



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas



JEZUEL MARTINS

**ANÁLISE DA GESTÃO DE GARANTIA NAS EMPRESAS DO  
SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO**

LIMEIRA

2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas



JEZUEL MARTINS

**ANÁLISE DA GESTÃO DE GARANTIA NAS EMPRESAS DO  
SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO**

*Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Manufatura na área de Pesquisa Operacional e Gestão de Processos*

*Orientador:* Prof. Dr. Daniel Iwao Suyama.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO JEZUEL MARTINS, E ORIENTADA PELO PROF. DR. DANIEL IWAO SUYAMA

LIMEIRA

2024

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

M366a Martins, Jezuel, 1981-  
Análise da gestão de garantia nas empresas do setor automotivo brasileiro / Jezuel Martins. – Limeira, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Daniel Iwao Suyama.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Qualidade. 2. Indústria automobilística. I. Suyama, Daniel Iwao, 1984-. II. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações Complementares

**Título em outro idioma:** Analysis of warranty management in Brazilian automotive companies

**Palavras-chave em inglês:**

Quality

Automobile industry and trade

**Área de concentração:** Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

**Titulação:** Mestre em Engenharia de Produção e de Manufatura

**Banca examinadora:**

Daniel Iwao Suyama [Orientador]

Rodrigo Fernando Galzerano Baldo

Eduard Prancic

**Data de defesa:** 02-07-2024

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia de Produção e de Manufatura

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0004-5745-5847>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/5971300833729463>

## **Folha de Aprovação**

**Autor:** Jezuel Martins

**Título:** Análise da gestão de garantia nas empresas do setor automotivo brasileiro

**Natureza:** Dissertação

**Área de Concentração:** Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

**Instituição:** Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp

**Data da Defesa:** Limeira-SP, 02 de julho de 2024.

### **BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Daniel Iwao Suyama (orientador)  
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Rodrigo Fernando Galzerano Baldo (membro)  
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Eduard Pranic (membro externo)  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCCAMP

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho especialmente à minha esposa, Heloísa de Lima Miranda Martins, por me incentivar, apoiar e compreender os momentos de ausência para conclusão dessa jornada incrível e inesquecível.*

## AGRADECIMENTOS

Meus mais sinceros e respeitosos agradecimentos a Deus, que em sua infinita bondade, me concedeu as melhores condições possíveis para que eu pudesse concluir essa dissertação. Minha fé em Deus propiciou acreditar que o caminho escolhido, para esse desafio intelectual, é a fonte para uma vida mais cheia de bênçãos e que me aproxima ainda mais de Sua imensa compaixão e caridade.

Devo agradecer do fundo do meu coração por Deus colocar em meu caminho pessoas como minha esposa, Heloisa de Lima Miranda Martins, que foi a grande incentivadora e propiciou que, nos momentos mais angustiantes, tivesse a tranquilidade para continuar o caminho e alcançar a conclusão dessa dissertação.

Deus também foi muito piedoso comigo quando colocou em meu caminho uma pessoa como Rafael Ferreira, que não mediu esforços para que eu pudesse ter oportunidade de fazer parte de alunos do curso desse mestrado.

Ao Professor Daniel Iwao Suyama, por, principalmente acreditar no meu trabalho e na minha vontade em estar vivendo essa experiência. Seu apoio e confiança incondicional nas minhas atividades jamais serão esquecidas por mim e jamais poderei retribuir a sua bondade comigo.

À Professora Izabela Simon Rampasso, impossível expressar minha gratidão e admiração pelo seu profissionalismo e apoio, capaz de gerar uma transformação total na minha forma de ver e enxergar o universo acadêmico. A forma prestativa como orienta e sua empatia comigo mostrou-me que realmente devemos acreditar que a educação transforma e é o melhor instrumento para termos um mundo melhor.

Dedico também aos amigos Luiz Romano, Rafael Dias, Marcel Trindade e João Mattos pelo apoio e suporte. Além deles, dedico também a todos os amigos que torceram por mim nesse processo.

A todos colegas, contatos e representantes das empresas que tomaram seus preciosos tempos para responderem ao questionário da pesquisa dessa dissertação.

À minha mãe, Benedita de Oliveira Martins, meus irmãos, José Carlos Martins e Jeane Eugênicia Martins da Silva e às minhas sobrinhas, Carla Martins, Beatriz Martins da Silva e Heloisa Martins da Silva e meus cunhados, Agnaldo Pereira da Silva e Rita Pereira Martins quero agradecer por entenderem que esse amor aos estudos é uma forma de retribuir todo amor que sempre depositaram em mim, mesmo nos momentos de longa ausência, sendo a forma mais genuína para que tenham orgulho de mim. Que meu pai, que hoje vive ao lado de Deus, saiba da minha gratidão pelas suas palavras e seu exemplo em vida foram esquecidos e que serviram de exemplo para eu conseguir concluir essa jornada.

Carinhosamente, dedico ao meu filho Lucas Miranda Martins, que dentro da sua inocência, entenda um dia como seu sorriso me fortaleceu ainda mais para concluir essa dissertação. E a possibilidade de um dia você ler esse trabalho e sentir orgulho desse seu pai torna este momento ainda mais especial.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## EPÍGRAFE

*Os discípulos foram acordá-lo, clamando: "Mestre, Mestre, vamos morrer!" Ele se levantou e repreendeu o vento e a violência das águas; tudo se acalmou e ficou tranquilo.*

**Lucas 8:24.**

## RESUMO

Essa dissertação discute a abrangência ampla do cálculo de custos nos dias atuais e como as decisões na vida cotidiana e nas organizações envolvem custos em maior ou menor escala. Destaca a importância da redução de desperdícios e defeitos em produtos e o papel dos custos de garantia nas organizações. Essa dissertação também menciona o conceito de *recall* e os esforços feitos pelos fabricantes de veículos para melhorar a segurança dos produtos. Além disso, menciona a importância da garantia como uma ferramenta para aumentar as vendas e a fidelidade à marca, ao mesmo tempo em que gera custos adicionais para os fabricantes. Visando uma orientação às empresas na implementação de práticas eficazes de gestão de garantia, reduzindo os custos de garantia, aumentando a satisfação do cliente e melhorando a competitividade geral, uma pesquisa ampla foi realizada para compreender os métodos e processos adotados para a gestão de garantia no setor automotivo no Brasil. Para esse estudo foi coletado dados por meio de pesquisas, onde os resultados foram criticamente analisados usando o modelo Fuzzy TOPSIS.

**Palavras-chave:** qualidade, garantia, custos, indústria, automotiva

## ABSTRACT

This dissertation discusses the broad scope of cost calculation in today's world and how decisions in everyday life and organizations involve costs on a larger or smaller scale. It highlights the importance of waste reduction and product defects, as well as the role of warranty costs in organizations. This dissertation also mentions the concept of *recalls* and the efforts made by vehicle manufacturers to improve product safety. Additionally, it emphasizes the importance of warranty as a tool to increase sales and brand loyalty, while also generating additional costs for manufacturers. With the aim of providing guidance to companies in implementing effective warranty management practices, reducing warranty costs, increasing customer satisfaction, and improving overall competitiveness, comprehensive research was conducted to understand the methods and processes adopted for warranty management in the automotive sector in Brazil. Data for this study was collected through surveys, and the results were critically analyzed using the Fuzzy TOPSIS model.

**Keywords:** quality, warranty, costs, industry, automotive

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de fábricas no Brasil .....	29
Figura 2: Custos relacionados à Qualidade.....	33
Figura 3: Fluxo do Processo de Reclamação de Garantia.....	37
Figura 4: Fluxo do Processo de Reclamação de Garantia (continuação) .....	38
Figura 5: Bathtub Curve .....	47
Figura 6: Etapas seguidas na pesquisa.....	60
Figura 7: Caracterização dos respondentes e classificação recebida por cada resposta possível .....	62
Gráfico 1: Número de vínculos empregatícios por setor 2003-2017 .....	23
Gráfico 2: Evolução dos casos de <i>recall</i> – 2010 a 2021 .....	42
Gráfico 3: Evolução quantidade de produtos envolvidos – 2010 a 2021.....	43
Gráfico 4: Campanhas de <i>recall</i> em 2013.....	44
Gráfico 5: Casos de <i>recall</i> dos produtos sujeitos a defeitos – 2021 .....	44
Gráfico 6: Linha de crescimento dos casos de <i>recall</i> de veículos – 2013 a 2016.....	45
Gráfico 7: Componentes mais afetados pelas campanhas de <i>recall</i> – 2013 a 2016 .....	45
Gráfico 8: Percentual das respostas para nível hierárquico na empresa .....	70
Gráfico 9: Percentual das respostas para quanto tempo está na função atual na empresa .....	70
Gráfico 10: Percentual das respostas para definição do processo predominante na empresa .....	71
Gráfico 11: Percentual das respostas para localização da empresa .....	71
Gráfico 12: Percentual das respostas para a quantidade de funcionários na empresa .....	72
Gráfico 13: Percentual das respostas se há filial em outro(s) país(es) .....	72

Gráfico 14: Percentual das respostas sobre se o tempo de garantia adotado na empresa que é menor que o tempo de garantia adotado pela montadora do veículo que utilizará o produto .....	73
Gráfico 15: Percentual das respostas para a sistemática para pagamento das peças retornadas de campo adotada pela empresa .....	74
Gráfico 16: Percentual das respostas quantidade de sistemática adotada para pagamento das peças retornadas de campo .....	74
Gráfico 17: Percentual das respostas para os tipos de custos que são incorporados à garantia .....	75
Gráfico 18: Percentual das respostas para relação dos custos da empresa .....	75
Gráfico 19: Percentual das respostas para o prazo médio de garantia .....	76
Gráfico 20: Percentual das respostas se o prazo de garantia dos produtos pode ser estendido, caso o Cliente pague por isso .....	76
Gráfico 21: Percentual das respostas para as ferramentas ou metodologias utilizadas para analisar as causas dos custos de garantia .....	77
Gráfico 22: Percentual e avaliação da relação das ferramentas ou metodologias utilizadas para analisar as causas dos custos de garantia.....	78
Gráfico 23: Valores de $CC_i$ para cada Variável (Pergunta) .....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 10 atividades com maiores participações no total da indústria de transformação brasileira, por intensidade tecnológica, distância em relação a fronteira, taxa de contribuição, 1996-2007 .....	22
Tabela 2: Classificação recebida por cada resposta possível (para P14) .....	64
Tabela 3: Relação de perguntas conforme AIAG (2015).....	65
Tabela 4: Classificação recebida por cada resposta possível (para P15 a P28).....	66
Tabela 5: Respostas coletadas e tabuladas de acordo com perfil dos respondentes: ..	68
Tabela 6: Análise de frequência das respostas do grupo N1 .....	82
Tabela 7: Análise de frequência das respostas do grupo N2 .....	82
Tabela 8: Análise de frequência das respostas do grupo N3 .....	82
Tabela 9: Distâncias de cada elemento da solução ideal positiva ( $d_i^*$ ) e distância total representada pela soma das distâncias .....	83
Tabela 10: Distâncias de cada elemento da solução ideal negativa ( $d_i^-$ ) e distância total representada pela soma das distâncias .....	84
Tabela 11: <i>Closeness Coefficient</i> ( $CC_i$ ) calculado dos valores de $d_i^*$ e $d_i^-$ .....	84
Tabela 12: Tópicos ranqueados pelos valores de $CC_i$ .....	85

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1. OBJETIVOS.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
2.1. A INDÚSTRIA BRASILEIRA .....	19
2.1.1. O SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO .....	25
2.1.1.1. GESTÃO DE CUSTOS DE GARANTIA .....	32
2.1.1.2. ENGENHARIA DA QUALIDADE .....	46
3. MATERIAIS E METODOLOGIA .....	60
3.1. ESTABELECIMENTO DA BASE TEÓRICA .....	61
3.2. ESTRUTURAÇÃO DAS FONTES DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE PESQUISA .....	61
3.3. PESQUISA .....	69
3.4. ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	69
3.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	78
4. RESULTADO.....	81
5. CONCLUSÕES.....	92
6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....	94
7. REFERÊNCIAS.....	95

## 1. INTRODUÇÃO

A abrangência de cálculo de custos é muito ampla nos dias atuais, onde uma simples averiguação de caráter pessoal permitirá constatar que nossas decisões diárias de todos os tipos envolvem em maior ou menor escala a variável custos. Na vida das organizações, o cenário não é diferente. Também aqui grande parte das decisões diárias envolve de alguma forma o custo (BERTÓ e BEULKE 2017).

Associado aos custos de um produto, está a capacidade de redução dos desperdícios e um dos principais conceitos desta filosofia está na redução de desperdícios mais comuns como: defeitos, excesso de produção, estoques, super processamento, transporte desnecessário e espera, onde cada um deles pode ter uma interpretação diferente de acordo com o processo e que alguns podem ser considerado realmente um desperdício, já em outros não pois dependem se isso agrega valor ao meu produto final ou não (LEDESMA, 2019 *apud* OHNO, 1988).

Quando se fala em desperdício por defeito, Silva *et al.* (2017) relata que no mercado desafiador de hoje, as organizações estão constantemente procurando meios para alcançar maior qualidade e produtividade. Isso pode ser alcançado se houver concentração de esforços para reduzir vários defeitos que causam a rejeição ou retrabalho no processo. Esta é a estratégia para conduzir uma organização à eficácia no mercado competitivo.

Um dos desperdícios dentro das organizações está em defeitos de produtos já em uso pelo seus Clientes, nesse caso o chamado Custos de Garantia. A organização define as estratégias de garantia que direcionará comportamentos e práticas (por exemplo: projeto anual de melhoria, projetos de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) os quais reduzirão o custo de garantia da companhia ao longo do tempo e que com a adoção do gerenciamento de garantia, a organização ganhará com um entendimento da tecnologia de informação, recursos financeiros, aumento

das habilidades técnicas de seus colaboradores e melhor percepção humana (AIAG, 2015).

Nem sempre as informações relacionadas à confiabilidade do produto são possíveis ou calculadas perfeitamente e nesse ambiente de incerteza o gerenciamento de garantia atua com mecanismos que contribuem para esse amadurecimento técnico sobre o produto. Por isso, resultados de garantia devem suportar essa análise de confiabilidade, onde decorrem de uma análise técnica de cada produto retornado ou disponível para análise e esses resultados precisam ser processados e classificados (LANGLEY *et al.*, 1996).

A falta de medidas eficazes para redução de custos por defeitos em produtos pode levar consequências ainda mais sérias às organizações, por exemplo o *recall*. O *recall* é uma iniciativa criada em 1976 pelo governo do Estado de São Paulo, e que a Fundação PROCON-SP, determina que o *recall* é um procedimento previsto nas leis; deve ser aplicado pelos fornecedores, como um meio de realizar um alerta aos consumidores, para realizar o chamado de volta dos produtos e serviços, colocado no mercado, que apresentam problemas. No Brasil, o *recall* se iniciou nas esferas regulamentárias com a publicação da lei 8.078/90, tornando-se o Código de Defesa do Consumidor - CDC, em 1990 (NETO e GIACAGLIA, 2017).

Cabe também ressaltar como os fabricantes de veículo tem se mostrado empenhados e determinadas a erradicar os defeitos de fabricação nos veículos montados em suas linhas de produção, principalmente após a década de 1960, quando Ralph Nader publicou, em 1965, o livro intitulado: “Inseguro a qualquer velocidade: os projetos perigosos das empresas automotivas americanas”, o que despertou o interesse das autoridades governamentais não só nos Estados Unidos, como em muitos outros países do mundo, inclusive no Brasil, acerca da necessidade do aprimoramento da segurança veicular, tanto em relação aos componentes que equipam os veículos, quanto no aperfeiçoamento das regras de tráfego em rodovias (CORRÊA, 2022). Um exemplo é que a maioria dos produtos duráveis são vendidos

com garantia. Uma garantia é uma obrigação contratual incorrida por um fabricante (fornecedor ou vendedor) em conexão com a venda de um produto (DAI *et al.*, 2019 *apud* WU, 2012).

Dentro desse contexto, Bian *et al.* (2015) aponta que hoje em dia, um número crescente de fabricantes, especialmente fabricantes de produtos complexos, considera a garantia uma ferramenta eficaz para aumentar as vendas e fidelizar a marca. Embora um prazo de garantia satisfatório possa atrair mais clientes, tal obrigação de garantia gera custos adicionais para o fabricante. De acordo com uma pesquisa da “Warranty Week” em 2014, o custo da garantia como uma porcentagem do preço de venda pode normalmente variar entre 2% e 5% para algumas grandes empresas no mundo. Assim, prever com precisão as reclamações de garantia torna-se cada vez mais importante para a tomada de decisões sobre a concepção de políticas de garantia e preparação de planos financeiros, bem como para o desenvolvimento de produtos (DAI *et al.*, 2019).

## 1.1. OBJETIVOS

Esta dissertação tem como objetivo compreender melhor os métodos e processos adotados para gestão de garantia.

Para isso, desdobra-se uma pesquisa com tema relacionados a compreender a maturidade quanto o gerenciamento de garantia das empresas do setor automotivo localizadas no Brasil.

No Capítulo 2, a revisão bibliográfica realizar-se-á uma análise histórica sobre a evolução da indústria brasileira e alguns aspectos que moldaram esse importante setor da economia brasileira, além de uma avaliação sintetizada da situação corrente vivida em no Brasil. Ainda sobre a revisão bibliográfica, derivaremos para o setor automotivo brasileiro, dentro de uma linha de raciocínio similar ao empregado para contextualizar a indústria brasileira, adicionando informações que mostram a relevância desse setor à economia brasileira, bem como a distribuição das fontes de

fabricação e transformação de um bem de consumo intrínseco à nossa sociedade: o carro. Procede nesse contexto a descrição da gestão dos custos de garantia empregado para o setor automobilístico, enfatizando modelos, prática e regras presentes nesse momento nas indústrias desse setor. Finalizando a revisão bibliográfica, uma abordagem sobre como a Engenharia da Qualidade apoia a redução de custos de garantia e, dentro das inúmeras metodologias presentes para erradicação de defeitos, uma demonstração das mais observadas durante o levantamento e avaliação bibliográfica será decorrida de forma lúdica.

No capítulo 3 será compreendido os materiais e metodologia aplicados para construção da coleta de dados, elucidando o caminho percorrido para análise dos dados, através do estabelecimento da base teórica, estruturação das fontes de pesquisa e aplicação da pesquisa. Em se tratando de pesquisa, foi decorrido a formulação das perguntas e classificações adotadas para cada resposta. Ainda sobre o capítulo 3, uma análise da caracterização dos respondentes e da amostra aplicar-se-á e finalizará com análise dos dados, baseando-se no modelo Fuzzy TOPSIS.

No quarto capítulo, discutir-se-á os resultados obtidos e o quão aberto esse tema estará para inclusão de novas pesquisas e estudos acadêmicos no futuro, pautando as definições e conclusões nos dados levantados para essa dissertação.

Por fim, decorrer-se-á a conclusão dessa dissertação e descrição das referências bibliográficas aplicadas e aqui mencionadas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo são expostos os conceitos básicos necessários para o desenvolvimento desta dissertação (GARCIA, 2020). Por isso, é apresentada uma observação sobre a indústria brasileira (capítulo 2.1.), derivando para o setor automotivo brasileiro (capítulo 2.1.1.) e dentro desse setor, contextualizar a gestão de custos de garantia (capítulo 2.1.1.1.), além de demonstrar exemplos de ferramentas e

metodologias da engenharia da qualidade (capítulo 2.1.1.2.) diretamente associadas à gestão desses resultados.

## **2.1. A INDÚSTRIA BRASILEIRA**

Conforme Fernandes (2001), no Brasil, apesar das primeiras tentativas de instalação de fábricas datarem no século XVIII, ela só surgiu como um pouco mais de vigor na segunda metade do século XIX, expandiu-se a partir da década de 1880, mas passou a representar um papel importante na economia brasileira na década de 1920, quando chegou a formar um respeitável parque industrial de bens de consumo.

Antes da Segunda Guerra Mundial, foram instaladas as indústrias leves de bens de consumo não duráveis e, após seu término, deu-se início à implantação de setores da indústria pesada e de elevada intensidade em capital como bens intermediários e bens de consumo duráveis e, também, aqueles mais tecnológicos produtores de bens de capital (Morceiro, 2018).

Gomes e Diegues (2019) mencionam que a partir das transformações no último quarto do século XX, com o crescente processo de informatização, observou-se a consolidação do paradigma baseado na microeletrônica. A consolidação dos efeitos da microeletrônica que tiveram início na década de 1970. Essas transformações passaram cada vez mais a fazer parte das atividades administrativas das empresas, uma vez que os processos e rotinas operacionais passaram a ser informatizados. Esses processos foram importantes no sentido que possibilitaram o gerenciamento dos fluxos informacionais e de conhecimentos essenciais para a gestão descentralizada de uma firma, principalmente em escala global. É exatamente a partir desta noção de desenvolvimento que este trabalho compreende o advento de um novo paradigma técnico-econômico nos anos 1970 e sua capacidade de transformar a indústria e a sociedade global nos decênios subsequentes.

No Brasil, a indústria liderou o crescimento econômico entre as décadas de 1930 e 1980 durante o período denominado desenvolvimentista, dado o grande envolvimento e esforço do Estado na condução da política econômica com o objetivo de crescimento da produção e adensamento do tecido industrial (GOMES e DIEGUES, 2019). Morceiro (2018) descreve que a industrialização ocorrida até 1980 foi no sentido de implantar setores ausentes e enraizar localmente a produção de insumos e componentes dos setores instalados. Dessa maneira, estudos da década de 1980 demonstrou que o Brasil passou a fabricar produtos e insumos intermediários de praticamente todos os segmentos existentes nos países de industrialização madura, mas não os produzia com a mesma eficiência porque a indústria doméstica era muito protegida, o desenvolvimento tecnológico era fraco e o coeficiente de exportação baixo (SUZIGAN, 1988). Adicionalmente, Portugal Júnior *et al.* (2017) trazem um cenário sobre a década de 1980, onde menciona que para Cano (2012) a industrialização atingida nas décadas anteriores a 1980 deteriorou-se face à ausência de políticas industriais e de desenvolvimento, bem como, da conjugação de juros elevados, falta de investimentos, câmbio sobrevalorizado e ampla abertura comercial mal planejada. Tais fatos trouxeram como consequências a perda de competitividade das exportações industriais brasileiras, o aumento das importações de produtos industriais e a diminuição do investimento produtivo no setor industrial. Complementa Morceiro (2018) que assim, o desempenho exportador e a geração de tecnologia pelas empresas brasileiras eram muito incipientes comparativamente aos países de industrialização madura (Estados Unidos, Japão e Alemanha). Todavia, após esse período, principalmente com a abertura comercial e financeira da década de 1990 – na qual foram observadas taxas de juros elevadas, câmbio apreciado e redução de tarifas de importação para diversos tipos de bens – iniciou-se no Brasil um movimento de reversão do crescimento e importância da indústria observado pela baixa taxa de crescimento do PIB industrial e a redução da sua importância e participação no PIB brasileiro (GOMES e DIEGUES, 2019).

Moreira (1999) analisou que a década de 90 marcou a transição da indústria brasileira para um novo regime de comércio, deixando para trás pelo menos quatro décadas de forte proteção contra as importações. O inventário do antigo regime ainda é fruto de acirrada polêmica, mas não há como negar alguns fatos. Nesse período se estabeleceu ampla e diversificada estrutura industrial, com a indústria de transformação ampliando sua participação no PIB, de 19% em 1955 para 30% em 1990. Esse ganho refletiu taxas de crescimento aceleradas que acabaram irradiando por toda a economia, permitindo que o PIB crescesse em média 6,3% ao ano no mesmo período. Contudo, em seu artigo Gomes e Diegues (2019) descreve que para um maior posicionamento da indústria brasileira frente à fronteira tecnológica, analisou-se os dez setores com maior participação na indústria de transformação e quanto cada setor contribuiu para o crescimento da indústria total. Além disso, apresenta-se a distância dos setores brasileiros em relação a fronteira tecnológica mensurado a partir do gap de produtividade (Tabela 1).

Antes de entrar com mais detalhe na década de 1990, cabe mencionar os termos: *Catching up*, *Forging Ahead*, e *Falling Behind*, cujo foco está em tendências globais, como crescimento, convergência e diferenças nas trajetórias nacionais (SAMSAMI e SCHØTT, 2022). A literatura sobre *Catching up* sugere que devido a transferências de tecnologia, países relativamente atrasados devem crescer a uma taxa mais rápida (VERSPAGEN, 1991). Por outro lado, quando a recuperação é desigual e está envolvendo divergência, pois algumas sociedades estão avançando (*Forging Ahead*) enquanto outras estão ficando para trás (*Falling Behind*). Dentro desse contexto, (Gomes; Diegues, 2019) descreve que entre 1996 e 2007, o valor agregado da manufatura brasileira cresceu 99,3%, sendo que a maior contribuição para esse crescimento foi observada para as atividades de coque e refino de petróleo (18,8%), alimentos e bebidas (15,3%), metalurgia (11,3%) e veículos motores, reboques (10,4%). Entre os dez setores, três podem ser considerados sucesso na realização de *catching up*, uma vez que diminuíram o hiato de produtividade em relação à fronteira. Por outro

lado, o setor de “coque e refino de petróleo” é um caso à parte, sendo sucesso de *catching up*, uma vez que possuía produtividade superior aos EUA, contudo o setor tem ampliado a lacuna de produtividade em relação à fronteira no período entre 1998 e 2007. Esses três setores somavam 23,6% do total do valor adicionado da indústria manufatureira, já os setores que fizeram *falling behind*, representavam 55,5% do total do valor adicionado em 2007.

