

**FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC  
DEPARTAMENTO DE CURSOS SUPERIORES  
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**ARIEL SCHARON RODRIGUES**

**A IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA NA PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

**JOINVILLE**

**2025**

**ARIEL SCHARON RODRIGUES**

**A IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA NA PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

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

Orientador: Prof. Jean Burgos Gabriel

**JOINVILLE**

**2025**

ARIEL SCHARON RODRIGUES

**A IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA NA PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

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

Joinville, 08 de dezembro de 2025.

---

Prof. Esp. Jean Burgos Gabriel (Orientador)  
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

---

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

---

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

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Senhor Jesus, por me conceder força, sabedoria e perseverança para concluir mais esta etapa da minha vida.

Sou grato a Prof. Katiana por sua orientação paciente e valiosa ao longo deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Jean Burgos, por me dar sugestões e direção para concluir este trabalho.

Agradeço à Faculdade Assessoritec e aos inúmeros professores que agregaram conhecimento e experiências ao meu saber.

E minha esposa Jéssica que sempre esteve comigo em todos os momentos, e aos meus filhos Manoel e Mariana que são a minha inspiração.

“Todo o dia eu peço a Deus saúde pra trabalhar, que me Dê sabedoria e coragem pra lutar e que eu perceba, sim, que só vem até a mim aquilo que eu for buscar.”

Braulio Bessa (2018)

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso aborda a importância da metrologia na padronização de peças e componentes mecânicos no âmbito industrial. O estudo se fundamenta em quatro pesquisas acadêmicas que exploram a relação entre a metrologia e a qualidade industrial, utilizando uma abordagem metodológica analítica e interpretativa. A metrologia é identificada como um pilar essencial, assegurando precisão e confiabilidade nos processos de produção. O autor evidencia como a metrologia divide-se em três áreas principais: científica, industrial e legal, cada uma com suas aplicações específicas. Problemas comuns foram identificados, como a perda de conhecimento em empresas e variações dimensionais em peças impressas. As soluções propostas incluem práticas de gestão do conhecimento e auditorias internas, com benefícios significativos observados, como a redução de não conformidades e o aumento da confiabilidade das medições. O trabalho conclui que a metrologia não é apenas uma atividade técnica, mas um elemento estratégico para a competitividade nas indústrias, promovendo a eficiência operacional e a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

**Palavras-chave:** Metrologia, Qualidade, Padronização, Produção Industrial, Confiabilidade.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Importância da Metrologia para a Indústria

Tabela 1 – Resultados da revisão bibliográfica

## SUMÁRIO

1. OBJETIVOS.....	10
1.1. OBJETIVO GERAL.....	10
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. INTRODUÇÃO.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1. Conceito de Metrologia.....	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS.....	20
5.1. Análise dos quatro estudos com base nos três pilares.....	20
5.1.1. Problemas identificados.....	20
5.1.2. Soluções adotadas nos estudos.....	21
5.1.3. Benefícios e resultados observados.....	22
5.2. Síntese metodológica.....	22
6. CONCLUSÕES.....	25
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GERAL

- Analisar a importância da metrologia na padronização de peças e componentes mecânicos no ambiente industrial.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar metrologia e destacar sua relevância para a indústria.
- Identificar os principais métodos e instrumentos utilizados na medição de peças e componentes mecânicos.
- Avaliar os benefícios da aplicação da metrologia na padronização e controle de qualidade industrial.

## 2. INTRODUÇÃO

A metrologia, ciência da medição, desempenha um papel crucial na indústria moderna, sendo indispensável para garantir a precisão e a confiabilidade em processos produtivos. O objetivo deste trabalho é analisar a importância da metrologia na padronização de peças e componentes mecânicos, enfatizando sua relevância para a qualidade e eficiência operacional no ambiente industrial.

Conforme destacado por Antares (2025) e TOTVS (2025) na revisão da literatura, a metrologia não apenas assegura a conformidade das dimensões das peças, mas também oferece suporte nas decisões estratégicas e operacionais, contribuindo para a mitigação de falhas e a melhoria contínua dos processos.

A importância deste trabalho reside na necessidade de compreender como a aplicação adequada dos princípios metrológicos pode impactar a qualidade dos produtos e a eficácia dos sistemas de produção.

