

O CUSTO OCULTO DA INEFICIÊNCIA; COMO A FALTA DE PDCA E FERRAMENTAS ADEQUADAS AFETAM A CONFIABILIDADE E OS CUSTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.

THE HIDDEN COSTS OF INEFFICIENCY: IMPLICATIONS OF THE ABSENCE OF PDCA AND APPROPRIATE TOOLS ON RELIABILITY AND COST IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Karoline Steffany Souza Lima^{1, i}

Luiz Soares Teixeira^{2, ii}

RESUMO

A indústria automotiva opera sob elevados padrões de qualidade, segurança e eficiência, sendo fortemente impactada por falhas operacionais e retrabalho. A ausência de metodologias estruturadas, compromete a confiabilidade dos processos e gera custos ocultos, dificultando a competitividade das empresas. Este artigo, por meio de uma revisão bibliográfica, investiga como a falta do PDCA e de ferramentas da qualidade impacta negativamente a indústria automotiva, resultando em desperdícios, falhas recorrentes e aumento de custos. Estudos apontam que a não aplicação de métodos estruturados pode levar a problemas como variabilidade nos processos, defeitos em produtos e recalls, gerando prejuízos financeiros e danos à imagem das montadoras. A literatura destaca que a implementação das ferramentas da qualidade permite um controle mais rigoroso e redução de desperdícios. A revisão bibliográfica analisa estudos que abordam a relação entre a ausência dessas ferramentas e os impactos financeiros e operacionais na indústria automotiva

Palavras-chave:

¹ Pós-graduanda em Engenharia da Qualidade e Produtividade da Faculdade SENAI Suíço Brasileira. E-mail: karolslimaa@icloud.com

² Mestrando em Engenharia de Produção e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecânica. E-mail: luis.teixeira@sp.senai.br

Ciclo PDCA; Kaizen; Poka-Yoke; Indústria Automotiva; Qualidade; Recall; Melhoria Contínua; Kanban; Ferramentas da Qualidade; 5S; Gestão de Produção.

ABSTRACT

The automotive industry operates under high standards of quality, safety, and efficiency, being strongly affected by operational failures and rework. The absence of structured methodologies compromises process reliability and generates hidden costs, hindering companies' competitiveness. This article, through a literature review, investigates how the lack of PDCA and quality tools negatively impacts the automotive industry, resulting in waste, recurring failures, and increased costs. Studies indicate that the non-application of structured methods can lead to issues such as process variability, product defects, and recalls, causing financial losses and damage to manufacturers' reputations. The literature highlights that the implementation of quality tools enables stricter control and waste reduction. This literature review analyzes studies addressing the relationship between the absence of these tools and the financial and operational impacts on the automotive industry.

Keywords:

PDCA Cycle; Kaizen; Poka-Yoke; Automotive Industry; Quality; Recall; Continuous Improvement; Kanban; Quality Tools; 5S; Production Management

INTRODUÇÃO

A indústria automotiva é reconhecida mundialmente como referência em qualidade, produtividade e inovação. Com elevados níveis de exigência e modelos organizacionais robustos, o setor tem historicamente liderado a difusão de metodologias e ferramentas de gestão da qualidade, influenciando

significativamente outras áreas industriais. A evolução histórica da indústria evidencia marcos relevantes na busca por eficiência. No final do século XIX, o modelo Fordista revolucionou a produção ao introduzir a linha de montagem em massa, reduzindo custos, tempo e desperdícios, ao mesmo tempo em que aumentava a padronização e a qualidade dos produtos. Na década de 1970, em resposta à crise do petróleo, surgiu o Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS), também conhecido como Toyotismo, com um modelo flexível, enxuto e centrado na eliminação de desperdícios. Esse novo paradigma foi essencial para a indústria japonesa, severamente impactada pela escassez de recursos após a Segunda Guerra Mundial. O TPS não apenas garantiu competitividade, mas também introduziu os pilares da produção moderna, como fluxo contínuo, inspeção na fonte, redução de setup e ferramentas de prevenção de erros, como o Poka-Yoke. Apesar dessas evoluções, a ausência ou uso inadequado de metodologias como o PDCA, 5S, Kanban e Poka-Yoke ainda gera consequências severas, como falhas operacionais, perda de confiabilidade do produto, aumento de custos com retrabalhos e recalls, além de afetar diretamente a imagem da marca no mercado. Este artigo analisa como essas ausências contribuem para custos ocultos na indústria automotiva, com base em literatura especializada e estudos de caso reais.