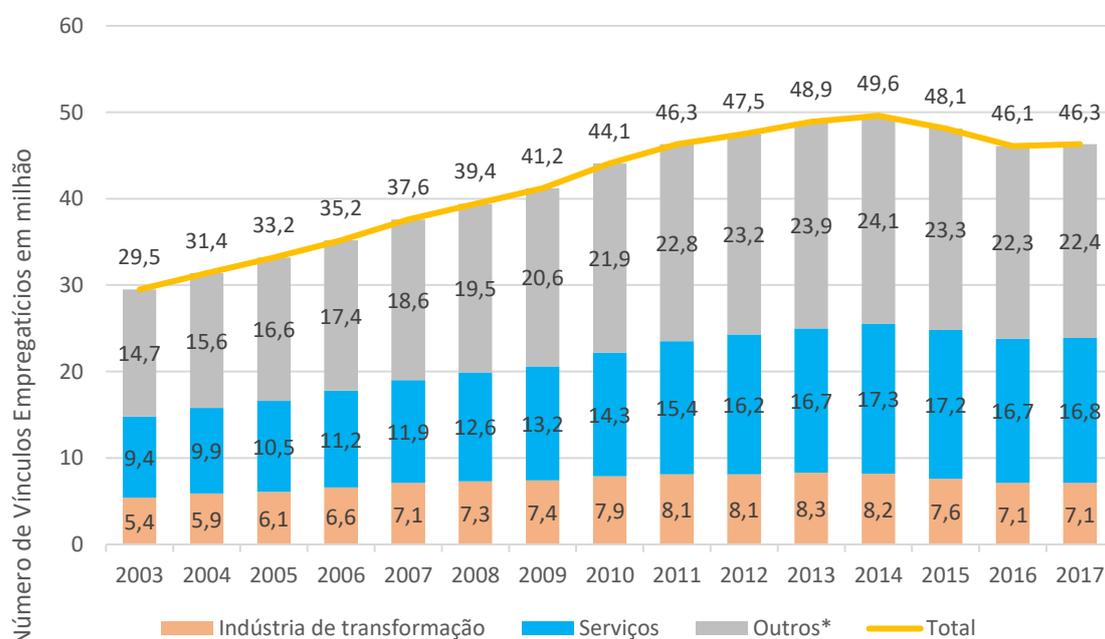
**Tabela 1:** 10 atividades com maiores participações no total da indústria de transformação brasileira, por intensidade tecnológica, distância em relação a fronteira, taxa de contribuição, 1996-2007

Descrição do setor	Intensidade Tecnológica	Distância em relação à fronteira	Taxa de Contribuição	Participação (2007)
Alimentos e bebidas	Baixa	<i>Falling Behind</i>	15,3	17,5%
Coque, produtos petrolíferos refinados, combustível nuclear	Média-baixa	<i>Forging Ahead</i>	18,8%	11,5%
Produtos químicos	Média-alta	<i>Falling Behind</i>	9,5%	11,2%
Veículos motores, reboques	Média-alta	<i>Catching up</i>	10,4%	9,2%
Metalurgia	Média-baixa	<i>Catching up</i>	11,3%	8,4%
Máquinas e Equipamentos	Média-alta	<i>Falling Behind</i>	6,2%	6,7%
Produtos de metal	Média-baixa	<i>Falling Behind</i>	4,2%	4,1%
Papel e produtos de papel	Baixa	<i>Catching up</i>	3,4%	3,6%
Borracha	Média-baixa	<i>Falling Behind</i>	2,9%	3,6%
Produtos minerais não metálicos	Média-baixa	<i>Falling Behind</i>	3,0%	3,3%

Fonte: Autor adaptado de Gomes e Diegues (2019)

Avaliando o cenário atual, Oliveira e Luna (2021) analisam que a evolução do total de vínculos empregatícios em valores absolutos por grandes setores econômicos (Gráfico 1). Constata-se que o emprego no setor industrial cresceu 32,6% entre 2003 e 2017, concomitante a um aumento do emprego no setor de serviços de 78,83%. O emprego formal total, apesar de uma redução no período da crise de 2014, cresceu 56,64% no período analisado (de 29.545 mil em 2003 para 46.282 mil vínculos em 2017).

Gráfico 1: Número de vínculos empregatícios por setor 2003-2017



\*Outros: Extrativa mineral, Serviços industriais de utilidade pública, Construção civil, Comércio, Administração pública, Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca.

Fonte: Autor adaptador de Oliveira e Luna (2021)

Complementar sobre o estudo Oliveira e Luna (2021) concluem que no Brasil, a indústria liderou o crescimento econômico entre as décadas de 1930 e 1980, durante o período denominado desenvolvimentista, dado o grande envolvimento e esforço do Estado na condução da política econômica com o objetivo de crescimento da produção e tecido industrial. Todavia, após esse período, principalmente com a abertura

comercial e financeira da década de 1990, iniciou-se um movimento de reversão do crescimento e importância da indústria, observado pela baixa taxa de crescimento do PIB industrial e redução da sua importância e participação no PIB brasileiro, conforme defendido por diversos autores. Posteriormente, no período de 2000 a 2018 a economia brasileira passou por dois períodos distintos: de expansão (2004 a 2014) e de crise (2014 a 2018). No período de expansão observou-se a retomada do crescimento econômico, tendo como principais vetores a formalização do mercado de trabalho, valorização do salário-mínimo, aumento do crédito e do consumo interno, aumento da renda per capita, retomada dos investimentos públicos em infraestrutura, diminuição das desigualdades sociais, combinadas a um cenário externo favorável. Por outro lado, observou-se que a política industrial adotada no período não foi capaz de mudar estruturalmente a composição estrutural da indústria brasileira, de forma a aumentar a participação de setores de maior intensidade tecnológica (OLIVEIRA e LUNA, 2021 *apud* GARRIDO, 2019).

A China passou a se industrializar ao receber etapas do processo produtivo manufatureiro mundial, fragmentado em redes globais de produção. Por outro lado, países industrializados como Alemanha, Japão e EUA passaram por um processo de desindustrialização no período recente, considerado pela literatura especializada como normal. No mesmo sentido, Brasil e México, passam pelo fenômeno da desindustrialização, entretanto, os impactos competitivos são considerados um processo de desindustrialização precoce, uma vez que não atingiram um grau de desenvolvimento considerável. A indústria de transformação é um setor chave para o desenvolvimento econômico e social de um país, devido aos seus efeitos multiplicadores de emprego e renda na economia, além de ser os locais principais da inovação tecnológica. Nesse contexto, é importante que esse setor mantenha ou aumente sua participação na economia (GOMES e DIEGUES, 2019).

### 2.1.1. O SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO

Campacci (2023) descreve que a indústria automobilística se instalou no Brasil em 1956, na cidade de Santa Bárbara d'Oeste (São Paulo) com o início da fabricação da Romi-Isetta. Em termos de montadora Campacci (2023) ainda descreve que quem chega primeiro é a Volkswagen, em abril de 1953, inaugurando sua fábrica no bairro do Ipiranga, em São Paulo-SP, até que em julho de 1955 transforma-se em Sociedade Anônima com 80% de capital alemão e 20% do grupo Monteiro Aranha e finalmente, no final do ano muda-se para um prédio próprio no km 23,5 da Via Anchieta em São Bernardo do Campo-SP e somente em 1959, foi instalada a fábrica da Volkswagen, cujo primeiro modelo produzido foi a Kombi. A segunda empresa a vir para o Brasil é a alemã Mercedes-Benz, mas só iniciou a construção da sua fábrica em outubro de 1953, no km 15 da Via Anchieta, enquanto a Chevrolet e a Ford que eram apenas montadoras de peças importadas, deram os seus primeiros passos com a fabricação de caminhões para, mais tarde, iniciarem a produção de automóveis em 1967 e a seguir veio a italiana Fiat de Turim, que se instalou em 1973 em Betim-MG (CAMPACCI, 2023).

Além do Estado de São Paulo o país vem mostrando maior distribuição de produção nesse setor e ao longo dos anos muito se mudou sobre a indústria automotiva e para explicar isso é preciso visitar os aspectos globais desse setor e Costa e Henkin (2016) descrevem que ao final dos anos 1960, a indústria automobilística internacional, assim como outros segmentos produtivos, foi afetada pela crise do paradigma tecno-econômico da produção em massa, decorrente da saturação dos mercados de bens de consumo duráveis 'padronizados' que ocorreu, principalmente, nos países desenvolvidos, levando ao acirramento da competição entre empresas e à queda nos lucros. Somam-se a este quadro os choques nos preços do petróleo em 1973 e 1979, um dos insumos industriais básicos neste período, elevando os custos de produção. A resposta da indústria automobilística à crise deu-se por meio de dois

movimentos: mudança do paradigma tecnológico setorial e ingresso em novos mercados geográficos. Costa e Henkin (2016) acrescentam que em relação à globalização, este é um movimento de ampliação de mercado, particularmente no acesso àqueles dos países emergentes. Em decorrência, aumenta a pressão política e econômica para a liberalização dessas economias. Trata-se de abertura comercial, produtiva e financeira, intensificando o fluxo de mercadorias e de capitais entre as nações, que ganha maior ímpeto a partir do começo da década de 1990. Esse movimento atingiu as montadoras em diferentes países, modificando seu comportamento estratégico e gerando um processo de internacionalização da produção de veículos, com um fluxo de investimentos diretos externos para países e regiões em desenvolvimento, onde havia um maior potencial de crescimento do consumo de autoveículos (HUMPHREY, 2003).

Outro importante aspecto dessa globalização acontece no aspecto organizacional das empresas e que Vanalle e Salles (2011) descrevem que no início da década de 1980, os produtores japoneses de automóveis introduziam novas formas de organização, novas práticas de gestão e o uso intensivo das novas tecnologias de informação. Surgiu, assim, o modelo de produção enxuta (*lean manufacturing*), um conjunto de novas técnicas de produção e de desenvolvimento de novos produtos: utilização de produção e fornecimento *just-in-time*, produção em pequenos lotes, a prática da Qualidade Total, a busca contínua de melhoramento e aperfeiçoamento em seus produtos, e um maior envolvimento dos fornecedores no projeto dos componentes por eles fabricados.

No Brasil Almeida *et al.* (2006) contextualizam que depois de um longo período de estagnação do mercado interno e de baixos investimentos, no início da década de 90 a indústria automobilística nacional deparou-se com sérios problemas de competitividade em relação ao padrão internacional. A fabricação era fortemente baseada na produção em massa, com altos níveis de estoque e retrabalho pós-linha, além da baixa escala de produção. A produtividade e a qualidade dos veículos

nacionais eram extremamente baixas, e as defasagens tecnológica e de mão-de-obra eram os principais fatores que originavam esses problemas. Ademais, ainda que tenham ocorrido esforços para modernização nos anos 80, os baixos índices de robotização e de automação, o baixo nível da educação básica da força de trabalho, a alta hierarquização dentro das empresas, a falta de confiança entre os operadores e a gerência e a ausência de trabalho em grupo foram obstáculos para o sucesso das novas formas de organização da produção e do trabalho (FERRO, 1993).

Vanalle e Salles (2011) mostram que atualmente, praticamente todas as grandes montadoras automobilísticas do mundo possuem instalações fabris no Brasil. Este processo contou com uma participação ativa do Estado, tanto por meio de políticas regulatórias e macroeconômicas, como por políticas setoriais, mais especificamente das Câmaras Setoriais do Regime Automotivo, que resultaram em alterações nas tarifas de exportações e no IPI (ALMEIDA *et al.*, 2006). Neves (2021) reforça categoricamente que há de se reconhecer também que a ajuda governamental para o setor é histórica, desde o início de sua implantação, importantes incentivos fiscais viabilizaram o negócio tornando a indústria automotiva brasileira um dos setores mais dinâmicos da economia por ser composta por uma forte cadeia de múltiplos efeitos sobre o tecido econômico e social, a partir de um número elevado de indústrias de base. Formada por oligopólio global de empresas internacionalizadas e marcadas por barreiras econômicas e tecnológicas à entrada de novas concorrentes, além de criar um número elevado de empregos diretos e indiretos e movimentar trilhões de reais por ano no Brasil, é uma indústria receptora de diversas políticas econômicas e incentivos estatais. Casotti e Goldenstein (2008) exaltam a importância dessa indústria para o país: A indústria tem enorme relevância na economia mundial, movimentando cerca de R\$2,5 trilhões por ano. Por causa desses valores e de seu forte efeito multiplicativo, atribui-se a ela 10% do PIB dos países desenvolvidos.

A importância da indústria na economia pode ser representada através de seus efeitos multiplicadores de renda, emprego, inovação e difusão tecnológica (OLIVEIRA

e LUNA, 2021). O setor automotivo brasileiro tem sua especial relevância nesse contexto e pode ser observada no Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2023 divulgado pela (ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2023), que é a entidade que reúne as empresas fabricantes de automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, máquinas agrícolas e de construção, onde além das 26 montadoras associadas à ANFAVEA, existem 498 autopeças associadas ao Sindipeças (Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores), 4.080 concessionárias de autoveículos e 964 concessionárias de máquinas agrícolas e rodoviária. Além disso, o mesmo anuário demonstra que a capacidade instalada de produção de veículos está em 4,5 milhões por ano para autoveículos com uma receita anual de US\$53,6 bilhões, o que representaria 20% do PIB nacional para a indústria de transformação e 2,5% do PIB total do Brasil, gerando 1,2 milhão de empregos diretos e indiretos, gerando tributos diretos ao Estado (IPI, PIS/COFINS, ICMS, IPVA) de R\$85 bilhões anualmente. Além disso o Anuário demonstra que, no Brasil, foram produzidos 91 milhões de autoveículos (entre 1957 e 2022) e 2,81 milhões de máquinas agrícolas e rodoviárias (entre 1960 e 2020) e que em 2022 o país foi o 8º maior produtor de autoveículos do mundo e a que a balança comercial fechou negativa em 2022 em US\$8,7 bilhões, devido o número de exportação de US\$19 bilhões ser menor do o número de importações, que foi US\$27,7 bilhões. Conforme Neves (2021) e atualizado para o presente momento, a lista completa de montadoras do Brasil se altera a cada momento e, por tanto, pode ocorrer mudanças na lista de montadoras instaladas no Brasil que é apresentada na [Figura 1](#). Apesar da ampla divulgação das suas logomarcas, cabe uma descrição detalhada de onde essas montadoras estão localizadas.

Figura 1: Mapa de fábricas no Brasil

EMPRESAS Associadas à ANFAVEA	UNIDADES INDUSTRIAIS / OUTRAS	PRODUTOS / SERVIÇOS
AGCO	Canoas - RS (Massey Ferguson, Valtra)	Tratores
	Santa Rosa - RS (Fendt, Massey Ferguson, Valtra)	Colheitadeiras, plataformas
	Ibirubá - RS (Fendt, Massey Ferguson, Valtra, Precision Planting)	Plantadeiras, semeadeiras, distribuidores, carregadores frontais
	Campinas - SP (Fendt, Massey Ferguson, Valtra, Precision Planting)	Centro de treinamento
	Jundiá - SP (Fendt, Massey Ferguson, Valtra, Precision Planting)	Central de distribuição de peças, Escritório Central AGCO América Latina
	Mogi das Cruzes - SP (Massey Ferguson, Valtra e Fendt)	Tratores, motores, geradores, laboratório de controle de emissões, pulverizadores
	Marau - RS (GSI)	Equipamentos para proteína animal
	Passo Fundo - RS (GSI)	Armazenamento de grãos
Agrale	Caxias do Sul - RS (Unidade 1)	Tratores de rodas, motores, componentes
	Caxias do Sul - RS (Unidade 2)	Comerciais leves, caminhões leves e médios, chassis para ônibus
	Caxias do Sul - RS (Unidade 3)	Componentes de veículos e tratores e cabines
	São Mateus - ES	Chassis para ônibus
Audi	São José dos Pinhais - PR	Automóveis
BMW	Araguari - SC	Automóveis
CAOA	Anápolis - GO	Automóveis, comerciais leves, caminhões
	Jacareí - SP	Automóveis
Caterpillar	Piracicaba - SP	Carregadeira de rodas, compactador vibratório e pneumático, escavadeira hidráulica, motoniveladora, trator de esteiras, grupos geradores, centro de distribuição de peças, remanufatura de componentes
	Campo Largo - PR	Carregadeiras de rodas, retroescavadeiras, miniescavadeiras e minicarregadeiras
	Curitiba - PR	Fabricação de motores
CNH Industrial	Curitiba - PR (Case IH, New Holland Agriculture)	Tratores de rodas, plataformas e colheitadeiras de grãos
	Piracicaba - SP (Case IH, New Holland Agriculture)	Colheitadeiras de café, colhedoras de cana, plantadeiras, pulverizadores
	Contagem - MG (Case Construction Equipment, New Holland Construction)	Tratores de esteiras, retroescavadeiras, pás-carregadeiras, motoniveladoras, escavadeiras hidráulicas
	Sorocaba - SP (Case IH, New Holland Agriculture)	Colheitadeiras de grãos, centro de distribuição
DAF	Ponta Grossa - PR	Caminhões
Ford	Tatuí - SP	Campo de provas e desenvolvimento de veículos
	Salvador - BA	Centro de desenvolvimento do produto e engenharia
	Barueri - SP	Centro de distribuição de peças
	Cajamar - SP	Centro de distribuição de peças
	Porto Feliz - SP	Centro de distribuição de peças
	São Paulo - SP	Centro de Desenvolvimento e Treinamento de Recursos Humanos Ford Academy
GM	São Caetano do Sul - SP	Automóveis, comerciais leves e componentes
	São José dos Campos - SP	Automóveis, comerciais leves, motores, transmissões e componentes
	Mogi das Cruzes - SP	Componentes estampados
	Gravataí - RS	Automóveis e componentes
	Joinville - SC	Motores e cabeçotes
Honda	Sumaré - SP	Motores
	Itirapina - SP	Automóveis

Figura 1 (continuação): Mapa de fábricas no Brasil

EMPRESAS Associadas à ANFAVEA	UNIDADES INDUSTRIAIS / OUTRAS	PRODUTOS / SERVIÇOS
HPE	Catalão - GO	Automóveis, comerciais leves
Hyundai	Piracicaba - SP	Automóveis
Iveco	Sete Lagoas - MG	Veículos comerciais, veículos para transporte de passageiros e veículos de defesa
Jaguar Land Rover	Itatiaia - RJ	Automóveis
Komatsu	Suzano - SP	Tratores de esteiras, escavadeiras hidráulicas, pás-carregadeiras, motoniveladoras
	Arujá - SP	Cabines, tanques, caçambas
	São Paulo - SP	Escritório de serviços de vendas e marketing para equipamentos de construção
	Pinhais - PR	Máquinas florestais
	Lagoa Santa - MG	Escritório de serviços de vendas e marketing para equipamentos de mineração, centro de distribuição de peças
Mercedes-Benz Cars e Vans	Parauapebas - PA	Escritório de serviços de vendas e marketing para equipamentos de mineração, centro de distribuição de peças
	São Paulo - SP	Escritório central para automóveis e van
	Limeira - SP	Centro logístico de peças e treinamento para automóveis e vans
Mercedes-Benz	Cariacica - ES	Centro de preparação automóveis e vans
	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, chassis para ônibus, motores, eixos e transmissões, centro de desenvolvimento tecnológico, administração e Regional Center Daimler Latina
	Campinas - SP	Peças e serviços ao cliente, logística de peças de reposição, centro de treinamento, centro de competência técnica, peças remanufaturadas, alliance truck parts e central de relacionamento com o cliente
Mercedes-Benz	Juiz de Fora - MG	Cabinas de caminhões
	Resende - RJ	Automóveis, motores, armazém de peças
Renault	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Veíc. de Passeio)	Automóveis
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Motores)	Motores
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Veículos Utilitários)	Comerciais leves
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Injeção de Alumínio)	Blocos e cabeçotes de alumínio
Scania	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, chassis de ônibus, motores
Stellantis	Betim - MG	Automóveis, comerciais leves, motores, transmissões
	Goiana - PE	Automóveis, comerciais leve
	Porto Real - RJ	Automóveis
	Porto Real - RJ	Motores, usinagem de blocos e cabeçotes e armazém de peças
Toyota	São Bernardo do Campo - SP	Autopeças
	Indaiatuba - SP	Automóveis
	Sorocaba - SP	Automóveis, sede administrativa, centro de treinamento e centro de visitas
	Porto Feliz - SP	Motores
Volkswagen	São Bernardo do Campo - SP	Automóveis, comerciais leves
	Taubaté - SP	Automóveis
	São Carlos - SP	Motores
	São José dos Pinhais - PR	Automóveis
Volkswagen Caminhões e Ônibus	Resende - RJ	Caminhões e chassis para ônibus
Volvo	Curitiba - PR	Caminhões, chassis para ônibus, cabines, motores, transmissões

Fonte: Autor adaptado de ANFAVEA (2023)

Nesse contexto podemos visualizar fábricas 9 estados envolvidos e com 57 unidades industriais (Pernambuco com 1, Goiás com 2, Espírito Santo com 1, Minas Gerais com 4, Rio de Janeiro com 5, São Paulo com 23, Paraná com 12, Rio Grande do Sul com 7 e Santa Catarina com 2). Em função dos fechamentos de fábricas de grandes multinacionais do setor automotivo como Ford, GM e Mercedes-Benz, busca-se compreender através de uma análise setorial os motivos que fez com que essas gigantes do setor resolveram descontinuar as operações de fabricação de veículos no Brasil e de maneira geral, essas fabricantes de automóveis realizaram grandes investimentos em unidades fabris e desenvolveram setores de apoio como a indústria de autopeças e o desenvolvimento de recursos humanos com a capacitação de trabalhadores e alta tecnologia (NEVES, 2021).

Um fator indispensável para a manutenção dessas montadoras no país são seus fornecedores. Vanalle e Salles (2011) descrevem que as empresas do setor automobilístico brasileiro, desde o final da década de 1970, vêm sofrendo um processo de desintegração vertical, o qual está associado a um aumento na exigência de qualidade dos produtos e serviços que a empresa recebe de seus fornecedores. Essa desintegração aumenta a complexidade da gestão das relações com fornecedores e das atividades de suprimento das empresas (VANALLE e SALLES, 2011). Scavarda e Hamacher (2001) adicionam que com a globalização da produção, novas formas de relacionamentos e de gestão estão sendo desenvolvidas e estabelecidas na cadeia de suprimentos da indústria automobilística atuante no Brasil, de forma a torná-la mais competitiva. Essas mudanças estão ocorrendo principalmente com o intuito de adaptar e integrar essa cadeia às novas estratégias globais das montadoras de automóveis e da indústria de autopeças.

As pressões competitivas sobre as montadoras e a urgência de reduzir custos e de acelerar o desenvolvimento de novos produtos fizeram com que as montadoras de automóveis buscassem junto a seus fornecedores de autopeças novas formas de relacionamento (VANALLE e SALLES, 2011). E nesse contexto, destaca-se os custos

relacionados à garantia de produto, que é enfatizado por Martins Júnior e Fraga (2019) que mencionam que partindo-se do pressuposto que a garantia já é um diferencial para a venda de um produto, este tema fica ainda mais expressivo em casos de bens móveis duráveis, no caso, especificamente o carro. O comércio automobilístico está cada vez mais competitivo, a concorrência está cada dia mais acirrada e com isso as grandes marcas de veículos lutam para serem líderes de vendas, estendendo-se às concessionárias. Assim, as concessionárias das marcas de veículos buscam pela qualidade em todos os setores incluindo Venda e Pós-Venda, como redução de custos, mão de obra qualificada, preço baixo para o consumidor final, entre outros. Para isso é preciso trabalhar com uma gestão estratégica e bem ampla.

#### **2.1.1.1. GESTÃO DE CUSTOS DE GARANTIA**

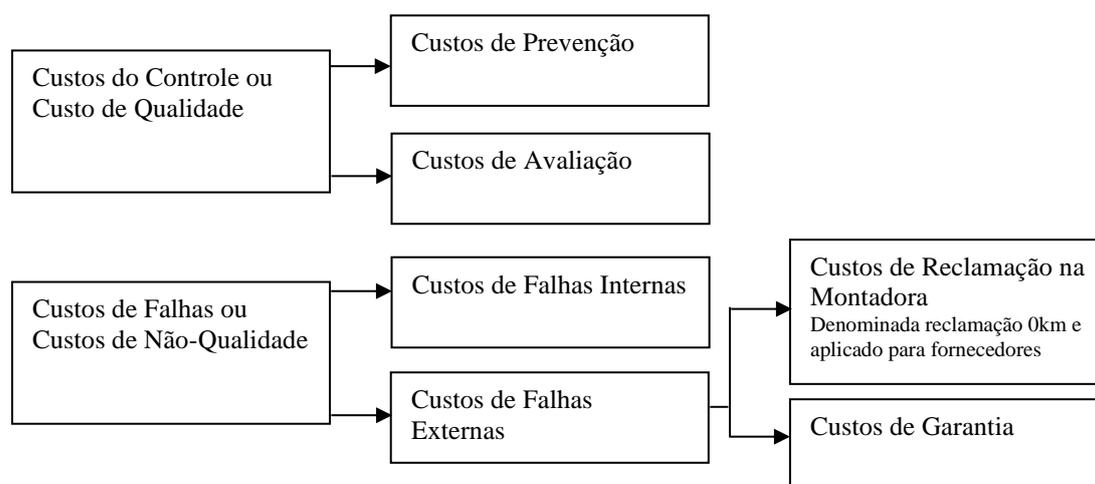
Os produtos ou serviços oferecidos pelas empresas devem estar dentro das necessidades dos clientes. Se o produto tiver algum defeito, possivelmente o consumidor além de exigir seus direitos, não irá realizar outras compras da determinada marca ou produto, com isso, a imagem da empresa passa a ser prejudicada. E para garantir que esse produto esteja com todas as indicações dos clientes e não apresentar defeitos, recursos e esforços são criados para diminuir e reduzir as falhas (ISHIDA e OLIVEIRA, 2019).

Lorentz (2021) define custos como os gastos que estão ligados diretamente à atividade-fim da empresa, seja industrial, comercial ou prestadora de serviços; são aqueles gastos consumidos na produção (indústria) ou efetuados para aquisição de estoque para revendo (comércio). Porém Akabane e Bussola (2022) adicionam a esses custos a Garantia, descrevendo que Garantia refere-se aos produtos com defeitos de fabricação ou mal funcionamento e avarias tanto no produto ou na embalagem. Estes

produtos são analisados para posterior consertos ou adequações para retornarem ao mercado primário ou secundários com correspondente valor comercial.

Os custos totais da qualidade são todos aqueles envolvidos no processo de produção. Há custos de controle e também custos de falha de controle. Dentro dos custos de controle, que são necessários para que o produto saia sem defeitos, perfeito, tem-se prevenção e avaliação. Nos custos de falha de controle tem-se, custos com falhas internas e custos com falhas externas (CORAL e SELIG, 1994). Esses custos podem ser resumidos conforme [Figura 2](#), onde é visualizado que os custos de prevenção são os que evitam as ocorrências de erros, defeitos, contendo os gastos de qualidade para evitar os produtos defeituosos.

**Figura 2:** Custos relacionados à Qualidade



Fonte: Autor adaptado de Coral e Selig (1994)

Os custos de avaliação abrangem as manutenções, inspeções, auditorias de qualidade, atividades para identificação de unidades defeituosas (ISHIDA e OLIVEIRA, 2019). Já os custos provenientes de falhas são medidos em dois aspectos, internas e externas. As falhas internas são os custos que incluem os custos de qualidade insatisfatórias dentro da empresa, retrabalhos, refugos, material danificado. As falhas externas abrangem os custos insatisfatórios situados na parte

externa da empresa, como reclamações de clientes, falha do desempenho do produto, são aqueles custos gerados após a entrega do produto (ISHIDA e OLIVEIRA, 2019). As análises dos custos da qualidade devem levar em consideração o custo total, ou seja, a soma dos custos das falhas de controle e dos custos de controle em determinando instante (ISHIDA e OLIVEIRA, 2019). São esses os custos da qualidade, que vão além da produção, custos relacionados a prevenção, avaliação e correções de possíveis falhas (CORAL e SELIG, 1994).

