

**FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC
DEPARTAMENTO DE CURSOS SUPERIORES
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

**FRANCIANE BITTENCOURT LEMOS
LEANDRO RAFAEL BISPO DA SILVA**

**APLICAÇÃO TEÓRICA DO CICLO PDCA COMO ESTRATÉGICA PARA REDUZIR
REFUGOS E RETRABALHOS NA PRODUÇÃO DE
UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO**

**JOINVILLE
2025**

**FRANCIANE BITTENCOURT LEMOS
LEANDRO RAFAEL BISPO DA SILVA**

**APLICAÇÃO TEÓRICA DO CICLO PDCA COMO ESTRATÉGICA PARA REDUZIR
REFUGOS E RETRABALHOS NA PRODUÇÃO DE
UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO**

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 Qualidade.

Orientador: Prof. Katiana da Silva Estevam

**JOINVILLE
2025**

**FRANCIANE BITTENCOURT LEMOS
LEANDRO RAFAEL BISPO DA SILVA**

**APLICAÇÃO TEÓRICA DO CICLO PDCA COMO ESTRATÉGICA PARA REDUZIR
REFUGOS E RETRABALHOS NA PRODUÇÃO DE
UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO**

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 Qualidade.

Joinville, 14 de Julho de 2025.

Prof. Me. Katiana da Silva Estevam (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

Eu, Franciane Bittencourt quero aqui expressar minha eterna gratidão primeiramente a Deus ,que me deu sabedoria para poder fazer este trabalho ,a meu esposo Rudinei pela sua paciência e compreensão em meio a tantos estresses, minha filha Rafaela Bittencourt que me apoiou e me auxiliou a mexer no notebook ,agradeço pela paciência e amor nesta etapa ,me apoiaram muito e me deram muito incentivo para não desistir ,agradeço pelo incentivo da minha mãe em estudar, o sonho dela sempre foi ver um filho se formar ,e eu estou realizando o sonho dela, e isso é gratificante pra mim ,mesmo com todas as minhas dificuldades sempre estiveram ao meu lado, para eu poder continuar e finalizar o trabalho ,pela instituição de ensino ,pelo aprendizado. Pelo apoio dos professores em especial a professora Katiana, obrigada professora pela sua grande ajuda e pela paciência com a gente, ela foi a minha maior força e incentivo, e a todos os amigos que de alguma forma estiveram ao nosso lado nos ajudando para que esse trabalho fosse concluído, gratidão a todos.

Eu, Leandro gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me dar sabedoria e paciência para realizar esse trabalho do TCC e discernimento na vida, agradecer a todos os professores por passar seus conhecimentos e experiências para que na vida profissional possa utilizar em nossas vidas , a todos colegas de sala que diretamente ou indiretamente também ajudaram muito com seus conhecimentos e suas experiências profissionais, agradecer a minha família esposa e filha que sempre estiveram me apoiando e nunca minimizaram forças para que eu chegasse a mais uma conquista na vida ,realizando um sonho da minha mãe ,a me formar com um curso superior. Grato sempre a instituição que sempre esteve de portas abertas para nos ajudar e auxiliar em informações sobre qualquer assunto.

“O que você faz hoje pode melhorar todos os seus amanhãs.”

Ralph Marston.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor a aplicação teórica do ciclo PDCA como ferramenta de apoio à redução de refugos e retrabalhos em uma linha de produção do setor de fundição. A proposta surgiu a partir da análise de um processo produtivo onde foram identificadas falhas recorrentes, especialmente nas etapas de macharia e moldagem, como trincas, excesso de tinta, machos quebrados e porosos. Com base nesses dados e em estudos anteriores que demonstram a eficácia do PDCA na melhoria de processos industriais, foi realizada uma simulação teórica da aplicação da ferramenta. Os resultados esperados incluem a diminuição de perdas, padronização das ações corretivas e maior engajamento dos colaboradores nas práticas de melhoria contínua. A proposta apresentada se mostra viável e pode servir como base para futuras implementações práticas no ambiente industrial.

Palavras-chave: PDCA, qualidade, fundição, refugo, retrabalho, melhoria contínua.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDCA - Plan-Do-Check-Act

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo PDCA

Figura 2 – Simulação Teórica da Aplicação do PDCA no Processo Produtivo

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS.....	17
1.1. OBJETIVO GERAL.....	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. INTRODUÇÃO.....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. O conceito de qualidade sob diferentes concepções e sua relação com a melhoria contínua.....	19
3.2. Metodologias e ferramentas da qualidade	21
3.3. O Ciclo PDCA como Ferramenta de Controle e Melhoria de Processos ...	24
3.4. Qualidade na Indústria de Fundição	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. Caracterização da Indústria em Estudo	28
4.2. Levantamento e Análise do Processo Produtivo Atua	28
4.3. Simulação Teórica da Aplicação do PDCA no Processo Produtivo	29
5. RESULTADOS	33
6. CONCLUSÕES.....	34
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	35
8. REFERÊNCIAS	36

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GERAL

Propor a aplicação da ferramenta PDCA como estratégia teórica para a redução dos índices de refugo e retrabalho em uma linha de produção, demonstrando seu potencial para a melhoria contínua e o aumento da qualidade, com base nos princípios da gestão da qualidade.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o processo produtivo atual, identificando os principais fatores que contribuem para o refugo e o retrabalho;
- Apresentar os fundamentos e as etapas do ciclo PDCA, contextualizando sua aplicabilidade na realidade da linha de produção estudada
- Simular teoricamente a aplicação do PDCA, para mensurar, com base em dados e estimativas, os possíveis impactos positivos da ferramenta na redução de falhas e no aprimoramento da qualidade.

2. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com tanta concorrência no mercado, as empresas precisam cada vez mais melhorar seus processos pra garantir qualidade e menos desperdício. Principalmente no setor de fundição, onde qualquer pequeno erro pode acabar gerando prejuízos grandes. Por isso, é muito importante ter métodos que ajudem a identificar os problemas e buscar melhorias constantes dentro da produção.

Falar de qualidade é falar de satisfação do cliente e também da sobrevivência da empresa. Segundo Santana (2016), um produto de qualidade é aquele sem defeitos, com custo acessível, seguro e entregue no tempo certo, no lugar certo e na quantidade certa. Pensando nisso, as ferramentas da qualidade acabam sendo uma grande ajuda pra resolver os problemas que aparecem nas indústrias.

Esse trabalho foi feito com base em uma empresa do ramo de fundição que é brasileira, mas tem atuação em vários lugares do mundo. A empresa se destaca por usar tecnologias modernas, se preocupar com o meio ambiente e investir bastante na qualificação dos funcionários. Mesmo assim, ainda existem alguns desafios na produção, principalmente na área onde são feitos os blocos de motor, como na macharia e na moldagem. Alguns dos problemas mais comuns são: excesso de tinta, trincas, rebarbas, porosidade e machos quebrados ou porosos.

Pensando nisso, o objetivo desse trabalho é sugerir o uso do Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) como uma ferramenta pra ajudar a reduzir o número de refugos e retrabalhos que aparecem ao longo do processo. A ideia é analisar como essa ferramenta pode ser aplicada na prática, com base no que já acontece hoje na fábrica, e em estudos de outros lugares que já usaram essa técnica com sucesso.

Estudos como o de Nóbrega et al. (2019), demonstram que o uso do PDCA pode reduzir em até 37% o índice de refugo numa indústria de fundição. Com base nisso, espera-se que a proposta feita através desta pesquisa possa ser colocada em prática futuramente e traga resultados positivos para a empresa, melhorando a qualidade, diminuindo perdas e deixando a produção mais eficiente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Discutiu-se a transformação da qualidade de um simples controle de defeitos para um elemento fundamental da gestão empresarial, envolvendo a melhoria contínua dos processos e o engajamento de todos os colaboradores na busca por resultados sustentáveis e competitivos.

3.1. O conceito de qualidade sob diferentes concepções e sua relação com a melhoria contínua

A revisão da literatura tem como objetivo, apresentar os principais conceitos e estudos que fundamentam este trabalho. Para isso, são analisadas pesquisas que discutem a qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas e o quanto ela impacta na produção especificamente em uma indústria de fundição.

Segundo Santana (2016, P. 68), qualidade “trata-se de um produto ou serviço perfeito, ou seja, sem defeitos, de baixo custo, que transmita segurança ao cliente, que é entregue no tempo, local e quantidade certos”.

Ainda, “qualidade é a totalidade dos requisitos e características de um produto ou serviço que estabelecem a sua capacidade de satisfazer determinadas necessidades” (American Society for Quality / The American National Standards Institute apud Candéo e Kovaleski, 2015 p. 2).

Para Montgomery (2013) citado por Santana (2016, p. 69), “a qualidade de um produto passa por diversos pontos, sendo os principais: a dimensões da qualidade, o desempenho, a confiabilidade, a durabilidade, a assistência técnica, a estética, a característica, a qualidade percebida e a conformidade em especificações.”

Segundo Alzhrani et al. (2016) citado por Morais e Morais (2023, p. 5), o conceito do termo “qualidade” tem uma ampla variedade. Para alguns, a qualidade está associada ao significado de superioridade e excelência, e para outros a qualidade é uma garantia de que há menos serviços ou produtos com defeitos. Por outro lado, o termo está ligado às características do produto. Contudo salienta-se que a maioria das definições focam nos clientes e sua satisfação.

Segundo Oakland (1994) citado por Ravel (2024), qualidade é muita das vezes empregadas com significado de excelência de um produto ou serviço, mas ela

também abrange outros elementos diferenciados. Para que a qualidade seja útil na administração, é importante a avaliação das verdadeiras exigências, necessidades e expectativas do cliente.

Ainda segundo Garvin (2002) citado por Ravel (2024),

...a Qualidade surgiu há milênios, e recentemente apareceu como função de gerência formal. Antigamente era voltada para inspeção e atualmente é considerada essencial para o sucesso das empresas. Para o mesmo autor, o termo qualidade é ambíguo e confuso, uma vez que cada empresa interpreta de uma maneira, além de que os grupos da mesma empresa podem também ter diversas interpretações. Para assumir um papel estratégico, é necessário melhor entendimento pois cada grupo de estudiosos vem analisando a qualidade ao seu ponto de vista. (Garvin, 2002 citado por Ravel 2024, p. 11)

Atualmente, a qualidade deixou de ser apenas algo competitivo e passou a ser uma exigência básica de mercado ligada à sobrevivência e ao sucesso das organizações. As indústrias hoje, por exemplo, compreendem que a qualidade vai além da simples conformidade com especificações técnicas; ela envolve a melhoria contínua de processos, a inovação nos produtos e serviços e, o foco nas expectativas e na experiência do cliente com aquele produto.

Ferramentas e metodologias da qualidade, como o ciclo PDCA, o Seis Sigma e o método 5S, são amplamente utilizadas para garantir o aumento da eficiência, a redução de desperdícios e a entrega de valor ao consumidor.