1.1 Problema de pesquisa

A indústria automotiva enfrenta altos padrões de qualidade e processos complexos, mas ainda registra falhas operacionais, retrabalhos e recalls que geram custos ocultos expressivos. Apesar da existência de metodologias e ferramentas consolidadas, como PDCA, Poka-Yoke, 5S e Kanban, muitas empresas não as aplicam de forma sistemática ou eficaz. Dessa forma, como a ausência ou aplicação inadequada dessas ferramentas impacta a confiabilidade dos processos, a segurança dos produtos e os custos financeiros e reputacionais das montadoras?

1.2 Objetivo(s)

Objetivo Geral: Analisar o impacto da ausência ou uso inadequado de ferramentas da qualidade na indústria automotiva, evidenciando como esses fatores contribuem para

custos ocultos, retrabalhos e perda de confiabilidade dos produtos.

Objetivos Específicos:

Investigar a aplicação prática das metodologias PDCA, Poka-Yoke, 5S e Kanban em empresas automotivas.

Comparar casos de empresas com aplicação efetiva das ferramentas versus empresas com aplicação insuficiente, analisando efeitos em retrabalhos e recalls.

Identificar os principais tipos de falhas operacionais decorrentes da ausência dessas ferramentas.

Propor medidas de fortalecimento da gestão pela qualidade para reduzir custos ocultos e aumentar a confiabilidade dos processos.

1.3 Justificativa

A indústria automotiva é reconhecida por altos padrões de qualidade, segurança e produtividade. No entanto, exemplos de recalls e falhas operacionais demonstram que a ausência ou aplicação inadequada de metodologias de gestão da qualidade (PDCA, Poka-Yoke, 5S e Kanban) ainda gera impactos significativos na confiabilidade dos produtos, nos custos operacionais e na imagem institucional das empresas.

Portanto, a realização deste estudo pelos seguintes motivos:

Relevância econômica e operacional: Custos ocultos decorrentes de retrabalhos, recalls e falhas nos processos produtivos podem atingir valores bilionários, afetando diretamente a rentabilidade das montadoras e a competitividade do setor. Compreender a origem desses custos permite propor soluções estratégicas para mitigá-los.

Contribuição para a confiabilidade e segurança: A aplicação eficaz das ferramentas de qualidade garante a segurança dos veículos e reduz riscos para os consumidores, contribuindo para a sustentabilidade da marca e a confiança do mercado.

Impacto estratégico e cultural: A pesquisa reforça a importância de fortalecer a gestão

da qualidade como um investimento estratégico, e não como custo adicional, promovendo uma cultura organizacional voltada à melhoria contínua e à excelência operacional.

Portanto, este estudo se justifica por sua contribuição para a compreensão e prevenção de falhas operacionais, redução de custos e fortalecimento da competitividade e confiabilidade da indústria automotiva, oferecendo subsídios práticos para gestores e profissionais da área de qualidade

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Evolução da Qualidade na Indústria Automotiva

O Fordismo representou o primeiro grande salto da indústria automobilística, com produção em larga escala, automação e redução de custos. Anos mais tarde, Taiichi Ohno, na Toyota, inspirou-se nesse modelo, mas adaptou-o à realidade pós-guerra japonesa. O resultado foi um sistema de produção enxuto, adaptável e altamente eficiente, estruturado sob os princípios do TPS.

Segundo Ohno (1997), o sistema da Toyota enfatiza o fluxo contínuo, a identificação de falhas na origem e o envolvimento dos colaboradores na resolução de problemas. Shingo (1996), por sua vez, complementa essa visão com uma abordagem prática e técnica, detalhando ferramentas como Kanban, análise de valor e, especialmente, o Poka-Yoke. Ambas as abordagens demonstram como a filosofia e a engenharia de qualidade convergem para criar sistemas produtivos robustos, que priorizam a confiabilidade e o controle total do processo.