Na economia a preocupação central das empresas é a busca da maximização de seus ganhos e uma possibilidade para que as empresas atinjam esse objetivo se daria através da redução de seus custos (MARIANO, 2016). Além disso, as empresas são afetadas por seus concorrentes, que podem dispor de equipamentos e técnicas de produção mais sofisticados ou, até mesmo, utilizarem práticas eticamente duvidosas para colocar seus produtos no mercado e, com isso, conseguir maior produtividade e praticar preços mais competitivos, obtendo assim um bom desempenho. Dessa forma, é fundamental para o empresário conhecer melhor os seus custos e o métodos mais apropriados para tomar as melhores decisões e, assim, ter melhores condições de competir no mercado (LORENTZ, 2021). Adicionalmente, Vanalle e Salles (2011) mencionam que as pressões competitivas sobre as montadoras e a urgência de reduzir custos e de acelerar o desenvolvimento de novos produtos fizeram com que as montadoras de automóveis buscassem junto a seus fornecedores de autopeças novas formas de relacionamento, que passaram a envolver: (1) a busca de fornecedores de menor custo global, não importando a sua localização geográfica ou nacional (*global sourcing*); (2) uma maior responsabilidade dos fornecedores no desenvolvimento do projeto dos itens por eles supridos (a montadora fornece especificações de desempenho e informações sobre a interface entre o componente em questão e o restante do veículo, ficando a cargo do fornecedor o projeto do produto, usando sua própria tecnologia), e (3) o fornecimento de sistemas, subsistemas ou módulos em vez de componentes individuais (o fornecedor de primeiro nível passa a ser responsável

não só pela montagem desses itens, como também assume a responsabilidade pelo gerenciamento dos fornecedores no nível seguinte da cadeia de produção) (HUMPHREY, 2003). Keshavarz-Ghorbani e Arshadi Khamseh (2022) descrevem que períodos de garantia mais longos podem incorrer em custos de serviço adicionais para o sistema, enquanto períodos de garantia curtos podem levar à insatisfação e à perda de clientes. É por isso que o preço de venda e o período de garantia devem ser determinados de forma adequada.

De fato, com o tempo, o papel percebido da garantia na sociedade mudou. Como a noção da garantia tornou-se mais complexo e a sua utilização tornou-se mais difundida, várias de teorias de garantia foram desenvolvidas (MURTHY e BLISCHKE, 2006). AIAG (2015) descreve na [Figura 3](#) e [Figura 4](#) o envolvimento do consumidor e concessionária no processo de garantia, além das atividades pertinentes às Montadoras e às organizações parceiras (fornecedores). Dessa forma, é fundamental para o empresário conhecer melhor seus custos e os métodos mais apropriados para tomar as melhores decisões (LORENTZ, 2021).

A Contabilidade de Custos surgiu e se desenvolveu juntamente com a Revolução Industrial na segunda metade do Século XVIII, como uma ramificação da Contabilidade Financeira, advinda da necessidade em obter um maior controle sobre os valores atribuídos aos produtos e serviços das indústrias. Com o constante crescimento, veio a necessidade de remodelar a maneira como os estoques eram avaliados e alterar a apuração dos resultados das empresas, que antes eram comerciais e que agora, em sua grande maioria, passaram a ser industriais (FILHO e SILVA, 2022). Guide e Vanwassenhove (2001) mencionam que o retorno de produtos pode ocorrer devido:

a) retorno pelo fim do ciclo-de-vida do produto onde produtos retornam por conta da legislação ambiental (ex. Lei de Resíduos Sólidos).

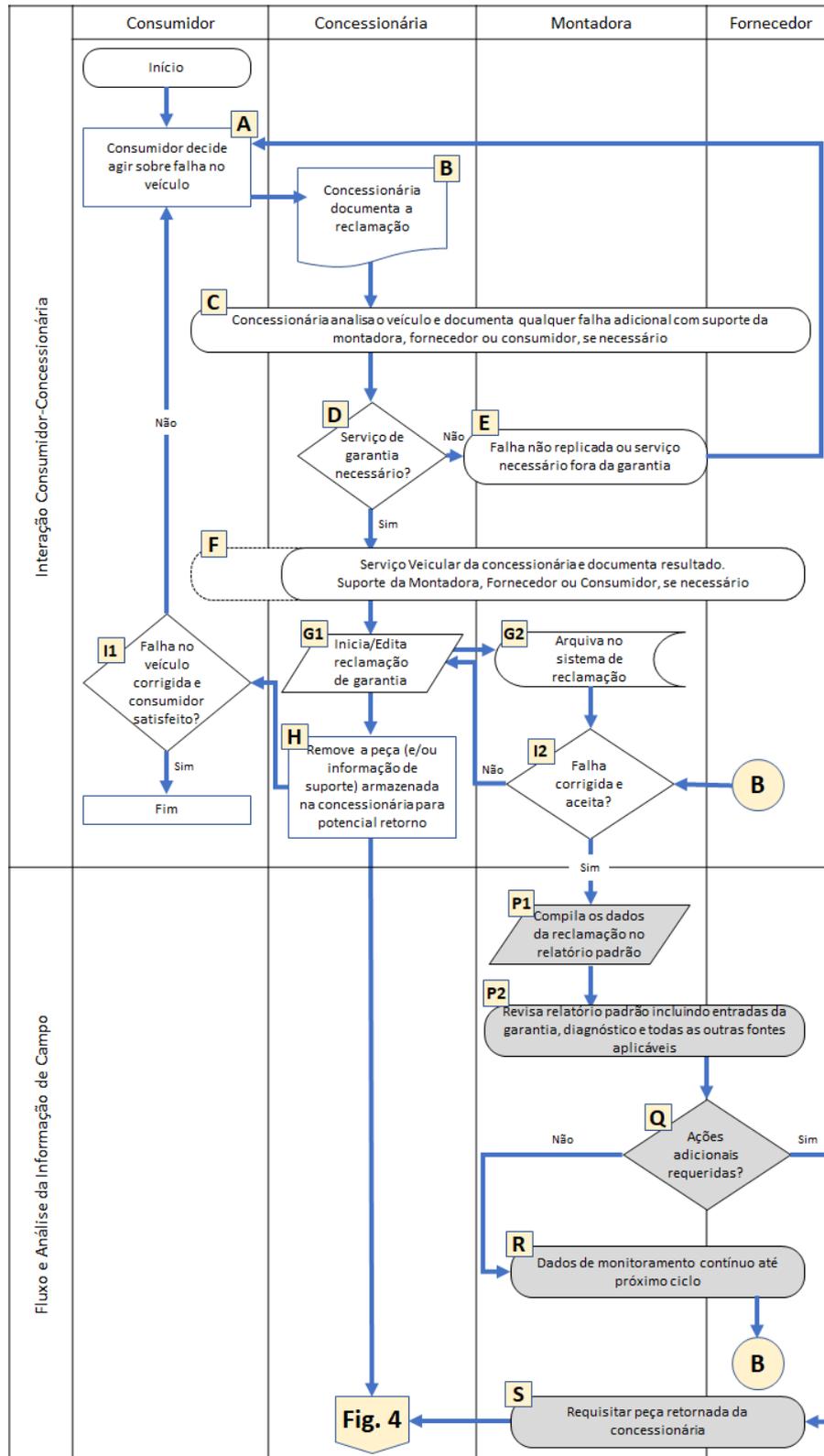
b) retorno do produto após o fim do uso do cliente, onde os produtos retornam após seu uso para posterior recondição ou uso de peças para aproveitamento do valor econômico residual restante.

c) retorno comercial, onde o retorno do produto ocorre devido a indevida performance ou apresentação de algum risco de segurança (AKABANE e BUSSOLA, 2022).

Nesse contexto AIAG (2015) enfatiza que os fabricantes de veículos (montadoras), seus fornecedores, respectivas concessionárias lucram com o aumento de produção e volume de vendas e redução dos custos operacionais. Entretanto, acrescenta AIAG (2015), satisfação dos Clientes e valor, como definido pelo consumidor, são as reais direcionadores a longo tempo da performance de cada organização, por tanto quando um Cliente tem uma experiência dificultosa com seu veículo, essa experiência é impactada e por isso a redução de reclamações de garantia de campo é crítico no sentido de melhorar a satisfação do consumidor.

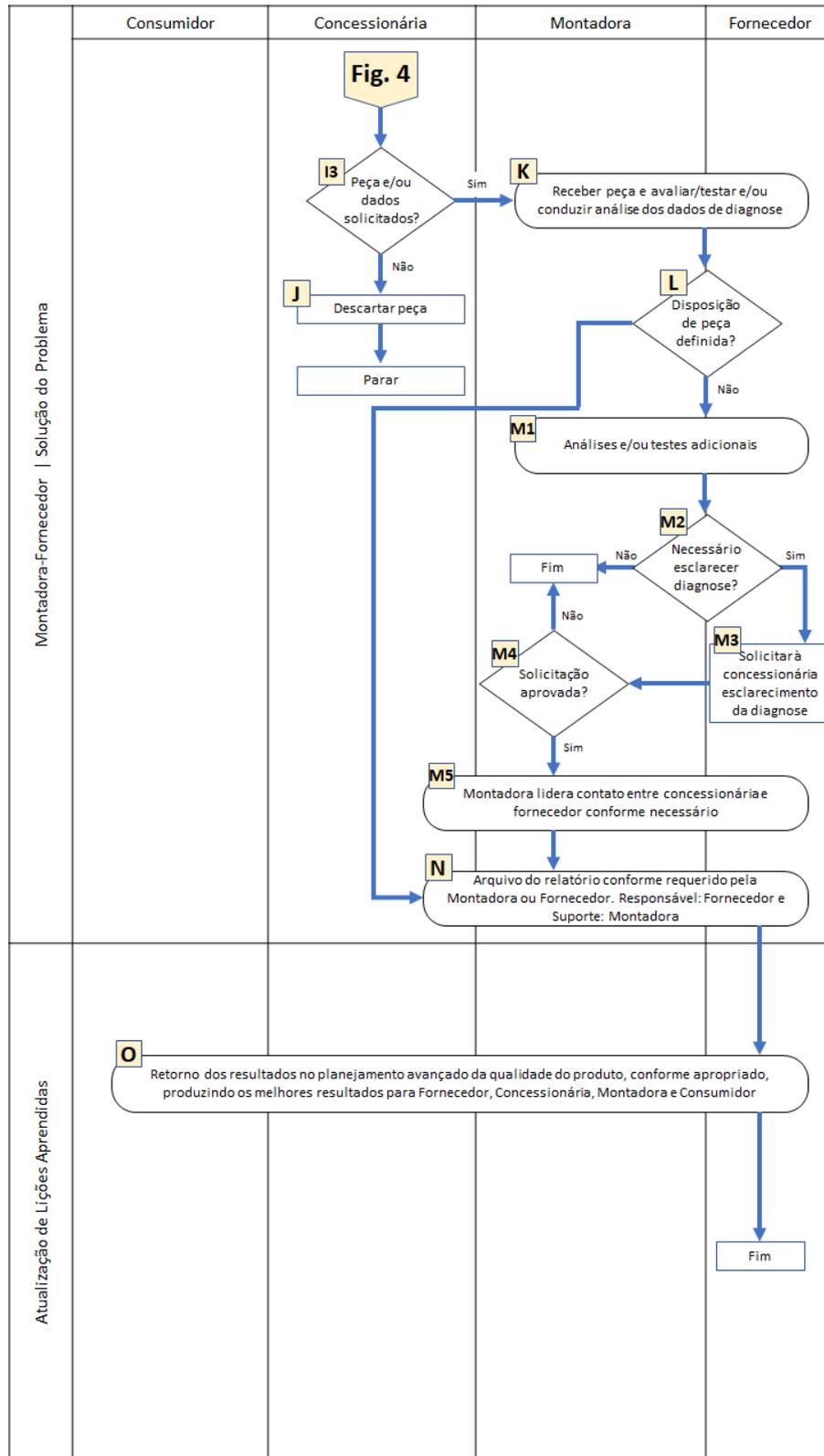
Grandes mudanças ocorreram na informação e tecnologias de comunicação com aprofundamento globalização da economia. Além do preço redução, alta qualidade e desempenho de excelência, serviço pós-venda atraente desempenhou um papel fundamental no incentivo à procura do mercado. Por isso, os produtos mais duráveis são vendidos com garantia (DAI *et al.*, 2019). Uma garantia é um contrato obrigação incorrida por um fabricante (fornecedor ou vendedor) em conexão com a venda de um produto (WU, 2012). Requer que o fabricante solucione quaisquer problemas ou falhas que ocorrem durante um período especificado de garantia cobertura (KARIM e SUZUKI, 2007).

Figura 3: Fluxo do Processo de Reclamação de Garantia



Fonte: Autor adaptador de AIAG (2015)

Figura 4: Fluxo do Processo de Reclamação de Garantia (continuação)



Fonte: Autor adaptado de AIAG (2015)

Dai *et al.* (2019) relatam que Política de Garantia pode ser amplamente categorizada em políticas unidimensionais e bidimensionais, onde a garantia unidimensional geralmente é caracterizada por um intervalo que é definido em termos de variável única - por exemplo, idade ou uso. Ao contrário da garantia unidimensional, uma garantia bidimensional é caracterizada por uma região em duas dimensões com os eixos representando idade e uso, respectivamente. Tal política de garantia foi usada com sucesso para produtos com preços relativamente altos, incluindo escavadeiras, automóveis e impressoras (DAI *et al.* 2019). Na mesma linha de raciocínio e sentidos correlatos, Lee *et al.* (2021) descrevem que uma empresa automobilística presta serviços de garantia de qualidade com base em dois critérios, que incluem duração e distância percorrida, para garantir o status de qualidade de seus próprios produtos e garantir sua credibilidade perante os clientes. Esses fatores de duração e distância são chamados de área de garantia de qualidade 2D e, se houver algum erro ou acidente menor durante esse período, uma empresa automobilística fornece uma garantia que gera custos de garantia de qualidade. Lee *et al.* (2021) acrescentam que recentemente, inúmeras empresas automobilísticas estão aumentando o escopo da garantia de qualidade que oferecem em determinados mercados e embora as vendas tenham aumentado rapidamente, as empresas também estão gastando dezenas de bilhões de dólares em custos de garantia.

A deterioração dos produtos ao longo do tempo influenciará os custos esperados de garantia (FANG, 2020). E a indústria automotiva estabelece medidas cujo resultados devem incluir: redução de incidente de garantia, redução de custos de garantia, aumento da eficiência dos recursos, maior confiança dos consumidores e um processo de revisão é requerida para verificar riscos e responsabilidades associadas com suporte de garantia das organizações parceiras, onde montadoras e cadeia de fornecedores deveria seguir um contínuo ciclo de melhoria de redução dos taxas de incidentes de garantia (AIAG, 2015) e para fins dessa pesquisa, quatro modelo de gestão de garantia foram definidos:

- **Analisa 100% das peças retornadas, pagando as peças de sua responsabilidade:** todas as peças reclamadas em Campo são direcionadas para análise técnica e o pagamento deve ser pago conforme a responsabilidade da origem da falha.
- **Adota um fator técnico baseado em amostras retornadas de campo:** Define a parcela percentual da responsabilidade financeira da organização pelas peças substituídas pelo revendedor que estão cobertas pelo período de garantia. Do ponto de vista do fornecedor, este é um indicador chave que se traduz diretamente em custos de má qualidade.
- **Adota um fator técnico padrão já no contrato de vendas:** Define a parcela percentual da responsabilidade financeira da organização já no contrato de venda do componente ou produto.
- **Paga as peças de garantia sem analisar peças:** quando o fornecedor simplesmente paga pelas peças em garantia conforme avaliação da concessionária ou montadora.

Como já mencionando anteriormente, todo esse extenso mercado consumidor está suscetível a variabilidade na qualidade do produto, quando neste ocorrem defeitos que extrapolam as barreiras internas do fabricante, ou seja, quando os níveis mínimos de qualidade necessários para a comercialização do produto não são atingidos, não são detectados ainda dentro da planta do fabricante, e atingem diretamente o consumidor final causando um custo da qualidade com falha externa (SLACK e CHAMBERS e JOHNSTON, 2002). Cabe mencionar que quando este defeito é nocivo ou perigoso, atentando contra a segurança e saúde do usuário, o fabricante do produto tem a responsabilidade de reparar os danos, conforme Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. (Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1990). Este procedimento realizado pelas empresas denomina-se “chamamento”, mas é usualmente conhecido pela palavra inglesa *recall* (SILVA e

PEREIRA e CALARGE, 2010). O Código de Defesa do Consumidor estabelece como direito básico do consumidor a garantia a informação e a segurança. Assim, *recall* é o mecanismo que assegura esses direitos, na medida em que deve alertar os consumidores, por meio de grandes veículos de imprensa (jornais, redes de TV e rádios), que adquiriram produtos defeituosos acerca do potencial risco que eles oferecem, bem como a forma como eles poderão ser reparados (MAIA, 2007).

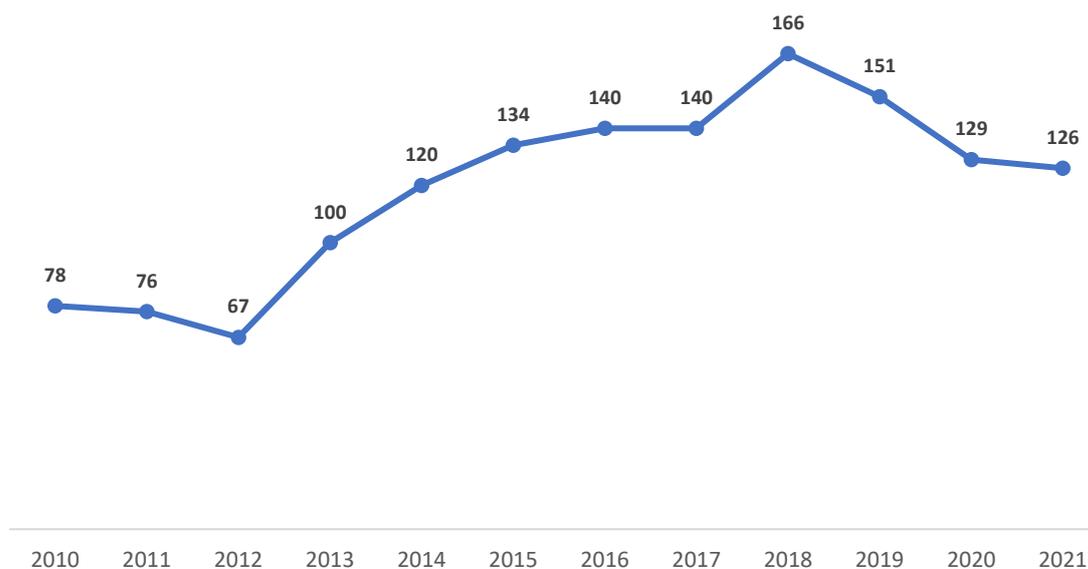
Foram produzidos no Brasil entre os anos de 2013 e 2015 o total de 14.171.664 (quatorze milhões, cento e setenta e um mil, seiscentos e sessenta e quatro) veículos, sendo, no mesmo período, convocados para *recall*, expressivos 5.843.041 veículos (CORRÊA, 2022). O termo *recall* passou a despertar a atenção da opinião pública brasileira principalmente a partir de 1997, quando foram realizadas várias convocações envolvendo veículos de diversas montadoras (RIZZOTTO, 2003).

Filho (2004) afirma que, historicamente, o primeiro *recall* anunciado no Brasil foi o da montadora Ford em 1970, com o Corcel, que afetou cerca de 65 mil veículos e a iniciativa da realização foi da própria empresa, pois não existia, à época, associações de defesa do consumidor muito ativa. No mês de outubro do ano de 2000 a General Motors veio a público anunciar o *recall* do cinto de segurança do Corsa e admitiu ter ciência de 25 (vinte e cinco) acidentes em que o cinto de segurança se desprendeu no respectivo suporte, sendo que em pelo menos 2 (dois) casos, houve vítimas fatais (RIZZOTTO, 2003). A relevância do mencionado *recall* ganhou destaque, sendo Rizzotto (2003), por dois motivos: o primeiro decorreu do fato de ser a maior convocação de que se tem notícia na América do Sul, que envolver nada menos que 1.300.000 (um milhão e trezentos mil) veículos, o equivalente à produção total de veículos no Brasil em alguns anos na década de 90. O segundo motivo, diz respeito ao fato de o mencionado *recall* ter sido o primeiro em que uma empresa do setor automobilístico reconheceu publicamente ter conhecimento de acidentes com vítimas.

Conforme citação de Corrêa (2022) no ano de 2021 ([Gráfico 2](#)), observa-se um incremento significativo nas campanhas de *recall* divulgadas no mercado nacional, nos

últimos 11 anos (2010 a 2021), especialmente em razão da profissionalização dos procedimentos adotados pelos órgãos governamentais responsáveis pela condução e monitoramento das campanhas de *recall* e a sua integração com os demais órgãos reguladores.

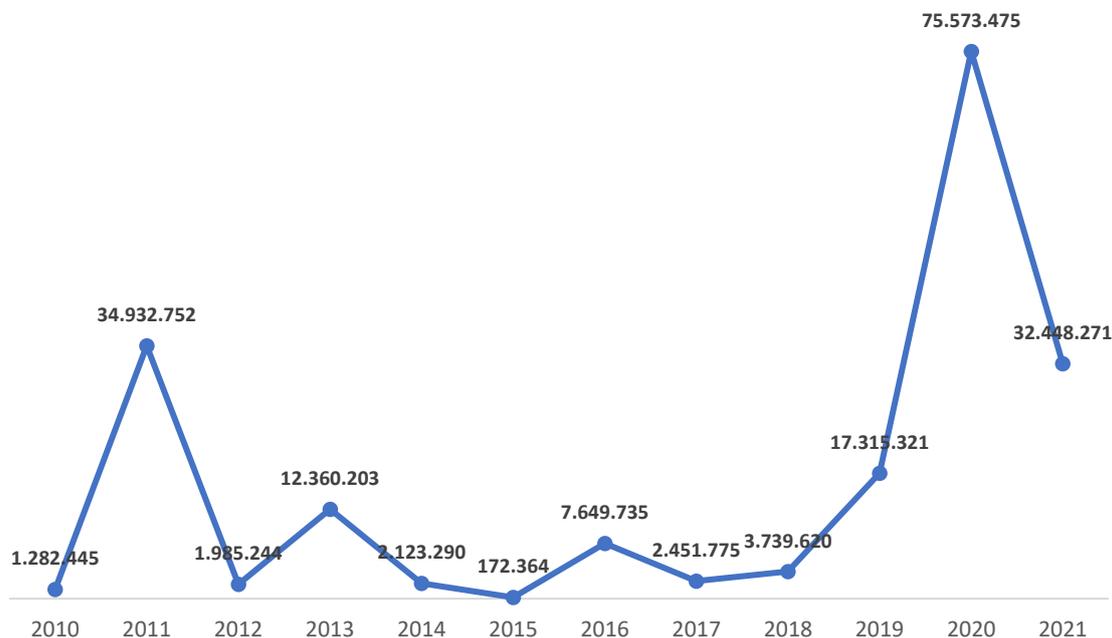
Gráfico 2: Evolução dos casos de *recall* – 2010 a 2021



Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Considerando que o *recall* é um tema que afeta a saúde e segurança dos consumidores, surpreende o aumento de 60% no número de campanhas lançadas nos últimos 11 anos pelos fornecedores e de igual modo, analisando o quadro a seguir (Gráfico 3), detalhados pela quantidade de produtos convocados para o reparo no mesmo período, estes números são ainda mais surpreendentes e expressivos (CORRÊA, 2022). No ano de 2014, foram protocolizadas 109 novas campanhas de *recall*, sendo que os automotores, permanecem liderando as campanhas, com 55,96% do total (Gráfico 4) e especificamente no ano de 2021, é possível observar que os lançamentos foram bastante diversos (Gráfico 5), porém notória a hegemonia do setor automotivo em relação ao volume de campanhas lançadas naquele ano (CORRÊA, 2022).