Em um contexto onde a competição é acirrada, garantir a precisão nas medições é um diferencial estratégico que pode determinar o sucesso de uma empresa. A pesquisa não se limita a um levantamento teórico, mas busca evidenciar como a metrologia pode ser aplicada para resolver problemas práticos enfrentados nas indústrias.

A metodologia utilizada neste trabalho é de caráter analítico e interpretativo, fundamentada na revisão de quatro pesquisas acadêmicas que tratam da metrologia e do controle de qualidade. Essa abordagem permite a análise crítica dos desafios enfrentados nas respectivas indústrias, identificando soluções práticas e resultados que corroboram a importância da metrologia na gestão da qualidade industrial.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura tem como objetivo apresentar os principais conceitos e estudos que fundamentam esta pesquisa. Para isso, são analisadas produções acadêmicas que abordam a importância da metrologia nos processos industriais, sua evolução conceitual e tecnológica, bem como sua aplicação no controle de qualidade e na garantia da confiabilidade dos produtos.

Nesta seção, são discutidos a evolução dos conceitos relacionados à ciência da medição e sua inserção nas práticas industriais, com ênfase nos aspectos técnicos, legais e científicos que compõem a metrologia moderna.

Também são abordados os impactos da Indústria 4.0 e da transformação digital sobre os processos metrológicos, destacando como a automação, os sensores inteligentes e a análise de dados estão redefinindo as práticas de controle dimensional, inspeção e calibração nos sistemas produtivos.

#### 3.1. Conceito de Metrologia

De acordo com Antares (2025), a metrologia, definida como a ciência da medição, é essencial para garantir precisão, repetibilidade e confiabilidade em processos industriais. Sua aplicação é indispensável em todas as etapas da produção, manutenção e inspeção de componentes, assegurando que cada peça esteja em conformidade com as especificações dimensionais e funcionais exigidas. Além de apoiar o controle de qualidade, a metrologia contribui para a consistência dos dados, sendo indispensável para a validação de produtos, a eficiência operacional e a tomada de decisões seguras na indústria.

Ainda de acordo com o autor, a disciplina divide-se em três áreas principais: metrologia científica, industrial e legal. A metrologia científica trata da definição de unidades de medida, da manutenção de padrões nacionais e internacionais e da rastreabilidade metrológica, sendo utilizada em setores que demandam alta precisão, como pesquisa aeroespacial e nanotecnologia.

Antares (2025) afirma ainda que a metrologia industrial foca na aplicação prática das medições em ambientes fabris, desde a recepção de matérias-primas até a inspeção final dos produtos, assegurando a padronização e a repetibilidade de

processos. Já a metrologia legal regula e fiscaliza instrumentos de medição que impactam transações comerciais, saúde e segurança pública, garantindo a proteção do consumidor e a equidade no mercado.

Na indústria, a metrologia é crucial para validar especificações técnicas, evitar falhas e assegurar a durabilidade dos sistemas mecânicos. Em componentes como acoplamentos industriais, parâmetros críticos como concentricidade, paralelismo, folgas e diâmetros são verificados para garantir o desempenho na transmissão de torque. Durante a fabricação, instrumentos como paquímetros, micrômetros e relógios comparadores são utilizados para validar dimensões e tolerâncias. Já na instalação, a metrologia apoia o alinhamento de eixos e a verificação de montagem, enquanto na manutenção, ela monitora o desgaste de peças, prevenindo falhas operacionais. A incerteza de medição é outro aspecto central da metrologia, representando o intervalo no qual o valor real da medição provavelmente se encontra. Esse conceito é essencial para validar a confiabilidade de medições em aplicações críticas, especialmente onde pequenas variações podem comprometer o desempenho de sistemas mecânicos. A calibração periódica dos instrumentos é indispensável para minimizar desvios, garantindo a precisão das medições. (Antares, 2025, p. 1)

Com a evolução da Indústria 4.0, segundo Antares (2025), a metrologia está se transformando por meio da digitalização, da integração de sensores inteligentes e do uso de tecnologias como inteligência artificial e gêmeos digitais. Essas inovações permitem análises preditivas, monitoramento contínuo e maior agilidade na tomada de decisões. A metrologia 4.0 também promove a integração com sistemas de gestão da produção, otimizando a qualidade e a rastreabilidade dos processos.

Para TOTVS (2025), a metrologia é a ciência que se dedica ao estudo e aplicação das medições, representando um campo de conhecimento e prática essencial para a precisão e padronização em diversas atividades humanas. Assim, ela abrange desde os métodos e instrumentos utilizados para medir grandezas, como comprimento, massa e temperatura, até a definição de sistemas de unidades que servem como referências universais.