2.2 Principais Ferramentas da Qualidade

2.2.1 Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)

O ciclo PDCA, ou ciclo de Deming, é uma metodologia de gestão voltada à melhoria contínua. Suas etapas — Planejar, Executar, Verificar e Agir — são aplicadas repetidamente para garantir aperfeiçoamento constante dos processos organizacionais. Na indústria automotiva, o PDCA é fundamental para eliminar falhas

recorrentes, aumentar a produtividade e reduzir desperdícios.

A não aplicação sistemática do PDCA leva à estagnação, onde problemas permanecem sem solução e se tornam fontes crônicas de retrabalho e insatisfação do cliente

2.2.2 Poka-Yoke Poka Yoke, ou “à prova de erros”, refere-se a dispositivos ou procedimentos que evitam falhas humanas. Essa técnica atua na prevenção, identificando ou bloqueando erros antes que se tornem defeitos. Na indústria automotiva, os sistemas Poka-Yoke são integrados aos processos de montagem para garantir que peças sejam instaladas corretamente, prevenindo falhas críticas de segurança e desempenho.

2.2.3 5S O 5S é uma metodologia de organização do ambiente de trabalho, estruturada em cinco princípios: Seiri (Utilização), Seiton (Ordenação), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Padronização) e Shitsuke (Auto Disciplina). Sua aplicação permite ambientes mais seguros, produtivos e com menor propensão a falhas.

2.2.4 Kanban É um sistema visual de controle de produção e logística que regula o fluxo de materiais conforme a demanda real, promovendo o Just in Time. Quando corretamente implementado, evita excessos e rupturas de estoque, garantindo a fluidez da produção.

2.3 Impactos da Ausência das Ferramentas da Qualidade

A ausência ou ineficácia dessas ferramentas acarreta impactos diretos na eficiência operacional:

- PDCA: sua inexistência compromete a melhoria contínua, perpetuando falhas e promovendo desperdícios.
- Poka-Yoke: sem dispositivos à prova de erro, aumentam os retrabalhos e o risco de defeitos em itens de segurança.
- 5S: ambientes desorganizados e inseguros prejudicam o desempenho operacional e elevam os riscos de acidentes.

- Kanban: a ausência de controle visual e logístico leva ao desabastecimento, acúmulo de estoques e atrasos na linha de produção.

METODOLOGIA

Para essa pesquisa, usamos a revisão bibliográfica e estudos de caso, usando pesquisa exploratória e descritiva, apoiada em revisão bibliográfica e análise de estudos de caso.

Procedimentos metodológicos:

Revisão Bibliográfica: levantamento de artigos científicos, livros e relatórios sobre gestão da qualidade na indústria automotiva, destacando PDCA, Poka-Yoke, 5S e Kanban.

Estudo de Caso: análise de exemplos reais de recalls e falhas operacionais (como Ford, GM e Takata), identificando a relação entre ausência de ferramentas de qualidade e custos/erros.

Análise Comparativa: comparação entre empresas que aplicam sistematicamente as ferramentas de qualidade e aquelas que não aplicam, destacando impactos financeiros e reputacionais.

Proposição de Soluções: com base nos achados, sugerir estratégias para implementação eficaz das ferramentas de gestão da qualidade, visando redução de custos e melhoria da confiabilidade.

Como instrumentos de coleta de dados, foi utilizado Artigos acadêmicos, relatórios de recalls, estudos de consultorias, publicações de órgãos reguladores e dados secundários de empresas automotivas, os dados foram tratados por análise qualitativa dos casos e identificação de padrões relacionados à aplicação das ferramentas de qualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise de Erros, Retrabalhos e Custos de Recall na Indústria Automotiva

A indústria automotiva opera com padrões rigorosos de qualidade, porém continua suscetível a falhas operacionais. A ausência de ferramentas de gestão adequadas resulta em retrabalhos e custos de recall expressivos, afetando diretamente a rentabilidade e a imagem das marcas. Nesta seção, são analisados casos emblemáticos que ilustram como a falta de controle impacta negativamente os processos e resultados.