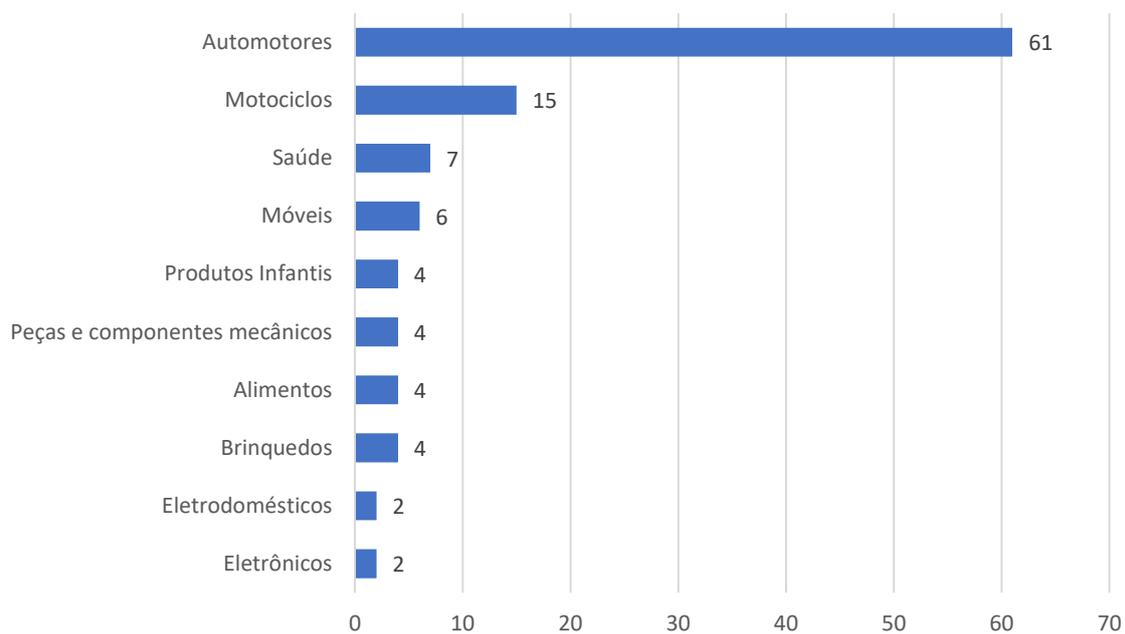
Gráfico 3: Evolução quantidade de produtos envolvidos – 2010 a 2021



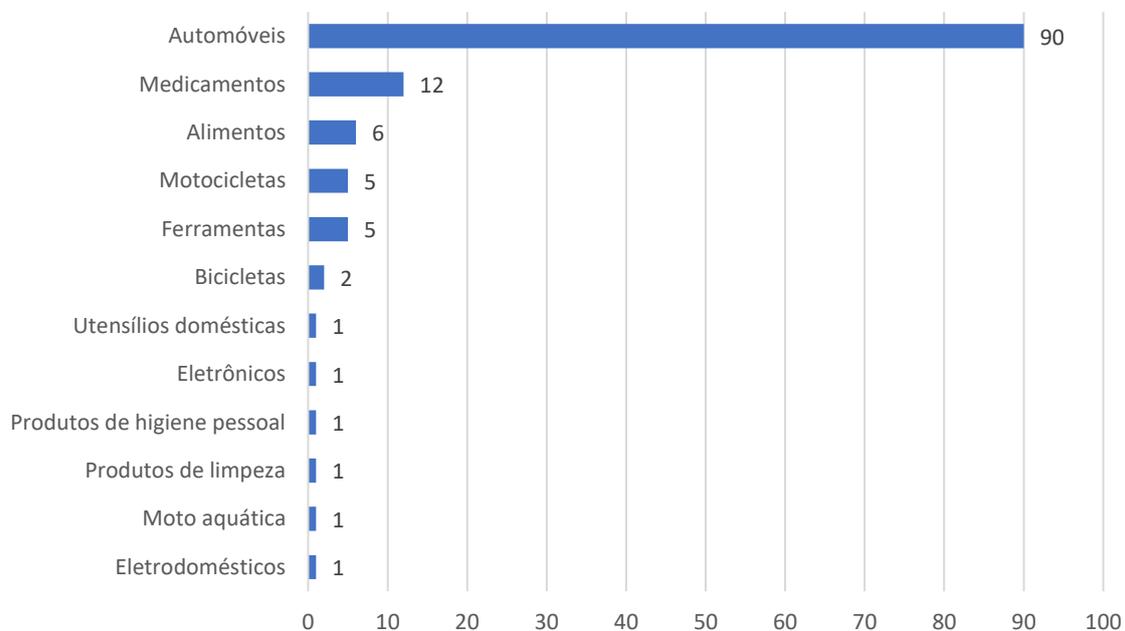
Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

O tema envolvendo veículos ganhou relevância que a própria SENACON, em parceria com a Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), enxergaram a necessidade de elaborarem um boletim técnico específico destinado à evolução dos casos de *recall* de veículos e tal necessidade fica evidenciada observando-se o crescimento (Gráfico 6) dos casos de *recall* automotivo, relatados nos anos compreendidos entre 2013 e 2016 e, ainda conforme dados divulgados pela SENACON, em 2021 foram convocados 770.996 automóveis para realizarem *recall* em todo o país (CORRÊA, 2022).

Os componentes mais afetados, descreve Corrêa (2022), pelas campanhas de *recall* de veículos iniciadas entre 2013 e 2016 estão apresentadas no Gráfico 7, sendo possível observar que todos eles, em alguma medida, colocaram em risco a saúde ou segurança do condutor e passageiro dos veículos, bem como terceiros.

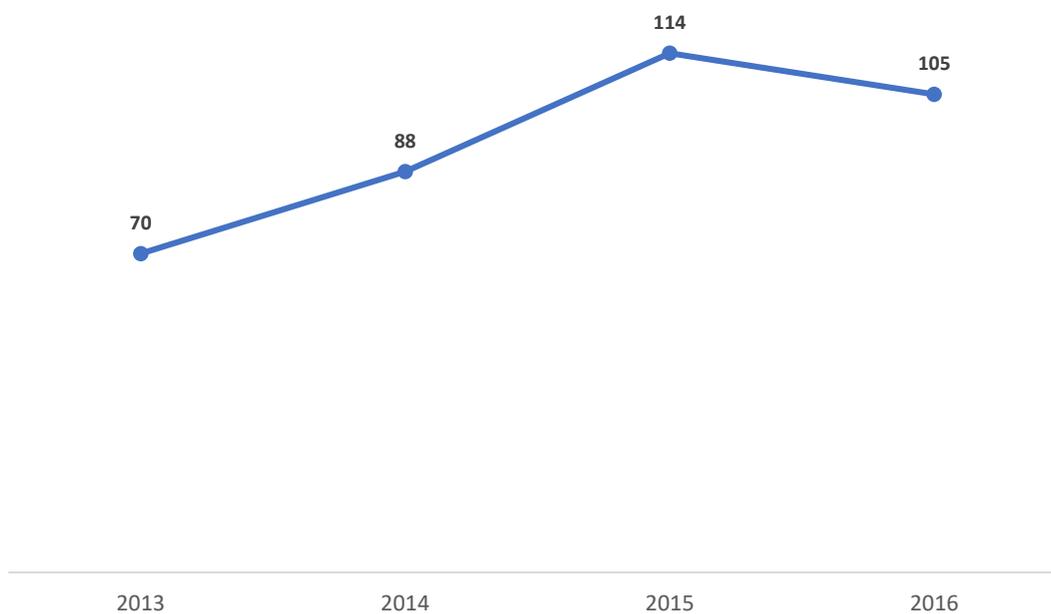
Gráfico 4: Campanhas de *recall* em 2013

Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Gráfico 5: Casos de *recall* dos produtos sujeitos a defeitos – 2021

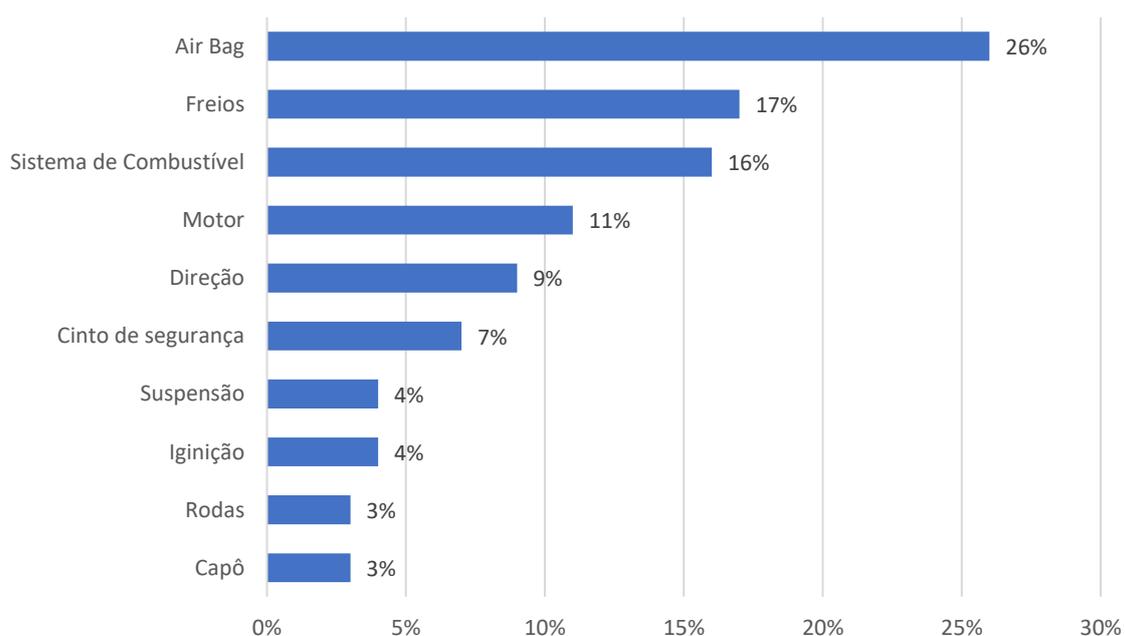
Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Gráfico 6: Linha de crescimento dos casos de *recall* de veículos – 2013 a 2016



Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Gráfico 7: Componentes mais afetados pelas campanhas de *recall* – 2013 a 2016



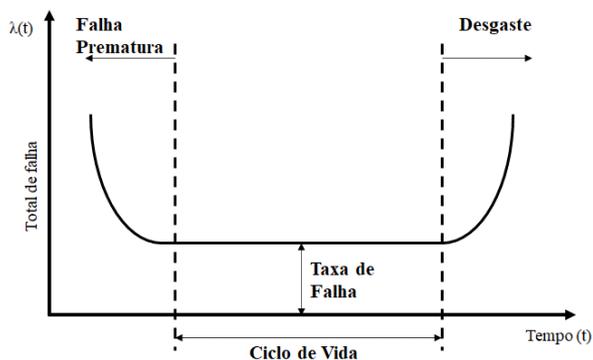
Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Identificar as deficiências por rigorosas avaliações e métodos dão oportunidades possíveis para melhoria e deveria ser levada em consideração, além de garantir a implementação de ações apropriadas de melhoria da eficiência das organizações para confiabilidade em toda cadeia de suprimentos (AIAG, 2015). A previsão de reclamações de garantia desempenha um papel cada vez mais importante não apenas na preparação de planos financeiros, mas também na otimização da política de garantia e na melhoria dos serviços pós-venda. No caso de novos produtos, uma característica importante é que a nova geração de produtos tem muitas vezes uma ligação estreita com as gerações anteriores de produtos que substitui (DAI *et al.*, 2019) e dentro desse cenário, Batalha (2007) ressalta que a confiabilidade de processos e produtos tem o objetivo de garantir que um item (produto, serviço, equipamento) desempenhe sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso e faz parte de uma subárea de atuação da Engenharia da Qualidade.

### 2.1.1.2. ENGENHARIA DA QUALIDADE

A taxa de falha (FR) pode ser decrescente, crescente, unimodal ou em *Bathtub Curve* (Figura 5). Muitos dados da vida real, particularmente em engenharia de confiabilidade, apresentam índice de falha com base no *Bathtub Curve*, que contém as três regiões principais: região índice de falha inicial seguida pela região índice de falha constante e, em seguida, pela região de desgaste quando o índice de falha cresce significativamente (SHAKHATREH e LEMONTE e MORENO–ARENAS, 2019). O tempo médio entre as falhas (MTBF) é definido como o inverso da taxa de falha ( $\lambda$ ) (BURGOS *et al.*, 2012).

Figura 5: *Bathtub Curve*



Fonte: Autor adaptado de Corrêa (2022)

Lee *et al.* (2021) enfatizam que como resultado, identificar a durabilidade das peças e sistemas automotivos, juntamente com o estabelecimento de um nível apropriado de área de garantia de qualidade e o gerenciamento da qualidade, impacta significativamente a competitividade de uma empresa automobilística. Assim, se a probabilidade de falha puder ser apurada na área de garantia de qualidade, será conveniente gerenciar cada parte e reduzir o custo de garantia de qualidade.

As metodologias e ferramentas de gestão de qualidade auxiliam em toda a reestruturação dos processos internos da empresa, gerando benefícios para colaboradores e/ou usuários (ISHIDA e OLIVEIRA, 2019). E há diversas ferramentas administrativas que podem auxiliar os gestores das organizações a descobrirem causas relevantes de problemas para que se possam resolver acertadamente situações que, muitas vezes, fogem do controle, cabendo a cada gestor escolher a que melhor se adeque à sua empresa (ASSIS e JÚNIOR, 2021). Sem buscar aprofundar ou explicar no detalhe cada uma, mas sim apresentá-las e trazer uma visão geral, aqui estão alguns exemplos dessas metodologias e ferramentas:

- a) O Desdobramento da Função de Qualidade (QFD) é um método para desenvolver produtos orientados ao cliente e é um processo de planejamento que ajuda a organização a planejar a implementação eficaz de diversas ferramentas de suporte técnico e complementar-se para

priorizar cada problema. Além disso, cita o autor, é usada para determinar os limites do projeto, mostra a relação entre as necessidades dos respondentes e a matriz para satisfazer as necessidades dos respondentes e ilustra o foco da equipe de design para produzir produtos de qualidade (GINTING *et al.*, 2020).

- b) A análise do modo de falha e efeitos (FMEA) foi lançada pela primeira vez no departamento de fabricação de aviação dos EUA na década de 1950 e foi inicialmente usado para resolver os problemas de qualidade e confiabilidade de produtos militares. Com a busca de melhoria contínua da qualidade do produto, a FMEA tem sido amplamente aplicado, sendo uma ferramenta eficaz para analisar e melhorar a qualidade do sistema e confiabilidade. De modo geral, a FMEA pode analisar separadamente as etapas de projeto, fabricação e serviço do produto, identificar e avaliar possíveis modos de falha que possam existir em cada um com antecedência, para propor prontamente medidas de melhorias na fase inicial de implementação, reduzir o tempo e custo de desenvolvimento de produtos e garantir a qualidade do produto durante todo o ciclo de vida (WU e LIU e NIE, 2021).
- c) Além de investimento em novas tecnologias e modernização do parque industrial, a competitividade dos produtos brasileiros está ligada ao aumento de produtividade com o uso de ferramentas estatísticas de controle de processo. Um gráfico de controle mais simples e de maior efetividade é o CEP (Controle Estatístico de Processo). Através desta ferramenta, consegue-se controlar características significativas do produto e do processo, garantindo níveis de qualidade a custo exigido pelo mercado (TORMINATO, 2024). Este sistema foi proposto, inicialmente, pelo Dr. Walter A. Shewhart, em 1924, como uma ferramenta para auxiliar na eliminação de variações anormais em processos, pela diferenciação entre

as causas comuns as causas especiais. Os problemas decorrentes das causas especiais são imprevisíveis em qualquer processo; já os problemas decorrentes das causas comuns podem ser identificados. Sua tendência de agravamento pode ser prevista e ações decorrentes desta análise podem ser implementadas de modo a manter as causas dentro de níveis aceitáveis (KUME, 1993).

- d) Segundo Torminato (2024) além da implementação do CEP, para atingir a excelência operacional, são necessários que outras ferramentas sejam agregadas, visando a redução da variabilidade. Entre estas, destaca-se o *Design of Experiments*, DOE (Planejamento ou Delineamento de Experimentos), metodologia que permite a identificação e a quantificação das variáveis influentes no processo.
- e) Langley *et al.* (1996) citam o Diagrama de Pareto como uma ferramenta apropriada para avaliação das ocorrências, isso porque é uma ferramenta de qualidade que permite aos seus usuários identificar e classificar problemas de maior importância, podendo ser utilizado em vários processos de produção dentro de uma empresa. O Diagrama de Pareto pode ser utilizado em diversas aplicações, tendo em vista que o processo de produção inclui inúmeras variáveis. O objetivo dessa ferramenta é a melhoria dos pontos (identificação das principais ocorrências), que no processo de produção, venham a apresentar mais deficiência (SILVA *et al.*, 2019).
- f) O Diagrama de Ishikawa, é uma das ferramentas de qualidade que busca identificar um problema central, torna-se um elemento fundamental, que permite examinar os elementos que intervêm na qualidade do produto/serviço através de uma interação de causa e efeito, ajudando a trazer à luz as causas da dispersão e também ordenar a relação entre as

causas em um assunto que pode ser focado em vários campos (DELGADO *et al.*, 2021).

- g) O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é uma técnica de diagnóstico do status atual do processo. Embora existam diferentes versões do VSM (DINIS-CARVALHO *et al.*, 2019). O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é considerado o ponto de partida de qualquer implementação Lean e um dos principais objetivos perseguidos com o VSM é melhorar alguns aspectos-chave do desempenho (MARIN-GARCIA e VIDAL-CARRERAS e GARCIA-SABATER, 2021).
- h) Gonzalez e Miguel (2011) descrevem que Paynter Chart é uma ferramenta gráfica desenvolvida por Marvin Paynter na Ford Motors para analisar falhas de produtos e verificar a eficácia das ações corretivas. Um gráfico Paynter combina um gráfico de tendência ou execução com um gráfico de Pareto. A contagem total de uma barra em um gráfico de Pareto é subdividida ao longo do período de tempo para analisar as tendências subjacentes ou áreas problemáticas (as contagens ao longo dos períodos de tempo podem ser representadas por um gráfico de barras empilhadas ou por um gráfico de barras normal). Uma vez implementada(s) a(s) ação(ões) corretiva(s), o tamanho das barras começa a diminuir verificando se a ação corretiva é eficaz. Enquanto o VDA (2018) denomina com lista de falha/ação/eficácia e detalha que é uma planilha com falhas de campo durante o período de produção e contém uma descrição das ações corretivas tomadas para falhas individuais e suas eficácias podem ser monitoradas.
- i) A constante necessidade de melhoria contínua dos processos empresariais e sistemas de gestão conduz as organizações e seus setores de atuação ao desenvolvimento de uma cultura de inovação. Essa cultura inovativa pode ser estimulada a partir da utilização de princípios e ferramentas de gestão

que permeiem desde a revisão de processos básicos ao desenvolvimento de inovações radicais. É nesse ambiente que se insere a ferramenta de benchmarking (RUAS, 2012). O benchmarking é um dos métodos desenvolvidos como resultado dos esforços para mudar e permanecer no mercado. As organizações precisam ter uma orientação externa para identificar a necessidade de mudança e fornecer um mecanismo para a mudança. Atualmente, obter informações, acessar e aprender informações é mais importante do que armazenar informações, e o benchmarking tem sido uma política importante para a gestão empresarial e a cadeia de suprimentos da empresa. Esse método permite que as empresas fortaleçam suas fraquezas, avaliem oportunidades da melhor maneira, sejam orientadas para o cliente e sobrevivam em um ambiente competitivo dentro da cultura corporativa. No escopo do estudo, estão incluídos os conceitos básicos de benchmarking e a estratégia dual de gestão da qualidade total, bem como o roteiro para ser bem-sucedido nesse processo (ERDIL e ERVIYIK, 2019).

- j) A análise de regressão constitui uma ferramenta importante para investigar o efeito das variáveis explicativas nas variáveis de resposta. Quando valores discrepantes e erros de viés estão presentes, o estimador de mínimos quadrados ponderados pode ter um desempenho insatisfatório. Por esta razão, técnicas robustas alternativas têm sido estudadas em diversas áreas da ciência. Porém, muitas vezes essas diferentes comunidades científicas estão desconectadas umas das outras, culminando na escassez de troca de conhecimento entre essas áreas (MENEZES *et al.*, 2021).
- k) O sistema Shainin é um método prático de resolução de problemas para a indústria atual que opera em produção em massa, operando em alta velocidade e quantidades muito grandes e operando 24 horas por dia. O

sistema Shainin é eficaz para uso na fabricação para determinar a raiz dos problemas. A primeira etapa é determinar a raiz do problema ou o fator principal (referido como X Vermelho) que começa com Gerando Pista, especificando as variáveis que devem estar relacionadas ao problema existente, fazendo o teste para que o fator de causa raiz do problema é confirmado corretamente. Enquanto a segunda etapa é determinar a ação na raiz do problema, a implementação e o monitoramento dos resultados. O sistema Shainin é combinado com instalações de fabricação que podem realizar rastreabilidade com informação de tecnologia, o que torna possível usar banco de dados de processos em observação, investigação e comparação de maneira fácil e rápida, sem a necessidade de realizar triagem de fator experimental (STEINER e MACKAY e RAMBERG, 2008). Os estágios seguintes do sistema Shainin são uma técnica fácil e barata para determinar o fator dominante em um problema conhecido como Gerando Pistas (TRIMARJOKO *et al.*, 2019). Multiplicando observações, investigações e comparações as pistas obtidas para que os fatores existentes possam curar o fator dominante dos problemas encontrados. O processo de geração de pistas é realizado de micro a macro escala, comparando o melhor do melhor grupo (BOB) com o pior do pior grupo (WOW) (KADAM e VIRUPAKSHAPPA e ACHUTHA KINI, 2018). O Shainin busca eliminar testes desnecessários e simplificar os esforços de solução de problemas para obter velocidade e precisão, aproveitando a física e uma mentalidade de o que é diferente para chegar à verdadeira causa raiz, incluindo testar as soluções propostas antes de implementá-las em escala total para provar que elas funcionam. Através das observações, será melhor e mais rápido na determinação do fator dominante e no processo de resolução de problemas como um todo (TRIMARJOKO *et al.*, 2019).

- l) O conceito de sistema de medição refere-se à mão de obra, máquinas, materiais, métodos e à mãe natureza envolvidos na obtenção de medições e uma análise do sistema de medição (MSA) é um conjunto de procedimentos que são usados para determinar a quantidade de variação devido ao sistema de medição (AIAG, 2010). Simion (2019) descreve que o princípio de tal análise é pedir a duas ou três pessoas (avaliadores) que meçam mais peças várias vezes e calculem alguns índices/métricas para ver quanta variação há nos resultados e depois, com base em alguns critérios, decidir se esta quantidade de variação é aceitável ou não. Embora os princípios sejam semelhantes, existem 2 tipos principais de análise de sistemas de medição: sistema de medição variável para dados contínuos e sistema de medição de atributos para dados discretos.
- m) Seis Sigma como uma estratégia de gestão eficaz foi aplicada em algumas das maiores empresas do mundo para melhorar o desempenho da empresa (TRIMARJOKO e PURBA e NINDIANI, 2020). O Seis Sigma que possui uma abordagem sistemática e estruturada que é o método comumente conhecido como DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) e que prova ser eficaz na identificação, medição, análise, melhoria e controle do processo. O método DMAIC em Seis Sigma é frequentemente descrito como uma abordagem para resolução de problemas. Não existe um único relato oficial do método DMAIC, consistindo em relatos prescritivos do método na literatura prática (DE MAST e LOKKERBOL, 2012). Baseado em Chowdhury (2001), abaixo está a descrição superficial com a inserção de principais ferramentas de cada um dos passos que devem ser percorridos por um projeto que utiliza esta ferramenta:
- **Definição:** primeiramente na Definição, os dados preliminares do projeto devem ser estabelecidos: a missão, o escopo, as métricas, o time, o tempo e o impacto financeiro estimados. Enfim, definir o projeto, os marcos iniciais

e finais, os membros com respectivas responsabilidades da equipe, as métricas que indicarão se o projeto teve sucesso ou não e qual a estimativa de retorno que a empresa terá com a execução deste projeto.

- **Medição:** o passo da Medição tem o objetivo de determinar a situação do processo até o momento do início do projeto, ou seja, determinar a situação atual ou situação corrente. Neste instante o processo é mapeado com suas respectivas etapas, identificando-se todas as variáveis de entrada e saída. Então, começa-se uma primeira priorização das variáveis de entrada utilizando a ferramenta Matriz de Priorização ou o Gráfico de Pareto. A verificação do sistema de medição também é realizada para garantir que os resultados sejam confiáveis. Também neste passo coleta-se o maior número de dados para que seja estabelecida a capacidade inicial do processo ou a linha de base, utilizando-se gráficos de controle.

- **Análise:** após a Medição, vem o passo da Análise, onde se continua a priorização das variáveis de entrada através do entendimento das relações entre as causas e os efeitos do processo e potenciais fontes de variabilidade. Normalmente neste passo se utiliza a ferramenta Análise do Modo e Efeito das Falhas. Quando se dispõe de dados históricos do processo, pode-se utilizar também a ferramenta Análise múltipla da Variância para se priorizar ainda mais as variáveis (já anteriormente priorizadas) e focar em apenas algumas variáveis os experimentos para a coleta de informação ativa. Muitas pequenas ideias de melhoria de rápida e fácil implantação, geralmente chamadas de "*Quick Hits*", são também saídas deste passo.

- **Implementação:** no passo 4, Implementação da Melhoria, são priorizadas as ações a serem implementadas com os prazos e responsáveis. Também neste passo, continua-se a entender ainda mais o efeito das (agora algumas poucas) variáveis-chave de entrada nas variáveis de saída do processo. Este estudo final é normalmente auxiliado pela ferramenta de Delineamento de

Experimentos onde antes de se iniciar qualquer processo de melhoria por 'tentativa e erro', faz-se um detalhado planejamento a fim de se otimizar a quantidade de experimentos (que significa custo). Neste planejamento se determinam quais são os limites inferiores e superiores que serão aferidos às variáveis de entrada, a fim de determinar a amplitude do impacto nas variáveis-resposta do processo. Portanto, após a realização dos experimentos, define-se quais os valores otimizados das variáveis de entrada resultarão nas melhores variáveis de saídas.

- **Controle:** finalmente, com as poucas variáveis de entrada críticas para o processo determinadas, bem como seus valores otimizados para se obter os valores desejados das variáveis de saída, um austero plano de Controle deve ser estipulado para que o processo seja previsível e consistente e, portanto, para que os ganhos conquistados pelo projeto sejam mantidos. O plano de controle é um documento formal (normalmente uma planilha) que estabelece e monitora a capacidade final do processo no longo prazo. Por fim, com a filosofia de sempre buscar o "*entitlement*", determina-se os futuros projetos para se construir a ponte' visando o melhor desempenho possível, num processo contínuo.

- n) Franken e Van Dun e Wilderom (2021) pesquisaram que em comparação com uma abordagem intuitiva de resolução de problemas, uma abordagem estruturada é amplamente vista como mais eficaz para resolver um problema de forma sustentável em grupo (MOHAGHEGH e FURLAN, 2020). Uma abordagem estruturada significa um processo faseado, no qual um grupo deve passar por uma série de fases (MOHAGHEGH e FURLAN, 2020). As evidências que apoiam esta suposição básica são, no entanto, escassas e derivam principalmente da literatura profissional popularizada (IMAI, 1997). Outros até desafiaram a necessidade de uma resolução estruturada de problemas, questionando a máxima de respeitar fases

consecutivas (PRETZ, 2008). Assis e Júnior (2021) comentam que há diversas ferramentas administrativas que podem auxiliar os gestores das organizações a descobrirem causas relevantes de problemas para que se possam resolver acertadamente situações que, muitas vezes, fogem do controle, cabendo a cada gestor escolher a que melhor se adequa à sua empresa. Uma das metodologias indicadas é o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) ou FSP (Folha de Solução de Problemas), definida por Santos e Christo e Motta, 2010 como uma ferramenta completa para resolução de problemas, pois utiliza o PDCA como base de sua aplicação. Assis e Júnior (2021) acrescentam que o MASP - Método de Análise e Solução de Problemas é um processo dinâmico na busca de soluções para uma situação. Caracteriza-se pela possibilidade de seus usuários analisarem e priorizarem os problemas, identificando algumas situações que exigem atenção e que às vezes não estão claras, de estabelecer o controle rapidamente em determinadas situações e de planejar um trabalho que será feito.