Surgida com o avanço das necessidades de controle e qualidade, de acordo com TOTVS (2025), especialmente na indústria, esta ciência evoluiu para incluir três áreas principais: científica, legal e industrial. Como veremos mais a frente, cada uma delas desempenha um papel específico nas atividades humanas.

De acordo com TOTVS (2025), seus três ramos principais (científico, legal e industrial) estruturam e regulam as práticas de medição em níveis distintos, garantindo precisão, segurança e padronização global. Cada um desses tipos contribui para a estabilidade e a harmonia das interações globais.

Ainda segundo o autor,

Metrologia científica: O campo científico é dedicado ao desenvolvimento e aprimoramento dos padrões de medição, trabalhando em um nível fundamental e avançado para garantir a máxima precisão e exatidão em sistemas de mensuração.

Esta área estuda fenômenos e aprimora unidades de medida universais, usando tecnologias de ponta e fundamentação teórica para criar referências estáveis e confiáveis. Por exemplo: Segundo; Metro; Quilograma.

Metrologia legal: No âmbito legal, esta ciência é empregada na regulamentação de instrumentos de medição e métodos para assegurar que as medições cumpram normas de precisão e confiabilidade exigidas por leis, especialmente em setores que afetam a segurança e o bem-estar público. Assim, ela abrange a verificação de instrumentos usados em transações comerciais, como balanças e taxímetros, além de serviços com equipamentos de saúde e segurança.

Metrologia industrial: Por fim, o emprego desta ciência no âmbito industrial é destinado às medições aplicadas a processos produtivos, assegurando que os produtos e sistemas industriais atendam aos padrões de qualidade e eficiência. Isto inclui a calibração e controle de qualidade de instrumentos de medição utilizados em linhas de produção, tendo como objetivo reduzir falhas, garantir a conformidade dos produtos. (TOTVS, 2025)

Para Metalurgia (2025), metrologia é a ciência da medição, que inclui todos os aspectos teóricos e práticos relacionados à medição, como unidades de medida, instrumentação, técnicas e padrões de calibração. É uma disciplina que tem como objetivo garantir a precisão, a confiabilidade e a rastreabilidade das medições realizadas em diversos campos, como a indústria, a ciência e a medicina.

Na indústria de fundição, são utilizados, segundo o autor, alguns equipamentos específicos como:

- Paquímetro: é um instrumento de medição utilizado para medir a dimensão linear de peças e componentes. Ele possui uma escala graduada que permite medir com precisão as dimensões das peças em milímetros ou polegadas.
- Micrômetro: é um instrumento de medição de alta precisão utilizado para medir as dimensões lineares de peças com tolerâncias muito pequenas. Ele possui uma escala graduada e um parafuso micrométrico que permite medições precisas em intervalos muito pequenos.
- Relógio comparador: é um instrumento de medição utilizado para medir deslocamentos lineares ou angulares com alta precisão. Ele utiliza um ponteiro para indicar a variação da dimensão em relação a uma referência fixa.

- Máquina de medição por coordenadas (CMM): é um equipamento de medição automatizado que utiliza sensores para medir as dimensões de peças com alta precisão. Ele possui um software que permite a programação de pontos de medição e a geração de relatórios de medição.
- Termômetro: é um instrumento de medição utilizado para medir a temperatura dos fornos e dos moldes durante o processo de fundição. Ele pode ser digital ou analógico e pode medir temperaturas em uma ampla faixa de valores.
- Durômetro: é um equipamento utilizado para medir a dureza de materiais. Ele é comumente usado para medir a dureza de ligas metálicas utilizadas na indústria de fundição.
- Máquina de ensaio de tração: é um equipamento utilizado para medir as propriedades mecânicas dos materiais. Ele pode ser utilizado para medir a resistência à tração, a elasticidade e a ductilidade dos metais utilizados na indústria de fundição.
- Espectrômetro: é um instrumento utilizado para medir a intensidade de luz em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Na indústria de fundição, o espectrômetro é um equipamento fundamental para a análise química das ligas metálicas utilizadas na fabricação de peças fundidas. Ele permite determinar a composição química dos metais com alta precisão e rapidez, garantindo a qualidade dos materiais utilizados no processo de fundição.