Para Ishikawa (1993) citado por Ravel (2024), “qualidade é a rápida percepção e satisfação das necessidades do mercado, adequação ao uso e homogeneidade dos resultados do processo. Com a qualidade é possível desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto mais econômico, mais útil e satisfatório para o consumidor.”

A instituição suíça ISO (International Organization for Standardization) é responsável no mundo inteiro, e em diversos setores, pelas normas de Qualidade e define tecnicamente que “Qualidade é a adequação ao uso. É a conformidade às exigências”. Dizer isto está em total acordo com a visão técnica consolidada pela ISO ao longo de décadas.

A norma **ISO 8402 (1986)** define qualidade como “o conjunto de características de uma entidade que lhe confere aptidão para satisfazer necessidades estabelecidas e implícitas”, além de equivalente à “conformidade com os requisitos” e ao “grau de excelência”. A norma mais atual, **ISO 9000 (2015)**, reforça a ideia ao definir qualidade

como “a totalidade das características de um produto ou serviço que influenciam sua capacidade de satisfazer requisitos declarados ou implícitos”, ou seja, “*fitness for use*”.

Para Costa (2013) citado por Rodrigues et.al (2023), a qualidade é fundamental para a prosperidade das empresas, pois para atrair a atenção dos clientes, estas precisam ter um diferencial.

Segundo Lakhal, Pasin e Limam (2006) citado por Finatti et al. (2020),

...ao conceituarem qualidade, relacionam que esta equivale tanto a produtos quanto a serviços. Neste sentido, de acordo com Oliveira (2011, p. 709) citado por Finatti et al. (2020), a qualidade “contempla aspectos como satisfação do cliente, controle de processos, padronização, melhoria contínua, parcerias à jusante e à montante na cadeia com vistas a obter melhorias e benefícios conjuntos e racionalização de tempo e insumos.” O que se subentende que uma gestão da qualidade promove melhoria no desempenho organizacional, proporcionando vantagens competitivas nas empresas que as adotam. Lakhal, Pasin e Limam, 2006 citado por Finatti et al. 2020, p. 3)

Cada autor tem um pensamento sobre qualidade, mas a essência gira em torno da entrega de um produto ou serviço que atende às expectativas e necessidades dos consumidores.

Os japoneses aplicam o conceito de melhoria contínua, buscando "zero defeitos" como uma filosofia de trabalho que envolve toda a organização. Essa visão, conhecida como *Kaizen*, valoriza pequenas melhorias diárias nos processos, com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir desperdícios e garantir a qualidade total dos produtos e serviços. A cultura da melhoria contínua no Japão também está diretamente ligada ao envolvimento dos colaboradores, que são incentivados a identificar problemas, propor soluções e participar ativamente da implementação de melhorias.

Nesta seção foi realizada uma revisão bibliográfica demonstrando diferentes conceitos do que é a qualidade nas empresas, as múltiplas interpretações do termo e sua importância estratégica no contexto organizacional. Foram abordadas definições clássicas e contemporâneas, destacando a visão de diversos autores que associam a qualidade tanto à excelência de produtos e serviços quanto à satisfação das necessidades e expectativas dos clientes.

3.2. Metodologias e ferramentas da qualidade

Segundo Gozzi (2015) citado por Rodrigues et al. (2023),

...as ferramentas da qualidade são aplicadas para estabelecer, calcular, investigar e sugerir não só soluções, mas aperfeiçoamentos para os processos organizacionais que apontam problemas, deste modo, se manuseadas de modo correto, são capazes de melhorar os níveis de qualidade, levando a mesma a um aumento significativo, reduzindo o desperdício, eliminando o período de retrabalho, também regularizando os produtos e processos, ocasionando desta forma, a redução dos gastos e perdas. (Gozzi, 2015 citado por Rodrigues et al. 2023, p. 1312)

Ainda Maiczuck e Andrade Júnior (2013) citado por Rodrigues et al. (2023), as ferramentas da qualidade tem por propósito facilitar no processo de investigação das falhas, e auxiliar no planejamento de melhorias para os problemas encontrados. Neste cenário, Carvalho e Paladini (2012) citado por Rodrigues et al. (2023), destacam que essas ferramentas são instrumentos fáceis para selecionar, implantar, ou avaliar modificações que sejam capazes de causar melhorias no processo produtivo e com intuito de proporcionar qualidade. Desta maneira, dentre as ferramentas fundamentais da qualidade salienta-se: Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, 5W2H e Mapa de Processo.

Segundo Peinado e Graeml, (2007) citado por Santana (2016), as ferramentas da qualidade são muito aplicadas na área industrial, devido à capacidade de identificar e remover causas das falhas, reduzindo as perdas e aumentando produtividade da organização. A grande maioria dos problemas nas organizações empresariais pode ser analisada e resolvida com o uso das ferramentas da qualidade.

O autor afirma que a grande maioria dos problemas nas organizações empresariais, pode ser analisada e resolvida com o uso das ferramentas da qualidade. São ferramentas simples de serem aplicadas, no entanto quando aplicadas de forma correta se tornam um instrumento poderoso na eliminação dos problemas (Peinado e Graeml, 2007, p. 69 citado por Santana, 2016, p. 69)

Para Carpinetti (2012) citado por Santana (2016), existem sete ferramentas de qualidade que auxiliam no desenvolvimento de melhoria contínua de produtos e serviços. Afirma ainda que essas ferramentas da qualidade são:

✓ Diagrama de dispersão: é uma ferramenta gráfica que representa a relação entre duas ou mais variáveis, mostrando como uma varia em função da outra. Por meio da distribuição dos pontos no plano cartesiano, é possível identificar e confirmar

possíveis relações de causa e efeito, analisando o grau de associação entre as variáveis envolvidas.