- o) A metodologia 8D envolve equipes trabalhando juntas para resolver problemas, usando uma abordagem estruturada de oito etapas para ajudar a focar nos defeitos. Esta metodologia é desenvolvida para que possa ser utilizada para introdução sistemática de melhorias ou eliminação de problemas e falhas. Muitos métodos podem ser usados para melhorar as empresas, determinar a causa raiz e resolver problemas. Um desses métodos é conhecido como metodologia de resolução de problemas 8D na indústria automotiva. Análise de Efeito de Modo de Falha (FMEA), análise de cinco porquês, diagrama de Ishikawa e Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) foram adicionados à metodologia 8D para aumentar a eficiência no processo produtivo no setor automotivo (USLU DIVANOĞLU e TAŞ, 2022). Uslu Divanoğlu e Taş (2022) descrever que os oito passos são: (D1)

Formação da Equipe, (D2) Descrição do Problema, (D3) Ação Imediata, D4) Identificação das causas raízes, (D5) Plano de Ação, (D6) Medição da Eficácia, (D7) Prevenir a recorrência, D8) Parabenizar a equipe. Barosani *et al.* (2017) enfatizam que para aplicação da metodologia 8D, todas as etapas devem ser levadas em consideração na avaliação e nenhuma das etapas 8D deve ser perdida, mesmo que o tempo esteja escasso.

- p) BI (*Business Intelligence*) é um termo abrangente que engloba todo o processo de aquisição, interpretação, comparação, análise e obtenção de informações ou conhecimento de qualidade em vários contextos de negócios para Chaudhuri e Dayal e Narasayya (2011) e os sistemas com *Business Intelligence* estão amplamente utilizados nas indústrias (NEGASH, 2004). Ele permite que as empresas gerenciem essas informações em um único formato e as migrem para outros formatos preferenciais usando um software de migração abrangente. Ao fazer previsões sobre eventos futuros, os sistemas operacionais de *business intelligence* devem processar grandes quantidades de dados complexos. Além da detecção de fraudes e do marketing, as empresas utilizam tecnologias de análise preditiva para avaliação de riscos, gerenciamento e pesquisa de mercado. O comportamento do cliente e outros eventos futuros podem ser previstos por meio de análise preditiva, que desenvolve modelos (NIU *et al.*, 2021). Para competir no mercado global de hoje, as empresas precisam deter mais conhecimento do que antigamente e, ainda, para obter sucesso, elas precisam saber mais sobre seus clientes, mercados, tecnologias e processos, e precisam ter essas informações antes que seus concorrentes (HEINRICHS e LIM, 2003). O BI tornou-se indispensável para a tomada de decisões estratégicas em empresas e governos em todo o mundo e desempenha um papel importante na sobrevivência dos negócios, na manutenção de relacionamentos com outras empresas, na contrainteligência, nas metas e

nos objetivos de curto e longo prazo (ROMERO *et al.*, 2021). A inteligência empresarial ajuda a reunir informações essenciais de uma ampla variedade de dados não estruturados e a convertê-los em informações acionáveis que permitem às empresas tomar decisões políticas informadas e melhorar a eficiência e a produtividade dos negócios. Os desafios enfrentados por qualquer organização na inteligência de negócios e na tomada de decisões incluem falha de plano, falta de preparação, falha de recursos e capacidade de assumir riscos (NIU *et al.*, 2021). Carter *et al.* (2020) destacam que os resultados são obtidos em formato gráfico através do Microsoft PowerBI® por exemplo, para visualização e análise interativa mais avançada. Google Data Studio, IBM Cognos Analytics, Oracle Analytic Cloud, SAS BI, BIRT, Adobe Analytics, Qlik, Tableau e Zendesk são outros exemplos de ferramentas de *business intelligence* e para Santos e Ramos (2006) cabe, no entanto, realçar que estes sistemas devem ser vistos apenas como ferramentas de apoio que dentro de circunstâncias organizacionais e de gestão adequadas favorecem a inteligência, aprendizagem e criatividade organizacional. Sem políticas adequadas de gestão de recursos humanos, gestão estratégica e operacional, sem a existência de ambientes de trabalho que favoreçam a colaboração, comunicação, a aceitação do risco e a tolerância ao erro, estes sistemas podem nunca cumprir os objetivos para que foram adoptados e tornarem-se encargos financeiros demasiado pesados para a maioria das organizações.

Observamos nesse contexto a adoção e base de algumas dessas metodologias ou ferramentas uma base alicerçada no ciclo PDCA. O ciclo PDCA foi idealizado na década de 20 por Walter A. Shewarth e, em 1950, Assis e Júnior (2021) descrevem que passou a ser conhecido como o ciclo de Deming, muito porque Deming foi fundamental na espetacular ascensão da indústria japonesa após a Segunda Guerra

Mundial e influenciou muitos dos gestores mais inovadores do mundo nas décadas seguintes. Suas ideias originais levaram diretamente à criação de relacionamentos com fornecedores e a uma infinidade de iniciativas de qualidade (ORSINI *et al.*, 2012) e ainda acrescenta que Werkema (1995) define o ciclo PDCA como “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Considerando a definição de que um problema é um resultado indesejável de um processo, o PDCA pode ser visto como um método de tomada de decisões para a resolução de problemas organizacionais. Para Campos (1992), o ciclo PDCA é um método que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades da organização. Trata-se de um modo eficiente de planejar e implantar uma melhoria no processo de padronizar as informações do controle de qualidade, de modo a melhorar a compreensão, eliminando erros lógicos nas análises e nas informações. Marshall Junior *et al.* (2006) têm a seguinte assertiva sobre o método PDCA: “O ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo”. Por isso, é fundamental que essas fases sejam consecutivas, gerando a melhoria contínua distribuída na organização, estabelecendo a unificação de práticas. São as seguintes as fases do ciclo PDCA segundo JÚNIOR MARSHALL e CIERCO e ROCHA (2011):

- *Plan* (Planejamento). Nesta fase, é fundamental definir os objetivos e as metas que se pretende alcançar, por meio das metodologias que contemplam as práticas e os processos.

- *Do* (Executar). Esta fase tem por objetivo a prática, por isso é imprescindível oferecer treinamentos, na perspectiva de viabilizar o cumprimento dos procedimentos aplicados na fase anterior. Nesta fase, é necessário colher informações que serão aproveitadas na próxima fase.

- *Check* (Verificar). Fase na qual é feita a averiguação do que foi planejado mediante as metas estabelecidas e os resultados alcançados; o parecer deve ser fundamentado em acontecimentos e informações e não em sugestões ou percepções.

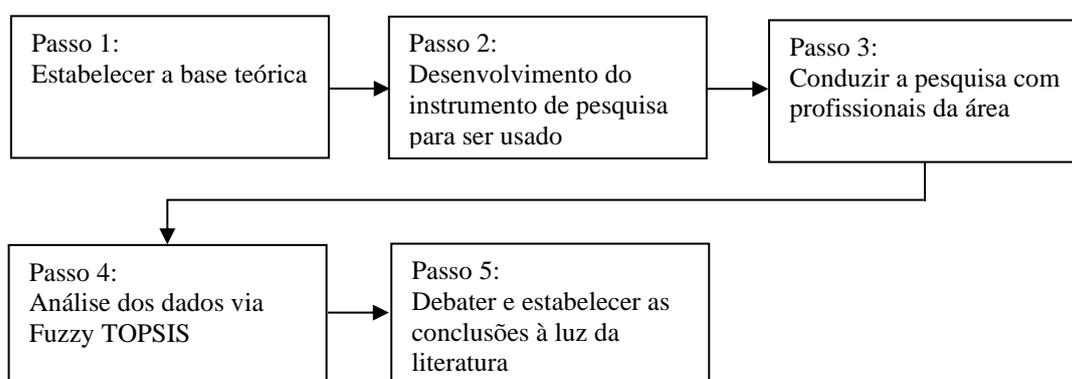
- *Act* (Agir). A última etapa proporciona duas opções a serem seguidas: a primeira baseia-se em diagnosticar qual é a causa raiz do problema, bem como a finalidade de prevenir a reprodução dos resultados não esperados, caso as metas planejadas anteriormente não sejam atingidas. Já a segunda opção segue como modelo do esboço da primeira, mas com um diferencial se as metas estabelecidas foram alcançadas. Porém, se os resultados esperados não forem alcançados, o ciclo PDCA deverá ser reiniciado. A aplicação do método PDCA tem o propósito de resolver problemas e alcançar metas, daí passar por várias etapas, que são: definição do problema, análise do fenômeno e do processo, estabelecimento do plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Por isso, é essencial o uso de ferramentas, de acordo com o tipo do problema (CAMPOS, 1994).

A interação dessas ferramentas e metodologias, bem como seu emprego nas indústrias brasileiras de veículos automotores podem ser demonstrados nos capítulos seguintes dessa dissertação.

### 3. MATERIAIS E METODOLOGIA

A respectiva pesquisa foi desenvolvida conforme Tominaga *et al.* (2020) e levou em consideração 5 passos estruturalmente definidos e apresentados na [Figura 6](#) e conforme enunciado abaixo:

**Figura 6:** Etapas seguidas na pesquisa



Fonte: Autor adaptado de Tominaga *et al.* (2020)

### 3.1. ESTABELECIMENTO DA BASE TEÓRICA

Assim como na pesquisa de Tominaga *et al.*, 2020 para estabelecer a base teórica sobre o tema gestão de garantia nas empresas do setor automotivo brasileiro o autor desse projeto realizou uma revisão literária e combinações dos seguintes termos foram usados: “*warranty*”, “*quality*”, “*automotive*”, “*management*”, “*costs*”, “*OEM*”, “*brazilian*”, “*tools*”, “*industry*”, “*responsabilty*”, “*civil*” e “*engineering*”. Ainda seguindo o padrão de Tominaga *et al.* (2020) os respectivos resultados foram usados para realizar a pesquisa: “Emerald Insight”, “Science Direct”, “Scopus”, “Taylor and Francis”, “Google Scholar” e “Springer”, além da biblioteca “Acervus – Sistema de Bibliotecas da Unicamp” e “Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp” podendo ainda descrever que o autor também pesquisou por *papers* que descrevia a técnica Fuzzy preferencialmente por similaridade à solução ideal (TOPSIS) de acordo com as recomendações de (CHEN, 2000).

### 3.2. ESTRUTURAÇÃO DAS FONTES DE PESQUISA E APLICAÇÃO DA PESQUISA

No Brasil, toda pesquisa envolvendo informações de pessoas requer a validação do comitê de ética, conforme Resolução 466/2012 do Ministério da Saúde. Por isso, esse projeto de estudo e pesquisa foi apresentado ao Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas. Essa pesquisa foi iniciada após a aprovação desse Comitê (TOMINAGA *et al.*, 2020).

Baseado no padrão de Tominaga *et al.* (2020) o instrumento de pesquisa usado na pesquisa foi composto de duas partes. A primeira foi dedicada aos respondentes, ou seja, quanto à caracterização dos respondentes e perfil das empresas que atuam levando em consideração os elementos de pesquisa e suas variáveis (possíveis respostas), e além disso para obter um número triangular fuzzy (TOMINAGA *et al.*,

2020) e seguir as recomendações de Chen (2000) as respostas das perguntas 1 a 14 foram classificadas os quais podem ser observados na [Figura 7](#).

Nas perguntas de P1 a P6 é observado para caracterização dos respondentes, as perguntas relacionadas aos aspectos profissional dos respondentes, como nível hierárquico e tempo na função, além de outras 4 (quatro) perguntas que traçam melhor o perfil da empresa que esses respondentes atuam, contextualizando sobre tipo de processo, localização geográfica, tamanho e definição de multinacional ou não. Enquanto perguntas de P7 a P14, através de mais 8 (oito) perguntas, é traçado o perfil da gestão de garantia das empresas aos que os respondentes atualmente trabalham, principalmente às estratégias de tempo de garantia, relação de custos e ferramentas adotadas para melhoria desse processo. As respostas à essas perguntas variam de acordo com o esperado para a pesquisa, podendo ser de múltiplas escolhas (11 de 14 perguntas) ou simplesmente “Sim” ou “Não”.

**Figura 7:** Caracterização dos respondentes e classificação recebida por cada resposta possível

Perguntas	Classificação						
	0 ou -	1	2	3	4	5	6
P1. Defina seu nível hierárquico dentro da empresa que você trabalha.		Assistente ou Analista	Engenharia ou Supervisão ou Chefia/Coordenação	Gerência ou Diretoria/Presidência			
P2. Descreva há quanto tempo você está na função atual na empresa (anos).		Até 9 anos.	De 10 a 19 anos.	Maior ou igual a 20 anos.			
P3. Defina o processo predominante da sua empresa.		Outro ou Pintura (tratamento superficial ou não definido)	Usinagem, Estamparia ou Injeção (transformação)	Montagem de Componentes	Montadora		
P4. Escolha onde está localizada a empresa que você trabalha.		GO (Centro-Oeste)	PR e RS (Sul)	PE (Nordeste)	MG e RJ (Sudeste, exceto SP)	SP	
P5. Escolha a quantidade de funcionários da empresa que você trabalha.		Até 19 empregados (Micro) + De 20 a 99 empregados (Pequenas)	De 100 a 499 empregados (Médias)	Mais do que 500 empregados (Grandes)			

**Figura 7** (continuação): Caracterização dos respondentes e classificação recebida por cada resposta possível

P6. A empresa que você trabalha tem filial ou filiais em outro(s) país(es)?		Não	Sim				
P7. O tempo de garantia adotado na empresa que você trabalha é menor que o tempo de garantia adotado pela montadora do veículo que utilizará o produto?	Não sei/prefiro não responder  (- Não aplicável, Montadora)	Não	Sim				
P8. Escolha a sistemática para pagamento das peças retornadas de campo adotada na empresa que você trabalha.	Não sei/Prefiro não responder  (-Não aplicável, Montadora)	Analisa 100% das peças retornadas, pagando as peças de sua responsabilidade	Adota um fator técnico baseado em amostras retornadas de campo	Adota um fator técnico padrão já no contrato de vendas	Paga as peças de garantia sem analisar peças	Pagamento através de percentual de vendas	
P9. Você sabe o que é custo de garantia?		Não	Sim				
P10. Na empresa que você trabalha, quais tipos de custos são incorporados à garantia?	Não sei/Prefiro não responder	Não há gestão dos custos de garantia na minha empresa	Todos os custos internos e externos relacionados à solução de uma falha no produto	Todos os custos internos relacionados à solução de uma falha no produto	Todos os custos externos relacionados à solução de uma falha no produto		
P11. Escolha a alternativa adequada, em relação à empresa que você trabalha.	Não sei/Prefiro não responder	Custos de Campo é menor do que Custos de Internos de refugo	Custos de Garantia é maior do que Custos de Internos de refugo				
P12. Na empresa que você trabalha, qual o prazo médio de garantia dos produtos fornecidos?	Não sei/Prefiro não responder	Até 1 ano de garantia	Até 2 anos de garantia	Até 3 anos de garantia	Até 4 anos de garantia	Até 5 anos de garantia	Mais que 5 anos de garantia
P13. Na empresa que você trabalha, é possível prolongar o prazo de garantia dos seus produtos, caso o Cliente pague por isso?	Não sei/prefiro não responder	Não	Sim				

Fonte: Autor

Para a pergunta “14. Na empresa que você trabalha, escolha as ferramentas ou metodologias utilizadas para analisar as causas dos custos de garantia?” foi elaborada uma classificação dentro dos padrões de análise proposto conforme demonstrado na [Tabela 2](#).

**Tabela 2:** Classificação recebida por cada resposta possível (para P14)

Classificação	Resposta
0	Não aplica + Não sei/Prefiro não responder
1	8D
2	Análise de Regressão
3	Benchmarking
4	CEP
5	DMAIC
6	DOE
7	FMEA
8	Folha de Solução de Problemas (MASP)
9	MASP
10	MSA
11	QFD
12	Paynter Chart
13	Pareto
14	Shainin
15	Value Stream Map
16	Outros

Fonte: Autor

Assim como Tominaga *et al.* (2020) a segunda parte, por sua vez, foi diretamente associada com o foco desse estudo, onde baseado no questionário presente foram definidas 14 perguntas, as quais foram derivadas de uma lista de boas práticas recomendadas e específicas por AIAG (2015), conforme [Tabela 3](#) presente nesse capítulo. Para AIAG (2015), a intenção da aplicação dessas 14 perguntas é ajudar a focar esforços em áreas da organização a considerar melhorias nos índices de garantia. AIAG (2015) complementa que as organizações não deveriam focar apenas em melhorar o nível de aderência, mas usar essa avaliação para identificar as áreas de melhoria que apoiariam mais a performance de garantia.

Para contextualizar uma das perguntas (pergunta 26), cabe mencionar que AIAG (2015) descreve NTF (*No Trouble Found* - Problema Não Encontrado) ocorre quando uma designada peça (componente, sistema ou módulo), trocado durante um eventual serviço e, que quando analisada pelo fabricante do veículo ou da própria peça, valida que a peça atende à todas as especificações, mas isso não descredita a reclamação, uma vez que as condições que causaram a reclamação não puderam ser reproduzidas ou identificadas durante a validação dos requisitos, qualificação dos testes não puderam desafiar o componente suficientemente e/ou nem todos os dados foram resgatados pelo diagnóstico do veículo ou nem o sistema de memória da peça indicam tal falha. Para AIAG (2015) a melhoria contínua através de abordagem de qualidade requer busca incessante na determinação da causa raiz e implementação de ações corretivas, além de transcrições de lições aprendidas para projetos futuros, porém *No Trouble Found* (NTF) pode ser o principal desafio, onde gerenciamento de garantia e solução de problemas realmente requer recursos para conduzir métodos apropriados.

**Tabela 3:** Relação de perguntas conforme AIAG (2015)

<b>Pergunta</b>	<b>Pergunta</b>
<b>P15</b>	A empresa que você trabalha estabelece acordos, revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa para melhoria de design, especificações, logística, manuseio, procedimentos de serviço e outras áreas para reduzir o potencial de falhas.
<b>P16</b>	Na empresa que você trabalha, existe um dono do processo de gerenciamento de garantia.
<b>P17</b>	Na empresa que você trabalha, existe uma estratégia que direciona comportamentos e práticas para redução dos riscos de garantia ao longo do tempo.
<b>P18</b>	A empresa que você trabalha estabelece anualmente metas de melhoria e atua com a mais alta prioridade nas reclamações com alto índice de falha no Cliente.
<b>P19</b>	Na empresa que você trabalha, durante o processo de aquisição do produto são discutidos os fatores de risco de garantia.
<b>P20</b>	Na empresa que você trabalha, os fornecedores são encorajados à redução dos riscos de garantia e há um mecanismo para esses fornecedores compartilharem.
<b>P21</b>	Na empresa que você trabalha, tem um gerente de Garantia definido e treinado para suportar o time sobre esse processo.

**Tabela 3** (continuação): Relação de perguntas conforme AIAG (2015)

<b>P22</b>	Na empresa que você trabalha, as FMEAs são usadas para identificar riscos de componente e sistema, design para manufatura, design para montagem e design para prestação de serviços.
<b>P23</b>	Na empresa que você trabalha, existe uma lista de lições aprendidas que possibilita o resgate de informações sobre análises das reclamações de campo.
<b>P24</b>	Na empresa que você trabalha, são rigorosamente levantadas informações sobre as reclamações de Clientes e são registradas as informações de códigos e diagnósticos da falha.
<b>P25</b>	Na empresa que você trabalha, são avaliadas as interações de sistema, montagem e condições de manuseio e transporte para determinar a causa raiz após as reclamações.
<b>P26</b>	Na empresa que você trabalha, os casos NTF são investigados com frequência.
<b>P27</b>	Na empresa que você trabalha, é usado um sistema de dados de garantia com dados de peças retornadas que permitam uma avaliação regular desses dados.
<b>P28</b>	As performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente na empresa que você trabalha.

Fonte: Autor

Ainda sobre a estruturação da pesquisa para cada tópico apresentação na [Tabela 3](#), os respondentes deveriam avaliar com os critérios com variáveis linguísticas de avaliação, conforme apresentado na [Tabela 4](#) (TOMINAGA *et al.*, 2020). O qual permitirá a classificação recebida por cada resposta possível, em 5 (cinco diferentes níveis), além da possibilidade de informar preferem não responder por qualquer que seja o motivo ou simplesmente que não sabe a resposta à pergunta.

**Tabela 4:** Classificação recebida por cada resposta possível (para P15 a P28)

<b>Classificação</b>	<b>Crítérios com variáveis linguísticas de avaliação</b>
<b>0</b>	Não sei/prefiro não responder.
<b>1</b>	Esse aspecto é inexistente na empresa em que trabalho.
<b>2</b>	Esse aspecto é considerado de maneira superficial na empresa em que trabalho.
<b>3</b>	Esse aspecto é considerado de maneira razoável na empresa em que trabalho.
<b>4</b>	Esse aspecto é considerado de maneira adequada na empresa em que trabalho.
<b>5</b>	Esse aspecto é considerado de maneira bem estruturada na empresa em que trabalho

Fonte: Autor

As respostas coletadas dos respondentes foram tabuladas e agrupadas levando em consideração o perfil de cada um conforme os níveis N1, N2 e N3, que é apresentado na [Tabela 5](#), onde N1 corresponde a um menor nível de maturidade, N2 corresponde a um nível intermediário de maturidade, enquanto N3 é o maior nível de maturidade do respondente através da somatória de pontos, conforme:

- a) **Nível hierárquico:** 1 ponto para Assistente ou Analista, 2 pontos para Engenharia ou Supervisão ou Chefia/Coordenação, 3 pontos para Gerência ou Diretoria/Presidência.
- b) **Tempo na Empresa:** 1 ponto até 9 anos, 2 pontos de 10 a 19 anos, 3 pontos maior ou igual a 20 anos na empresa
- c) **Quantidade de funcionários na empresa:** 1 ponto até 99 empregados, 2 pontos de 100 a 499 empregados, 3 pontos para mais do que 500 empregados.

Tabela 5: Respostas coletadas e tabuladas de acordo com perfil dos respondentes:

	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	Classificação
R1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N3
R2	5	5	5	5	5	2	5	5	3	5	5	4	4	5	N1
R3	1	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	3	4	4	N2
R4	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5	5	N2
R5	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	N1
R6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N1
R7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N1
R8	1	3	1	3	3	3	1	1	3	2	4	4	3	4	N1
R9	4	5	4	4	1	4	5	3	4	5	5	4	5	5	N1
R10	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	N1
R11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N3
R12	5	5	4	5	3	2	5	4	5	5	5	4	5	5	N2
R13	5	5	4	4	4	3	5	4	3	3	4	4	3	4	N2
R14	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	N3
R15	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	N2
R16	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	3	4	5	N2
R17	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	N2
R18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N2
R19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N1
R20	3	5	5	5	4	4	4	3	3	5	4	4	5	5	N1
R21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	N1
R22	3	4	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	2	N1
R23	2	3	3	3	3	1	5	3	3	4	3	1	3	3	N1
R24	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	N2
R25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N2
R26	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	N2
R27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	N2
R28	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	1	5	5	N2
R29	4	5	4	4	5	3	5	5	4	4	3	3	4	5	N2
R30	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	5	4	N1
R31	5	5	5	5	5	3	5	4	4	5	5	5	4	5	N1

Fonte: Autor

### 3.3. PESQUISA

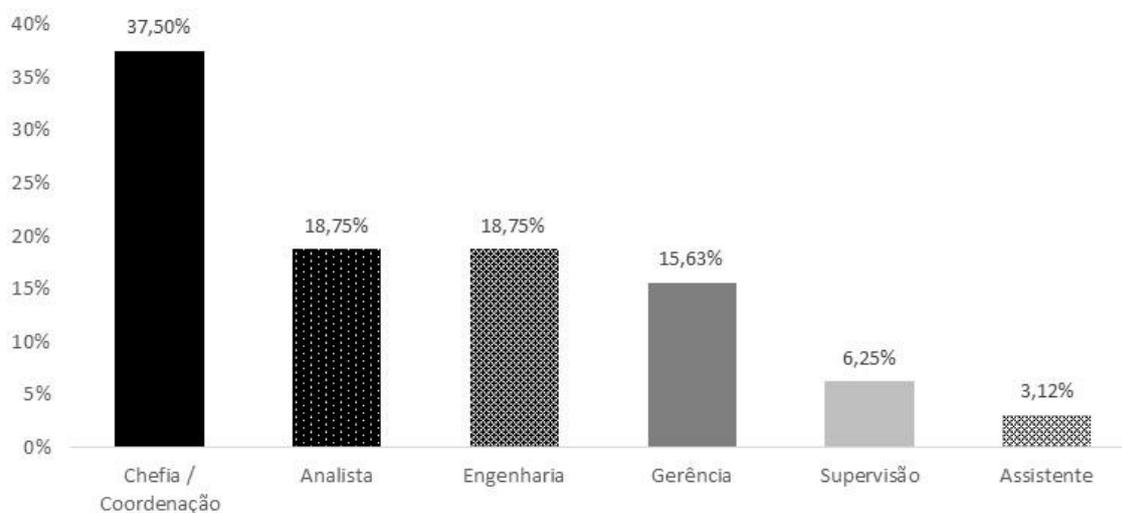
Foi estruturado um questionário com 28 perguntas. Os possíveis respondentes desses questionários foram localizados a partir de sites institucionais, artigos científicos, além das redes de relacionamentos profissionais dos pesquisadores. O grupo de respondente deveria pertencer a qualquer instituição da indústria do setor de fabricação de autopeças brasileiro, porém direcionado para pessoas com perfis específicos, com experiência no tema e sem que se repita pessoas diferentes da mesma empresa, ou seja, garantir que cada respondente seja de uma empresa diferente.

O período de pesquisa se estendeu por 5 meses, onde foram endereçados o caminho eletrônico da pesquisa para os *e-mails* dos respectivos respondentes. Resultados obtidos ao final do período de pesquisa contou com a participação de 32 respondentes. Considerando o número de respondentes obtidos nessa pesquisa, deve-se mencionar que uma análise estatística não foi realizada, porém através do uso de método de análise de dados multicritério (TOMINAGA *et al.*, 2020). Segundo Tominaga *et al.* (2020), é importante destacar o caráter exploratório da pesquisa, por meio de uma amostragem não-probabilística, embora os resultados não possam ser generalizados, as observações contribuem para a literatura, mostrando oportunidades de melhoria para a indústria brasileira e gerando debates para a valorizar essa literatura.

