



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUSTAVO PFEIFER DE CRISTO

**O USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Campo Grande – MS
2024

GUSTAVO PFEIFER DE CRISTO

**O USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção pela Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador:
Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos

Campo Grande – MS
2024

GUSTAVO PFEIFER DE CRISTO

**REVISÃO SISTEMÁTICA: A APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE
NA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção pela Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador:
Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos

Campo Grande, MS, __ de _____ de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos – Orientador
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

Prof. Dr. Marcos Lucas de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

Prof. Me. Diego Rorato Fogaça
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Deus e ao Senhor Jesus por tudo; à minha esposa Érica, meu maior incentivo. Agradeço aos meus pais e irmã, pelo cuidado e ao professor Alexandre pela orientação. E agradeço a todos que passaram por mim nesses anos de universidade e marcaram a minha vida.

RESUMO

Este estudo consiste em uma revisão sistemática sobre o tema "uso de ferramentas da qualidade na indústria", com o objetivo principal de analisar e discutir a abordagem existente na literatura sobre o tema. Para a revisão, foi empregado a plataforma Parsifal com base em artigos de janeiro de 2018 a fevereiro de 2024. Após a triagem de 53.288 artigos, um funil de seleção reduziu o escopo para 20 artigos através de leituras e aplicação de critérios de qualidade. Os resultados evidenciaram o uso das ferramentas mais comuns, como o Ishikawa, Pareto e o 5W2H, além de destacar o contexto em que esses projetos foram executados (incluindo o alinhamento com o setor estratégico e o papel desempenhado pelas lideranças). Concluiu-se que as ferramentas são significativas às indústrias, mas que, no entanto, há espaço para fortalecer a cultura da qualidade através do alinhamento do setor operacional com o estratégico e do envolvimento da liderança com os funcionários.

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

ABSTRACT

This study consists of a systematic review on the topic "use of quality tools in industry," with the primary objective of analyzing and discussing the existing approach in the literature on the subject. For the review, the Parsifal platform was used, based on articles published between January 2018 and February 2024. After screening 53,288 articles, a selection funnel narrowed the scope to 20 articles through reading and applying quality criteria. The results highlighted the use of the most common tools, such as Ishikawa, Pareto, and 5W2H, as well as the context in which these projects were carried out (including alignment with the strategic sector and the role played by leadership). It was concluded that the tools are significant for industries; however, there is room to strengthen the quality culture through the alignment of the operational and strategic sectors and by fostering leadership engagement with employees.

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

Cristo, Gustavo Pfeifer de

O uso de ferramentas da qualidade na indústria: uma revisão sistemática – Gustavo Pfeifer de Cristo – Campo Grande, 2024

Total de folhas: 31

Orientador Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos

Monografia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG – Engenharia de Produção, Campo Grande, 2024.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Filtragem de estudos	13
Figura 2 – Pontuação da Qualidade dos Artigos	16
Figura 3 – Distribuição das pontuações pelas perguntas de qualidade	16
Figura 4 – Origem e publicação dos artigos.....	19
Figura 5 – Distribuição Geográfica, origem do primeiro autor	20
Figura 6 – Publicações por ano	21
Figura 7 – Citações por ano	Erro! Indicador não definido.
Figura 8 – Origem e publicação dos artigos.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sigla de pesquisa (PICO)	15
Tabela 2 – Artigos aprovados nos critérios de qualidade	19
Tabela 3 – Etapas e Ferramentas Utilizadas	18
Tabela 4 – Métricas de Qualidade dos periódicos	22
Tabela 5 – Origem e publicação dos artigos	23
Tabela 6 – Visão de Conteúdo dos Artigos.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
3.1 ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE.....	15
3.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS ARTIGOS.....	17
3.3 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS ARTIGOS.....	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

As ferramentas de qualidade compreendem um conjunto de técnicas e métodos voltados à identificação, análise e solução de problemas, bem como para a melhoria contínua de processos; com a finalidade de assegurar que produtos e serviços atendam a padrões pré-definidos (Paladini, 2023). No entanto, a definição de qualidade não é simples, pois se refere a um contexto dinâmico que varia em termos de conteúdo e alcance (Seland, 2018). Além do mais, as ferramentas da qualidade são parte de uma cultura da qualidade, definida como um conjunto de valores, crenças e práticas que permeiam uma organização, orientando o comportamento dos colaboradores e das lideranças no sentido de priorizar a qualidade em todos os processos e decisões (Dahlgaard, 2006). Nesse sentido, para se compreender o contexto atual dessas ferramentas, é necessário analisar duas escolas que contribuíram para a formação atual da qualidade e de suas ferramentas: a Administração Científica e o Lean Manufacturing.

A Administração Científica de Taylor, trouxe uma abordagem científica, em oposição à improvisação e ao empirismo predominante até aquele momento. Nessa nova fase, surgiram duas ferramentas clássicas da qualidade: a análise de tempos e movimento, e o controle estatístico do processo. Para Taylor, sempre existira uma forma ideal de realizar uma tarefa, que, identificada, permitiria alcançar a máxima eficiência no trabalho (Paladini, 2023). Esse pensamento deu origem à prática de padronização de processos, amplamente adotada pelas indústrias atuais.

Por outro lado, o Lean Manufacturing surgiu em 1950, quando Eiji Toyoda e Taiichi Ohno notaram que a produção em massa não se adequava ao Japão devastado do pós-guerra (Dennis, 2024). Dessa constatação, desenvolveram o Lean Manufacturing, sistema focado na identificação e eliminação de desperdícios, com o objetivo de reduzir custos, melhorar a qualidade e aumentar a velocidade de entrega dos produtos aos clientes. Essas práticas enxutas, além de darem origem ao Lean Six Sigma, estão cada vez mais presentes em todos os setores industriais (Werkema, 2018) que, em conjunto, representam 26,4% do PIB mundial (Banco Mundial, 2023). Portanto, essas abordagens se complementam com o Taylorismo, formando a atual conjuntura das ferramentas da qualidade. E frente a esse cenário, o objetivo principal deste estudo realizar uma revisão sistemática sobre o uso de ferramentas da qualidade na indústria. Como objetivo secundário, são desenvolvidas sugestões para futuras pesquisas, visando contribuir com as pesquisas deste campo.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa realiza uma revisão sistemática da literatura através da síntese do conhecimento disponível sobre o tema, abordando discussões teóricas e evidências de pesquisas já publicadas (Marconi, Lakatos, 2017). A revisão foi conduzida na plataforma Parsifal, uma ferramenta online projetada para auxiliar pesquisadores em revisões sistemáticas, seguindo a metodologia Kitchenham e Charters (Kitchenham, Charters, 2007; Parsifal 2023).