- ✓ Gráfico de Pareto: organiza os elementos críticos em ordem decrescente de importância, facilitando a identificação das principais causas dos problemas e orientando o gestor sobre onde concentrar esforços para obter melhores resultados
- ✓ Histograma: é uma ferramenta da qualidade que representa graficamente a distribuição dos dados por meio de colunas verticais, permitindo visualizar a frequência, a tendência central e a variabilidade dos valores em diferentes classes.
- ✓ Diagrama de causa e efeito: conhecido também como espinha de peixe ou Ishikawa, é uma ferramenta da qualidade utilizada para identificar, organizar e analisar as possíveis causas de um problema específico. Seu formato gráfico permite uma visualização clara das categorias de causas, agrupadas geralmente em fatores como método, mão de obra, materiais, máquinas, meio ambiente e medidas. Essa estrutura facilita a identificação das origens dos defeitos ou falhas nos processos, auxiliando as equipes na busca por soluções eficazes e na tomada de decisões voltadas para a melhoria contínua.
- ✓ Fluxograma: é uma representação gráfica que utiliza símbolos para descrever, de forma clara e sequencial, todas as etapas de um processo, facilitando sua compreensão e visualização.
- ✓ Folha de verificação: são formulários padronizados utilizados para registrar, de forma simples e objetiva, dados observados, medidos ou testados em etapas específicas de um processo. Elas facilitam a coleta e o controle das informações, apresentando um formato de fácil preenchimento e espaço adequado para anotações.
- ✓ Gráficos de controle: também chamados de cartas de controle, são ferramentas amplamente utilizadas para monitorar a variabilidade dos processos. Segundo Magalhães e Brito (2007) citado por Santana (2016), permitem distinguir as variações normais das variações causadas por fatores especiais, indicando se o processo está sob controle estatístico.

As ferramentas da qualidade são fundamentais para melhorar processos organizacionais, identificar falhas e propor soluções eficazes. Quando aplicadas corretamente, reduzem desperdícios, aumentam a produtividade e contribuem para a padronização dos produtos e serviços. Cada uma desempenha um papel essencial na análise e otimização de processos.

Estudos demonstram que sua aplicação pode reduzir custos e melhorar significativamente os resultados organizacionais. Esses métodos são amplamente usados na indústria devido à sua eficácia na resolução de problemas e na melhoria contínua da qualidade.

3.3. O Ciclo PDCA como Ferramenta de Controle e Melhoria de Processos

Segundo Suski (2020), ao longo dos anos, em função da evolução das tecnologias, a competição entre as organizações a nível mundial tem crescido acentuadamente, permitindo às mesmas atingir um patamar crescente de bens e serviços que devem ser comercializados em mercados com crescimento restrito.

Suski (2020) argumenta que,

O aumento da competitividade resultou na busca por melhorar os sistemas de produção no intuito de alcançarem destaque no mercado mundial, colocando-se a frente dos concorrentes e aperfeiçoando seu controle de custos de manutenção, cujo setor precisa estar cada vez mais interligado com a produção, para que seja possível evitar interrupções inesperadas, as quais geram quebra de produtividade e, automaticamente, a redução de lucro. (Suski, 2020, p. 34)

O autor ainda afirma que “o conceito de melhoria contínua implica literalmente processo sem fim, questionando repetidamente e requestionando os trabalhos detalhados de uma operação.” A natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo é denominada ciclo PDCA.

Segundo Ishikawa (1993) citado por Ravel (2024),

O PDCA é formado por quatro etapas: (1) Planejar, (2) Desenvolver ou Executar, (3) Checar e (4) Corrigir ou Padronizar, sempre nessa ordem realizando o planejamento das ações, treinando os envolvidos, executando as ações planejadas, checando se tudo está acontecendo conforme o planejado e se há não conformidades no processo, e por fim corrigindo ou padronizando.

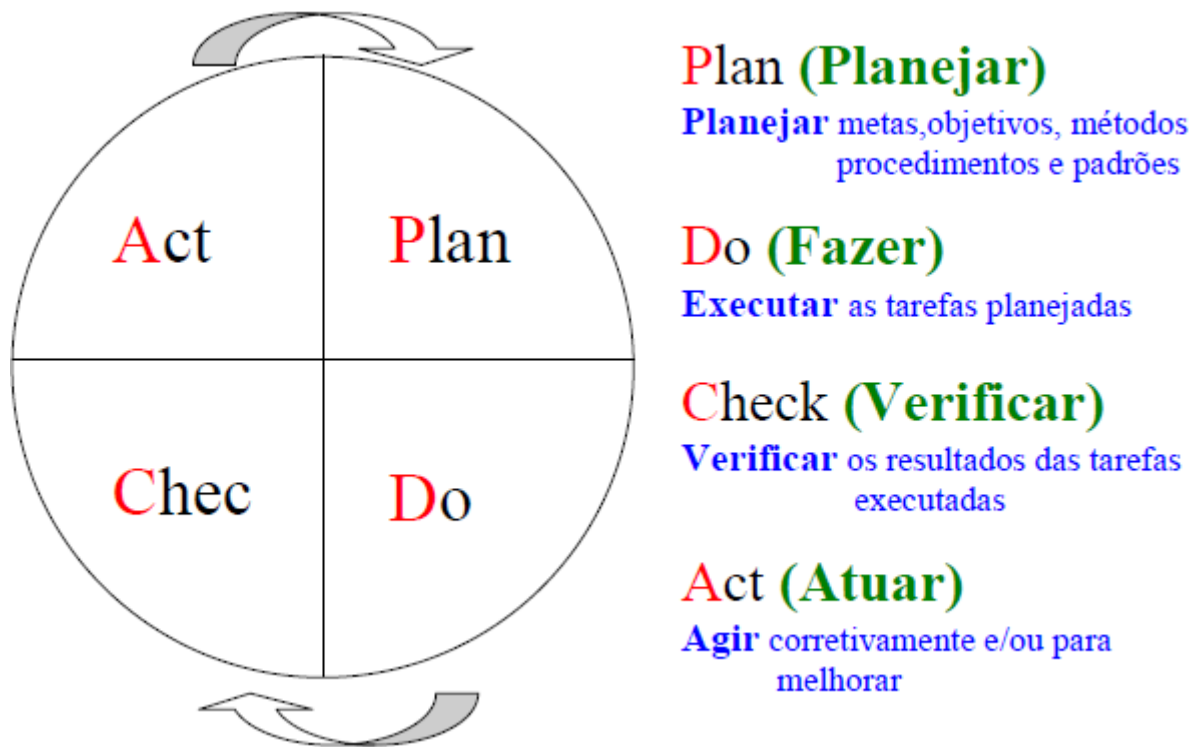
A ferramenta ver e agir é aplicada justamente na última fase do PDCA, quando as ações executadas por alguma razão não saíram conforme o planejamento e se faz necessário uma correção. (Ishikawa, 1993 citado por Ravel, 2024, p. 5)