### 3.4. ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

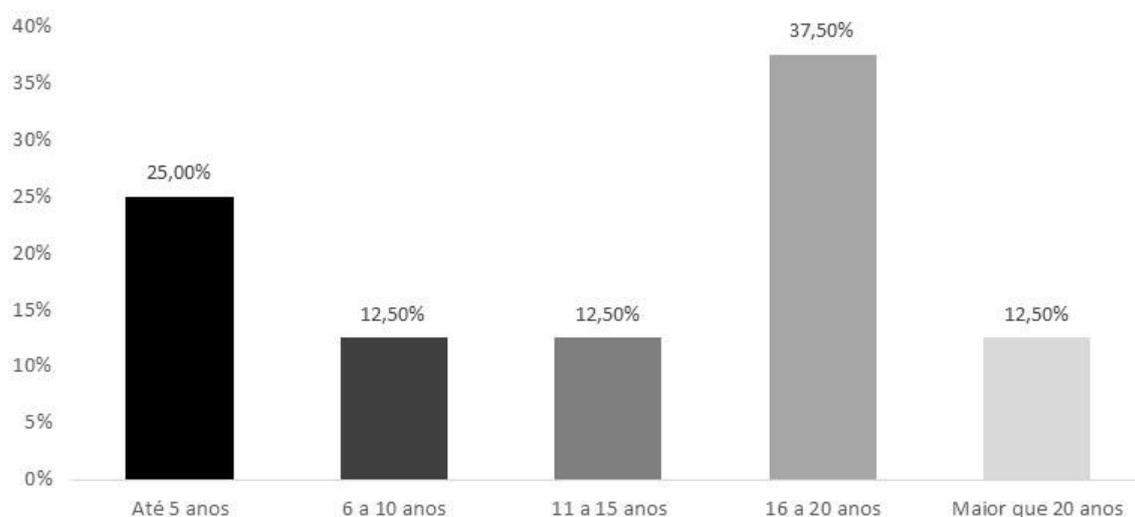
Os resultados obtidos foram coletados até 06 de maio de 2023 com total de respondentes de 32, onde demonstra que a maioria dos respondentes (59,38%) possuem algum cargo de liderança (chefia / coordenação, gerência e supervisão) nas empresas que atuam conforme [Gráfico 8](#). Adicionalmente, no [Gráfico 9](#), é possível visualizar que a maioria dos respondentes (62,50%) possui mais de 11 anos na função:

**Gráfico 8:** Percentual das respostas para nível hierárquico na empresa



Fonte: Autor

**Gráfico 9:** Percentual das respostas para quanto tempo está na função atual na empresa

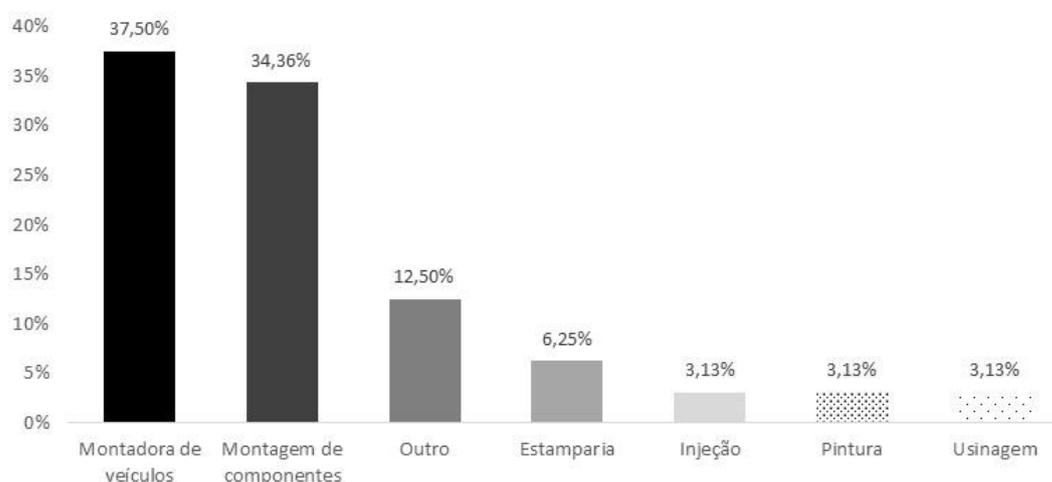


Fonte: Autor

Através do [Gráfico 10](#), é possível visualizar que Montadora de Veículo teve uma participação significativa (37,50%), seguida de perto por fornecedores de montagem de componentes (34,26%), enquanto os outros modelos de processos predominantes das empresas somaram 28,14% de participação nessa pesquisa. Avaliando a localização geográfica por estado brasileiro dos respondentes é possível observar,

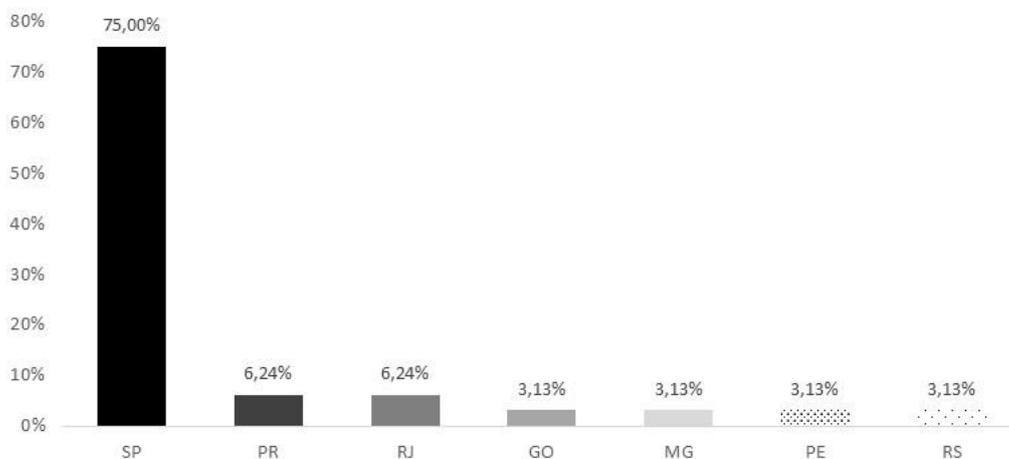
conforme [Gráfico 11](#), que o estado de São Paulo corresponde à maior parte dos respondentes (75,00%). Além disso, conforme [Gráfico 12](#), as grandes empresas (com mais de 500 funcionários) correspondem à maior parte dos respondentes (68,75%), onde as Empresas multinacionais predominaram nessa pesquisa com 84,38% de participação, cujo resultado é demonstrado no [Gráfico 13](#).

**Gráfico 10:** Percentual das respostas para definição do processo predominante na empresa



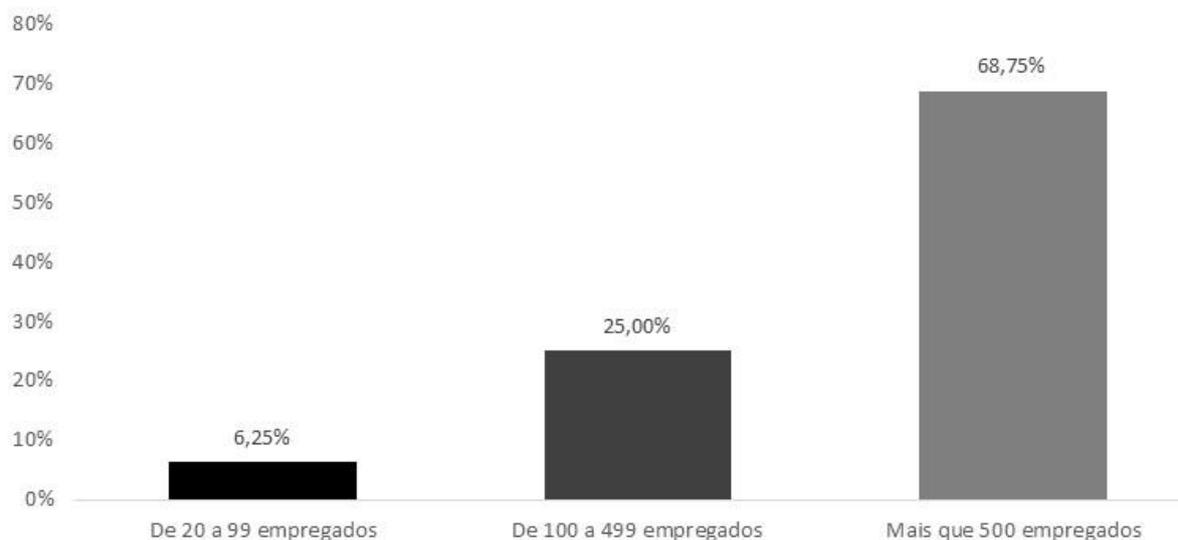
Fonte: Autor

**Gráfico 11:** Percentual das respostas para localização da empresa



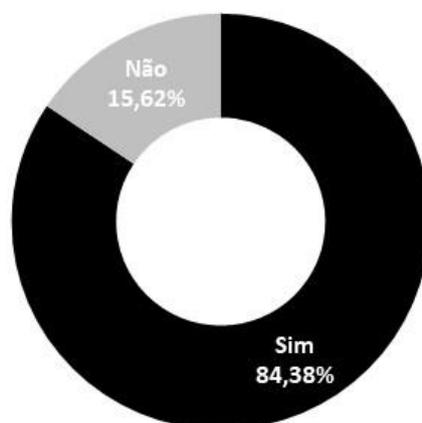
Fonte: Autor

**Gráfico 12:** Percentual das respostas para a quantidade de funcionários na empresa



Fonte: Autor

**Gráfico 13:** Percentual das respostas se há filial em outro(s) país(es)

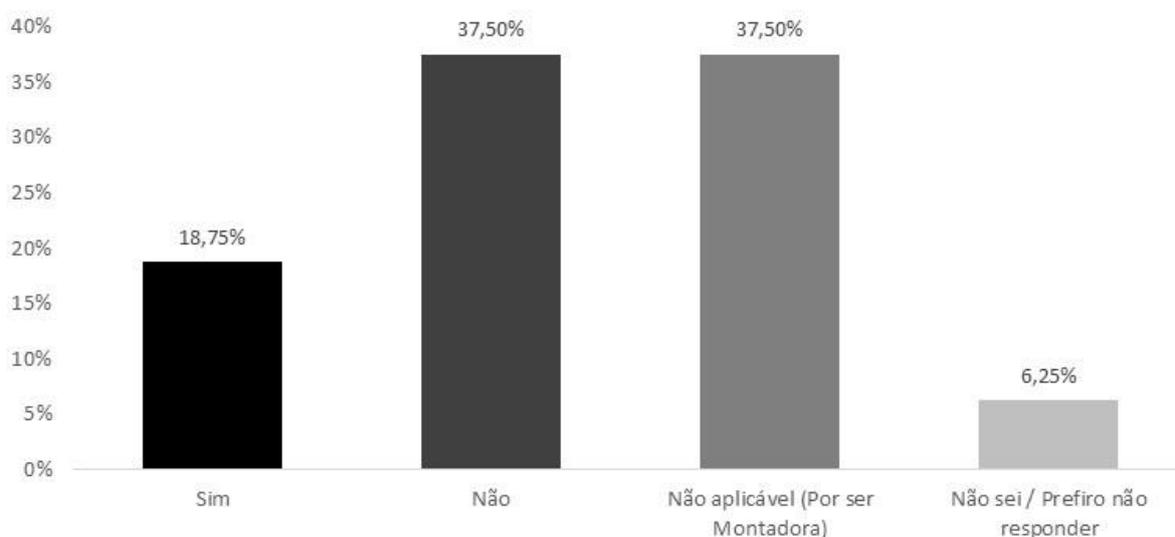


Fonte: Autor

Dentro do perfil da gestão das empresas, é visualizado, através do o [Gráfico 14](#), que o tempo de garantia adotado não é menor que o tempo de garantia adotado pela montadora do veículo na maioria dos respondentes (37,50%) e ainda dentro desse contexto de gestão, é possível avaliar que a maior parte dos respondentes (52,94%)

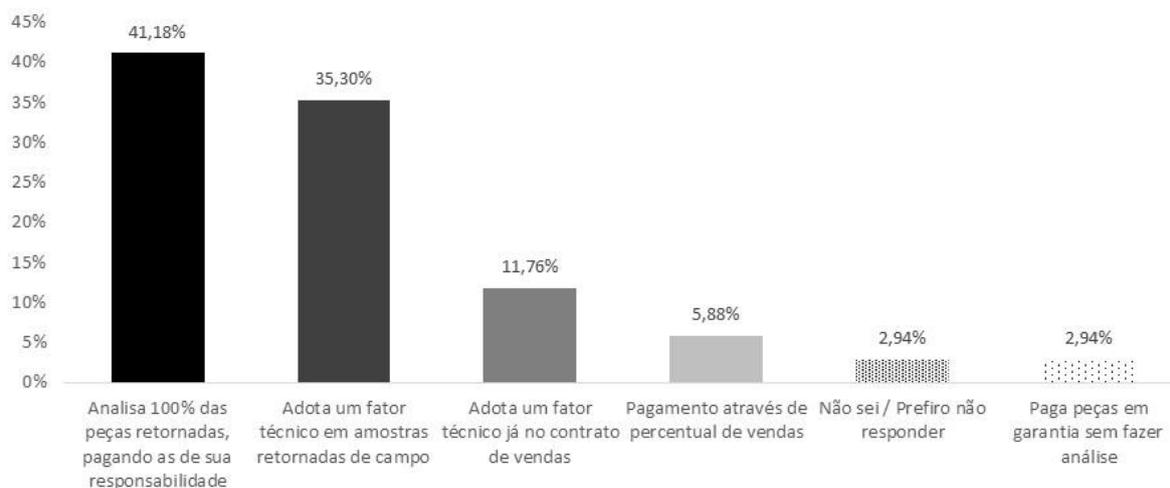
disseram que as empresas em que eles atuam adotam alguma análise estatística em seu processo de pagamento de peças em garantia (Gráfico 15), ou seja, é adotado um Fator Técnico baseado em amostras retornadas de campo ou Fator Técnico já definido durante a cotação do produto ou até mesmo, um percentual que é pré-definido durante a cotação e o pagamento é feito sobre esse percentual em relação ao volume de vendas do produto em determinado período. Além disso não é comum as empresas adotarem mais de uma sistemática para pagamento dos custos de Garantia, onde somente 25% mencionaram adotar além de uma sistemática (Gráfico 16).

**Gráfico 14:** Percentual das respostas sobre se o tempo de garantia adotado na empresa que é menor que o tempo de garantia adotado pela montadora do veículo que utilizará o produto



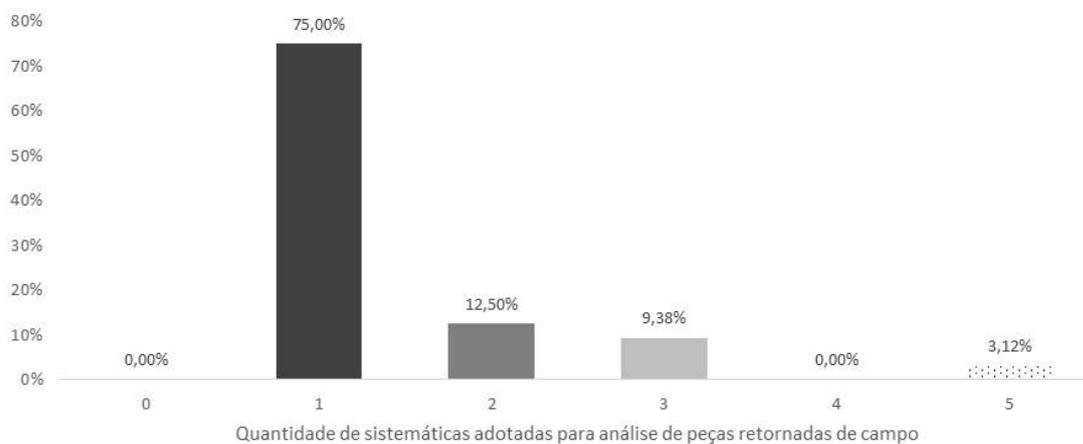
Fonte: Autor

**Gráfico 15:** Percentual das respostas para a sistemática para pagamento das peças retornadas de campo adotada pela empresa



Fonte: Autor

**Gráfico 16:** Percentual das respostas quantidade de sistemática adotada para pagamento das peças retornadas de campo

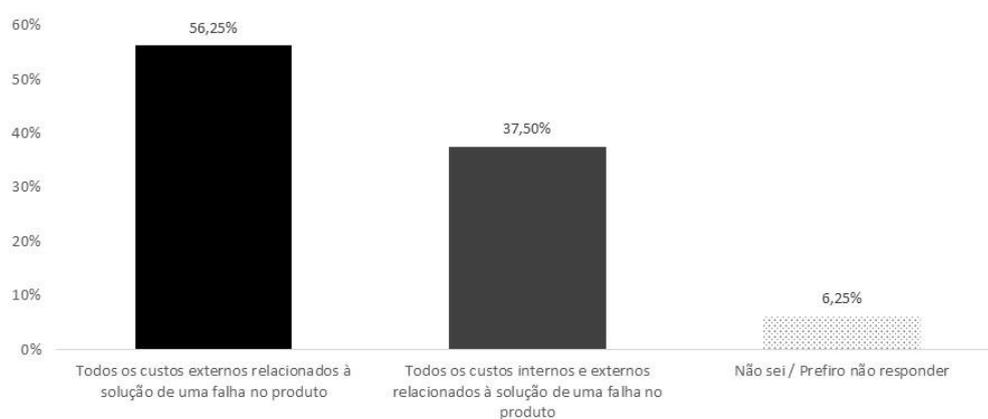


Fonte: Autor

Os respondentes afirmaram na sua totalidade que conhecem sobre custos de garantia e que todos os custos externos são incluídos na análise de garantia, conforme [Gráfico 17](#). Contudo, 37,50% dos respondentes mencionaram que as empresas também incluem os custos internos para solução de um problema no Cliente ou

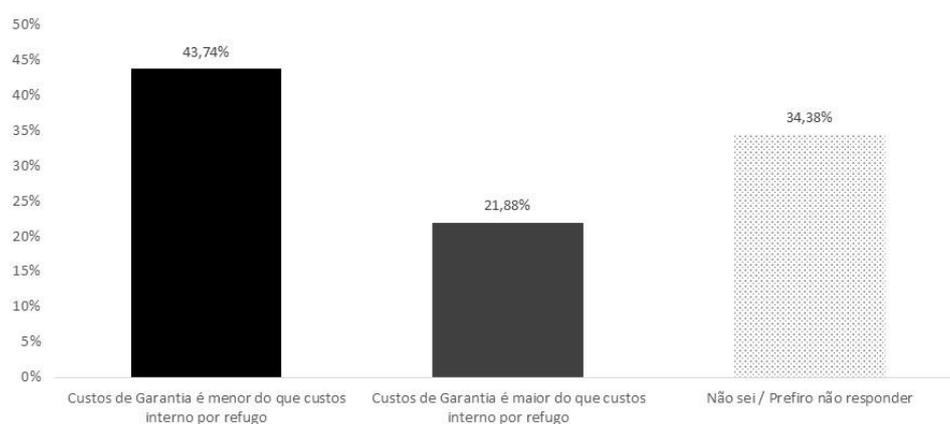
Consumidor como custo de Garantia. Associado à essa análise do perfil dos respondentes e apesar de uma significativa parcela dos respondentes (34,38%) preferirem não expressar a situação na empresa ou mencionarem que desconhecem o dado, observou-se que os custos de Garantia são maiores do que custos internos de falhas em 21,88% dessas empresas (Gráfico 18).

**Gráfico 17:** Percentual das respostas para os tipos de custos que são incorporados à garantia



Fonte: Autor

**Gráfico 18:** Percentual das respostas para relação dos custos da empresa

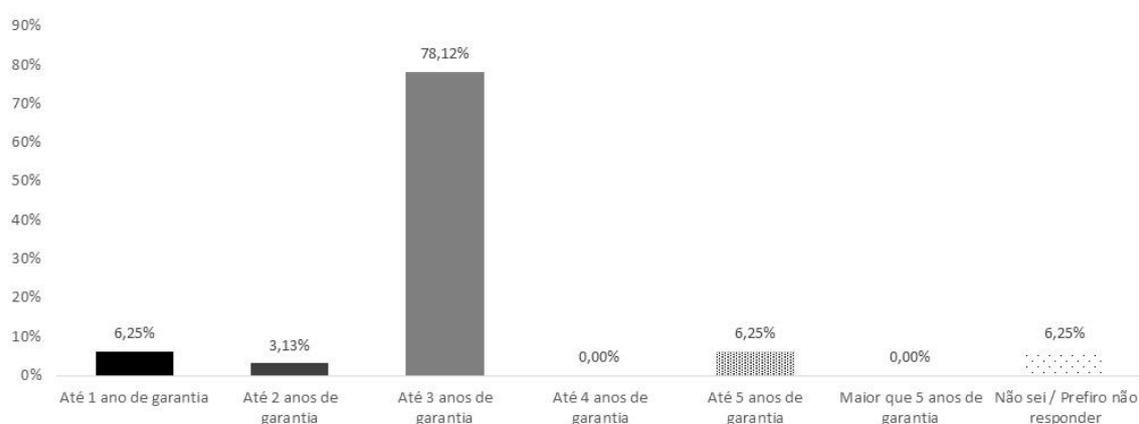


Fonte: Autor

Já no Gráfico 19 nota-se que a ampla maioria dos respondentes (84,17%) fornecem produtos com mais de 3 anos de garantia e apenas 9,38% dessas empresas

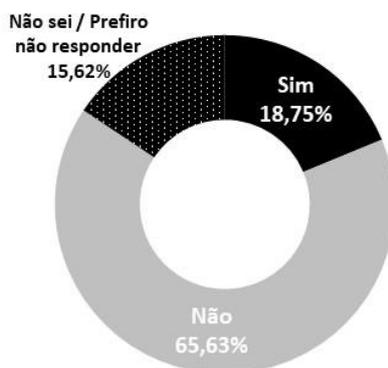
adotam em seus produtos garantia com até 2 anos de garantia. Dentro desse contexto de período de garantia, observa-se que não é prolongado o prazo de garantia dos produtos das empresas pesquisadas, caso o Cliente pague por isso, em 65,63% ([Gráfico 20](#)), enquanto uma parcela de 18,75% dos respondentes mencionou que aceitariam alterar o tempo de garantia caso o Cliente investisse dinheiro para isso.

**Gráfico 19:** Percentual das respostas para o prazo médio de garantia



Fonte: Autor

**Gráfico 20:** Percentual das respostas se o prazo de garantia dos produtos pode ser estendido, caso o Cliente pague por isso



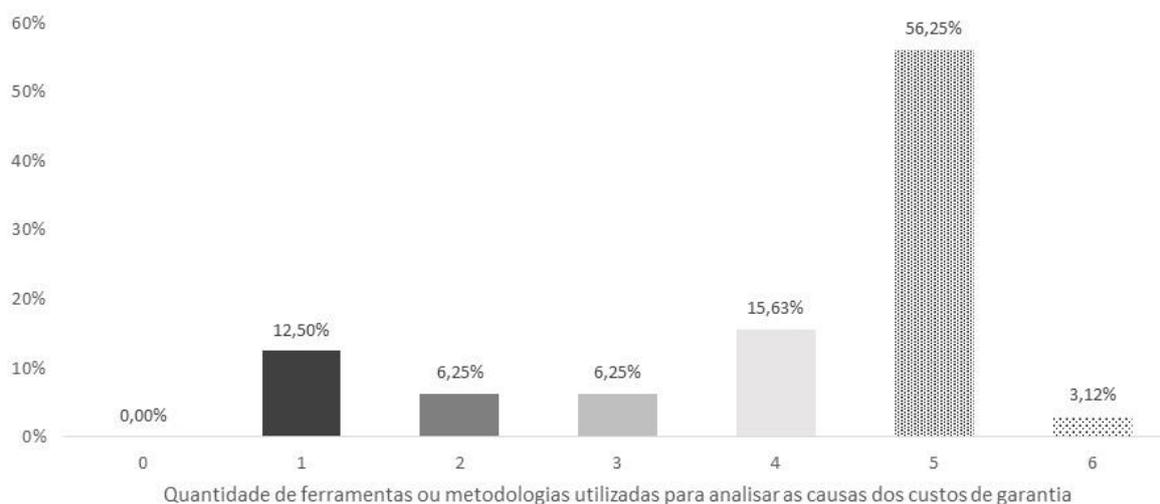
Fonte: Autor

Finalmente, no [Gráfico 21](#) constata-se que a maioria dos respondentes (87,50%) apontaram que as empresas têm mais que do que uma ferramenta ou metodologias

para analisar custos de garantia. Para avaliar melhor essas ferramentas o [Gráfico 22](#) traz as ferramentas ou metodologias mais utilizadas onde algumas informações se destacam, como por exemplo:

- a) 96,88% das empresas pesquisadas adotam o 8D como uma das ferramentas (ou a única) para análise das causas e solução de problemas de garantia.
- b) 65,63% dessas mesmas empresas adotam o 8D e Pareto como, pelo menos, duas das ferramentas para análise e solução de problemas de garantia.
- c) 62,50% dessas mesmas empresas adotam o 8D, Pareto e MASP como, pelo menos, três das ferramentas para análise e solução de problemas.
- d) Apenas 6,26% das empresas pesquisadas estão adotando metodologias eletrônicas de inteligências, como *Business Intelligence* ou *Microsoft Power BI* por exemplo, para apoiar ou suportar na análise de solução de problemas de garantia.

**Gráfico 21:** Percentual das respostas para as ferramentas ou metodologias utilizadas para analisar as causas dos custos de garantia



Fonte: Autor

**Gráfico 22:** Percentual e avaliação da relação das ferramentas ou metodologias utilizadas para analisar as causas dos custos de garantia

<b>Ferramenta/Metodologia</b>	<b>Percentual de respondentes que utilizam</b>
8D	96,88%
Pareto	65,63%
MASP	62,50%
CEP	43,75%
FMEA	43,75%
Benchmarking	28,13%
DOE	15,63%
Paynter Chart	15,63%
Shainin	15,63%
Análise de Regressão	12,50%
Value Stream Map	12,50%
MSA	9,38%
Business intelligence	3,13%
DMAIC	3,13%
Power BI	3,13%
Próprio sistema do Cliente	3,13%
QFD	3,13%

Fonte: Autor

Todos esses dados e informações contribuem substancialmente para a caracterização da amostra de forma fundamentada e correlata às necessidades para uma análise de dados coerente e precisa dentro das condições estabelecidas à pesquisa.