Norteadando esse estudo, foram elencadas seis Questões de Pesquisa que são discutidas no Tópico 3. São elas (i) quais as ferramentas da qualidade são utilizadas na indústria; (ii) como as ferramentas da qualidade são usadas na indústria; (iii) quais são os benefícios da utilização das ferramentas da qualidade na indústria; (iv) quais são os desafios da utilização das ferramentas da qualidade na indústria; (v) quais são as limitações da utilização das ferramentas da qualidade na indústria; e (iv) quais ramos industriais as ferramentas da qualidade são mais utilizadas.

Para a identificação dos artigos (primeira etapa da Figura 1), foram consultadas três bases de dados: Scopus, Periódicos Capes e Web of Science, considerando o período de janeiro de 2018 a fevereiro de 2024. A busca foi restrita a artigos, artigos de literatura e artigos de conferências e somente às áreas de Engenharia, Otimização e Engenharia de Fabricação. Para a pesquisa nessas bases de dados, usou-se a sigla PICO - P: população que se deseja estudar; I: intervenção que se considera avaliar; C: comparação, que se refere ao grupo de estudo; e, O: Outcome – resultado, contexto analisado (Petticrew, Roberts, 2008) como apresentado na Tabela 1. Onde se obteve 53.288 artigos nessa primeira fase.

Tabela 1 – Sigla de pesquisa (PICO)

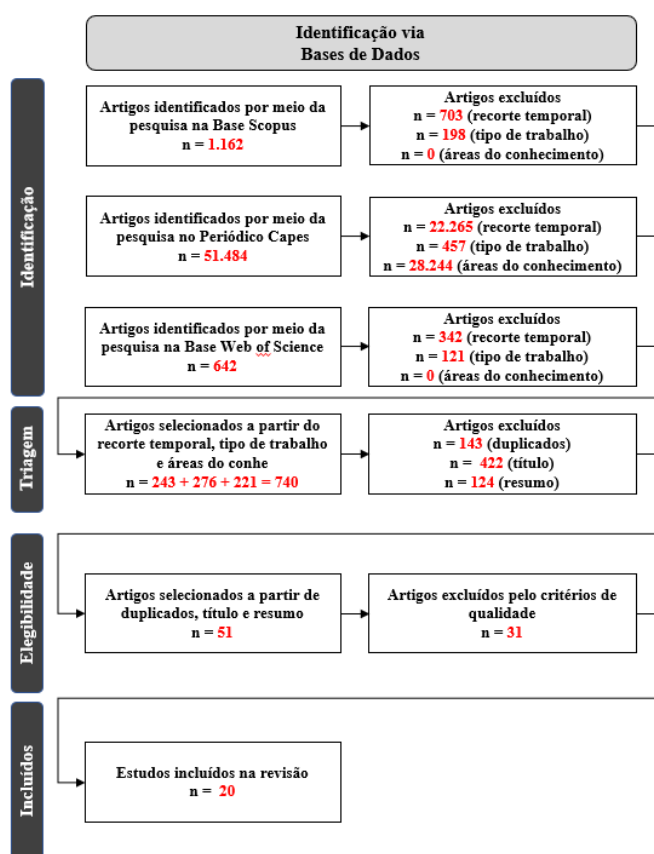
Letra	Parte da string
P	<i>("Quality tool*")</i>
I	<i>("Appl*" OR "administ*" OR "analysis" OR "continuous improvement" OR "employ*" OR "enforc*" OR "execute" OR "exercise" OR "explo*" OR "implement*" OR "manag*" OR "practic*" OR "practice" OR "qualit*" OR "review")</i>
C	<i>("*factor*" OR "Industr*" OR "manufact*" OR "produc*")</i>
O	<i>("appraisal" OR "assessment" OR "assurance" OR "conform*" OR "control" OR "developm*" OR "diagn*" OR "effect*" OR "effic*" OR "evaluation" OR "improv*" OR "optim*" OR "performance" OR "result*" OR "satisfaction")</i>

Fonte: Autor (2024)

A partir desse número inicial de artigos, foi realizada a etapa de triagem, no qual os artigos passaram por uma leitura preliminar dos títulos e resumos. Nessa leitura, aplicou-se os seguintes critérios de exclusão: artigos duplicados; artigos que fugissem do tema ou da área de conhecimento (não abordando o uso de ferramentas da qualidade e/ou não tendo aplicação na indústria); artigos em idiomas diferentes do português, inglês ou espanhol; literatura cinzenta (fontes não confiáveis, como artigos de opinião e blogs); e artigos com PDF indisponível, inviabilizando a leitura completa do estudo. Esse processo reduziu o número de artigos pré-aprovados para 740 artigos, distribuídos entre: 243 artigos da Scopus, 221 da Web of Science e 276 do Periódico Capes.

As etapas e os número de estudos avaliados estão identificados na Figura 1. Após a filtragem, foi considerado a análise de 4 artigos via snowball, mas seus PDFs também não foram encontrados.

Figura 1 - Filtragem de estudos



Fonte: Autor (2024)

Na Figura 1, consta o fluxo completo de filtragem dos artigos. Posteriormente a triagem, os artigos foram submetidos aos critérios de elegibilidade, avaliados com base nas seguintes perguntas para avaliação da qualidade dos artigos (simbolizadas por P1 a P5): (i) P1 - O artigo fornece informações suficientes sobre o ambiente industrial e seu contexto em que o estudo foi realizado; (ii) P2 - O artigo aborda as respostas das Questões de Pesquisas; (iii) P3 - O artigo utiliza métodos apropriados para investigar a aplicação e eficácia das ferramentas da qualidade; (iv) P4 - O artigo analisa e discute os resultados em relação aos objetivos do próprio artigo; (v) P5 - O artigo analisa e discute as limitações e os vieses que podem impactar os resultados.

As respostas possíveis para cada pergunta foram: “Responde totalmente” (obtendo nota 1), “responde parcialmente” (nota 0,5) e “não responde” (nota zero). Por serem cinco questões analisadas, a nota de qualidade de cada artigo varia de zero a 5, com nota de corte de 3,5.

No Tópico 3, os artigos foram analisados em três etapas. A primeira aborda os critérios de qualidade, a segunda etapa discute características gerais como idioma, país, periódico publicado, desafios e benefícios. E a terceira etapa, discute características próprias de determinados artigos que, somados, fornecem uma visão abrangente sobre o tema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE

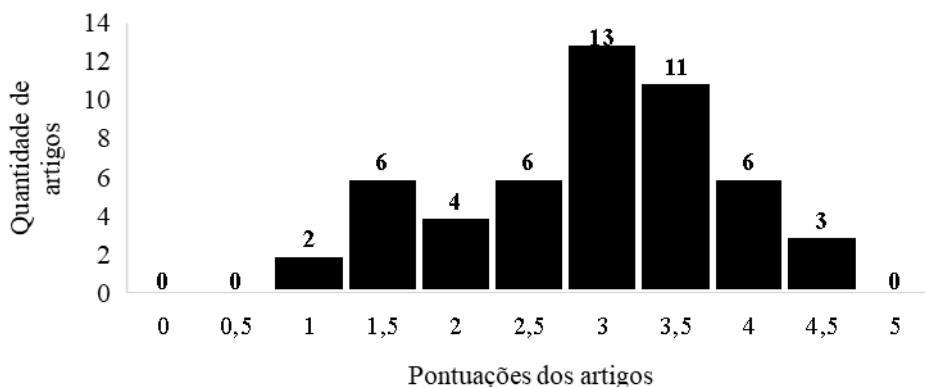
O desempenho dos artigos é apresentado na Tabela 2 e na Figura 2, enquanto o das perguntas de qualidade está na Figura . A Tabela 2 também apresenta os critérios de qualidade dos artigos aprovados.