Para Wendt et al. (2012),

O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) conhecido como o ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming foi originalmente desenvolvido por Walter Shewhart em 1930. No entanto, só a partir de 1950 com Edwards Deming no Japão, é que o ciclo começa a ser popularizado (DEMING, 1986 &

SHEWHART,1986). É uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e resolução de problemas organizacionais. A premissa deste ciclo é que um plano é implementado, testado cuja ação é tomada com base nos resultados. (Wendt et al., 2012, p. 5)

Figura 1. Ciclo PDCA



Fonte: Wendt et al. (2012)

Segundo o autor, para que o PDCA, conhecido como uma poderosa metodologia de melhoria contínua, possa contribuir para melhoria da qualidade, suas quatro fases devem ser executadas repetidamente.

(1) Plan (Planejar), onde são definidos objetivos, estratégias e métodos para alcançar os resultados desejados;

(2) Do (Fazer), que consiste na capacitação da organização e na execução do planejamento;

(3) Check (Verificar), que envolve a comparação dos resultados obtidos com os planejados para identificar problemas e oportunidades de melhoria; e

(4) Action (Agir), etapa dedicada à implementação de ações corretivas e melhorias contínuas, promovendo o reaprendizado e a padronização dos processos.

Esse ciclo é contínuo e busca o aperfeiçoamento constante das atividades organizacionais. (Logothetis, 1992; Sokovic et al., 2010 citado por Wendt, 2012, p. 6)

O Ciclo PDCA portanto se configura como uma ferramenta essencial para o controle e a melhoria contínua de processos nas organizações, pois oferece uma

estrutura sistemática e prática para o planejamento, execução, verificação e ação sobre as atividades produtivas.

Por meio desse ciclo, é possível identificar falhas, corrigir desvios e implementar melhorias de forma organizada, promovendo maior eficiência, qualidade e satisfação dos clientes. Além disso, sua natureza cíclica favorece a adaptação constante às mudanças e o desenvolvimento sustentável dos processos, consolidando-se como um método indispensável para a gestão eficaz e a competitividade empresarial.

3.4. Qualidade na Indústria de Fundição

De acordo com a Metalúrgica Harmonia, que atua nas áreas de fundição e usinagem, fundada em 03/09/1986, com sede em Nova Odessa, no estado de São Paulo,

“no competitivo mercado industrial, a qualidade é um dos fatores mais críticos para o sucesso. No contexto da fundição, garantir a excelência em cada peça produzida não é apenas uma questão de atender às especificações técnicas, mas também de manter a confiança dos clientes, melhorar a eficiência operacional e reduzir custos. A qualidade na fundição é muito importante para assegurar que os produtos finais sejam funcionais, duráveis e seguros. Uma peça de alta qualidade não apenas atende às especificações dimensionais e de material, mas também possui as propriedades mecânicas e a confiabilidade necessárias para desempenhar seu papel em aplicações exigentes.” (Metalúrgica Harmonia, 2025)

Ainda sobre a Metalúrgica Harmonia, para alcançar essa qualidade, é necessário um controle rigoroso em todas as etapas do processo de produção, desde a seleção dos materiais até o acabamento final.

A satisfação do cliente é diretamente impactada pela qualidade dos produtos por isso peças que falham em cumprir as expectativas podem resultar em retrabalho, custos adicionais e perda de confiança. Portanto, manter altos padrões de qualidade é essencial para construir e manter relacionamentos sólidos com os clientes.

Segundo Rodrigues et al. (2023),

“...no início do século XX, já começava a surgir uma maior atenção voltada para a qualidade dos produtos dentro das empresas, e as diversas maneiras pelas quais as organizações buscam, definem, encontram, controlam, aperfeiçoam de forma contínua e comprovam a qualidade, tem tido grandes avanços ao longo dos últimos anos, atendendo a modificações políticas, econômicas e sociais.” (Mendes, 2017 citado por Rodrigues et al., 2023, p. 1309).