### 3.5. ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, os dados coletados foram analisados em relação às frequências das respostas e, posteriormente, via a técnica de Fuzzy TOPSIS (TOMINAGA *et al.*, 2020). A técnica TOPSIS foi desenvolvida por Hwang e Yoon em 1981 e é caracterizado como uma técnica para suportar tomada de decisão multicritério (AKRAM e SHUMAIZA e ARSHAD, 2020). Chen (2000) propõe uma extensão das técnicas, nos quais variáveis linguísticas são representadas por números fuzzy. Essa extensão tem sido usada para

pesquisas de diferentes campos de conhecimento (AKRAM e SHUMAIZA e ARSHAD, 2020). Vale ressaltar que a técnica permite suavizar as incertezas inerentes às respostas coletadas na pesquisa e conseqüentemente garante maior robustez na validação dos resultados (TOMINAGA *et al.*, 2020):

**Passo 1:** a tabela completa com os dados dos 32 respondentes foi analisada criticamente e nesse caso foram removidos da análise dos dados o Respondente R32 em virtude da pergunta “28. As performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente na empresa que você trabalha” ter sido respondida como: Não sei/Prefiro não responder.

**Passo 2:** em caso de resposta da pergunta “3. Defina o processo predominante da sua empresa” ser: Montadora de Veículos, a resposta da pergunta “7. O tempo de garantia adotado na empresa que você trabalha é menor que o tempo de garantia adotado pela montadora do veículo que utilizará o produto?” foi ajustada de célula vazia (sem informação) para “Não aplicável (Montadora)”.

**Passo 3:** para as perguntas 15 a 28 da [Tabela 3](#), definida conforme AIAG (2015), as classificações foram pontuadas conforme [Tabela 4](#).

Assim como Tominaga *et al.* (2020), a aplicação da técnica Fuzzy TOPSIS seguiu as orientações de Chen (2000) e algumas modificações foram feitas, conforme a seguir:

**Passo 1:** a partir da estruturação do perfil dos respondentes, descrito nos passos 1 a 4 e das classificações das respostas obtidas conforme [Tabela 5](#), começa a estruturação da matriz que apresenta as classificações medidas para cada variável por respondente (matriz  $\tilde{G}$ ) e apresentar a matriz que representa o perfil dos respondentes (matriz  $\tilde{E}$ ) (TOMINAGA *et al.*, 2020), conforme representação abaixo:

$$\tilde{G} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \dots & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix}; \tilde{X}_{ij}$$

$$= [a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}]; \rightarrow \text{entrada dos n\u00edveis fuzzy (Matriz 1)}$$

$$\tilde{E} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]; \tilde{w}_j = [w_1, w_2, w_3] \rightarrow \text{entrada experimentos fuzzy (Matriz 2)}$$

Autor: Chen (2000)

**Passo 2:** para normalizar a matriz  $\tilde{G}$  e obter a matriz  $\tilde{R}$  (Matriz 3) \u00e9 a seguinte equa\u00e7\u00e3o (TOMINAGA *et al.*, 2020):

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \text{ (Matriz 3); } \tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{C_j^*}, \frac{b_{ij}}{C_j^*}, \frac{c_{ij}}{C_j^*} \right), \text{ no qual } C_j^* = \max (i)c_{ij} \text{ (Equa\u00e7\u00e3o 1)}$$

Autor: Chen (2000)

**Passo 3:** considerando que as respostas est\u00e3o classificadas atrav\u00e9s do perfil dos respondentes, \u00e9 necess\u00e1rio obter a matriz  $\tilde{V}$  (Matriz 4), atrav\u00e9s da multiplica\u00e7\u00e3o das respostas normalizadas por fuzzy pelo respectivo fuzzy e perfil normalizado dos respondentes (TOMINAGA *et al.*, 2020):

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \rightarrow \text{no qual } \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} (\cdot) \tilde{w}_j \text{ (Matriz 4)}$$

Autor: Chen (2000)

**Passo 4:** uma vez obtido o fuzzy, normalizado e matriz de classifica\u00e7\u00e3o (Matriz  $\tilde{V}$ ), \u00e9 poss\u00edvel o c\u00e1lculo de dist\u00e2ncia de cada elemento (TOMINAGA *et al.*, 2020), baseado em n\u00edvel ideal de maior classifica\u00e7\u00e3o 5 at\u00e9 n\u00e3o ideal de menor classifica\u00e7\u00e3o 0, conforme [Tabela 4](#):

$$D(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad \text{(Equa\u00e7\u00e3o 2)}$$

$$A^* = [\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*] \text{ where, } \tilde{v}_j^* = [1, 1, 1] \rightarrow \text{solu\u00e7\u00e3o ideal positiva; (Matriz 5)}$$

$$A^- = [\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-] \text{ where, } \tilde{v}_j^- = [0, 0, 0] \rightarrow \text{solu\u00e7\u00e3o ideal negativa; (Matriz 6)}$$

Autor: Chen (2000)

**Passo 5:** a distância total de cada alternância em relação à solução ideal e não ideal é fornecida pela soma das distâncias parciais obtidas na fase anterior, como é mostrado nas equações (3) e (4) (TOMINAGA *et al.*, 2020):

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \rightarrow \text{distância total da solução positiva; (Equação 3)}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \rightarrow \text{distância total da solução negativa; (Equação 4)}$$

Autor: Chen (2000)

**Passo 6:** finalmente, o coeficiente de proximidade ( $CC_i$ , *closeness coefficient*) de cada alternativa pode ser calculado usando a equação (5) abaixo apresentada. O ranking das melhores alternativas será considerado o que obter o maior  $CC_i$  (TOMINAGA *et al.*, 2020):

$$CC_i = \frac{d_i^-}{(d_i^* + d_i^-)} \rightarrow \begin{array}{l} \text{Coeficiente de Proximidade;} \\ \text{Closeness Coefficient} \end{array} \quad \text{(Equação 5)}$$

Autor: Chen (2000)

## 4. RESULTADO

Tomando como referência nesse parágrafo Tominaga *et al.* (2020), essa seção apresenta os resultados obtidos e os debates relacionados. Uma análise de frequência foi realizada para cada grupo de respondentes (N1, N2 e N3) para identificar onde estava concentrada a maioria das respostas e se era possível avaliar divergência em relação às opiniões presentes (TOMINAGA *et al.*, 2020). Tabelas 6, 7 e 8 mostram essas frequências, onde é possível observar variações comum entre as respostas dos níveis 1, 2 e 3. Observa-se na análise de frequência das respostas dos níveis N1, N2 e N3 que as classificações 4 e 5 prevalecem como a maioria das respostas (65,5%), enquanto as classificações 0 a 3 corresponde, mesmo que somadas, como a minoria nessa pesquisa (34,5%).

Tabela 6: Análise de frequência das respostas do grupo N1

Classificação	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	3,2%	0,0%	3,2%	0,0%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%
2	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%	0,0%	3,2%	3,2%	3,2%
3	6,5%	12,9%	9,7%	6,5%	9,7%	9,7%	0,0%	16,1%	19,4%	0,0%	9,7%	3,2%	9,7%	3,2%
4	9,7%	3,2%	6,5%	12,9%	12,9%	12,9%	12,9%	9,7%	9,7%	12,9%	6,5%	16,1%	6,5%	16,1%
5	22,6%	29,0%	25,8%	25,8%	19,4%	12,9%	29,0%	16,1%	12,9%	29,0%	29,0%	19,4%	25,8%	22,6%

Fonte: Autor

Tabela 7: Análise de frequência das respostas do grupo N2

Classificação	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	3,2%	3,2%	0,0%	6,5%	9,7%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	9,7%	3,2%	0,0%
4	9,7%	6,5%	19,4%	12,9%	19,4%	12,9%	3,2%	16,1%	12,9%	6,5%	12,9%	19,4%	19,4%	9,7%
5	32,3%	35,5%	22,6%	32,3%	19,4%	16,1%	38,7%	25,8%	29,0%	35,5%	29,0%	12,9%	22,6%	35,5%

Fonte: Autor

Tabela 8: Análise de frequência das respostas do grupo N3

Classificação	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	6,5%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%	0,0%
5	3,2%	9,7%	6,5%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	6,5%	9,7%	9,7%	6,5%	6,5%	9,7%

Fonte: Autor

A matriz com fuzzy foi normalizada e, na sequência, cada um dos elementos foi multiplicado pela experiência dos respondentes e as distâncias de cada elementos em relação às soluções ideal positiva ( $d_i^*$ ) e negativa ( $d_i^-$ ) foram calculadas e a distância de cada elemento foram somados, conforme equações (3) e (4), o qual é possível obter a distância total em relação à cada solução ideal (TOMINAGA *et al.*, 2020) e estão demonstrados conforme Tabela 9 e Tabela 10. Conhecendo os valores de  $d_i^*$  e  $d_i^-$  para cada variável, foi possível calcular o *Closeness Coefficient* ( $CC_i$ ) conforme equação (5)

(TOMINAGA *et al.*, 2020), conforme apresentado na [Tabela 11](#). Finalmente os  $CC_i$  foram usados para elencar (*ranking*) as variáveis conforme a intensidade da resposta e a [Tabela 12](#) apresenta as variáveis (tópicos) elencados conforme os valores de  $CC_i$  (TOMINAGA *et al.*, 2020). Conforme [Tabela 13](#) na coluna Designação, estão as variáveis definidas por AIAG (2015), como base para uma gestão de garantia robusta e sustentável. Essas variáveis foram elencadas a partir dos valores obtidos para  $CC_i$ , onde os maiores  $CC_i$  indica maior maturidade quanto à Designação pesquisada.

**Tabela 9:** Distâncias de cada elemento da solução ideal positiva ( $d_i^*$ ) e distância total representada pela soma das distâncias

#	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
R1	0,46	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
R2	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,92	0,87	0,87	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R3	0,92	0,74	0,74	0,68	0,74	0,82	0,74	0,74	0,68	0,68	0,68	0,74	0,68	0,68
R4	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,74	0,65	0,68	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65
R5	0,87	0,89	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,89	0,89	0,87	0,89	0,89	0,89	0,87
R6	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R7	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R8	0,96	0,89	0,96	0,89	0,89	0,89	0,96	0,96	0,89	0,92	0,87	0,87	0,89	0,87
R9	0,87	0,87	0,87	0,87	0,96	0,87	0,87	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R10	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R11	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
R12	0,65	0,65	0,68	0,65	0,74	0,82	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65
R13	0,65	0,65	0,68	0,68	0,68	0,74	0,65	0,68	0,74	0,74	0,68	0,68	0,74	0,68
R14	0,46	0,36	0,46	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,46	0,36	0,36	0,46	0,46	0,36
R15	0,65	0,68	0,68	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,68	0,65
R16	0,68	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65	0,74	0,68	0,65
R17	0,65	0,65	0,68	0,65	0,68	0,68	0,65	0,68	0,68	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65
R18	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R19	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R20	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,89	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R21	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R22	0,89	0,87	0,89	0,87	0,89	0,92	0,87	0,89	0,92	0,87	0,89	0,92	0,92	0,92
R23	0,92	0,89	0,89	0,89	0,89	0,96	0,87	0,89	0,89	0,87	0,89	0,96	0,89	0,89
R24	0,68	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,68
R25	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R26	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,65
R27	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R28	0,65	0,68	0,68	0,65	0,68	0,68	0,68	0,68	0,65	0,65	0,65	0,92	0,65	0,65
R29	0,68	0,65	0,68	0,68	0,65	0,74	0,65	0,65	0,68	0,68	0,74	0,74	0,68	0,65
R30	0,87	0,89	0,87	0,87	0,87	0,89	0,87	0,87	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
R31	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Soma	23,03	22,51	22,82	22,44	22,81	23,30	22,46	22,74	22,79	22,46	22,56	23,28	22,78	22,43

Fonte: Autor

**Tabela 10:** Distâncias de cada elemento da solução ideal negativa ( $d_i^-$ ) e distância total representada pela soma das distâncias

#	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
R1	0,74	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
R2	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,14	0,29	0,29	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R3	0,14	0,46	0,46	0,62	0,46	0,30	0,46	0,46	0,62	0,62	0,62	0,46	0,62	0,62
R4	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,46	0,65	0,62	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65	0,65
R5	0,29	0,22	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,22	0,22	0,29	0,22	0,22	0,22	0,29
R6	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R7	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R8	0,07	0,22	0,07	0,22	0,22	0,22	0,07	0,07	0,22	0,14	0,29	0,29	0,22	0,29
R9	0,29	0,29	0,29	0,29	0,07	0,29	0,29	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R10	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R11	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
R12	0,65	0,65	0,62	0,65	0,46	0,30	0,65	0,62	0,65	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65
R13	0,65	0,65	0,62	0,62	0,62	0,46	0,65	0,62	0,46	0,46	0,62	0,62	0,46	0,62
R14	0,74	0,84	0,74	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,74	0,84	0,84	0,74	0,74	0,84
R15	0,65	0,62	0,62	0,65	0,62	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,62	0,65
R16	0,62	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65	0,46	0,62	0,65
R17	0,65	0,65	0,62	0,65	0,62	0,62	0,65	0,62	0,62	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65
R18	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R19	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R20	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,22	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R21	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R22	0,22	0,29	0,22	0,29	0,22	0,14	0,29	0,22	0,14	0,29	0,22	0,14	0,14	0,14
R23	0,14	0,22	0,22	0,22	0,22	0,07	0,29	0,22	0,22	0,29	0,22	0,07	0,22	0,22
R24	0,62	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,62
R25	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R26	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,65
R27	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R28	0,65	0,62	0,62	0,65	0,62	0,62	0,62	0,62	0,65	0,65	0,65	0,14	0,65	0,65
R29	0,62	0,65	0,62	0,62	0,65	0,46	0,65	0,65	0,62	0,62	0,46	0,46	0,62	0,65
R30	0,29	0,22	0,29	0,29	0,29	0,22	0,29	0,29	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
R31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
soma	14,30	15,08	14,71	15,35	14,63	13,51	15,18	14,70	14,62	15,22	15,09	13,83	14,78	15,31

Fonte: Autor

**Tabela 11:** Closeness Coefficient ( $CC_i$ ) calculado dos valores de  $d_i^*$  e  $d_i^-$

Variável	$d_i^*$	$d_i^-$	$CC_i$	Variável	$d_i^*$	$d_i^-$	$CC_i$
<b>P15</b>	23,0254	14,3021	0,3832	<b>P22</b>	22,7384	14,7017	0,3927
<b>P16</b>	22,5116	15,0770	0,4011	<b>P23</b>	22,7894	14,6219	0,3908
<b>P17</b>	22,8161	14,7084	0,3920	<b>P24</b>	22,4632	15,2214	0,4039
<b>P18</b>	22,4385	15,3527	0,4062	<b>P25</b>	22,5557	15,0914	0,4009
<b>P19</b>	22,8109	14,6281	0,3907	<b>P26</b>	23,2806	13,8291	0,3727
<b>P20</b>	23,2955	13,5123	0,3671	<b>P27</b>	22,7801	14,7806	0,3935
<b>P21</b>	22,4638	15,1781	0,4032	<b>P28</b>	22,4347	15,3094	0,4056

Fonte: Autor

Tabela 12: Tópicos ranqueados pelos valores de  $CC_i$ 

Ranking	$CC_i$	Variável	Designação
1	0,4062	P18	Estabelece anualmente metas de melhoria e atua com a mais alta prioridade nas reclamações com alto índice de falha no Cliente.
2	0,4056	P28	As performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente.
3	0,4039	P24	São rigorosamente levantadas informações sobre as reclamações de Clientes e são registradas as informações de códigos e diagnósticos da falha.
4	0,4032	P21	Há um gerente de Garantia definido e treinado para suportar o time sobre esse processo.
5	0,4011	P16	Existe um dono do processo de gerenciamento de garantia.
6	0,4009	P25	São avaliadas as interações de sistema, montagem e condições de manuseio e transporte para determinar a causa raiz após as reclamações de Cliente.
7	0,3935	P27	É usado um sistema de dados de garantia com dados de peças retornadas que permitam uma avaliação regular desses dados.
8	0,3927	P22	As FMEAs são usadas para identificar riscos de componente e sistema, design para manufatura, design para montagem e design para prestação de serviços.
9	0,3920	P17	Existe uma estratégia que direciona comportamentos e práticas para redução dos riscos de garantia ao longo do tempo.
10	0,3908	P23	Existe uma lista de lições aprendidas que possibilita o resgate de informações sobre análises das reclamações de campo.
11	0,3907	P19	Durante o processo de aquisição do produto são discutidos os fatores de risco de garantia.
12	0,3832	P15	É estabelecido acordos, revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa para melhoria de design, especificações, logística, manuseio, procedimentos de serviço e outras áreas para reduzir o potencial de falhas de campo.
13	0,3727	P26	Os casos NTF ( <i>No Trouble Found</i> - Problema Não Encontrado) são investigados com frequência.
14	0,3671	P20	Os fornecedores são encorajados à redução dos riscos de garantia e há um mecanismo para esses fornecedores compartilharem melhorias.

Fonte: Autor

Observando o ranking das variáveis, nota-se que para a Variável P18: Estabelece anualmente metas de melhoria e atua com a mais alta prioridade nas reclamações com alto índice de falha no Cliente, obteve o maior  $CC_i$  (0,4062). Para essa

variável AIAG (2015) detalha que as organizações deveriam desenvolver um processo para periodicamente rever dados de garantia para identificar falhas emergentes no campo e elevados níveis de falha nos componentes ou serviços. Ainda nessa variável AIAG (2015) recomenda que os dados de garantia podem ser formatados para criar um gráfico de Pareto para priorização das atividades, comparando inúmeros níveis de performance, tais como custo por unidade, índice de incidente, custo total de reparo, total de reclamações, e outros dados de garantia e baseado nos recursos disponíveis, a organização deveria selecionar quais dos maiores itens do gráfico de Pareto requer análise crítica. AIAG (2015) acrescenta que para estabelecer a causa raiz, uma análise profunda deveria ser compartilhada entre um time multifuncional que poderia incluir membros da Engenharia da Qualidade, Engenharia do Produto, Manufatura, Materiais, Fornecedores e potencialmente alguns Clientes, onde uma vez os itens com maior frequência são identificados e direcionados, a frequência de eventos em campo deve reduzir durante a vida do produto e o resultado esperado é mais consumidores satisfeitos pela redução da frequência de reparos. AIAG (2015) descreve as mesmas observações para a Variável P28: As performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente, o qual se apresentou na segunda colocação do ranking de  $CC_i$  com 0,4056.

Na terceira colocação desse ranking, aparece a variável P24: São rigorosamente levantadas informações sobre as reclamações de Clientes e são registradas as informações de códigos e diagnósticos da falha e é sugerido por AIAG (2015) que após a realização dos reparos, uma descrição completa deveria ser anotada, incluindo informações de codificação de falhas e qualquer dados sobre a diagnose ou reparo realizada, juntamente com qualquer dado e informações de troca de peças, além de incluir imagens digitais, quando for claro a evidência da real causa raiz para suportar montadoras a entender melhor o problema, além disso, registrar todas as informações aplicáveis de memória do veículo.

A Variável P21: há um gerente de Garantia definido e treinado para suportar o time sobre esse processo, aparece na quarta colocação desse ranking e a orientação dada por AIAG (2015) nesse caso é que a organização deveria ter um responsável de garantia para gerenciar o processo de garantia dentro dessa organização, guiando a organização na resolução das falhas de garantia e ser responsável por reportar os resultados aos parceiros de negócio. Bem em linha com essa Variável, aparece já na quinta colocação desse ranking a variável P16: Existe um dono do processo de gerenciamento de garantia, onde a orientação dada por AIAG (2015) é similar à variável anterior, mas aparece a orientação de estabelecer um dono de processo com apropriadas funções e responsabilidades dentro da organização, com habilidades para envolver times multifuncionais, influenciar as atividades através de monitoramento do processo de garantia, avaliar a efetividades das medidas de melhoria e liderar uma mudança cultural direcionada para orientação ao consumidor.

Após elencar contextualizar as cinco primeiras posições desse ranking é avaliada as posições intermediárias, entre a sexta e décima colocação, começando pela Variável P25: são avaliadas as interações de sistema, montagem e condições de manuseio e transporte para determinar a causa raiz após as reclamações de Cliente, os quais AIAG (2015) estabelece quatro aplicações de sustentabilidade para esse processo que são:

- a) Aplicação de sistema eletrônico com alto nível da análise de dados para dados de garantia.
- b) Análise de dados de reclamação de campo com alta profundidade.
- c) Aplicação de auditorias nas Plantas das organizações parceiras e em lançamento de produtos.
- d) Identificar as causas raízes por trás dos NTF (*No Trouble Found* - Problema Não Encontrado).

Para a Variável P27: É usado um sistema de dados de garantia com dados de peças retornadas que permitam uma avaliação regular desses dados, que aparece na sétima colocação desse ranking, AIAG (2015) acrescenta que obter e analisar proativamente dados de retorno prematuros de campos e comparar com testes de confiabilidade das peças deveriam ser adotadas pelas organizações.

A Variável P22: as FMEAs são usadas para identificar riscos de componente e sistema, design para manufatura, design para montagem e design para prestação de serviços, que aparece na posição seguinte (oitava) é bem clara e direta, onde AIAG (2015) defende o uso de FMEA de Projeto e de Processo como ferramentas críticas para prevenção de falhas de campo, com uso apropriado de lições aprendidas para sua retroalimentação.

Para a Variável P17: Existe uma estratégia que direciona comportamentos e práticas para redução dos riscos de garantia ao longo do tempo que obteve a nona colocação nesse ranking AIAG (2015) menciona como aplicável:

- a) Adoção de um dono de processo de garantia (similar à Variável P16).
- b) Acordos comerciais com termos e condições de garantia devem ser aprovadas pelo dono de processo de garantia.
- c) Estabelecer um programa de análise de riscos.
- d) Estabelecer um fluxo de gerenciamento de garantia.

Já para a décima colocação P23: Existe uma lista de lições aprendidas que possibilita o resgate de informações sobre análises das reclamações de campo AIAG (2015) sugere a adoção de um programa de lições aprendidas com fatos que não deram certo e uso de entradas dos dados dos relatórios do plano de validação de produtos e FMEAs.

Para a décima-primeira colocação desse ranking para a Variável P19 Durante o processo de aquisição do produto são discutidos os fatores de risco de garantia AIAG (2015) apresenta sugestões similares à Variável P17, nona colocação desse ranking. Por

outro lado para a Variável P15: É estabelecido acordos, revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa para melhoria de design, especificações, logística, manuseio, procedimentos de serviço e outras áreas para reduzir o potencial de falhas de campo, o qual a colocação foi décima-segunda, AIAG (2015) define como boas práticas para elevar a maturidade nesse tema a distribuição dos resultados de análises com os parceiros da organização para suportar nas ações de melhoria, além de atividades de prevenção com a cadeia de suprimentos.

AIAG (2015) descreve que NTF se põe como um dos mais difíceis desafios organizacionais quanto à necessidade de melhoria dos índices de performance de incidentes. Numerosas condições existem que podem criar um potencial NTF, os quais tornam as análises de causas raízes muito difíceis. Em linha com esse raciocínio, está a penúltima colocação desse ranking (décima-terceira colocação) que é exatamente a Variável P26: Os casos NTF (*No Trouble Found* - Problema Não Encontrado) são investigados com frequência. AIAG (2015) relata que uma solução de problemas para um NTF tipicamente não é uma atividade de evento único, mas requer numerosos dados para serem investigados para gerar dados suficientes para suportar à solução.

Chegando no menor CC<sub>i</sub> das 14 Variáveis dessa pesquisa, temos a Variável P20: Os fornecedores são encorajados à redução dos riscos de garantia e há um mecanismo para esses fornecedores compartilharem melhorias, o qual AIAG (2015) menciona como práticas aplicáveis para esse caso as seguintes atividades:

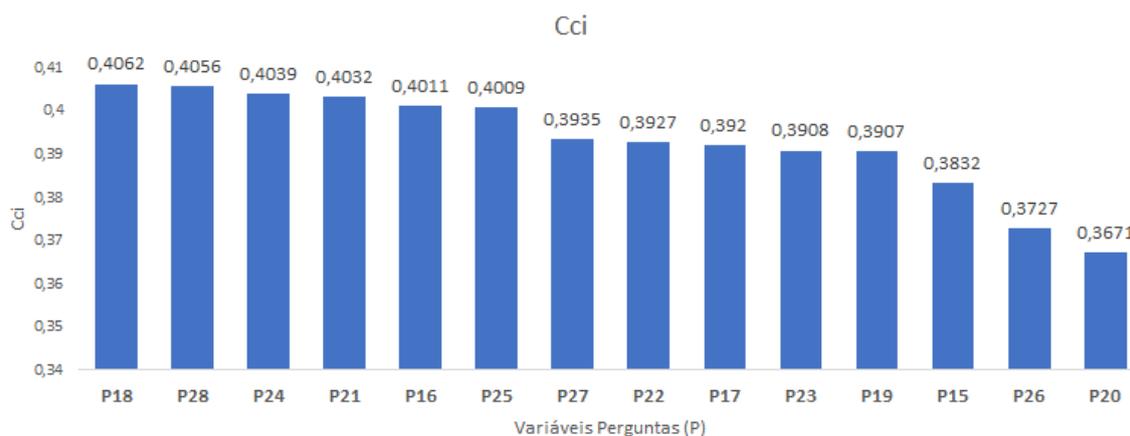
- a) Atividades com a cadeia de suprimentos: a cadeia de suprimentos é um parceiro fundamental para atender as expectativas do consumidor e garantir um veículo livre de problemas e é recomendado incluir a cadeia de suprimentos em um programa de prevenção para aproveitar suas experiências e planejar atividades redução de riscos.
- b) Distribuir resultados de análises com parceiros organizacionais para suportar ações de melhoria.

- c) Atualizar FMEAs, Planos de Controle, documentos de engenharia e outros documentos de qualidade dos fornecedores e parceiros de negócio.
- d) Ações corretivas podem ser aplicadas aos piores fornecedores e, além dos itens já mencionados, é recomendado que acordos de garantia sejam definidos na discussão de aquisição e escolha do fornecedor.

Finalmente, avaliando diretamente os resultados coletados durante a pesquisa, é possível demonstrar no [Gráfico 23](#) os valores em ordem decrescente de  $CC_i$  obtido para cada Variável (Pergunta). A flutuação de  $CC_i$  entre as 14 Variáveis permite dividir as escalas de forma escalar e estabelecer critérios de avaliação com base exclusivamente nos dados levantados como mostrado abaixo:

- Entre 0,36 a 0,37: maiores riscos ou fraquezas identificadas
- De 0,37 a 0,38: riscos ou fraquezas identificadas
- De 0,38 a 0,39: fraquezas identificadas
- De 0,39 a 0,40: pontos de acompanhamento, mas com bom diagnóstico
- De 0,40 a 0,41: apresenta bom diagnóstico.