Tabela 2 - Artigos aprovados nos critérios de qualidade

Artigo	P1	P2	P3	P4	P5	Somatório
Abd Hamid et al., 2020	1	0,5	1	1	0	3,5
Abd-Elwahed et al., 2018	0,5	0,5	1	1	1	4
Barcia Villacreses et al., 2019	1	0,5	1	1	0	3,5
Chowdary et al., 2019	1	0,5	1	1	0	3,5
Darón et al., 2023	0,5	1	1	1	1	4,5
Dziuba et al., 2022	1	0,5	1	1	0,5	4
Freire et al., 2019	1	0,5	1	1	0,5	4
Gomes et al., 2022	1	0,5	1	1	0	3,5
Inácio et al., 2023	1	1	1	0,5	0	3,5
Júnior; Broday, 2019	1	0,5	0,5	1	0,5	3,5
Junior; Gonçalves, 2019	1	1	0,5	1	0	3,5
Kharub et al., 2018	0,5	1	1	1	1	4,5
Knop, 2021	0,5	0,5	1	1	0,5	3,5
Li et al., 2018	0,5	1	1	1	0,5	4
Ondra et al., 2018	0,5	0,5	1	1	0,5	3,5
Rangel-Sánchez et al., 2024	0,5	0,5	1	1	1	4
Saleh et al., 2018	0,5	0,5	0,5	1	1	3,5
Sanjuliano et al., 2021	0,5	0,5	1	1	0,5	3,5
Uddin, 2021	1	0,5	1	1	0,5	4
Wolniak, 2019	1	1	1	1	0,5	4,5
Somatório	15,5	13	18,5	19,5	9,5	76

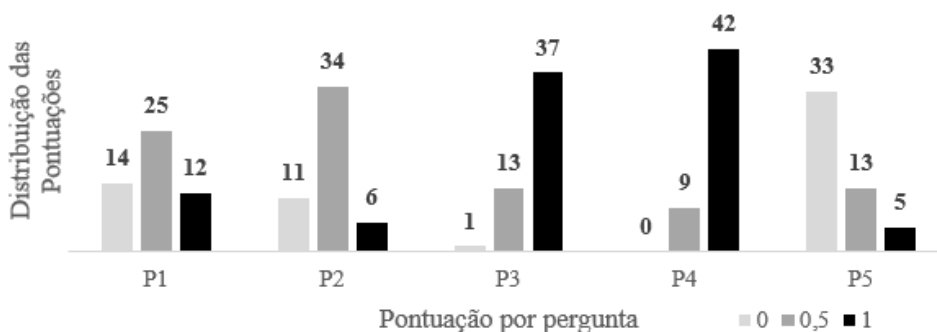
Fonte: Autor (2024)

Figura 2 - Pontuação da Qualidade dos Artigos



Fonte: Autor (2024)

Figura 3 - Distribuição das pontuações pelas perguntas de qualidade



Fonte: Autor (2024)

A partir da Figura 3, observa-se que, com a nota de corte definida em 3,5, o desempenho dos artigos aprovados foi relativamente baixo, pois a média desses 20 artigos é de 3,8 (somente um pouco acima do corte), sendo um comportamento esperado devido ao alto número de questões de qualidade os quais foram analisados. Dos vinte artigos aprovados, onze (55%) alcançaram o mínimo de 3,5, respondendo 70% das perguntas (70% de 5 pontos, 3,5 pontos). Seis artigos (30%) responderam 80% das perguntas, e apenas três (15%) atingiram uma nota de 4,5, correspondente a abordar 90% de todas as Perguntas da Qualidade.

Caso a nota de corte fosse reduzida para três, treze artigos seriam acrescentados no escopo dessa pesquisa. Contudo, foi considerado uma nota de corte baixa por abordar somente 60% das perguntas completamente. Ao se filtrar somente esses 13 artigos, notou-se que todos pontuaram plenamente a P3 (O artigo utiliza métodos apropriados para investigar a aplicação e eficácia das ferramentas da qualidade?) e P4 (O artigo analisa e discute os resultados em relação aos objetivos do próprio artigo?). Entretanto, nenhum deles responderam totalmente a P1 (O

artigo fornece informações suficientes sobre o ambiente industrial e seu contexto em que o estudo foi realizado?) e a P2 (O artigo aborda as respostas das Questões de Pesquisas?), e somente dois deles responderam parcialmente a P5 (O artigo analisa e discute as limitações e os vieses que podem impactar os resultados?). Esse padrão indica que a P5 é uma questão pouco abordada na literatura, enquanto P3 e P4 tendem a ser mais facilmente respondidas devido à sua presença comum nos estudos.

A Figura 3 reforça essa observação, indicando que 33 dos 51 artigos não pontuaram na P5, o que impactou negativamente na média dos artigos aprovados. As perguntas mais amplamente abordadas foram a P4, seguida pela P3 – inclusive em artigos reprovados, o que sugere que esses tópicos são recorrentes na literatura.

3.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS ARTIGOS

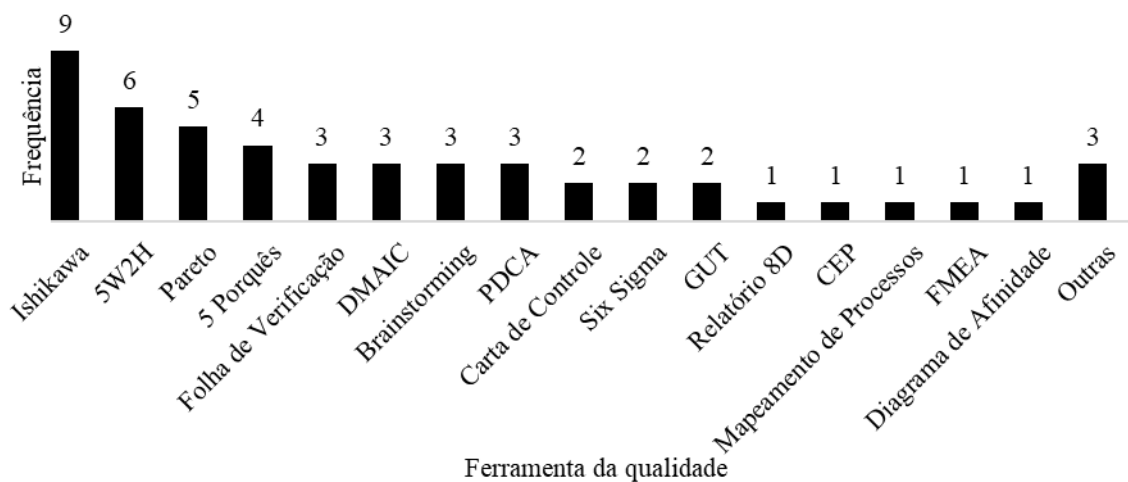
A Tabela 3 demonstra as etapas de implementação de cada estudo, sendo os procedimentos metodológicos dos artigos. Essa tabela originou a Figura 4 que mostra a frequência de utilização das ferramentas de qualidade.