Segundo o autor, um local apropriado onde os colaboradores trabalham com qualidade resulta na produção de produtos igualmente qualificados e ainda fortalece a compreensão a respeito da qualidade, o que une a concepção de qualidade de produto e qualidade de organização, pois a correlação entre eles é crescente e essencial para o desenvolvimento sustentável de uma indústria de fundição.

A qualidade dentro de uma indústria de fundição, impacta diretamente a funcionalidade, durabilidade e segurança dos produtos finais. Para garantir essa excelência, é necessário um controle rigoroso em todas as etapas do processo, desde a seleção dos materiais até o acabamento final.

Quanto mais alto os padrões de qualidade, menores as chances de conter refugos e retrabalhos, reduz custos e fortalece a confiança dos clientes. A indústria de fundição, produto deste estudo, situada em Joinville, estado de Santa Catarina, investe em tecnologia e em conhecimento técnico dos seus colaboradores, para poder garantir peças de alta qualidades e garantir seu manutenção no mercado mundial. Os produtos desenvolvidos nesta indústria, são customizados de acordo com as necessidades de cada cliente e mais do que investir em tecnologia, ela investe na qualificação e desenvolvimento dos colaboradores.

Multinacional que desenvolve e produz componentes estruturais em ferro fundido de alta complexidade geométrica e metalúrgica, a indústria, produto deste estudo, tem soluções presentes nos mais diversos segmentos, como transporte de carga (em todos os modais), infraestrutura, agronegócio e geração de energia.

Há mais de 80 anos, a Empresa promove o acesso à saúde, saneamento básico, água potável, alimentos e outras necessidades básicas para a promoção da qualidade de vida. A inovação tecnológica e o conhecimento técnico dos seus colaboradores é sua marca no mercado. As fábricas estão em Joinville/SC, São Paulo/SP, Betim/MG (Brasil) e nas cidades de Saltillo e Ramos Arizpe (México) e Aveiro (Portugal). Além disso, a Tupy tem escritórios no Brasil, EUA, Alemanha, Itália e Holanda.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para construir esta proposta de aplicação do ciclo PDCA, foi necessário primeiro entender de forma mais profunda o ambiente onde o processo acontece, além de identificar os principais pontos que contribuem para a geração de refugos e retrabalhos.

Nesta etapa, buscou-se reunir informações do processo produtivo atual, observando a rotina da indústria, os setores envolvidos, e os métodos já utilizados para controle de qualidade. A seguir, serão apresentados os dados e a estrutura da empresa em estudo, que serviram de base para a simulação teórica proposta neste trabalho.

4.1. Caracterização da Indústria em Estudo

Multinacional brasileira e indústria do ramo de fundição, emprega mais de 20 mil pessoas, com fábricas em Joinville (Santa Catarina, Brasil), sede da organização, São Paulo (São Paulo), Betim (Minas Gerais, Brasil), Saltillo e Ramos Arizpe (Coahuila, México), Aveiro (Portugal), além de escritórios no Brasil, Estados Unidos, Alemanha, Itália e Holanda.

Uma indústria que investe em sustentabilidade e baseia sua estratégia e compromissos de sustentabilidade na convicção de que suas tecnologias podem contribuir com a resolução de grandes desafios sociais do mundo, conservando o meio ambiente e promovendo condições melhores de vida.

Sobre Inovação e Tecnologia, a indústria em estudo tem sua base de conhecimento na metalurgia. Pensar nas propriedades dos metais e em sua aplicação no mercado foi o que, ao longo dos anos, à permitiu atuar em diferentes aplicações e segmentos, identificando as necessidades e conectando-as às suas capacidades técnicas.

Os produtos desenvolvidos pela indústria são customizados de acordo com as necessidades de cada cliente. Mais do que investir em tecnologia, a indústria em estudo investe na qualificação e desenvolvimento dos seus colaboradores.

4.2. Levantamento e Análise do Processo Produtivo Atua

Em todo o processo de fabricação, existem etapas a serem seguidas; e, quando se trata de processo de fundição, precisamos de um produto com qualidade.

Ainda assim, encontramos nesse processo vários pontos e detalhes que podem gerar alguns desvios dos padrões de qualidade, por exemplo: na macharia, são feitos os machos de areia e todos são pintados por um robô de pintura ou também manualmente; na moldagem, há moldes de areia que também são pintados por robôs.

Nesses moldes de areia pintados, são colocados os pacotes de areia em forma de blocos de motores (sem pintura) e também machos de areia pequenos, que são os complementos dos pacotes e dão o formato do bloco do motor.

Da macharia para a moldagem, os pacotes e os complementos podem sofrer algumas variações; como, por exemplo: excesso de rebarba, excesso de tinta, trincas nos machos, machos quebrados, machos porosos.

Se esses machos forem usados dessa forma, podem gerar refugo e perda total do pacote. Este processo completo, é inspecionado por um inspetor de qualidade que, com o auxílio de uma lanterna, consegue detectar onde está o defeito e se esse defeito já é um refugo ou se pode ser recuperado.

Se for detectado refugo, no mesmo momento, já é descartado numa caixa de refugo; e, se for retrabalho, são separados em um pallet ou em um estrado, e devolvidos para a macharia fazer os devidos retrabalhos.

O inspetor consegue inspecionar tudo antes de ir para a linha de produção. Quando há pouca variação, conseguimos recuperar os machos e devolvê-los para a macharia retrabalhar; o mesmo passa mais uma vez por uma inspeção. Pode acontecer também trincas ou aparecimento de moldes quebrados; e, se esses moldes não forem eliminados, podem gerar refugo.