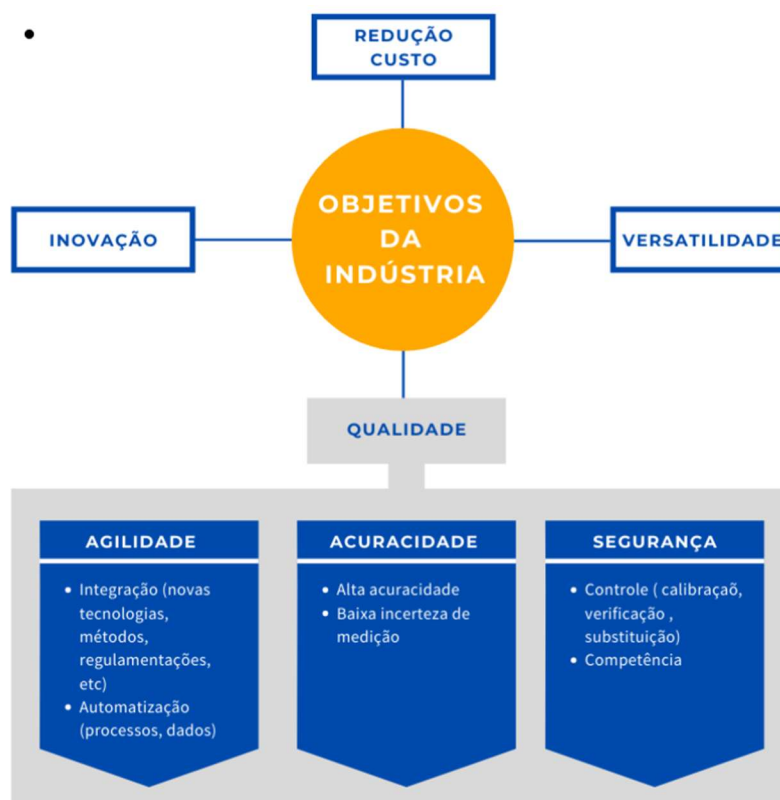
Para o autor, além desses equipamentos, existem muitos outros instrumentos e dispositivos utilizados na metrologia na indústria de fundição, como medidores de espessura, medidores de rugosidade, microscópios, entre outros. Cada equipamento tem sua aplicação específica e é escolhido de acordo com as necessidades de medição de cada processo.

Segundo Dana Brasil (2025), a metrologia, ou controle dimensional (controle de medição), é baseada em normas que definem requisitos, padrões e procedimentos para estabelecer critérios de avaliação das dimensões do produto.

Na metrologia, vários instrumentos e métodos são usados para avaliar se um produto está em conformidade ou atende aos requisitos de uma norma, desenhos ou especificações do cliente, que são fatores muito importantes para a garantia de

qualidade ao escolher a peça certa para substituir em uma oficina mecânica de serviço, por exemplo. Instrumentos de precisão como micrômetro, paquímetro, torquímetro, relógio comparador e goniômetro, entre outros, são obrigatórios para oficinas e técnicos que pretendem trabalhar com o máximo de qualidade.

Figura 1. Importância da Metrologia para a Indústria



Fonte: <https://accmetrologia.com.br/qual-o-papel-da-metrologia-nas-empresas/>

De acordo com Dana Brasil (2025), esses dispositivos são utilizados nas empresas de reparação automotiva para identificação de peças com medidas de precisão como diâmetro, altura, largura, padrão de rosca ou outras medidas, além é claro de ser utilizada na aferição de medidas mínimas de componentes sujeitos a desgaste, folgas ou tolerância de movimentação (radial, longitudinal ou axial, por exemplo).

Já para Cirius Quality (2025), a qualidade do produto é um dos principais fatores que determinam o sucesso de uma empresa. A metrologia assegura que as especificações dos produtos sejam atendidas através de medições precisas e confiáveis. Isso se traduz em:

**Padronização:** A metrologia permite a padronização das dimensões e características dos produtos, assegurando que todos os itens produzidos sejam idênticos e atendam às normas de qualidade.

**Detecção de Defeitos:** Medições precisas ajudam na identificação de falhas no processo de produção, permitindo que as empresas realizem correções antes que os produtos cheguem ao mercado.

**Confiabilidade:** Produtos medidos com precisão aumentam a confiança do consumidor, resultando em maior satisfação e fidelidade à marca.