Tabela 3 - Etapas e Ferramentas Utilizadas

Artigo	Etapas e Ferramentas Utilizadas
Abd Hamid et al., 2020	Entrevista com líderes
Abd-Elwahed et al., 2018	1: Coleta de Informações sobre os profissionais; 2: Identificação das Abordagens de Qualidade e seus impactos (questionário); 3: Medição de compreensão; 4: Identificação de barreiras
Barcia Villacreses et al., 2019	DMAIC; Six Sigma e SMED
Chowdary et al., 2019	1: Mapa de Fluxo de Valor Atual com 5 Porquês e Ishikawa; 2: Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro
Darón et al., 2023	1: Elaboração do Questionário; 2: Implementação; 3: Análise dos dados
Dziuba et al., 2022	1: Ishikawa e Pareto alimentados pelo Brainstorming; 2: Relatório 8D; 3: Identificação das causas com 5 Porquês
Freire et al., 2019	1: Definição de Equipe; 2: Pareto das causas conhecidas; 3: Ishikawa e GUT; 4: 5W2H
Gomes et al., 2022	DMAIC (M: Pareto; A: Pareto, Ishikawa alimentado pelo Brainstorming e 5W2H; C: CEP e Folha de Verificação)
Inácio et al., 2023	1: Visita ao local; 2: Coleta de Dados com Folha de Verificação; 3: Ishikawa; 4: Pareto e GUT; 6: 5W2H
Júnior; Broday, 2019	PDCA
Junior; Gonçalves, 2019	1: Coleta de dados antes do projeto; 2: Identificação de fatores (não citaram como); 3: Ishikawa, Brainstorming e 5W2H
Kharub et al., 2018	1: Coleta de dados por questionário
Knop, 2021	1: Mensuração do problema por Pareto; 2: Verificação dos problemas por Carta de Controle; 3: Ishikawa; 4: FMEA e Diagrama de Relação; 5: Diagrama Matricial; 6: Diagrama de Afinidade; 7: Melhoria por PDCA
Li et al., 2018	Six Sigma (DMADV)
Ondra et al., 2018	Realização de Pesquisa e identificação de resultados
Rangel-Sánchez et al., 2024	PDCA e 5W2H
Saleh et al., 2018	Coleta de dados por questionários e entrevistas pessoalmente
Sanjuliano et al., 2021	1: Pareto; 2: Mapeamento de Processos; 3: 5W2H
Uddin, 2021	Foram três projetos. 1: DMAIC (no A usou Ishikawa); 2: 5 Porquês e Carta de Controle; 3: Folha de Verificação
Wolniak, 2019	1: Coleta de dados; 2: 5 Porquês; 3: Ishikawa; Propulseram melhorias (não citaram como)

Fonte: Autor (2024)

Figura 4 - Frequência das Ferramentas nos Artigos

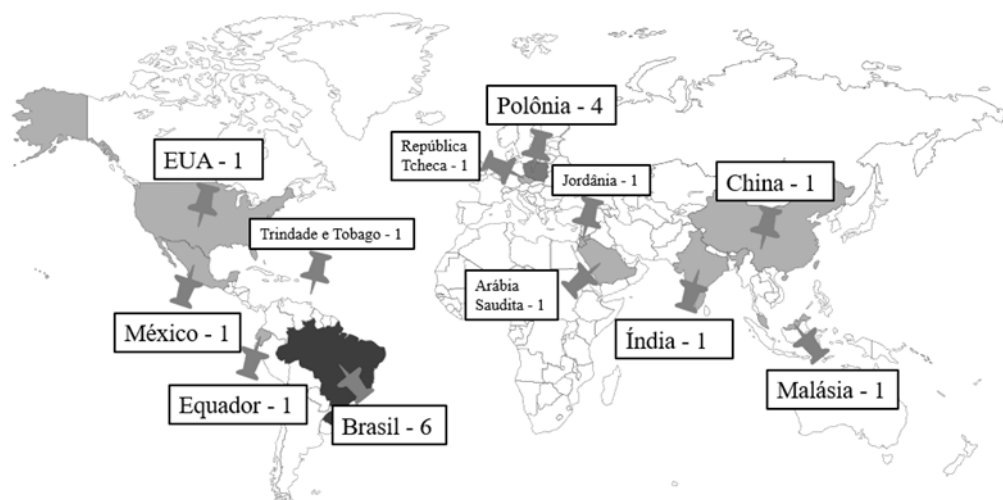


Fonte: Autor (2024)

A Figura 4 revela que o Diagrama de Ishikawa é a ferramenta mais utilizada para a identificação de problemas, aparecem em nove dos quatorze artigos analisados. Em termos de ferramenta de priorização. O Diagrama de Pareto foi utilizado cinco vezes e a Matriz GUT duas. A preferência pelo Pareto pelos autores se deve à sua abordagem quantitativa e objetiva em relação à Matriz GUT. Essa característica facilita a visualização e compreensão do impacto de cada problema (Knop, 2021; Dziuba et al., 2022; Gomes et al., 2022; Inácio et al., 2023).

Em uma ampla análise, a distribuição geográfica do primeiro autor de cada artigo também foi feita, tendo base a origem do primeiro autor de cada artigo e ilustrada na Figura 5. Nesta análise, observa-se que a distribuição dos artigos está a nível global. No entanto, países altamente industrializados como Japão, China e Estados Unidos obtiveram uma pequena participação em relação ao Brasil e a Polônia.