Por se tratarem, muitas vezes, de itens de segurança, em nosso processo temos um controle de rastreio das peças que estão em evidência ou com alguns parâmetros alterados no processo. Usamos o CDR (Controle dos Desvios de Resultados) nos quais as peças são separadas do lote para uma análise crítica, evitando, assim, que o produto possa chegar com alguma irregularidade de segurança.

4.3. Simulação Teórica da Aplicação do PDCA no Processo Produtivo

Com base na análise do processo produtivo atual descrito no item anterior, especialmente nas etapas da macharia e moldagem, nas quais são identificadas falhas como excesso de rebarba, trincas, machos quebrados ou porosos, e pintura inadequada, propõe-se a aplicação teórica do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) como ferramenta estratégica para redução de refugos e retrabalhos.

No processo produtivo, a sugestão de melhoria para diminuir o índice de refugos e retrabalhos, seria inicialmente realizar uma reunião com técnicos da qualidade e gestores para indicar e analisar em conjunto, as principais causas de refugos e retrabalhos.

Na fase de **Planejamento (Plan)**, deve-se realizar uma reunião inicial com os inspetores da qualidade, técnicos e gestores, com o objetivo de mapear as principais não conformidades recorrentes no processo. A partir dessa análise, é possível identificar as causas-raiz dos problemas e, com base em dados concretos, definir metas claras de redução de refugos e retrabalhos — por exemplo, uma meta de redução de 20% em um período de três meses.

Em seguida, na fase de **Execução (Do)**, será elaborado e implementado um plano de ação com foco nas causas identificadas. Isso pode incluir o ajuste de parâmetros operacionais, como temperatura e pressão, bem como a revisão dos procedimentos de inspeção. Também é essencial planejar treinamentos específicos para os colaboradores, de modo a capacitá-los para o correto manuseio dos materiais e a identificação precoce de possíveis falhas.

Na etapa de **Verificação (Check)**, os resultados obtidos devem ser acompanhados por meio de indicadores de desempenho e análises de eficácia. O uso do CDR (Controle de Desvios de Resultados) se mostra essencial para esse monitoramento, garantindo que peças com desvios sejam rastreadas e tratadas adequadamente antes de prosseguirem no fluxo produtivo.

Por fim, na fase de **Ação (Act)**, os aprendizados obtidos ao longo do ciclo devem ser consolidados. Procedimentos que apresentaram bons resultados devem ser padronizados, enquanto novas ações corretivas podem ser planejadas caso as metas não tenham sido atingidas.

O uso sistemático do PDCA, aliado às ferramentas da qualidade e à participação efetiva das equipes envolvidas, contribui para um processo produtivo

mais eficiente, com menor desperdício de materiais e retrabalho, promovendo uma cultura de melhoria contínua e excelência operacional.

A aplicação do PDCA em processos industriais tem se mostrado eficaz historicamente, como no modelo de produção enxuta (Lean), em que o controle sistemático das etapas reduz significativamente falhas, desperdícios e retrabalhos. Assim como o Lean utiliza o ciclo contínuo de melhoria para alcançar excelência operacional, espera-se que sua aplicação no processo de fundição traga resultados similares.

Figura 2. Simulação Teórica da Aplicação do PDCA no Processo Produtivo



Fonte: Autor (2025)

A aplicação do PDCA no processo produtivo pode ser comparada ao ajuste fino de um motor de automóvel. Quando o motor apresenta falhas, não basta trocar uma peça — é necessário identificar a causa do problema, testar soluções e verificar os resultados. O PDCA funciona da mesma forma: ele permite identificar as causas dos refugos e retrabalhos, testar ações corretivas e padronizar as boas práticas, otimizando o funcionamento de todo o processo.

Indústrias metalúrgicas e de fundição que aplicaram o PDCA conseguiram ganhos expressivos, como a redução de até 30% nos índices de retrabalho ao identificar falhas no processo de moldagem e ajustar os parâmetros de cura e pintura

dos moldes. Esses resultados reforçam a eficácia do método quando aplicado de forma estruturada.

A aplicação do Ciclo PDCA para redução de refugos em uma Indústria de Fundição, conforme artigo publicado por Nobrega (2019), resultou na redução de 37% no índice de refugos após três meses de implementação, com foco na padronização dos procedimentos de moldagem e inspeção.

5. RESULTADOS

A partir da análise do processo produtivo atual e da simulação teórica da aplicação do ciclo PDCA, é possível projetar melhorias significativas na qualidade e eficiência da produção, especialmente nas etapas de macharia e moldagem, onde ocorrem os principais índices de refugos e retrabalhos.

Espera-se que a implementação do PDCA contribua para:

Redução dos índices de refugo, por meio da identificação das causas principais dos defeitos, como trincas, machos quebrados ou porosos, excesso de tinta ou rebarbas, entre outros;

Diminuição dos retrabalhos, com ações direcionadas à correção dos parâmetros de processo e melhorias na padronização operacional;

Aprimoramento da inspeção de qualidade, com fortalecimento do uso do CDR (Controle de Desvios de Resultados) e maior efetividade na triagem de peças antes da linha de produção;

Maior envolvimento dos colaboradores e desenvolvimento da cultura de melhoria contínua, a partir da realização de treinamentos e reuniões de alinhamento;

Estabelecimento de metas claras e acompanhamento sistemático de indicadores, permitindo a verificação dos avanços e a tomada de decisão baseada em dados.

A projeção desses resultados se baseia em estudos semelhantes, como o de Nóbrega et al. (2019), que obteve uma redução de 37% nos refugos em uma indústria de fundição após a aplicação do PDCA, e o de Santos e Oliveira (2016), que observaram melhoria na padronização e redução de 25% nos retrabalhos em um ambiente produtivo similar. Esses dados reforçam a viabilidade e o potencial da proposta apresentada neste trabalho.

