

# ESTUDO E APLICAÇÃO DE METODOLOGIA ESTRUTURADA PARA DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM AUTOMÓVEIS

## STUDY AND APPLICATION OF STRUCTURED METHODOLOGY FOR AUTOMOBILE FAULT DIGNOSIS

Patrick de Oliveira Madureira<sup>1, i</sup>  
Vinicius Ficarelli Pellegrino<sup>2, ii</sup>  
José Martinho Leal Neto<sup>3, iii</sup>  
Antonio Luiz Barbosa dos Santos<sup>4, iv</sup>  
Guilherme Matioli<sup>5, v</sup>  
Mauricio Gayubas<sup>6, vi</sup>

### RESUMO

O estudo avaliou a aplicação de uma metodologia estruturada em seis etapas para o diagnóstico de falhas automotivas, visando aumentar a assertividade dos técnicos e a produtividade das oficinas. A pesquisa combinou revisão bibliográfica, levantamento com 61 profissionais e experimentos práticos em três sistemas de maior complexidade (Rede CAN, Airbag e Ar-Condicionado). Nos testes com seis técnicos, a metodologia garantiu sucesso em 66,7% dos diagnósticos, contra apenas dois acertos sem sua aplicação. Os resultados evidenciam que a abordagem sistemática otimiza o processo de diagnóstico, reduz erros e retrabalhos, amplia oportunidades de manutenção preventiva e fortalece a capacitação profissional no setor automotivo.

**Palavras-chave:** Diagnóstico Automotivo, Método Estruturado

### ABSTRACT

This study applied a six-step structured methodology to automotive fault diagnosis, aiming to improve technicians' accuracy and workshop efficiency. The research combined literature review, a survey with 61 professionals, and experiments on CAN network, airbag, and air conditioning systems. In tests with six technicians, the methodology enabled correct diagnosis in 66.7% of cases, versus only two without it. Results demonstrate that a systematic approach enhances diagnostic accuracy, reduces errors, and supports preventive maintenance and professional training in the automotive sector.

**Keywords:** Automotive Diagnosis, Structured Method

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a patente do primeiro automóvel a gasolina em 1886 por Karl Benz, a indústria

---

<sup>1</sup> Graduando em Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: patrick\_madureira@outlook.com

<sup>2</sup> Graduando em Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: vfpa@gmail.com

<sup>3</sup> Professor de Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: jose.mneto@sp.senai.br

<sup>4</sup> Professor de Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: antonio.barbosa@sp.senai.br

<sup>5</sup> Professor de Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: guilherme.matioli@sp.senai.br

<sup>6</sup> Docente e Mestre em Administração em Gestão Ambiental e Sustentabilidade no Centro Universitário SENAI – Campus Ipiranga. E-mail: mauricio.gayubas@sp.senai.br

automotiva tem passado por uma evolução tecnológica contínua. A introdução de sistemas eletroeletrônicos, como a injeção eletrônica (Bosch, 1967) e a rede CAN (Controller Area Network) em 1986, tornou os veículos significativamente mais complexos. Ao passar dos anos surgiram diversos sistemas eletrônicos e controles rigorosos de emissões, essa complexidade crescente trouxe desafios no diagnóstico de falhas, levando à padronização de códigos de avarias, como o OBD-II, que se tornou obrigatório nos Estados Unidos em 1991 e no Brasil em 2004 (CONAMA, 2004). Embora o OBD-II seja uma ferramenta essencial, a sofisticação dos sistemas modernos exige mais do que a simples leitura de códigos para um diagnóstico preciso

### **1.1 Problema de pesquisa**

Há escassez de material científico sobre diagnóstico automotivo, prevalecendo informações pouco estruturadas. O sucesso de uma metodologia depende de dois fatores principais qualificação técnica e organização para construção da lógica de raciocínio, pois sem organização e conhecimento adequado sobre os sistemas o diagnóstico se torna muitas vezes ineficaz.

### **1.2 Objetivo(s)**

- Identificar o público-alvo da pesquisa;
- Realizar pesquisas bibliográficas;
- Realizar pesquisa descritiva através de um questionário;
- Realizar pesquisa experimental aplicando a metodologia;
- Executar análise dos resultados que determinarão a eficácia da metodologia proposta.

### **1.3 Justificativa**

O diagnóstico de falhas em automóveis é um desafio que pode gerar imprecisões, retrabalhos e custos elevados. A ausência de metodologia estruturada agrava esse cenário. O projeto propõe um processo em seis etapas para elevar o índice de assertividade durante o diagnóstico, reduzir tempo e erros, aumentar a satisfação do cliente e a produtividade das oficinas, além de suprir a falta de referências sistemáticas em português.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

A busca por métodos eficientes para diagnosticar falhas em automóveis é uma constante na engenharia automotiva. Esta seção visa contextualizar a metodologia de diagnóstico estruturada, baseando-se em abordagens e ferramentas que contribuem para o desenvolvimento de soluções eficazes e precisas.