Figura 5 - Distribuição Geográfica, origem do primeiro autor

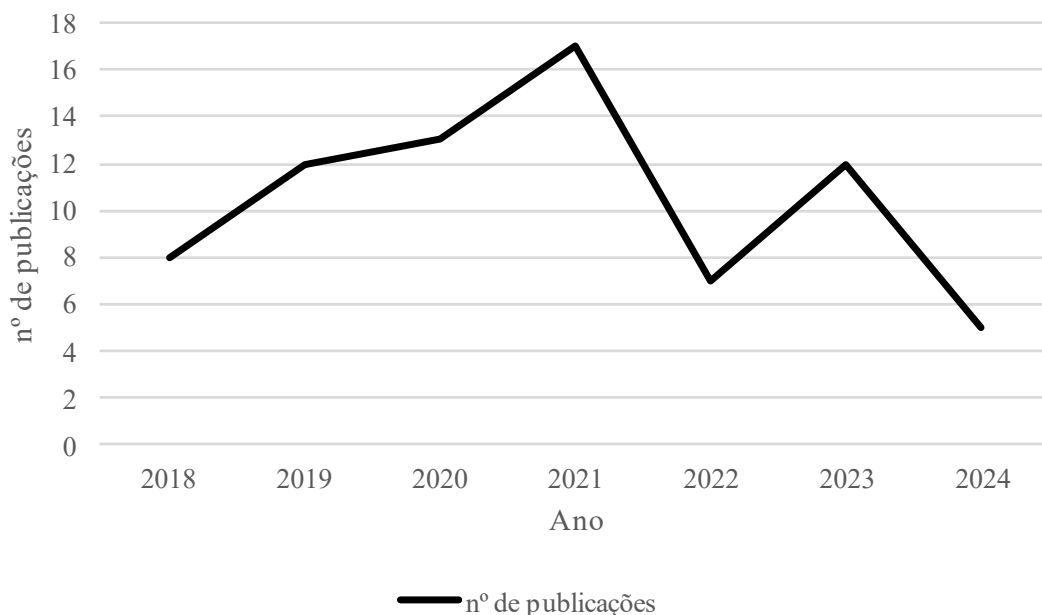


Fonte: Autor (2024)

Em relação ao idioma de publicação, dezesseis foram publicados em inglês, três em português e um em espanhol. Isso demonstra que, embora os Estados Unidos não tenham contribuído com um número expressivo de artigos segundo a metodologia adotada, seu idioma é o padrão pela ciência (Swales, 1997).

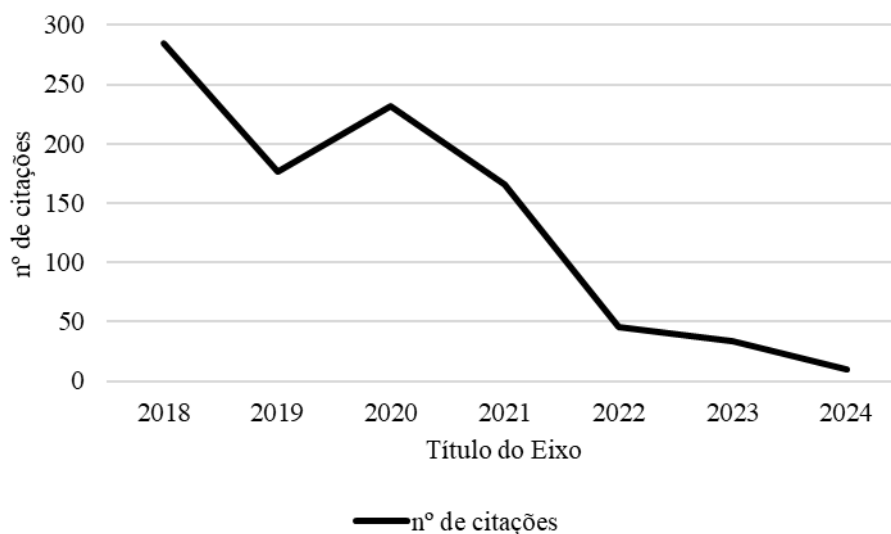
A Figura 6 e a Figura 7 revelam uma tendência de queda tanto na quantidade de artigos publicados quanto no volume de citações ao longo dos anos. Esse comportamento pode ser somente um recorte temporal de queda de 2018 a 2024, mas não necessariamente de desinteresse no tema ou dificuldades de desenvolvimento e/ou publicação na área. Uma hipótese levantada é que os artigos são, em sua maioria, elaborados por estudantes em fase de graduação ou pequenos profissionais (uma vez que três dos vinte artigos foram desenvolvidos por funcionários) o que pode limitar o incentivo de publicação nesse período, resultando em menor número de publicação ao longo dos anos.

Figura 6 - Publicações por ano



Fonte: Autor (2024)

Figura 7 - Citações por ano



Fonte: Autor (2024)

As revistas dos artigos foram submetidas a três métricas de qualidade descritas na Tabela 4: SJR (Scimago Journal Rank), JCR (Journal Citation Reports) e Qualis que são amplamente utilizadas para avaliar a relevância dos periódicos. O SJR considera o número de citações de um periódico quanto a sua importância segundo métodos desenvolvidos pela Scimago, e os classificam de Q1 (primeiro quadrante – mais bem avaliado) a Q4 (Guerrero-Bote; Moya-

Anegón, 2012; Scimago, 2023). O JCR, desenvolvido pela Clarivate Analytics e fornece o Fator de Impacto segundo a média de citações nos dois últimos anos, quanto maior a sua classificação, melhor avaliado é o periódico (Clarivate, 2023). E o Qualis é uma métrica brasileira de avaliação de periódicos desenvolvido pela CAPES que os classificam entre A1 (mais bem avaliado), A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4 e C (CAPES, 2023).

Tabela 4 - Métricas de Qualidade dos periódicos

Periódico	Origem do periódico	nº de artigos	SJR	JCR	Qualis
IGI Global Scientific Publishing	-	1	-	-	-
South African Journal of Industrial Engineering	África do Sul	1	Q3	0,5	B1
Independent Journal of Management & Production	Brasil	1	-	0,4	B1
Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications	Brasil	2	Q4	-	C
Revista de Gestao e Secretariado-GeSeC	Brasil	1	-	0,2	A4
Sistemas & Gestão	Brasil	1	-	0,1	B1
Quality Innovation Prosperity	Eslováquia	2	Q3	1,8	-
Quality Engineering	Estados Unidos	1	Q2	1,3	A3
International Journal for Quality Research	Montenegro	2	Q2	1,2	A3
Polish Journal of Management Studies	Polônia	1	Q3	1,1	-
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação	Portugal	1	Q4	-	-
Benchmarking-An International Journal	Reino Unido	1	Q1	4,5	A1
International Journal of Advanced Operations Management	Reino Unido	1	Q4	-	B2
International Journal of Quality and Reliability Management	Reino Unido	1	Q2	2,7	A2
Manufacturing Technology	República Tcheca	1	-	1,6	-
Applied Sciences (Switzerland)	Suíça	1	Q2	-	-
Energies	Suíça	1	Q2	3	A2

Fonte: Autor (2024)

Observa-se na Tabela 4 que os periódicos não foram bem avaliados e que os artigos não se encontram concentrados em poucos periódicos. E a partir da análise conjunta da Tabela 4 e da Figura 5, identifica-se a origem dos autores e o país de publicação com base no periódico, como representados na e na Tabela 5 e no Figura 8.