Segundo o autor, dessa forma, a metrologia industrial, ao garantir precisão e padronização, torna-se indispensável para o sucesso em um ambiente competitivo, onde a qualidade dos produtos é um diferencial estratégico para empresas que buscam destacar-se no mercado global.

Segundo Soares Júnior (1999), a metrologia exerce papel fundamental no controle da qualidade industrial, uma vez que assegura a confiabilidade dos resultados de medição utilizados em todas as etapas do processo produtivo. A aplicação correta dos princípios metrológicos permite reduzir variações indesejadas, garantir a padronização das medições e, conseqüentemente, aumentar a consistência dos produtos fabricados. Dessa forma, a metrologia contribui diretamente para a melhoria contínua dos processos, promovendo a rastreabilidade das medições e a conformidade com normas técnicas e requisitos de clientes.

O autor destaca ainda que a confiabilidade metrológica é essencial para a tomada de decisões seguras na indústria, pois garante que os dados obtidos em medições sejam precisos e comparáveis. Essa confiabilidade reduz retrabalhos, desperdícios e custos associados a falhas de inspeção, além de fortalecer a credibilidade das organizações perante o mercado. Assim, a metrologia atua não apenas como ferramenta técnica, mas também como elemento estratégico para a competitividade industrial, promovendo a eficiência operacional e a satisfação do cliente por meio da qualidade assegurada dos produtos e serviços.

A metrologia exerce papel fundamental dentro do Sistema de Garantia da Qualidade, dando a base técnica para a tomada de decisões corretas nas atividades de avaliação dos produtos e dos processos. A garantia e a demonstração da confiabilidade dos resultados de medições nas avaliações de conformidade são requisitos fundamentais exigidos nos Sistemas de Garantia da Qualidade baseados nas normas da série ISO 9000.

Diariamente, decisões importantes são tomadas nas empresas tendo como base resultados de inspeção, medição e ensaios. Dessa forma, garantir

resultados de medições confiáveis é fator decisivo para a sobrevivência da empresa. Algumas dessas decisões incluem liberar ou segregar um lote produzido, adquirir um sistema de medição com base em ensaios realizados ou climatizar setores da fábrica onde são feitas medições e inspeções.

No contexto da garantia da qualidade industrial, confiabilidade metrológica significa a capacidade do Sistema de Garantia da Qualidade Metrológica desempenhar conforme requisitos definidos, a função de garantia da qualidade das medições. Essa capacidade é avaliada, por exemplo, através de auditorias e programas interlaboratoriais. Alcançar a condição de confiabilidade metrológica para um sistema metrológico envolve fatores como a calibração adequada dos instrumentos de medição, a qualificação dos operadores, o uso de métodos para controle metrológico e a presença de uma cultura metrológica na empresa." (Soares Júnior, 1999, p. 5–7).

Dessa forma, observa-se que a metrologia é um dos pilares do sistema de qualidade industrial, pois sua correta aplicação garante que todos os resultados de medição sejam rastreáveis, consistentes e comparáveis. Ao permitir o controle rigoroso das variáveis de produção, ela reduz incertezas e desvios, evitando falhas no produto final e assegurando a conformidade com normas e especificações técnicas. Além de apoiar a confiabilidade dos processos de inspeção e calibração, a metrologia contribui para a eficiência operacional, reduzindo retrabalhos e desperdícios, o que impacta positivamente na produtividade e na competitividade das organizações.

Em síntese, a confiabilidade metrológica abordada por Soares Júnior (1999) não se restringe apenas à dimensão técnica das medições, mas estende-se à gestão da qualidade como um todo. A construção de uma cultura metrológica nas empresas fortalece a tomada de decisão baseada em dados precisos e promove a melhoria contínua dos processos industriais.

Assim, a metrologia deixa de ser uma atividade meramente instrumental e passa a ser um elemento estratégico, indispensável para o alcance da excelência e da sustentabilidade dos sistemas produtivos.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

A construção desta etapa do trabalho seguiu um caminho essencialmente analítico e interpretativo. Em vez de adotar um procedimento experimental próprio, o estudo se apoiou em quatro pesquisas acadêmicas que tratam de metrologia, qualidade industrial e controle dimensional sob diferentes perspectivas: a proposta de implantação da gestão do conhecimento em uma empresa de metrologia apresentada por Almeida (2022), o estudo sobre precisão dimensional em peças impressas em PLA desenvolvido por Andrade (2023), o artigo sobre metrologia aplicada à produção industrial de Jesus et al. (2021) e o projeto de análise de não conformidades em uma empresa do ramo automotivo elaborado por Parente (2023).