**Gráfico 23:** Valores de  $CC_i$  para cada Variável (Pergunta)



Fonte: Autor

As 6 Variáveis (P18, P28, P24, P21, P16 e P25) entre os valores de  $CC_i$  0,40 a 0,41 mostram que as organizações pesquisadas apresentam de forma mais estruturada metas de melhoria e atuam com a mais alta prioridade nas reclamações com alto índice de falha no Cliente e as performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente. Além disso são rigorosamente levantadas informações sobre as reclamações de Clientes e são registradas as informações de códigos e diagnósticos da falha, sendo avaliadas as interações de sistema, montagem e condições de manuseio e transporte para determinar a causa raiz após as reclamações de Cliente. Tudo isso com a supervisão de um Gerente de Garantia definido e treinado para suportar o time sobre esse processo, contando ainda com um dono do processo de gerenciamento de garantia.

Enquanto isso as 5 Variáveis (P27, P22, P17, P23 e P19) entre os valores de  $CC_i$  (0,39 a 0,40) conotam uma situação intermediária dentro das organizações pesquisadas quanto à adoção de um sistema de dados de garantia com dados de peças retornadas que permitam uma avaliação regular desses dados, aplicação de FMEAs para identificar riscos de componente e sistema, *design* para manufatura, *design* para montagem e *design* para prestação de serviços e contam com uma lista de lições aprendidas que possibilita o resgate de informações sobre análises das reclamações de campo. Apesar de apresentarem melhoras na performance e sistema de gerenciamento de garantia presente nas organizações uma estratégia que direciona comportamentos e práticas para redução dos riscos de garantia ao longo do tempo aparece nessa margem de avaliação, bem como o processo de aquisição do produto são discutidos os fatores de risco de garantia abre espaço para melhorias e maior aplicação nessas organizações.

Isoladamente com  $CC_i$  entre 0,38 e 0,39 a Variável P15 demonstra que as organizações têm estabelecido acordos, revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa para melhoria de design, especificações, logística, manuseio, procedimentos de serviço e outras áreas para reduzir o potencial de falhas de campo

de forma tímida e que requer atuações de forma mais enfática dentro das organizações pesquisadas.

Com valores de  $CC_i$  entre 0,37 a 0,38 a Variável P26 traz à tona que os casos NTF (*No Trouble Found* - Problema Não Encontrado) não tem sido investigado com frequência e que avaliações nesse aspecto deve ser mais aprofundando e discutidos dentro das organizações.

A Variável P20 se isolou com  $CC_i$  entre 0,36 a 0,37 nessa pesquisa e traz à luz um tema já abordado na Variável P15, onde remete diretamente à gestão dos fornecedores. Além das organizações pesquisadas terem uma atuação tímida quanto à acordos, revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa, essa Variável aponta para um que os fornecedores não têm sido encorajados à redução dos riscos de garantia e há um mecanismo para esses fornecedores compartilharem melhorias.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados e discussões apresentados nessa dissertação é possível concluir que foi alcançado o objetivo de compreender os métodos e processos adotados para gestão de garantia das empresas do setor automotivo localizadas no Brasil.

Pode-se mencionar que organizações que participaram dessa pesquisa apresentam pontos de melhoria acentuados quanto à relação com seus fornecedores. Apesar das empresas estar estabelecendo melhores acordos de garantia com revisão de falhas e ações corretivas com os parceiros da empresa para melhoria de design, especificações, logística, manuseio, procedimentos de serviço e outras áreas para reduzir o potencial de falhas de campo, deve associar a uma política de encorajamento dos fornecedores à redução dos riscos de garantia e definir um mecanismo para esses fornecedores compartilharem melhorias. Além disso, aprofundar o conhecimento

acerca de casos NTF (*No Trouble Found* - Problema Não Encontrado) podem facilitar o entendimento sobre a voz dos consumidores, potencializar novas vendas, reduzir custos e conseqüentemente incrementar receita e lucros dentro das organizações.

As empresas têm se organizado e estabelecido com frequência suas metas de melhoria e tem atuado com alta prioridade às reclamações com índice elevado de falha no Cliente e a presença de um gerente ou dono do processo de gerenciamento de garantia tem passado a percepção de que as performances de garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas específicas. Entretanto quando mencionado que as performances de Garantia e reclamações de Cliente têm melhorado com adoção de medidas adotadas atualmente cabe a reflexão de quanto se está melhorando e quanto realmente poderia melhorar com melhor gestão de garantia, além disso, se as ações adotadas realmente impactam sustentavelmente para melhoria desse aspecto da organização. Novas avaliações sobre impacto dessas melhorias de performance em garantia, que tem sido confirmada nas empresas, poderia estar com margens de melhoria ainda maiores e mais sustentáveis, caso mecanismos de gerenciamento e acordos com seus parceiros de negócio e entendimento mais profundo dos casos NTF fossem estruturados e condicionados dentro dos procedimentos e cultura dessas organizações.

Por isso, quando as organizações afirmam que são rigorosamente levantadas informações sobre as reclamações de Clientes e são registradas as informações de códigos e diagnósticos da falha, pode-se questionar se realmente as informações relevantes para melhoria da gestão de garantia tem sido levantadas ou se a superficialidade no momento dessa coleta é a prática mais comum, tornando o esse levantamento raso e sem entendimento completo das razões de uma reclamação de Cliente, criando uma falsa impressão de que o processo é robusto e bem estruturado.

Por fim, cabe ressaltar um percentual elevado (34,5%) das empresas pesquisadas apresentarem aspectos da gestão e garantia de, no máximo, de maneira razoável, o que remete que há um amplo espaço para melhorias e adequações nesse

modelo de gestão, podendo aprimorar os métodos de investigação, ampliar a percepção das necessidades dos consumidores, potenciais lucro financeiros e, talvez mais importante, minimizar riscos de falhas e segurança para motoristas, passageiros e pedestres que fazem parte do próspero, intenso e desafiador trânsito brasileiro.

## **6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Avaliar dentro das organizações se o entendimento e maturidade sobre cada uma das variáveis mencionadas por AIAG (2015) realmente está sendo bem compreendida.
- Entender se os resultados sobre reclamações de Cliente podem ser ainda maiores casos tenha uma melhor gestão com parceiros da organização e entendimentos sobre NTF.
- Entender se os resultados poderiam ser potencializados com adoção de medidas ainda mais assertivas para eliminação das causas raízes e alavancar o desejo dos consumidores em possuir um veículo ou componente daquela respectiva marca.
- Avaliar os resultados observando maior número de amostras as variações entre tamanho de empresas ou incluir comparações com empresas fora do âmbito nacional.
- Avaliar a relação entre as ferramentas e metodologias adotadas para análise e solução de problemas adotadas pelas organizações e como elas vêm sendo aplicadas.
- Questionar sobre os modelos de garantia presentes no mercado brasileiro atual, direcionando melhores os recursos e necessidades do mercado.
- Evoluir modelos de análise e sistemas de garantia às novas tecnologias e tendências globais de produção de veículos e seus componentes.

## 7. REFERÊNCIAS

AIAG, Automotive Industry Action Group. **CQI-14 Automotive Warranty Management: A Guideline for Industry Best Practices**. Version 3ed. Michigan, 2015

AIAG, Automotive Industry Action Group. **Measurement Systems Analysis. Reference Manual**. Fourth Edition [S. l.: s. n.], 2010.

AKABANE, Getúlio Kazue; BUSSOLA, Fernando José. **A importância da logística Reversa no processo de “recall” como fator de melhoria numa indústria automobilística**. Brazilian Journal of Business, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 2602–2613, 2022.

AKRAM, Muhammad; SHUMAIZA; ARSHAD, Maham. **Bipolar fuzzy TOPSIS and bipolar fuzzy ELECTRE-I methods to diagnosis**. Computational and Applied Mathematics, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 7, 2020.

ALMEIDA, C. C. R de; CARIO, S. A. Ferraz; MERCÊS, Raimundo; GUERRA, O. Ferreira. **Indústria automobilística brasileira: conjuntura recente e estratégias de desenvolvimento**. Indicadores econômicos FEE, Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 135-152, 2006. Disponível em: [http://cdn.fee.tche.br/indicadores/34\\_01/14\\_parte.pdf](http://cdn.fee.tche.br/indicadores/34_01/14_parte.pdf). Acesso em: 26 out. 2023.

ALVES DA SILVA FILHO, CLODOALDO. **Contabilidade de Custos: uma análise sobre os métodos de custeio para o auxílio na tomada de decisões**. Revista de Estudos Interdisciplinares do Vale do Araguaia - REIVA, [S. l.], v. 5, n. 03, p. 21, 2022.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira 2023**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/04/ANUARIO-ANFAVEA-2023.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

ASSIS, Girceli Soares de; COSTA JÚNIOR, José Sérgio. **O impacto da utilização do MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) na satisfação dos Clientes: um estudo de caso**. Revista Científica UNIFAGOC - Caderno Graduação e Pós-Graduação - ISSN: 2525-5517. Ubá v. VI, n. 1, 2021.

BAROSANI, Shivani, BHALWANKAR, Neha, DESHMUKH, Varsha, KOKANE, Shital **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**, [s. l.], v. IV, n. 4, 2017.

BATALHA, Mário Otávio (org.). **Introdução à engenharia de produção**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007

BERTÓ, Dalvio José. BEULKE, Rolando. **Gestão de Custos**, 3ª Edição, Editora Saraiva, São Paulo, 2017.

BIAN, Yiwen, YAN, Shuai, ZHANG, Wei, XU, Hao. **Warranty strategy in a supply chain when two retailer's extended warranties bundled with the products**. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 364–389, 2015.

BRASIL. Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1990.

BURGASÍ Delgado, D. D., COBO Panchi, D. V., PÉREZ Salazar, K.T., PILACUAN Pinos, R.L., ROCHA Guano, M.B. **El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la Educación: Una revisión de los últimos 7 años**. *Revista electrónica TAMBARA*, [s. l.], n. 84, p. 1212–1230, 2021.

BURGOS, R., CHEN, G., WANG, F., BOROYEVICH, D., ODENDAAL, W. G., VAN WYK J. D., **Reliability-Oriented Design of Three-Phase Power Converters for Aircraft Applications**, in *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 48, no. 2, pp. 1249-1263, April 2012, doi: 10.1109/TAES.2012.6178060.

CAMPACCI, Claudio. **História da indústria automobilística no Brasil: Volume 1 - 1955 – 1959** [s.l.] Clube dos autores, 2021.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Ed. QFCO, 1994.

CANO, Wilson. **A desindustrialização no Brasil. Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 21, n. 4, p. 831–851, 2015.

CARTER, E., ADAM, P., TSAKIS, D., SHAW, S., WATSON, R., & RYAN, P. **Enhancing pedestrian mobility in Smart Cities using Big Data**. *Journal of*

Management Analytics, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 173–188, 2020.  
<https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1741039>

CASOTTI, Bruna Pretti; GOLDENSTEIN, Marcelo. **Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 28, p. 147-187, set. 2008

CHAUDHURI, Surajit; DAYAL, Umeshwar; NARASAYYA, Vivek. **An overview of business intelligence technology**. *Communications of the ACM*, [s. l.], v. 54, n. 8, p. 88–98, 2011.

CHEN, Chen-Tung. **Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment**. *Fuzzy Sets and Systems*, [s. l.], v. 114, n. 1, p. 1–9, 2000.

CHOWDHURY, S. **Working toward Six-Sigma Success**. *Manufacturing Engineer*, 127, pp 14, jul. 2001.

CORAL, Eliza; SELIG, Paulo Maurício. **Custos de Qualidade: Sua Definição e Aplicação**. I Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos – São Leopoldo, RS, Brasil, 20 a 23 de novembro de 1994. Disponível em:  
<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3520>. Acesso em: 26 out. 2023.

CORRÊA, Fábio. **Recall: a responsabilidade civil dos fabricantes de veículos automotores**. São Paulo: Editora Dialética, 2022.

COSTA, Rodrigo Morem da; HENKIN, Hélio. **Estratégias competitivas e desempenho da indústria automobilística no Brasil**. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 25, n. 2, p. 457–487, 2016.

DAI, A., ZHANG, Z., HOU, P., YUE, J., HE, S., HE, Z. **Warranty Claims Forecasting for New Products Sold with a Two-Dimensional Warranty**. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 715–730, 2019.

DE MAST, Jeroen; LOKKERBOL, Joran. **An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving**. *International Journal of Production Economics*, [s. l.], v. 139, n. 2, p. 604–614, 2012.

DINIS-CARVALHO, J., GUIMARAES, L., SOUSA, R.M., LEO, C.P., **Waste identification diagram and value stream mapping: A comparative analysis**, *International Journal of Lean Six Sigma*, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 767–783, 2019.

ERDIL, Aysenur, ERBIYIK Hikmet. **The Importance of Benchmarking for the Management of the Firm: Evaluating the Relation between Total Quality Management and Benchmarking**, ScienceDirect, Vol. 158, pp. 705-714.

FANG, Chih Chiang. **Optimal price and warranty decision for durable products in a competitive duopoly market**. Reliability Engineering and System Safety, [s. l.], v. 203, 2020.

FERNANDES, Suzana Cristina. **Amaro Cavalcanti e a luta pela industrialização brasileira**. 142 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP, 2001 Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1589721>. Acesso em: 26 out. 2023.

FERRO, José Roberto. **Estudo da competitividade da indústria brasileira. Competitividade na indústria automobilística**. Campinas- SP, MCT -Finep-Pacdt, 1993. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ci000062.pdf>. Acesso em: 04/03/2024. Acesso em: 26 out. 2023.

FRANKEN, José C.M.; VAN DUN, Desirée H.; WILDEROM, Celeste P.M. **Kaizen event process quality: towards a phase-based understanding of high-quality group problem-solving**. International Journal of Operations & Production Management, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 962–990, 2021.

GARCIA, Ximena Blum. **Análise do desgaste de fresas de topo de metal duro revestido durante a usinagem da liga ASTM F75**. 111 p. Dissertação (\*mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

GARRIDO, Cristiane Santos. **Desindustrialização da economia brasileira pós 2000: uma análise da dinâmica do emprego industrial no Brasil e no estado de São Paulo**. Dissertação - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/22527>. Acesso em: 27 jan. 2024.

GINTING, Rosnani, ISHAK, Aulia, MALIK, Alfin, SATRIO, M. **Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [s. l.], v. 1003, n. 1, p. 012022, 2020.

GOMES, Guilherme; DIEGUES, Antônio Carlos. **As transformações na estrutura produtiva internacional e os impactos na indústria brasileira: uma análise a partir da dimensão tecnológica.** *Economia e Desenvolvimento*, [s. l.], v. 31, p. 5, 2019.

GONZALEZ, João Carlos Soalheiro; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Casos de implantação da QS 9000 em empresas no Brasil** *Revista Produção*, [s.l.] v. 11 n. 2, abril de 2002.

GUIDE, V. Daniel R.; VANWASSENHOVE, Luk N. **Managing Product returns for Remanufacturing.** *Production and Operations Management*, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 142–155, 2001.

HEINRICHS, John H.; LIM, Jeen-Su. **Integrating web-based data mining tools with business models for knowledge management.** *Decision Support Systems*, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 103– 112, 2003.

HUMPHREY, John. **Globalization and supply chain networks: the auto industry in Brazil and India.** *Global Networks*, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 121–141, 2003.

IMAI, Masaaki. **Gemba kaizen: a commonsense, low-cost approach to management.** New York: McGraw-Hill, 1997 ou IMAI, Masaaki **Gemba Kaizen: Uma Abordagem de Bom Senso à Estratégia de Melhoria Contínua.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

ISHIDA, Juliana Poschl; OLIVEIRA, Daysa Andrade. **Um estudo sobre a Gestão da Qualidade: conceitos, ferramentas, custos e implantação.** ETIC - Encontro de Iniciação Científica, In Anais do Encontro Toledo de Iniciação Científica Prof. Dr. Sebastião Jorge Chammé - Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, 2019.

KADAM, Sanket Shankar; VIRUPAKSHAPPA, N. M.; ACHUTHA KINI, U. **Root cause analysis of rough conical seat grinding problem in fuel pump cylinder head by Shainin methodology.** *MATEC Web of Conferences*, [s. l.], v. 144, p. 05009, 2018.

KARIM, M. R.; SUZUKI, K. **Analysis of warranty data with covariates.** *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, [s. l.], v. 221, n. 4, p. 249–255, 2007.

KESHAVARZ-GHORBANI, Fatemeh; ARSHADI KHAMSEH, Alireza. **Modeling and optimizing a multi-period closed-loop supply chain for pricing, warranty**

**period, and quality management. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 2061–2089, 2022.

KUME, Hitoshi. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. 1.ed. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LANGLEY G.L, MOEN R, NOLAN K.M., NOLAN T.W., NORMAN C.L, PROVOST L.P. **The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers; 1996.

LEDESMA, Leandro. **Melhoria contínua do processo de fabricação em uma indústria automotiva para minimização do desperdício aplicando o Lean Manufacturing**. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharel - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa-PR, 2019.

LEE, Jun-Guel, KIM Taehyeong, SUNG, Ki Woo, HAN, Sung Won. **Automobile parts reliability prediction based on claim data: The comparison of predictive effects with deep learning. Engineering Failure Analysis**, [s. l.], v.129, 2021.

LORENTZ, Francisco. **Contabilidade e análise de custos: uma abordagem prática e objetiva: livro texto com 320 exercícios resolvidos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2021.

MAIA, Leonardo Diógenes Ferreira. **Responsabilidade civil do fabricante de automóveis por defeito em série e não uso do recall**. (Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia), Curso de Bacharelado em Ciências Jurídicas e Sociais – Direito, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande – Sousa- Paraíba - Brasil, 2007.

MARIN-GARCIA, Juan A.; VIDAL-CARRERAS, Pilar I.; GARCIA-SABATER, Julio J. **The role of value stream mapping in healthcare services: A scoping review**. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, 951 [s. l.], 2021.

MARIANO, Jefferson. **Manual de introdução à economia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

MARSHALL JUNIOR, Isnard; CIERCO, Agliberto Alves; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar. **Gestão de Qualidade**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

- MARTINS JÚNIOR, Roberto, Antonio; FRAGA, Rubia Magalhães. **Garantia do Produto: A garantia do produto na marca Volkswagen, concessionária Embraer Automóveis Ltda.** Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, p. 1–23, 2019.
- MENEZES, D.Q.F., PRATA, D.M., SECCHI, A.R., PINTO, J.C. **A review on robust M-estimators for regression analysis, Computers & Chemical Engineering**, [s. l.] Volume 147, 2021.
- MOHAGHEGH, Matin; FURLAN, Andrea. **Systematic problem-solving and its antecedents: a synthesis of the literature.** Management Research Review, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 1033– 1062, 2020.
- MORCEIRO, Paulo César. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**, 2018. 1–216 f. Tese - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- MOREIRA, Maurício Mesquita. **A Indústria Brasileira nos Anos 90. O que já se Pode Dizer?**, 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 496, 1999.
- MURTHY, D.N. Prabhakar; BLISCHKE, Wallace R. **Warranty Management and Product Manufacture**, London UK: Springer, 2006.
- NEGASH, Solomon. Business Intelligence. **Communications of the Association for Information Systems**, [s. l.], v. 13, 2004. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/cais/vol13/iss1/15>. Acesso em: 26 out. 2023.
- NEVES, Dinil da Costa. **Impacto da crise econômica na indústria automotiva brasileira**, 2021. 1–54 f. TCC - Universidade Anhanguera, Bauru-SP, 2021.
- NIU, Yanfang, YING, Limeng, YANG, Jie, BAO, Mengqi, SIVAPARTHIPAN, C.B. (2021). **Organizational business intelligence and decision making using big data analytics. Information Processing & Management**, [s. l.], v. 58, n. 6, 2021.
- OHNO, Taichi. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**, Nova York: Productivity Press, 1988.
- OLIVEIRA, Fernando Henrique Franzi de; LUNA, Ivette. **A desindustrialização brasileira sob a ótica do emprego industrial entre 2003 e 2017**, V Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação - V ENEI. FACE-UFMG, 2021.

ORSINI, Joyce Nilsson, DEMING, W Edwards, CAHILL, Diane Deming. **The essential Deming, Leadership principles from the Father of Quality**. The McGraw-Hill Companies, Inc., 2012.

PASTORI FILHO, Odair. **A percepção de valor do consumidor frente ao recall de veículos no Brasil: um estudo exploratório em São Paulo** p. 182, Dissertação (mestrado) FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, São Paulo, 2004.

PORTUGAL JÚNIOR, Pedro dos Santos; REYDON, B. P.; PORTUGAL, Nilton dos Santos; VIVALDI, G. A. D.; SILVA, S. W. **A economia política da reindustrialização sustentável no Brasil: direcionamentos necessários para um desenvolvimentismo ambiental**, RDE. Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador v. 2, n. 37 p. 35-56, 2017.

PRETZ, Jean E. Intuition versus analysis: **Strategy and experience in complex everyday problem solving**. *Memory & Cognition*, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 554–566, 2008.

RIZZOTTO, Rodolfo Alberto. **Recall - 4 milhões de carros com defeito de fabricação**. Rio de Janeiro: RDE Empreendimentos Publicitários Ltda., 2003. Disponível em: <<https://estradas.com.br/wp-content/uploads/2015/10/Recall-4-milhoes-de-carros-com-defeitode-fabrica.pdf>> Acesso em: 27 jan. 2024.

RUAS, Wilimar Junior. **Benchmarking e Inovação: a utilização do benchmarking como instrumento de estímulo à inovação na Diretoria de Operação Metropolitana da COPASA**, 2012. Monografia (especialização) NITEG - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS98BUV8/1/monografia\\_gei\\_2012\\_\\_\\_wilimar\\_ruas\\_\\_\\_benchmarking\\_e\\_inova\\_\\_\\_o.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS98BUV8/1/monografia_gei_2012___wilimar_ruas___benchmarking_e_inova___o.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2024.

SAMSAMI, Mahsa; SCHØTT, Thomas. **Past, Present, and Intended Digitalization around the World: Leading, Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind**, Naše gospodarstvo/Our economy, [s. l.], v. 68, n. 3, p. 1–9, 2022.

SANTOS, Felipe Horacio do Carmo; CHRISTO, Eliane da silva; MOTTA, Eduardo Amorim. **Roteiro de aplicação do MASP no processo de laminação a frio e análise de suas principais implicações**, Anais XVII Simpep, Bauru – São Paulo, 2010.

SANTOS, Maribel Yasmina; RAMOS, Isabel. **Sistemas de Informação: Business Intelligence, Tecnologias de Informação na Gestão do Conhecimento**, FCA Editora de Informática, Lisboa, 2006.

SCAVARDA, Luis Felipe Roriz; HAMACHER, Sílvio. **Evolução da cadeia de suprimentos da indústria automobilística no Brasil**. Revista de Administração Contemporânea, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 201–219, 2001.

SHAKHATREH, Mohammed K.; LEMONTE, Artur J.; MORENO–ARENAS, Germán. **The log-normal modified Weibull distribution and its reliability implications**. Reliability Engineering and System Safety, [s. l.], v. 188, p. 6–22, 2019.

SILVA, Luana Carla; OLIVEIRA, Maria Celia; SILVA, Fernando Aparecido. **Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva**. Exacta – EP, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 223-232, 2017.

SILVA, Ivan Luiz Laranjeiras; PEREIRA, Maria Aparecida; CALARGE, Felipe Araújo. **Recall na indústria automotiva brasileira: uma análise entre o volume de produção e o número de recalls**. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Carlos - SP. Encontro Nacional de Engenharia de Produção 2010, 2010.

SILVA, Sergio Barbosa, ARAUJO, Pedro Vitor Goes, SANTOS, Paulo Franklin Tavares, BARRETO, Lara Camila Costa, CARNEIRO NETO, José Aprígio, **Diagrama de Pareto: verificação da ferramenta de qualidade por patentes**. In: XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, p. 234-243, 2019.

SILVA NETO, J. A. ; GIACAGLIA, G. E. O. **Índices de Recall Automotivo no Brasil podem ser minimizados com Sistema de Embarque Controlado Nível II**. In: CICTED - Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento, 2017, Taubaté, SP, Brasil. XVIII Mostra de Internacional de Pós- graduação. Taubaté, SP, Brasil: Universidade de Taubaté, v. xviii. p. 1-14, 2017.

SIMION, Carmen. **Measurement system analysis by attribute, an effective tool to ensure the quality of the visual inspection process within an organization**. MATEC Web of Conferences, [s. l.], v. 290, p. 05004, 2019.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STEINER, Stefan H.; MACKAY, R. Jock; RAMBERG, John S. **An Overview of the Shainin System TM for Quality Improvement**. *Quality Engineering* V. 20 N 1 pp. 6-19, 2008.

SUZIGAN, Wilson. **Estado e industrialização no Brasil**. *Revista de Economia Política*, [s. l.], v. VIII, n. 4, p. 1–12, 1988.

TAVERA ROMERO, C.A.; ORTIZ, J.H.; KHALAF, O.I.; RÍOS PRADO, A. **Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0. Sustainability**. [s. l.], v. 13, n. 18, p. 10026, 2021.

TOMINAGA, L.K.D.G., MARTINS, V.W.B., RAMPASSO, I.S., ANHOLON, R., SILVA, D., PINTO, J.S., LEAL FILHO, W. AND LIMA JUNIOR, F.R. **Critical analysis of engineering education focused on sustainability in supply chain management: an overview of Brazilian higher education institutions**, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 22 No. 2, pp. 380-403.

TORMINATO, Sílvio Miotta. **Análise da utilização da ferramenta CEP: Um estudo de caso na manufatura de Autopeças**. 2024. 1–106 f. Dissertação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024.

TRIMARJOKO, Aris; PURBA, Humiras Hardi; NINDIANI, Aina. **Consistency of DMAIC phases implementation on six sigma method in manufacturing and service industry: A literature review**. *Management and Production Engineering Review*, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 34–45, 2020.

USLU DIVANOĞLU, Sevilay; TAŞ, Ülge. **Application of 8D methodology: An approach to reduce failures in automotive industry**. *Engineering Failure Analysis*, [s. l.], v. 134, p. 106019, 2022.

VANALLE, Rosangela Maria; SALLES, José Antonio Arantes. **Relação entre montadoras e fornecedores: modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística Brasileira**. *Gestão & Produção*, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 237–250, 2011.

VDA, Verband der Automobilindustrie (Associação Alemã da Indústria Automotiva). **Análise de Falha de Campo e Padrão de Auditoria**. 2. ed. São Paulo: IQA, 2018.

VERSPAGEN, Bart. **A new empirical approach to catching up or falling behind.** *Structural Change and Economic Dynamics*, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 359–380, 1991.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** 4ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WU, Shaomin. **Warranty Data Analysis: A Review.** *Quality and Reliability Engineering International*, [s. l.], v. 28, n. 8, p. 795–805, 2012.

WU, Zhongyi; LIU, Weidong; NIE, Wenbin. **Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry.** *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, [s. l.], v. 112, n. 5–6, p. 1409–1436, 2021.