Tabela 5 - Origem e publicação dos artigos

Origem do(s) autor(es)	Origem do periódico
República Tcheca	Polônia
Polônia	Eslováquia
Jordânia	Reino Unido
Brasil	Brasil
Brasil	Brasil
Polônia	República Tcheca
Brasil	Eslováquia
Índia	Reino Unido
Brasil	Brasil
Brasil	Brasil
China	Estados Unidos
Equador	Portugal
Arábia Saudita	África do Sul
Polônia	Brasil
Malásia	-
Trindade e Tobago	Reino Unido
México	Suíça
Brasil	Montenegro
Polônia	Suíça
EUA	Montenegro

Fonte: Autor (2024)

Figura 8 - Origem e publicação dos artigos



Fonte: Autor (2024)

A Figura 8 tem como principal objetivo ilustrar a distribuição global dos artigos. Somente o Brasil desenvolveu e publicou artigos internamente, assim como publicou em outros países e recebeu publicações internacionais. Na Europa, países vizinhos como Eslováquia, República Tcheca e Polônia publicam artigos entre si, representando uma proximidade geográfica, industrial e acadêmica (Simek, Ambrozová, 2018).

Ressalta-se que muitos desses artigos não foram publicados em idiomas nativos dos autores, evidenciando a tentativa de alcance global de seus estudos. No entanto, como observado na Figura 7, esses artigos encontram dificuldades de serem disseminados. Além disso, o conteúdo dos vinte artigos é regional, o que dificulta o interesse internacional por eles.

Desta forma, responde-se as Questões de Pesquisa, onde a Figura 4 responde a pergunta (i) quais as ferramentas da qualidade são utilizadas na indústria; a Tabela 3 responde a pergunta (ii) como as ferramentas da qualidade são usadas na indústria.

3.3 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS ARTIGOS

A Tabela 6 apresenta o conteúdo presente nos estudos, sendo seis pesquisas e quatorze estudos de survey. As pesquisas abordam o conhecimento dos profissionais nas indústrias (Abd-El Wahed; El-Baz, 2018), ferramentas utilizadas na República Tcheca (Ondra; Tucek; Rajnoha, 2018) e a eficácia da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP) nas indústrias farmacêuticas e alimentícias (Kharub; Limon; Sharma, 2018). Percebe-se que há diversas abordagens do mesmo tema onde cada uma incorre de um estudo a parte. Suas aplicações se fazem em diversos ramos, como automotivo (Wolniak, 2019; Inácio et al., 2023), metalúrgico (Freire et al., 2019; Knop, 2021) e alimentício (Sharma, 2018; Júnior; Broday 2019; Junior; Gonçalves, 2019; Kharub; Limon).

Tabela 6 - Visão de Conteúdo dos Artigos

Artigo	Objetivo do Artigo	Ramo Industrial
Abd Hamid et al., 2020	Responder: Quais são os fatores que determinam quais ferramentas e técnicas de qualidade são mais aplicáveis em circunstâncias específicas relacionadas ao desempenho da qualidade na Revolução Industrial 4.0?	Tecnologia
Abd-Elwahed et al., 2018	Visa determinar até que ponto os profissionais da qualidade compreendem e implementam abordagens de GQ e suas ferramentas em empresas industriais, e identificar as ferramentas e técnicas de GQ exigidas nos programas de sensibilização.	Diversas
Barcia Villacreses et al., 2019	Reduzir em 40% o intervalo no tempo de troca de molde utilizando o DMAIC e a técnica SMED	Plástico
Chowdary et al., 2019	Documentar experiências adquiridas devido à implementação de estratégias de Lean Manufacturing em uma empresa de fabricação de aço do Caribe	Siderúrgico
Darón et al., 2023	Dar atenção à influência das ferramentas da qualidade (QTs) na gestão do processo produtivo (PP) no aumento da eficiência energética (EE).	Setor energético
Dziuba et al., 2022	Este trabalho teve como objetivo analisar os problemas de produção que ocorrem durante a produção de lâminas para janelas usando o Relatório 8D	Siderúrgico
Freire et al., 2019	Mostrar que a análise e solução de problemas utilizando as Ferramentas da Qualidade, de forma a manter ou melhorar a qualidade dos produtos, e, por conseguinte, manter ou aumentar o nível de satisfação de seus clientes	Metalúrgica
Gomes et al., 2022	Abordar a aplicação do método Seis Sigma para gestão de processos para redução da variabilidade e refugo de embalagens	Embalagens
Inácio et al., 2023	O objetivo deste estudo é demonstrar como a gestão da qualidade, utilizando ferramentas básicas, pode se tornar uma estratégia para o crescimento organizacional.	Automotivo
Júnior; Broday, 2019	Demonstrar a adoção do Ciclo PDCA para redução de perdas, bem como propor medidas de controle para melhoria contínua dos processos.	Alimentícia
Junior; Gonçalves, 2019	Analisar os efeitos do controle da qualidade aplicado ao processamento de batatas, utilizando-se de ferramentas de qualidade, a fim de verificar as suas contribuições para a melhoria do processo produtivo e redução de perdas	Alimentos (batatas chips)
Kharub et al., 2018	Investigar empiricamente o impacto da ferramenta da qualidade na eficácia do sistema de segurança alimentar baseado na (HACCP e estudos de correlação entre a eficácia do HACCP e o desempenho empresarial nas indústrias alimentícia e farmacêutica	Alimentício e farmacêutico
Knop, 2021	Analisar o número de ocorrências, as causas dos defeitos superficiais de estruturas de aço pintadas a partir do exemplo de um elemento selecionado produzido pela empresa examinada, e propor ações que contribuam para reduzir a probabilidade desses defeitos.	Metalúrgico
Li et al., 2018	Compreender a aplicação de um projeto Seis Sigma (DMADV) para treinar funcionários em ferramentas de qualidade em uma adoção de TQM	Fábrica de baterias
Ondra et al., 2018	Identificar o uso de QMTs selecionados em empresas industriais na República Tcheca.	Diversas
Rangel-Sánchez et al., 2024	O objetivo foi demonstrar como o PDCA pode melhorar os padrões de qualidade minimizando o desperdício	Fabricante de motores
Saleh et al., 2018	Investigar o impacto das práticas rígidas de gestão da qualidade total (TQM) nas dimensões de desempenho operacional das organizações de manufatura	Diverso
Sanjuliano et al., 2021	Analisar o processo de formação do preço de venda, visando identificar as causas que resultam nas divergências do custo estimado e do custo real, a fim de comparar o custo estimado com a implementação do custo alvo.	Confecção
Uddin, 2021	Fornecer um processo eficaz e ferramentas de baixo custo para melhorar a qualidade dos produtos	Pisos de madeira
Wolnia, 2019	Identificar fatores que afetam a parada da linha de produção	Automotivo

Fonte: Autor (2024)

Em todos os estudos os objetivos foram alcançados, trazendo consigo benefícios financeiros (Freire et al., 2019; Uddin, 2021), redução de tempo (Barcia Villacreses; Verdezoto Dominguez; Abad-Morán, 2019) e de desperdício (Júnior; Broday 2019; Junior; Gonçalves, 2019). No entanto, nem todos as propostas foram implementadas (Wolniak, 2019; Sanjuliano et al., 2021; Inácio et al., 2023), o que limita o objetivo principal desse artigo, por se tornar somente um estudo teórico.