Para organizar essa leitura, optou-se por seguir três eixos que se mostraram constantes ao longo dos artigos:

- (1) a identificação do problema ou dificuldade enfrentada pelos autores;
- (2) as soluções que cada estudo desenvolveu;
- (3) os resultados alcançados após a aplicação dessas soluções.

Dessa forma, a metodologia deste TCC se constrói a partir da observação de como diferentes contextos industriais lidam com questões ligadas à metrologia, à confiabilidade do processo e à qualidade de peças e componentes mecânicos.

A coleta das informações consistiu na leitura integral dos quatro trabalhos selecionados, com anotações realizadas à parte sempre que surgiam trechos que evidenciavam dificuldades práticas, decisões metodológicas e efeitos percebidos após a implantação das ações propostas (Almeida, 2022; Andrade, 2023; Jesus et al., 2021; Parente, 2023).

## 5. RESULTADOS

Não houve a intenção de reproduzir, passo a passo, as metodologias originais de cada autor, mas de compreender de que maneira cada pesquisa estruturou o seu percurso a partir de um problema claramente definido.

Em seguida, os registros foram reorganizados à luz dos três pilares adotados. Primeiro, mapeiam-se os problemas centrais presentes em cada estudo: perda de conhecimento e concentração de saber em poucos colaboradores no caso da empresa de metrologia analisada por Almeida (2022); variação do erro dimensional em função do tamanho das peças na manufatura aditiva investigada por Andrade (2023); falta de padronização e fragilidades nas medições em ambiente de usinagem descritas por Jesus et al. (2021); e ocorrência de não conformidades recorrentes na produção de componentes automotivos estudada por Parente (2023).

Num segundo momento, foram identificadas as soluções adotadas por cada autor, conectando-as diretamente aos problemas inicialmente levantados. Por fim, foram sistematizados os resultados apontados nos quatro trabalhos, com atenção especial para os efeitos obtidos sobre a qualidade, a confiabilidade metrológica e o desempenho dos processos industriais.

### 5.1. Análise dos quatro estudos com base nos três pilares

#### 5.1.1. Problemas identificados

Embora os quatro trabalhos se situem em ambientes distintos, todos eles apontam para fragilidades que afetam, de algum modo, a qualidade dos processos e das peças produzidas.

Almeida (2022) evidencia dificuldades ligadas à gestão do conhecimento em uma pequena empresa de metrologia, como a perda de conhecimento por rotatividade, a pouca troca de informações e a concentração de saber técnico em poucos colaboradores.

Andrade (2023), por sua vez, mostra que a variação do tamanho dos corpos de prova impressos em PLA influencia diretamente os erros dimensionais, revelando limites do processo de impressão 3D em termos de precisão.

No estudo de Jesus et al. (2021), o foco está na prática de medições em uma empresa de usinagem, onde foram observadas falhas de padronização, risco de instrumentos descalibrados e diferenças na forma como os operadores executavam e interpretavam as medições.

Já Parente (2023) identificou, em uma empresa do ramo automotivo, altos índices de peças rejeitadas, registros inconsistentes de defeitos, operadores com domínio insuficiente dos procedimentos e documentação desatualizada, configurando um cenário de não conformidades recorrentes.

Em conjunto, esses problemas evidenciam que questões metrológicas, organizacionais e de formação dos profissionais se entrelaçam e impactam diretamente a confiabilidade e a qualidade dos produtos finais.

#### 5.1.2. Soluções adotadas nos estudos

Ao examinar as respostas construídas por cada pesquisa, observa-se que as estratégias adotadas combinam ações técnicas e gerenciais.

Almeida (2022) propõe a implantação de práticas de gestão do conhecimento, como shadowing, mentoria estruturada, criação de indicadores relacionados à aprovação de certificados de calibração e retomada de instrumentos formais de avaliação interna. A intenção é reduzir a perda de conhecimento, ampliar a circulação de informações e tornar mais robusto o processo metrológico da empresa estudada.