Embora os resultados aqui descritos sejam hipotéticos, sua fundamentação teórica e a análise detalhada do processo produtivo indicam que a aplicação do PDCA, caso implementada, poderá trazer benefícios concretos e sustentáveis para a organização estudada.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo propor a aplicação teórica do ciclo PDCA como ferramenta de apoio na redução de refugos e retrabalhos em uma linha de produção da indústria de fundição. A partir da análise detalhada do processo produtivo, especialmente nas etapas de macharia e moldagem, foi possível identificar falhas recorrentes que impactam diretamente na qualidade final do produto. A simulação da aplicação do PDCA permitiu visualizar de forma clara como a ferramenta pode ser utilizada para estruturar ações corretivas e promover melhorias contínuas, mesmo antes de uma implementação prática.

A proposta se mostrou viável e coerente com as necessidades do ambiente produtivo estudado, reforçando a importância da atuação preventiva, da análise de causas e do envolvimento dos colaboradores para alcançar melhores resultados. Além disso, a fundamentação teórica e os estudos de caso utilizados neste trabalho demonstraram que o uso do PDCA em contextos semelhantes trouxe ganhos significativos, como redução de perdas, padronização de processos e maior eficiência operacional.

Embora os resultados aqui apresentados sejam hipotéticos, a estrutura do plano proposto pode servir como base para uma futura aplicação prática na empresa, contribuindo para a construção de uma cultura voltada à qualidade e à melhoria contínua. Espera-se que este estudo incentive outras análises e projetos que busquem aprimorar processos produtivos, tornando a indústria mais competitiva, eficiente e comprometida com a excelência.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante realizar uma aplicação prática do ciclo PDCA na indústria estudada, acompanhando de perto a implementação das ações propostas e coletando dados reais sobre a redução dos refugos e retrabalhos. Esse acompanhamento permitiria validar os resultados esperados e identificar possíveis ajustes para tornar o processo ainda mais eficiente.

Além disso, envolver os colaboradores diretamente no processo pode trazer melhorias inesperadas, já que eles conhecem as dificuldades do dia a dia com mais profundidade.

Outra possibilidade para futuros estudos é ampliar a análise para outras etapas do processo produtivo, ou até para outras áreas da empresa, como manutenção e logística, buscando aplicar o PDCA de forma integrada. Também seria válido investigar o uso de outras ferramentas da qualidade em conjunto com o PDCA, como o Diagrama de Ishikawa ou o Seis Sigma, para potencializar os resultados e garantir uma melhoria contínua mais abrangente e sustentável.

8. REFERÊNCIAS

CANDÉO, M.; KOVALESKI, J. L. Os principais modelos de gestão industrial no Brasil. In V Congresso brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, Dezembro, 2015.

FINATTI, Matheus Henrique; SILVA, Ethel Cristina Chiari da. Aplicação de ferramentas da qualidade para redução de refugo e retrabalho: estudo de caso em uma empresa de grande porte da cadeia automotiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – CONBREPPO, X., 2020, Araraquara. Anais [...]. Araraquara: Universidade de Araraquara – UNIARA, 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

METALÚRGICA HARMONIA. *Metalúrgica Harmonia Ltda*. Disponível em: <https://metalurgicaharmonia.com.br/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MORAIS, Marcos de Oliveira; MORAIS, Gabriel Alves. A gestão da qualidade auxiliando na redução de refugo em uma fundição de alumínio sob pressão. *Journal of Technology & Information*, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7998004>. Acesso em: 18 jun. 2025.

NOBREGA, E. H. M.; et al. *Aplicação do Ciclo PDCA para Redução de Refugos em uma Indústria de Fundição*. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, v. 10, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31072/rcf.v10i1.760>

RODRIGUES, Benildo Silva; MARTINS, Harley dos Santos; COSTA, Ednelson da Silva; FERRAZ, Bruno Nascimento; LIMA, Adalberto da Cruz. Análise da fabricação das peças e plano de melhorias para diminuir o índice de retrabalho utilizando as ferramentas da qualidade em uma oficina de fundição artesanal de peças em alumínio. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 1308-1324, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-090>.

SANTANA, Adevanil dos Santos. *Identificação dos principais defeitos de fundição através da aplicação de ferramentas da qualidade: estudo de caso em uma fundição de peças metálicas*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Católico de Vitória, Vitória, 2016.

SILVA, Paulo Ravel da Rocha. *Implementação do método 5S em uma empresa de fundição*. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão da Qualidade) – Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Joinville, 2025.

SUSKI, Cássio Aurélio; BAHAR, Eduardo Augusto. Redução de custos de insertos no processo de usinagem por meio da metodologia PDCA. *Revista de Tecnologia Aplicada (RTA)*, v. 9, n. 3, p. 33-44, set./dez. 2020. ISSN 2237-3713. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.48005/2237-3713rta2020v9n3p3344>. Acesso em: 18 jun. 2025.

TUPY. *Sobre a Tupy*. Disponível em: <https://www.tupy.com.br/sobre-a-tupy/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

WENDT, Sérgio Luis; ALVES, Custodio da Cunha; AMARAL, Claiton Emílio do; HENNING, Elisa; CRUZ, Altair Carlos da. Processo de automatização de uma fresadora: um estudo de melhoria contínua baseado na metodologia do ciclo PDCA. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2012, Ponta Grossa-PR, 28 a 30 nov. 2012.