Todos os estudos de survey encontraram uma limitação: a baixa taxa de respostas aos questionários enviados, com taxa de retorno de somente 5% (Ondra; Tucek; Rajnoha, 2018). Destaca-se como limitação o curto período disponível para implementação de uma cultura da qualidade, o que gerou resistência entre os funcionários (Li; Laux; Antony, 2018). Essa relutância também foi notada em Junior e Broday (2019), que, no entanto, constataram que o uso do Ciclo PDCA facilitou a aceitação por ser uma abordagem didática. Em uma entrevista realizada por Abd-Elwahed e El-Baz (2018), 70% dos gestores consultados também identificaram a resistência dos funcionários com um dos principais desafios, mencionando também a falta de treinamento e o seu desenvolvimento, apoio limitado pela liderança e a ausência do alinhamento entre qualidade, estratégia e operações.

A leitura de cada artigo isolado permite identificar elementos que, em conjunto com os demais artigos, fornecem uma ampla visão sobre o uso de ferramentas da qualidade na indústria. Essa linha de análise inicia-se no estudo de Sanjuliano et al. (2021) voltado à área contábil onde foi avaliado uma indústria de confecção que encontrava divergências sobre a precificação no início do desenho da coleção e ao fim da produção, impactando assim, o preço final de vendas e no orçamento da empresa. Seu desenvolvimento envolveu o uso do Pareto e do mapeamento de processos para se identificar os problemas, e sua solução dirigida por um 5W2H. Esse plano de ação envolveu a definição de três indicadores de custos: custo alvo (meta de preço a ser atingida), custo ideal (valor de referência ao custo alvo, porém inalcançável), e o custo real (custo efetivo vigente). Essa abordagem de “ideal, alvo e real” serve como modelo para outros projetos ao estabelecer metas e indicadores de redução de desperdícios, perdas e produção. No entanto, como identificado por Li, Laux e Antony (2018), as empresas devem definir metas realistas, procurando ganhos imediatos no curto prazo, validando o uso das práticas de qualidade, mas que trazem benefícios a longo prazo. A recomendação de indicadores de desempenho foi destacada também por outros pesquisadores (Saleh; Sweis; Mahmoud Saleh, 2018; Villacreses; Dominguez; Abad-Morán, 2019) sugerindo que os projetos de melhoria, ainda que operacionais, devem envolver o setor estratégico.

O envolvimento de múltiplas áreas, incluindo a liderança, é essencial na execução do projeto, mas a falta de participação das lideranças apresenta um desafio. Enquanto Abd-Elwahed e El-Baz (2018) observaram a ausência de engajamento da liderança em treinar os operados, Li, Laux e Antony (2018) encontraram o oposto, com líderes exercendo pressão excessiva (não intencional) sobre os subordinados. A leitura dos artigos aprovados indicou que muitos se restringem a avaliar somente o processo operacional, sem considerar o a participação de gestores, impactos culturais gerados ou se houve desenvolvimento partindo da indústria em novos projetos de melhoria. Limitando, assim, a exploração completa do potencial das ferramentas da qualidade, especialmente na implementação de uma Gestão de Qualidade Total.

O artigo de Li, Laux e Antony (2018) aborda a implementação dirigida por 7 membros: o próprio CEO, um Diretor de Qualidade, três Master Blackbelts e dois gerentes de divisão. O trabalho abordou uma realidade limitante: projetos de implementação de melhoria podem ser caros e envolver mão de obra especializada, como este. Sua principal ação corretiva foi desenvolver os funcionários por treinamentos, que antes utilizavam as ferramentas desconhecendo a importância do seu uso – não estando alinhados com a cultura da qualidade. Saleh, Sweis e Saleh (2018) investigaram o impacto da Gestão da Qualidade sobre o desempenho das empresas analisadas, identificando impactos positivos significativos.

Entretanto, apenas implementar ferramentas da qualidade pode ser insuficiente para processos produtivos complexos. Métodos quantitativos e qualitativos são necessários para analisar defeitos e erros nos processos de produção (Wolniak, 2019). Se o uso das ferramentas da qualidade permite não somente sua atuação na área operacional, mas também na área estratégica, assim também demais áreas além da qualidade devem ser exploradas, como a estatística. A Associação Chinesa de Qualidade menciona 43 ferramentas que podem ser aplicadas, abrangendo tanto ferramentas de qualidade quanto estatísticas. Entre elas estão a ANOVA, análise de regressão, Fuzzy e Método Taguchi, ao lado de métodos tradicionais como PDCA e Ishikawa (Li; Laux; Antony, 2018). O software Minitab é um exemplo de recurso estatístico usado paralelamente às ferramentas de qualidade (Abd-Elwahed; El-Baz, 2018; Li; Laux; Antony, 2018; Gomes et al., 2022). Portanto, além de demonstrar conhecimento prévio das ferramentas de qualidade, as equipes devem possuir conhecimento estatístico e uma compreensão detalhada do processo em análise.

Esses estudos contextualizados demonstram a importância de descrever o meio no qual estão inseridos, para que as indústrias possam se identificar e replicar práticas bem-sucedidas. Em um estudo realizado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Júnior e

Broday (2019), analisaram o uso do PDCA na redução de desperdícios em uma indústria alimentícia. Dessa forma, nota-se que estudos acadêmicos podem ser incorporados a cultura das organizações, diminuindo qualquer distância entre a academia e as indústrias.

Desta forma, responde-se a Questões de Pesquisa (iii) quais são os benefícios da utilização das ferramentas da qualidade na indústria, onde esses benefícios resultantes são financeiros e operacionais (redução de tempo e de desperdícios). E ao citar a relutância dos funcionários em aprender as técnicas de qualidade, a falta de treinamento dos funcionários, do apoio das lideranças e da ausência do alinhamento entre qualidade, estratégia e operações, responde-se a Questão de Pesquisa (iv) quais são os desafios da utilização das ferramentas da qualidade na indústria. E por fim, a baixa taxa de respostas aos questionários enviados, o curto período disponível para implementação de uma cultura da qualidade e que projetos de implementação de melhoria podem ser caros e envolver mão de obra especializada para processos complexos, respondem a Questão de Pesquisa (v) quais são as limitações da utilização das ferramentas da qualidade na indústria. E a Tabela 6 aborda as respostas da pergunta (iv) quais ramos industriais as ferramentas da qualidade são mais utilizadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as principais ferramentas utilizadas na indústria são o Ishikawa, Pareto e o 5W2H, sendo amplamente utilizados nos ramos da indústria siderúrgica, metalúrgica e alimentícia. A produção desses artigos é global, assim como suas publicações alcançam países estrangeiros às origens e idioma do primeiro autor. Os artigos são publicados em maior parte em inglês a fim de se aumentar o número de citações, no entanto, a baixa qualidade dos periódicos pode impactar no número de citações.