No trabalho de Andrade (2023), a solução passa pela realização de ensaios sistemáticos com corpos de prova de diferentes dimensões, medições detalhadas com instrumentos adequados e aplicação de análises estatísticas, em especial a ANOVA, para compreender a influência das variáveis no erro dimensional. A partir desses dados, o autor constrói uma curva de erro que auxilia na interpretação dos limites do processo de impressão 3D.

Jesus et al. (2021) enfrentam o problema por meio de uma comparação entre teoria e prática, observando de perto o processo de usinagem, avaliando os instrumentos de metrologia utilizados e identificando pontos críticos nas rotinas de medição.

Já Parente (2023) recorre a auditorias internas, treinamentos voltados aos operadores, revisão e atualização da documentação de processo, análise detalhada

de dados de produção e aplicação da metodologia 8D para investigar causas e propor ações corretivas e preventivas.

### 5.1.3. Benefícios e resultados observados

A última etapa da análise se concentrou nos efeitos dessas soluções sobre os ambientes estudados. Almeida (2022) aponta avanços na retenção e na disseminação do conhecimento, maior padronização de atividades críticas e fortalecimento da gestão metrológica da empresa de calibração. Andrade (2023) demonstra que o entendimento da relação entre dimensão das peças e erro dimensional permite prever comportamentos do processo, orientar ajustes de parâmetros e aumentar a confiabilidade das peças impressas.

No estudo de Jesus et al. (2021), os autores reforçam que a adoção de boas práticas metrológicas, aliadas à calibração e ao uso correto dos instrumentos, reduz desvios dimensionais, melhora o controle do processo e favorece decisões mais seguras na produção. Parente (2023), por sua vez, mostra que as ações implantadas resultaram na redução de não conformidades, maior uniformidade entre equipes e turnos, melhoria da comunicação interna e maior aderência dos operadores aos procedimentos estabelecidos.

Em perspectiva conjunta, os quatro trabalhos indicam que a combinação de ações técnicas (como medições sistemáticas, análises estatísticas e controle de instrumentos) com medidas organizacionais (treinamento, gestão do conhecimento, auditorias e revisão documental) gera ganhos concretos em termos de qualidade, redução de retrabalho, diminuição de perdas e aumento da confiabilidade dos processos industriais.

## 5.2. Síntese metodológica

Com base no mapeamento dos quatro artigos e na aplicação dos três pilares definidos – problema, solução e resultados –, foi possível construir a metodologia central deste trabalho. Ao observar como diferentes pesquisadores identificaram os desafios em seus contextos, que caminhos escolheram para enfrentá-los e quais impactos obtiveram, tornou-se mais clara a importância da metrologia e da gestão dos

processos para a padronização e o desempenho final de peças e componentes mecânicos.

Essa síntese reforça que a metrologia não se limita ao ato de medir, mas se apresenta como elemento estruturante da qualidade industrial. Ao analisar os métodos empregados por Almeida (2022), Andrade (2023), Jesus et al. (2021) e Parente (2023), este TCC encontra seu próprio caminho metodológico, fundamentado na leitura crítica, no cruzamento de evidências e na interpretação aplicada aos contextos reais da indústria em que peças e componentes precisam atender a requisitos dimensionais cada vez mais rigorosos.

A análise dos quatro estudos focou em como problemas metrológicos e organizacionais impactam a qualidade e a confiabilidade nos processos industriais. Os principais resultados podem ser sintetizados a partir dos problemas identificados, das soluções adotadas e dos benefícios observados. A Tabela 1 organiza estes resultados:

Tabela 1. Resultados da revisão bibliográfica

Aspectos	Almeida (2022)	Andrade (2023)	Jesus et al. (2021)	Parente (2023)
<b>Problemas Identificados</b>	- Perda de conhecimento - Baixa troca de informações	- Influência do tamanho em erros dimensionais	- Falta de padronização - Uso inadequado de instrumentos	- Alta taxa de não conformidades - Documentação desatualizada
<b>Soluções Adotadas</b>	- Gestão do conhecimento - Indicadores de calibração	- Ensaio sistemáticos - Análise estatística (ANOVA)	- Comparação entre teoria e prática	- Treinamentos - Auditorias internas - Metodologia 8D
<b>Benefícios Observados</b>	- Retenção do conhecimento - Padronização de atividades	- Aumento da confiabilidade das peças	- Melhoria no controle do processo - Redução de desvios dimensionais	- Diminuição de não conformidades - Melhoria na comunicação interna

Fonte: Autor (2025)

Os estudos demonstraram melhorias significativas nos ambientes analisados:

- Almeida (2022): Avanços na retenção do conhecimento e padronização de atividades.

