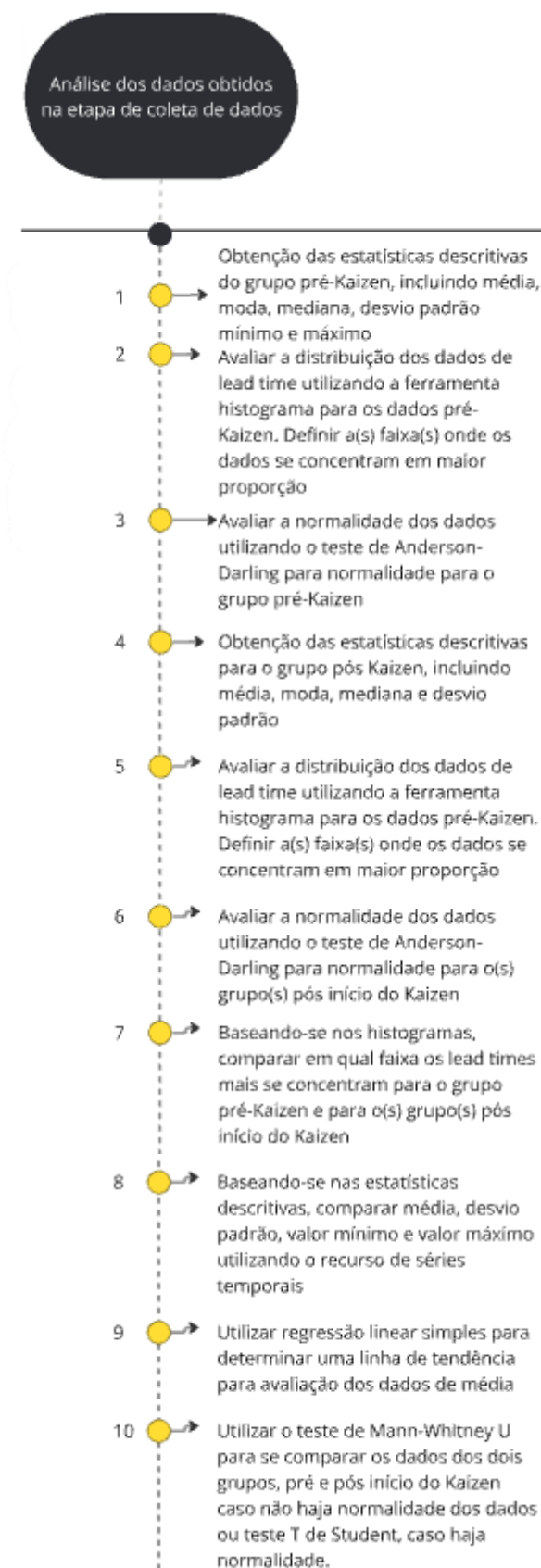
Roadmap: Quadro da fase 1, definição – apresentação para melhor visualização



Roadmap: Quadro da fase 2, coleta de dados – apresentação para melhor visualização



Roadmap: Quadro da fase 3, análise de evidências – apresentação para melhor visualização



Roadmap: Quadro da fase 4, considerações – apresentação para melhor visualização



Roadmap: Quadro da fase 5, padronização/ replanejamento – apresentação para melhor visualização