### **2.1 Diagnóstico Estruturado**

Denton (2006) destaca que, para obter êxito no diagnóstico automotivo, é fundamental estruturar as etapas a serem seguidas. O diagnóstico é uma análise detalhada que visa encontrar a causa raiz de uma falha em um sistema, e a metodologia estruturada proporciona uma abordagem organizada e sistemática para problemas complexos. Denton (2006, p.6) afirma que o diagnóstico ou identificação de falhas é uma parte fundamental do trabalho de um técnico automotivo, e que o mesmo processo lógico pode ser utilizado para diagnosticar falhas, independentemente do sistema, desde que o conhecimento sobre o funcionamento do sistema seja adequado.

A metodologia proposta por Denton (2006) consiste em seis etapas essenciais para o diagnóstico automotivo:

- **Coleta de Informações:** reunião de dados relevantes sobre o problema, como relatos do cliente e histórico do veículo.
- **Exame Visual e Testes:** inspeção detalhada do veículo e realização de testes preliminares para identificar sinais visíveis e códigos de falha via OBD-II.
- **Análise de Dados:** interpretação de dados fornecidos pelo scanner (quando aplicável) e comparação com parâmetros normais, buscando inconsistências e tendências.
- **Diagnóstico:** identificação da causa raiz do problema, desenvolvendo hipóteses e isolando o componente danificado com base nas evidências.
- **Recomendações e Reparos:** definição do plano de ação para corrigir a falha, incluindo a determinação dos reparos e substituições necessárias.
- **Testes de Verificação:** realização de testes pós-reparo, como teste de rotação, para garantir que o problema foi resolvido e o veículo funciona corretamente.

É crucial entender o funcionamento do sistema envolvido e adaptar as etapas da metodologia para desenvolver o raciocínio do diagnóstico, seja qual for a complexidade da falha.

## 2.2 Otimização de Processos via Six Sigma

A metodologia Six Sigma, com seu ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), oferece uma estrutura rigorosa para melhorar processos existentes (Brenig, 2012). Há uma correlação direta entre as etapas do DMAIC e a metodologia estruturada de diagnóstico:

- **Define (Definir):** correlaciona-se com a Etapa 1 (Coleta de Informações), identificando o problema a partir da queixa do cliente.
- **Measure (Medir):** correlaciona-se com a Etapa 2 (Exame Visual e Testes), coletando dados relevantes sobre o problema.
- **Analyse (Analisar):** correlaciona-se com as Etapas 3 (Análise de Dados) e 4 (Diagnóstico), analisando dados e buscando a causa raiz.
- **Improve (Melhorar):** correlaciona-se com a Etapa 5 (Recomendações e Reparos), desenvolvendo e implementando soluções.
- **Control (Controlar):** correlaciona-se com a Etapa 6 (Testes de Verificação), monitorando para garantir que o sistema funcione perfeitamente.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em três frentes: bibliográfica, descritiva e experimental. A bibliográfica fundamentou o estudo em obras da área, especialmente *Advanced Automotive Fault Diagnosis* (Denton, 2006). A descritiva aplicou questionário a 61 profissionais da reparação automotiva, identificando déficit de conhecimento nos sistemas de Rede CAN, Airbag e Ar-Condicionado, onde mais de 90% declararam nível iniciante ou intermediário. A experimental utilizou o Diagrama de Pareto para selecionar esses sistemas e realizou testes práticos com seis técnicos. Cada participante diagnosticou falhas primeiro sem a metodologia e depois aplicando as seis etapas propostas, permitindo comparar o desempenho e validar a eficácia do método.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa experimental, comparando o aproveitamento dos técnicos com e sem o uso da metodologia estruturada, demonstram a eficácia da abordagem proposta. A Tabela 1 (referência à tabela do artigo original) apresentou

os resultados de aproveitamento dos seis convidados.

Os resultados experimentais indicaram que, dos seis testes realizados, em 66,67% dos casos, a aplicação da metodologia estruturada foi crucial para o sucesso no diagnóstico, demonstrando maior assertividade por parte dos técnicos. Em contraste, sem a metodologia, os técnicos conseguiram concluir o diagnóstico com sucesso em apenas dois dos seis casos.