A principal limitação observada nesta revisão foi a responsável pela eliminação da maioria dos artigos na etapa de triagem. Esses artigos desclassificados tinham como foco principal objetivos não diretamente relacionados ao uso das ferramentas da qualidade, como por exemplo, a redução de desperdícios em máquinas ou a melhoria de processos específicos. Embora as ferramentas da qualidade tenham sido mencionadas e usadas nesses estudos, sua aplicação não fez parte do objeto central das discussões, das limitações, ou das conclusões apresentadas. Conseqüentemente, tais artigos pouco contribuíram para o entendimento aprofundado da eficácia das ferramentas em si, o que limita a relevância desses estudos para essa revisão. Outra limitação foram os artigos aprovados e não encontrados em PDF, o que limitou a visão do uso de ferramentas da qualidade na indústria. E a baixa taxa de respostas em todas os estudos de survey também limitou a coleta de dados, restringindo a visão sobre o uso de ferramentas da qualidade na indústria.

Como sugestões para futuras pesquisas sobre o uso de ferramentas, recomenda-se realizar uma abordagem não somente voltada aos processos, mas contemplando o comportamento dos funcionários e da liderança, as limitações e os vieses na aplicação. Assim como considerar as discussões levantadas pois abordam como os autores podem trazer ideias que serão úteis a outras indústrias. Durante a execução dos projetos, não somente devem usar ferramentas da qualidade, mas também de estatísticas, se necessário e demais artigos publicados na área (reforçando a importância de se encontrar artigos na área, uma limitação dessa revisão).

REFERÊNCIAS

- ABD-ELWAHED, M. S.; EL-BAZ, M. A. **Impact of implementation of total quality management: An assessment of the Saudi industry.** *South African Journal of Industrial Engineering*, v. 29, n. 1, p. 97–107, 2018.
- BANCO MUNDIAL. **Industry (including construction), value added (% of GDP).** Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- CAPES. **Sobre o Qualis.** Disponível em: <https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- CLARIVATE. **Clarivate Analytics.** Disponível em: <https://jcr-clarivate.ez51.periodicos.capes.gov.br/jcr/home>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- DAHLGAARD, Jens J.; DAHLGAARD-PARK, Su Mi. Lean production, six sigma quality, TQM and company culture: A critical review. *The TQM Magazine*, v. 18, n. 3, p. 263-281, 2006.
- DENNIS, **Pascal. Produção lean simplificada.** 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. E-book. p.5. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577802913/>. Acesso em: 10 Nov 2024.
- DZIUBA, S. T. et al. **8D report as the product improvement tool.** *Sistemas & Gestão*, v. 16, n. 2, 5 abr. 2022.
- FREIRE, A. DA S. et al. 154. **Reduction of scrap indicators through quality tools: a case study of a two-wheel segment metalworking industry.** *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, v. 5, n. 19, p. 136–144, 4 set. 2019.
- GOMES, F. DA S. et al. **The Main Benefits of Application of Six Sigma for Productive Excellence.** *Quality Innovation Prosperity*, v. 26, n. 3, p. 151–167, 2022.
- GUERRERO-BOTE, V. P.; MOYA-ANEGÓN, F. **A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator.** *Journal of Informetrics*, v. 6, n. 4, p. 674–688, out. 2012.
- JÚNIOR, A. A.; BRODAY, E. E. **Adopting PDCA to loss reduction: A case study in a food industry in Southern Brazil.** *International Journal for Quality Research*, v. 13, n. 2, p. 335–347, 2019.
- JUNIOR, O. J. T.; GONÇALVES, M. C. **Application of quality and productivity improvement tools in a potato chips production line.** *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, v. 5, n. 18, p. 65–72, 11 jun. 2019.
- INÁCIO, L. C. DOS R. et al. **Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H.** *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, v. 14, n. 10, p. 17413–17427, 10 out. 2023.

- KHARUB, M.; LIMON, S.; SHARMA, R. K. **The application of quality tools in effective implementation of HACCP: An empirical study of food and pharmaceutical industries.** *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 35, n. 9, p. 1920–1940, 1 out. 2018.
- KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.
- KNOP, K. **The Use of Quality Tools to Reduce Surface Defects of Painted Steel Structures.** *Manufacturing Technology*, v. 21, n. 6, p. 805–817, 1 dez. 2021.
- LI, N.; LAUX, C.; ANTONY, J. **Designing for Six Sigma in a private organization in China under TQM implementation: A case study.** *Quality Engineering*, v. 30, n. 3, p. 405–418, 3 jul. 2018.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7^a. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- ONDRA, P.; TUČEK, D.; RAJNOHA, R. **The empirical quality management practices study of industrial companies in the Czech Republic.** *Polish Journal of Management Studies*, v. 17, n. 2, p. 180–196, 2018.
- PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 4a ed. São Paulo: Atlas, 2023.
- PARSIFAL. Parsifal v.2.2: **Perform Systematic Literature Reviews.** 2021. Disponível em: <<https://parsif.al/about/>>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide.** Blackwell Publishing, 2008.
- SALEH, R. A.; SWEIS, R. J.; MAHMOUD SALEH, F. I. **Investigating the impact of hard total quality management practices on operational performance in manufacturing organizations: Evidence from Jordan.** *Benchmarking*, v. 25, n. 7, p. 2040–2064, 1 out. 2018.
- SANJULIANO, A. T. et al. **QC-story as cost management support tool application and evaluation in a clothing industry.** *Independent Journal of Management & Production*, v. 12, n. 7, p. 1647–1665, 1 out. 2021.
- SCIMAGO. **About Us. Scimago Journal & Country Rank.** Disponível em: https://www.scimagojr.com/help.php#rank_journals. Acesso em: 11 nov. 2024.
- SELAND, Darryl. **Finding the best quality approach.** *Quality Magazine*, v. 15, n. 1, Jan., 2018.
- SIMEK, R.; AMBROZOVÁ, H. **Scientific collaboration in Central and Eastern Europe: An analysis of co-authorship and productivity.** *Journal of International Cooperation in Science and Technology*, 10(2), 102-116, 2018.
- SWALES, John M. **English as Tyrannosaurus rex.** *World Englishes*, v. 16, n. 3, p. 373-382, 1997.

UDDIN, M. M. **Improving product quality and production yield in wood flooring manufacturing using basic quality tools**. International Journal for Quality Research, v. 15, n. 1, p. 155–170, 2021.

VILLACRESES, K. B.; DOMINGUEZ, Á. V.; ABAD-MORÁN, J. **Efeito da metodologia Lean Six Sigma no tempo de troca de molde na área de termoformagem de espuma: Caso Equador**. , [s.d.]. Disponível em: <www.onlinedoctranslator.com>

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2011. E-book. p.2. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595158214/>. Acesso em: 10 Nov 2024.

WOLNIAK, R. **Downtime in the automotive industry production process – Cause analysis**. Quality Innovation Prosperity, v. 23, n. 2, p. 101–118, 2019.