Erros de Produção e Retrabalhos.

Caso Ford – Falha no Sistema de Freios (2001)

A Ford realizou um recall de 13 milhões de veículos devido a falhas no sistema de freios, atribuídas a deficiências nos processos de montagem e ausência de inspeção eficaz. Impacto: Prejuízos financeiros significativos e perda de confiança dos consumidores. Fonte: Impact of Quality Failures in the Automotive Industry (2015).

Caso GM – Falha de Airbags (2014)

A General Motors promoveu o recall de 2,6 milhões de veículos por problemas na montagem do sistema de airbag.

Impacto: Multa de US\$ 35 milhões, além de danos reputacionais e operacionais. Fonte: General Motors Recall: Causes, Costs, and Consequences (2015).

Custos de Recall

Caso Takata – Airbags Defeituosos (2016)

O maior recall da história automotiva envolveu 100 milhões de airbags com risco de explosão.

Impacto: Prejuízo de US\$ 24 bilhões, falência da Takata e perdas para diversas montadoras. Fonte: Takata Airbag Recall: A Global Crisis for the Automotive Industry.

Caso Ford e Firestone – Pneus com Falha (2000) Recall de 6,5 milhões de pneus por risco de acidentes fatais. Impacto: Danos permanentes à imagem das marcas e custos

superiores a centenas de milhões de dólares. Fonte: Ford, Firestone, and the Tire Recall Crisis (2001).

Comparação e Discussão

A comparação entre empresas que aplicam ferramentas de qualidade e aquelas que falham em sua utilização é clara:

- Ford: falhas na aplicação do PDCA resultaram em recalls bilionários.
- Toyota: com uso consolidado de PDCA, Poka-Yoke e Kanban, apresenta redução consistente em falhas e custos de recall.

Esses exemplos reforçam a importância da gestão sistemática da qualidade como diferencial competitivo e financeiro.

Proposta de Solução: Fortalecimento da Gestão pela Qualidade.

A partir da análise dos erros, retrabalhos e custos associados aos recalls, torna-se evidente que a adoção sistemática de metodologias e ferramentas da qualidade é essencial para mitigar perdas e garantir a confiabilidade dos produtos automotivos. Como proposta de solução, destaca-se a necessidade de fortalecer a gestão pela qualidade, com foco em:

Estruturação e Padronização do Ciclo PDCA.

A implementação efetiva do ciclo PDCA em todos os níveis da organização permite uma abordagem proativa na resolução de problemas, evitando que falhas recorrentes avancem nos processos produtivos. A padronização do uso do PDCA nas rotinas operacionais e gerenciais deve ser reforçada por meio de:

- Treinamentos regulares para capacitação dos colaboradores.
- Desenvolvimento de indicadores de performance (KPIs) atrelados às etapas do ciclo
- Revisões periódicas de planos de ação e auditorias internas para

garantir a aplicação prática.

Inserção de Poka-Yokes em Etapas Críticas.

Dispositivos à prova de erro (Poka-Yokes) devem ser priorizados em processos onde falhas humanas são mais recorrentes ou em etapas críticas de segurança e funcionalidade. O investimento em sistemas de prevenção de erros deve considerar:

Avaliação de risco (FMEA) para identificação dos pontos críticos.

- Integração de sensores, alarmes ou mecanismos físicos que evitem o erro.
 - Capacitação técnica para manutenção e melhoria contínua desses dispositivos.
- Cultura de Melhoria Contínua Baseada em 5S.

A prática constante do 5S deve ser tratada como um alicerce para a cultura organizacional, promovendo ambientes de trabalho limpos, seguros e eficientes. A sustentabilidade da metodologia depende de:

- Campanhas de sensibilização contínuas.
- Auditorias internas com feedback construtivo.
- Envolvimento da liderança como modelo de comportamento.

Kanban e Gestão Visual na Logística Interna.