**Tabela 1** - Aproveitamento do diagnóstico dos convidados da pesquisa experimental

Convidado	Sistema	Sem Metodologia (%)	Com Metodologia (%)
1	Air Bag	38	75
2	Air Bag	45	62,5
3	Ar-Condicionado	34	71
4	Ar-Condicionado	36	76
5	Rede CAN	40	78
6	Rede CAN	55	75

Fonte: Autores, 2025

Essa diferença significativa no desempenho ressalta que a metodologia estruturada otimiza o processo de diagnóstico, melhorando o desempenho técnico e reduzindo erros, especialmente em diagnósticos complexos. A aplicação das etapas sistemáticas (coleta de informações, exame visual, análise de dados, diagnóstico, recomendações e testes de verificação) forneceu um roteiro claro que guiou os técnicos à causa raiz da falha de forma mais eficiente. A pesquisa também evidenciou que o nível de treinamento dos técnicos teve um impacto direto nos resultados: quanto mais familiarizados e treinados, maiores as chances de sucesso no diagnóstico. A metodologia permitiu que os técnicos identificassem problemas de forma mais abrangente, incluindo potenciais falhas futuras, o que abre oportunidades para as oficinas oferecerem manutenções preventivas e aumentarem sua receita. A padronização do processo contribui para a qualificação profissional e para a produtividade geral da oficina, tornando o trabalho mais eficiente e confiável.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo, fundamentado em pesquisas bibliográficas, descritivas e experimentais, validou a eficácia da metodologia estruturada no diagnóstico automotivo. Nos testes, a metodologia garantiu sucesso em 66,7% dos casos, contra apenas dois acertos sem sua aplicação, confirmando sua relevância diante da complexidade dos veículos modernos. Além de aumentar a precisão, permite prever falhas futuras, favorecendo manutenções preventivas e maior produtividade das oficinas. Assim, adotar uma abordagem sistemática melhora o desempenho técnico, a satisfação dos clientes e representa um diferencial competitivo, abrindo espaço para futuras aplicações em outros sistemas e tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- BOSCH, Robert GmbH. **Manual de Tecnologia Automotiva**. 25. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.
- BRENIG, Martin Jones. DOWDALL, Jo. STREICHER, Alberto. **Lean Six Sigma for Dummies**. 2 ed. England: John Wiley & Sons, Ltd, 2012.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 354, de 13 de dezembro de 2004 - Dispõe sobre os requisitos para adoção de sistemas OBD nos veículos automotores leves objetivando preservar a funcionalidade dos sistemas de controle de emissões**. 2004..
- DENTON, Tom. **Advanced Automotive Fault Diagnosis**. 2. ed.

Oxford: Elsevier, 2006.

DENTON, Tom. **Automotive Technician Training**. 2 ed. Oxford: Routledge, 2022.

## **SOBRE O(S)AUTOR(ES)**

### **i PATRICK OLIVEIRA MADUREIRA**



Patrick Oliveira Madureira é graduando em Tecnologia em Sistemas Automotivos pelo Centro Universitário SENAI – Campus Ipiranga. Com vasta experiência no setor de reparação automotiva, seu foco principal é o diagnóstico avançado de sistemas automotivos. Atualmente, atua como Líder Técnico na High Torque Car Service, sendo responsável pelo setor de diagnóstico de falhas.

### **ii VINICIUS FICARELLI PELLEGRINO**



Vinicius Ficarelli Pellegrino é graduando em Sistemas Automotivos pelo Centro Universitário SENAI – Campus Ipiranga. Já obteve experiência na área de Restauração de veículos antigos e reparos rápidos. Hoje atua na área de manutenção e preparação de veículos da linha premium, com ênfase em reprogramação de ECUs. É técnico na empresa Armada Performance há 5 anos.

### **iii JOSÉ MARTINHO LEAL NETO**



José Martinho Leal Neto possui técnico em manutenção automotiva - SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2011), graduação em Tecnologia em Eletrônica Automotiva - FATEC Santo André (2017), Pós-Graduação Lato Sensu em Motores de Combustão Interna - SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2019) - Professor de Ensino Superior - Especialista II - SENAI - SENAI Conde José Vicente de Azevedo.

### **iv ANTONIO LUIZ BARBOSA DOS SANTOS**



Possui mestrado profissional em Engenharia Automotiva pela USP (2008) e vasta experiência em Engenharia de Produção e Automobilística, com foco em gerenciamento de projetos e produtos. Atualmente, é professor de ensino tecnológico em Sistemas Automotivos no SENAI-SP. <https://orcid.org/0000-0001-8016-6841>

### **v GUILHERME MATIOLLI**



Engenheiro Mecatrônica (2019) e Mestre (2023) em Energia, ambos pela Universidade Federal do ABC. Atualmente é professor da Faculdade Senai de Tecnologia e pesquisador em IA aplicado ao setor automotivo. Tem experiência na área de Automobilística, com ênfase em modelagem e controle de sistemas automotivos.

<https://lattes.cnpq.br/6601168491156158>

### **vi MAURICIO GAYUBAS**



Possui graduação em Engenharia Elétrica, pós-graduações em Marketing, Docência e Mobilidade Sustentável, além de Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Doutorando em Administração pela ESPM. Atua há mais de 30 anos na gestão comercial e treinamentos técnicos em empresas multinacionais na América Latina.