- Andrade (2023): Aumento da confiabilidade das peças impressas a partir da identificação de erros.
- Jesus et al. (2021): Melhoria no controle do processo e redução de desvios dimensionais.
- Parente (2023): Diminuição de não conformidades e melhoria na comunicação interna

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados coletivos sublinham a eficácia da combinação de ações técnicas e gerenciais na melhoria da qualidade e da confiabilidade dos processos industriais. A metrologia se destaca como um pilar fundamental para garantir que as peças e componentes atendam a requisitos de qualidade rigorosos. Essa síntese metodológica, baseada na análise crítica das quatro pesquisas, reforça a importância da metrologia na gestão industrial contemporânea.

- 1) **Melhoria na Gestão do Conhecimento:** A implementação de práticas de gestão do conhecimento em metrologia promoveu a retenção de informações e a padronização de atividades críticas, reduzindo a perda de saber técnico.
- 2) **Aumento da Confiabilidade das Peças:** A compreensão da relação entre dimensões das peças e erros dimensionais em processos de impressão 3D resultou na capacidade de prever e ajustar parâmetros, elevando a qualidade dos produtos.
- 3) **Redução de Não Conformidades:** A realização de auditorias internas e treinamentos para os operadores resultou na diminuição de não conformidades e uma maior uniformidade nos processos, melhorando a comunicação e a adesão aos procedimentos estabelecidos.

## **7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- 1) **Desenvolvimento de Ferramentas de Gestão do Conhecimento:** Criar e testar ferramentas específicas, como plataformas digitais ou aplicativos, que facilitem a gestão do conhecimento em empresas de metrologia e indústrias, promovendo a troca de informações e a documentação de processos em tempo real.
- 2) **Estudos Longitudinais sobre Precisão Dimensional:** Realizar estudos longitudinais que avaliem a precisão dimensional em diferentes processos de manufatura, como impressão 3D e usinagem, incluindo a análise do impacto de variáveis externas (e.g., temperatura, umidade) na qualidade final das peças, para proporcionar diretrizes mais robustas na gestão da qualidade.

## REFERÊNCIAS

- 1 ALMEIDA, A. Proposta de implantação da gestão do conhecimento em empresa de metrologia. Universidade Federal de Ouro Preto, 2022.
- 2 ANDRADE, G. Efeito das dimensões na precisão dimensional de peças impressas em PLA utilizando manufatura aditiva. Universidade Federal do Ceará, 2023.
- 3 ANTARES ACOPLAMENTOS. **Metrologia: aplicações e como garantir precisão nas medições.** Disponível em: <https://www.antaresacoplamentos.com.br/blog/metrologia-importancia-aplicacoes/>. Acesso em: 08 out. 2025.
- 4 JESUS, A. R. de; MARTINS, P. R.; MAZARI, D. F. Metrologia aplicada à produção industrial: mensurando medições em usinagem de peças. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 8246-8263, 2021.
- 5 METALURGIA. **A importância da Metrologia na Indústria de Fundição: Equipamentos Utilizados.** Disponível em: <https://metalurgia.com.br/a-importancia-da-metrologia-na-industria-de-fundicao-equipamentos-utilizados/>. Acesso em: 08 out. 2025.
- 6 DANA BRASIL. **A importância da Metrologia na reparação automotiva.** Disponível em: <https://dana.com.br/a-importancia-da-metrologia-na-reparacao-automotiva/>. Acesso em: 08 out. 2025.
- 7 CIRIUS QUALITY. **Metrologia Industrial e a Busca Pela Precisão na Produção.** Disponível em: <https://cirusquality.com.br/metrologia-industrial-e-a-busca-pela-precisao-na-producao/>. Acesso em: 08 out. 2025.
- 8 Soares Júnior, L. *Confiabilidade metrológica no contexto da garantia da qualidade industrial: diagnóstico e sistematização de procedimentos.* Dissertação (Mestrado em Metrologia), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 1999.
- 9 PARENTE, B. V. Análise das não conformidades de produção para garantir a qualidade das componentes industriais numa empresa do ramo automóvel. Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, 2023.
- 10 TOTVS. **Metrologia: o que é, tipos e vantagens na indústria.** Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/metrologia/>. Acesso em: 08 out. 2025.