A adoção do sistema Kanban e de práticas de gestão visual permite o controle eficiente de materiais e a sincronização da produção com a demanda real. Para que o Kanban funcione corretamente, é necessário:

- Estruturar um fluxo de comunicação visual simples e acessível.
- Integrar o sistema com softwares de rastreabilidade e gestão de

estoque.

- Treinar os operadores para interpretar os sinais do sistema de forma autônoma.

Essas ações integradas reduzem significativamente as chances de falhas, promovem a padronização e criam um ambiente propício à melhoria contínua — pilares fundamentais para a sustentabilidade e competitividade da indústria automotiva.

CONCLUSÃO

A confiabilidade de um veículo e a competitividade de uma montadora dependem diretamente da

robustez de seus processos internos e da eficácia na aplicação das ferramentas da qualidade. Ao longo deste artigo, demonstrou-se que a ausência ou aplicação inadequada de metodologias como PDCA, *Poka-Yoke*, 5S e *Kanban* impacta não apenas nos custos operacionais, mas também na imagem institucional e na confiança do consumidor.

Os exemplos reais de *recalls* e retrabalhos na indústria automotiva comprovam que os custos da ineficiência são elevados e, muitas vezes, ocultos nas etapas intermediárias do processo produtivo. Empresas que negligenciam a gestão pela qualidade correm riscos significativos de perdas financeiras, comprometimento da segurança do consumidor e erosão da marca no mercado.

Por outro lado, a aplicação eficaz dessas ferramentas contribui para a construção de uma cultura organizacional voltada à excelência operacional e à prevenção de falhas. O fortalecimento da gestão da qualidade deve ser encarado como um investimento estratégico, e não como um custo adicional. Com isso, a indústria automotiva pode não apenas atender às exigências regulatórias, mas também antecipar-se às expectativas dos consumidores e garantir sua longevidade no setor.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9. ed. Nova Lima: Falconi, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês). 10. ed. Nova Lima: Falconi, 1992.

FERREIRA, Francisco do Espírito Santo Rodrigues. Utilização do ciclo PDCA para melhoria de qualidade e produtividade nas linhas de montagem. 2021. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/14968>. Acesso em: 9 maio 2025.

GABLER, J. General Motors Recall: The Cost of Ignition Switch Failures and the Need for Leaner Quality Systems. *Journal of Business Research*, 2015. DOI: 10.1016/j.jbusres.2015.03.009.

HASSINI, E.; SIVARAMAN, R.; HASSINI, M. The cost of quality in the automotive industry: a case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2017. DOI: 10.1108/IJQRM-01-2017-0023.

KELLER, J.; PETERSON, A.; LEE, S. The Role of PDCA in Enhancing Quality and Reducing Costs in Automotive Manufacturing. *Quality Management Journal*, 2016. DOI: 10.1080/10686967.2016.1156890.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Gabriela da. 5S: uma ferramenta para a qualidade. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30160/1/5SUmaFerramenta.pdf>. Acesso em: 9 maio 2025.

VIDOR, Gabriel; SAURIN, Tarcísio Abreu. Conceitos e características

de sistemas poka yokes: uma revisão de literatura. Revista Produção Online, v. 11, n. 2, p. 344–368, 2011. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/644>. Acesso em: 9 maio 2025.



Possui graduação em Tecnologia de Alimentos pela Faculdade FATEC - Rafael Almeida Camarinha-Marília-SP (2014), cursando atualmente a Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade e Produtividade pela Faculdade SENAI Suíço Brasileira (2025). Tem experiência na área de Qualidade e Segurança Alimentar em Indústrias de Alimentos com ênfase em Consultoria para Serviços de Alimentação, Responsável Técnica de um Serviço de Alimentação (2025).



Professor no Senai Suíço Brasileira na pós-graduação de Engenharia e Qualidade, qualificando profissionais em Seis Sigma, Estatística, Lean, Normas ISO e Projetos / cursando Mestrado na UFABC em engenharia de produção, com EMBA pela FGV, graduação em Engenharia Mecatrônica e Administração de Empresas e atual representante de Relações com a Indústria Automotiva as SBGC (Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento).